RELACIÓN ENTRE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR DEL OCÉANO PACÍFICO ORIENTAL Y LAS PRECIPITACIONES EN LA COSTA DEL ECUADOR, DURANTE 1981-2006.

Freddy Hernández [(1)]
Eduardo Zambrano [(1)]

RESUMEN

Este trabajo establece la relación existente entre el campo de la temperatura superficial del mar y sus anomalías con el acumulado mensual de precipitación en cada una de las localidades (en total 7) de la costa del Ecuador. Para el efecto se utiliza información de temperatura superficial del mar proveniente del National Centers for Environmental Prediction (NCEP Climate Modeling Branch), y los acumulados mensuales de lluvia de la base de datos del INOCAR durante el periodo del 1981 a 2006, correspondiente a las estaciones de San Lorenzo, Esmeraldas, Manta, La Libertad, Guayaquil, Puná y Pto. Bolívar.

Se encuentran un buen coeficiente de correlación directa entre la temperatura superficial del mar y la lluvia (de 0.5 a 0.85), sin embargo se observa que no toda la lluvia en la costa ecuatoriana es explicada por la temperatura del mar, existiendo otros procesos atmosféricos que en algunos momentos son los que ejercen mayor influencia en la generación de las lluvias y en otros casos modulan la señal de la estación húmeda en el litoral ecuatoriano.

ABSTRACT

This paper establishes the existing relation between the field of the sea surface temperature and his anomalies with accumulated monthly of rainfall in each of the localities (total 7) of the coast of the Ecuador. For the effect there is in use information of the sea superficial temperature from the National Centers for Environmental Prediction (NCEP Climate Modeling Branch), and accumulated monthly of rain of the database of the INOCAR during the period from 1981 to 2006, corresponding to the stations of The San Lorenzo, Esmeraldas, Manta, La Libertad, Guayaquil, Puná and Pto. Bolívar.

They find a good coefficient of direct correlation between the sea surface temperature and the rain (from 0.5 to 0.85), nevertheless is observed that not the whole rain on the Ecuadorian coast is explained by the sea temperature, existing other atmospheric processes that in some moments are those who exercise major influence in the generation of the rains and in other cases they modulate the sign of the humid station in the Ecuadoran littoral.

[1] Instituto Oceanográfico de la Armada, Avda. Departamento de Ciencias del Mar, 25 de Julio Base Naval Sur, P.O. Box 5940, Guayaquil Ecuador, E-Mail: spondylus2@inocar.mil.ec , nino@inocar.mil.ec

INTRODUCCIÓN

El patrón de precipitación en la costa ecuatoriana responde a los cambios latitudinales de la zona de convergencia intertropical que durante los meses de diciembre-abril se ubican bajo el cero ecuatorial; además de esta migración también ejercen influencia los cambios en los patrones de la temperatura superficial del mar. Hernández (2006) siguiendo la metodología de los diagramas ombro-termicos encontró diferencias en los patrones de precipitación en la costa del Ecuador, distinguiendo tres zonas climáticas diferentes, San Lorenzo, Esmeraldas y la tercera gran zona, integrada por Manta, La Libertad, Guayaquil, Puna y Pto. Bolívar; la diferencia principal entre estas tres zonas radica en la duración de la estación lluviosa, así mismo la variación interanual El Niño-a, es parte de la climatología dentro de parámetros analizados como temperatura del aire, precipitación , Hernández, 2006, viéndose afectados los patrones de precipitación; esta afectación va en dos sentidos, aumento o disminución de las precipitaciones.

Este trabajo pretende medir la correlación existente entre el campo de la temperatura superficial del mar y sus anomalías del borde Oriental del Pacifico Ecuatorial (de 110ºW a 80ºW) con la precipitación en 7 localidades de la costa del Ecuador.

MATERIALES Y MÉTODOS

Datos de temperatura superficial del mar (TSM) provenientes del National Center for Environmental Prediction (NCEP Climate Modeling Branch), citados por Reynolds (2002), fueron utilizados en este trabajo, así como los acumulados mensuales de precipitación (PTN) durante el periodo de 1981 a 2006, provenientes del Sistema de información Hidrográfica y Oceanográfica (SIHO) del Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR); las estaciones analizadas corresponden a 7 localidades (San Lorenzo, Esmeraldas, Manta, La Libertad, Guayaquil, Puná y Pto. Bolívar) ubicadas a lo largo de la costa ecuatoriana, Figura No 1.

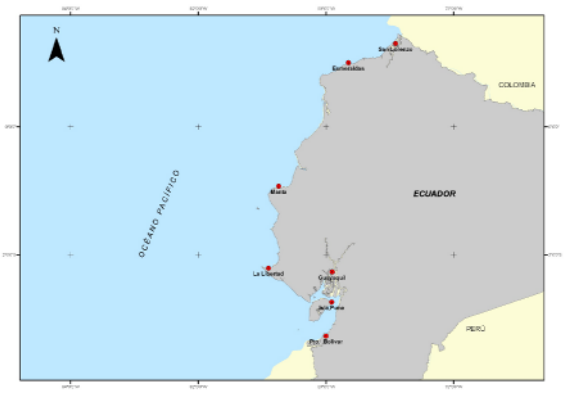


Figura No1 Ubicación de estaciones de estudio

Los ciclos anuales de PTN fueron calculados en Hernández (2006), encontrando las dos estaciones climáticas que existen en la costa del Ecuador relacionadas con la presencia o ausencia de precipitaciones denominadas como, estación húmeda y estación seca respectivamente.

Índices de correlación (Emery, 2004) fueron calculados entre diferentes series de tiempo:

- Entre series de tiempo (dic-1981 a nov-2007) de TSM y PTN (para cada localidad costera)
- Entre series de tiempo estacionales (estación húmeda diciembre a mayo) de TSM y PTN (para cada localidad)
- Entre series de tiempo de anomalía de TSM y anomalía de PTN,
- Entre serie de tiempo estacionales (estación húmeda diciembre a mayo) de anomalías de TSM y anomalías de PTN (para cada localidad) y
- Series de tiempo de TSM y PTN pero solo en tiempo que duró un Evento El Niño o la Niña. (todos los ocurridos desde Dic-1982 a Dic 2007), definidos hasta 1996 por Trenberth (1997) y después de 1996 usando el Índice Niño Oceánico por NOAA. (2008)

Los valores de correlación son graficados como contornos de correlación, a fin de cumplir los objetivos del estudio se muestran los gráficos más relevantes.

Adicionalmente y a manera de resumen se calcularon los índices de correlación entre las series de los Índices Niño de TSM con las series de PTN en cada localidad.

RESULTADOS

A fin de explicar la variabilidad que existe en los contornos de coeficientes de correlación a lo largo de la costa del Ecuador, se muestra en la Figura 2, los contornos de correlación entre TSM y PTN correspondiente a la localidad de Esmeraldas y en la Figura 3 contornos de correlación entre TSM y PTN para Guayaquil.

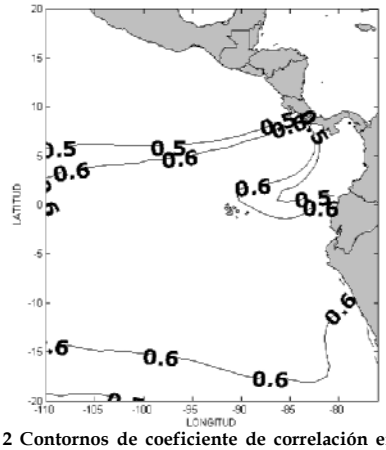


Figura No 2 Contornos de coeficiente de correlación entre TSM y PTN de Esmeraldas durante el periodo Dic/1982-Nov/2007

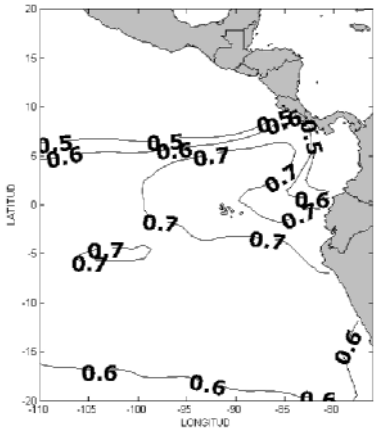


Figura No 3 Contornos de coeficiente de correlación entre TSM y PTN de Guayaquil durante el periodo Dic/1982-Nov/2007

Para las mismas localidades se muestran los contornos de correlación pero solo con las series estacionales de TSM y PTN Figuras 4 y 5.

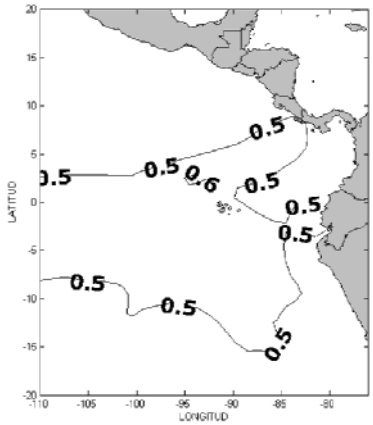


Figura No 4 Contornos de coeficiente de correlación entre series estacionales TSM y PTN de Esmeraldas desde Dic/1982-Nov/2007

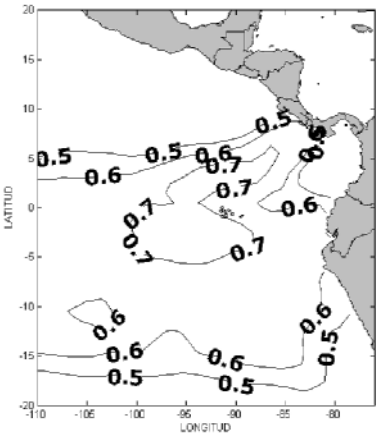


Figura No 5 Contornos de coeficiente de correlación entre series estacionales TSM y PTN de Guayaquil desde Dic/1982-Nov/2007

Como medida de influencia de la TSM sobre la PTN, pero solo en el tiempo de duración de un Evento Cálido El Niño o un Evento Frio La Niña, se muestran contornos de correlación en Puna para dos Eventos cálidos, (Figuras 6 y 7) y para dos Eventos fríos (Figuras 8 y 9).

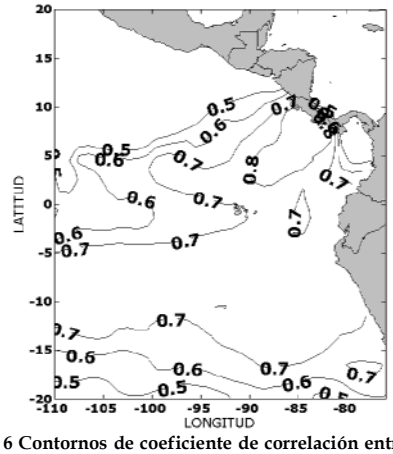


Figura No 6 Contornos de coeficiente de correlación entre las series estacionales de TSM y PTN de Puna, para el Evento el Niño 1982-83 (Abril 1982-Julio 1983)

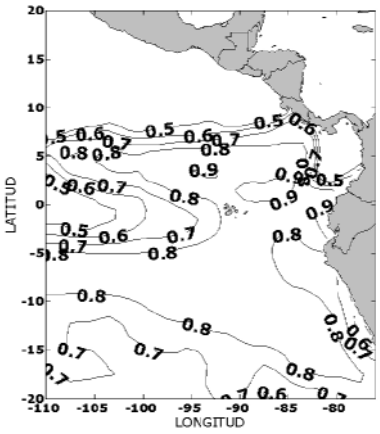


Figura No 7 Contornos de coeficiente de correlación entre las series estacionales de TSM y PTN de Puna, para el Evento el Niño 1997-98 (Abril 1997-Abril 1998)

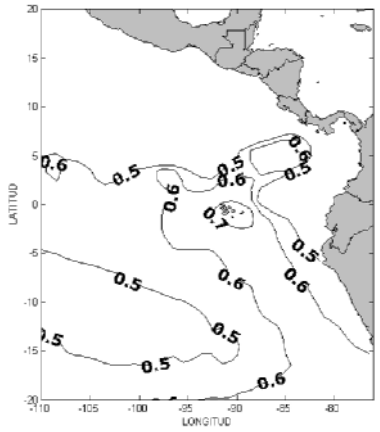


Figura No 8 Contornos de coeficiente de correlación entre las series estacionales de TSM y PTN de Puna, para el Evento La Niña 1984-85 (Octubre 1984 –septiembre 1985)

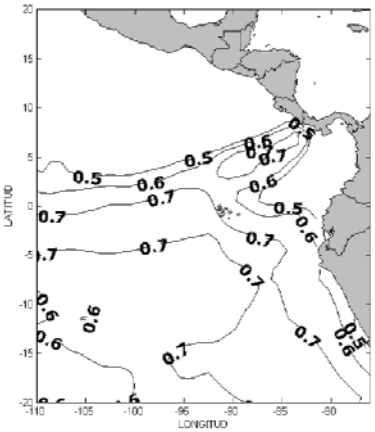


Figura No 9 Contornos de coeficiente de correlación entre las series estacionales de TSM y PTN de Puna, para el Evento La Niña 1998-2000 (Julio 1998 –Julio 2000)

A continuación se muestran los campos de correlación tanto para el Evento extremo El Niño 1998 como el régimen La Niña que sucedió luego para la ciudad de Guayaquil, Figuras 10 y 11.

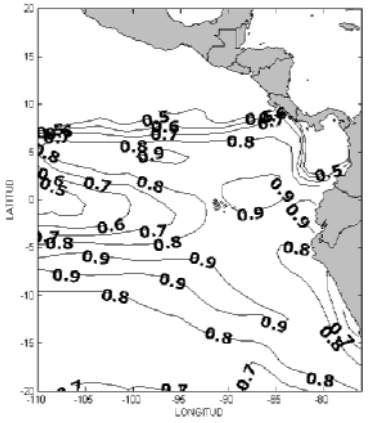


Figura No 10 Contornos de coeficiente de correlación entre las series estacionales de TSM y PTN de Guayaquil, para el Evento el Niño 1997-98 (Abril 1997-Abril 1998)

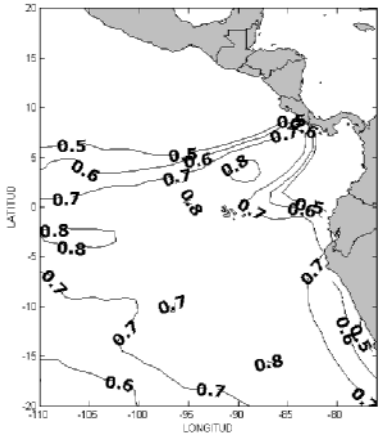


Figura No 11 Contornos de coeficiente de correlación entre las series estacionales de TSM y PTN de Guayaquil, para el Evento La Niña 1998-2000 (Julio 1998 –Julio 2000)

El índice de TSM de la región Niño 1+2 fue correlacionado para cada localidad en cada evento Niño que se presentó entre diciembre 1981 hasta noviembre 2006, los resultados se muestran en la Tabla No 1

	San Lorenzo	Esmeraldas	Manta	La Libertad	Puna	Guayaquil	Puerto Bolivar
Niño 1982	0.70	0.84	0.61	0.52	0.78	0.82	0.76
Niño 1986	0.70	0.84	0.61	0.52	0.78	0.82	0.76
Niño 1991	0.67	0.63	0.73	0.54	0.76	0.81	0.81
Niño 1993	0.45	0.65	0.55	0.43	0.84	0.74	0.92
Niño 1994	0.32	0.51	0.73	0.58	0.90	0.72	0.74
Niño 1997	0.54	0.77	0.77	0.78	0.83	0.82	0.83
Niño 2002	0.64	0.84	0.59	0.70	0.69	0.69	0.59
Niño 2004	0.64	0.69	0.57	0.64	0.79	0.68	0.65
Niño 2006	0.46	0.91	0.93	0.40	0.38	0.59	0.48

Tabla N1. Coeficientes de correlación entre las serie de TSM en la región Niño 1+2 y PTN en cada estación en los correspondientes años Niños

CONCLUSIONES.

Del análisis efectuado en el presente trabajo se encuentra que existe una correlación directa entre la TSM en el Pacífico Oriental y la PTN en la costa del Ecuador.

Cuando se incrementa la TSM producto de un EL Niño igualmente se incrementan las lluvias en el litoral y cuando desciende la TSM durante La Niña de igual manera descienden las lluvias.

El índice de correlación va de 0.5 a 0.85 valor considerado como bueno para este tipo de eventos.

Durante el análisis se observó que no todas las lluvias en la costa ecuatoriana pueden ser explicadas en función de las TSM; existiendo otros procesos atmosféricos, no considerados en este trabajo, que indudablemente modulan la señal de la estación húmeda, llegando incluso a prevalecer sobre la señal proveniente del océano, siendo la que en determinados momentos ejerza la mayor influencia sobre las precipitaciones en el litoral ecuatoriano.

BIBLIOGRAFÍA

Emery J. Willian and Richard E. Thomson, Data Analysis Methods in Physical Oceanography, ELSERVIER 2004. pp 243

Hernández F. 2006 Tesis de Grado en Oceanografía Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar Escuela Superior Politécnica del Litoral

Hystorical El Niño and La Niña Episodes, Based on the ONI computed using ERSST.v3 web site NOAA

Reynolds, R.W., N.A. Rayner, T.M.#Smith, D.C. Stokes, and W. Wang, 2002. An Improved In Situ and Satellite#SST Analysis for Climate, J. Climate

Trenberth Kevin E .1997. The Definition of El Niño,. Bulletin of the American Meteorological Society, pp 2771-277

CARACTERIZACIÓN OCEANOGRÁFICA DE LA COSTA CENTRAL ECUATORIANA ENTRE LA PUNTA DEL MORRO Y JARAMIJÓ, ECUADOR.

Por:
L.Vera [1]
M. Lucero [1]
M. Mindiola [1]

RESUMEN

La información del presente documento constituye un análisis descriptivo de las condiciones del oleaje y corrientes de la costa central del Ecuador comprendida entre Punta del Morro y Jaramijó. Los datos de olas y corrientes presentados en gráficos y tablas, han sido extraídos y analizados de las mediciones y observaciones realizadas por INOCAR, por más de 10 años de monitoreo y representan en algunos casos, valores promedios de años de medición in situ y en otros, promedios de mediciones de corto período, los cuales describen las condiciones hidrodinámicas de la costa ecuatoriana. Las mediciones han sido realizadas a través del uso de equipos electrónicos instalados en el fondo y móviles, mediante el seguimiento de flotadores a la deriva y observaciones visuales.

ABSTRACT

The current paper constitutes a descriptive analysis of the sea wave and circulacion at central coast of Ecuador (from Punta El Morro to Jaramijó). Wave and current data presented in the graphs and tables were obtained and analyzed from measurements and observations made by INOCAR over the course of more than 10 years. The values presented represent either annual means or the mean over a specified period of days. The measurements were made using electronic equipment installed in the seafloor, by trackingdrifter buoys and by visual observations.

[1] Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR, Av. 25 de julio. Base Naval Sur. P.O. Box 5940. e-mail: olas@inocar.mil.ec; corrientes@inocar.mil.ec; organismosint@inocar.mil.ec Guayaquil-Ecuador

INTRODUCCIÓN

El conocimiento de las características oceanográficas de la zona costera ecuatoriana, constituye un factor importante para la navegación, construcción de obras portuarias y para el desarrollo de pesquerías, por lo que el INOCAR, realiza periódicamente estudios oceanográficos en diversos sectores de la franja costera ecuatoriana, producto de estos estudios se cuenta con información, tanto documental, como en base de datos de las condiciones del oleaje y la circulación de la franja costera adyacente a la costa. Esta información ha sido recopilada y analizada, con la finalidad de presentar un esquema general del comportamiento del oleaje y de la circulación que sirva de base para investigaciones aplicadas y para contribuir al conocimiento de las condiciones oceanográficas del mar ecuatoriano.

En la mayoría de los casos los datos de olas corresponden a valores obtenidos con sensores de presión instalados a profundidades entre 10 y 20 m y en otros corresponden a observaciones visuales de altura y período. Los datos de corrientes han sido obtenidas con el método Lagrangiano, es decir mediante el seguimiento de flotadores colocados en el mar, posicionados con GPS, en otros casos la información de corrientes ha sido obtenida con el método de Euler, utilizando perfiladores acústicos Doppler ADCP o correntómetros modelo S4.
En general el presente documento constituirá una herramienta de utilidad para la consulta de investigadores, ingenieros y desarrolladores de proyectos en la zona litoral.

Para la realización de este trabajo, se utilizó información disponible, de aguas someras, es decir, en la franja marina, que se extiende desde la línea de costa hasta 1 Km mar adentro, por ser el sitio, donde se suelen levantar estructuras portuarias y donde los procesos costeros, afectan en mayor o menor grado a las poblaciones que se asientan al pie del mar. De sur a norte, el área de de estudio, figura 1, comprende desde el interior del Golfo de Guayaquil hasta Jaramijó.

ÁREA DE ESTUDIO

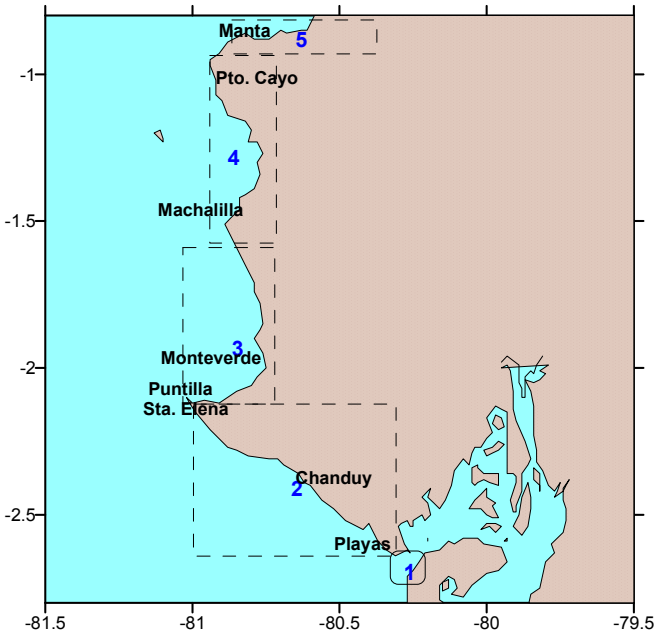


Figura 1.-Área de estudio

De acuerdo a las diversas características morfológicas que encierra el área de estudio, ésta se dividió en seis zonas, de sur a norte, que son las siguientes**:**

Zona interior del Golfo de Guayaquil
Zona entre Punta de El Morro y la Puntilla de Santa Elena.
Zona entre Punta de Santa Elena-Salango
Zona Salango- Cabo San Lorenzo
Zona de Manta-Jaramijó

METODOLOGÍA

Determinada el área de estudio, se recopilaron, publicaciones, informes técnicos y datos sin procesar, todo lo cual fue analizado, ordenado y depurado hasta obtener una caracterización general de cada zona establecida

Las olas fueron medidas con sensores de presión, configurados para medir la altura y periodo de la ola cada cierto tiempo, es decir

cada hora o cada tres horas, distinto en cada lugar. Estos registros fueron promediados y se presentan en el presente documento.

La medición de corrientes se la realizó utilizando flotadores acondicionados para medir corrientes entre 0 y 3 m de profundidad. La trayectoria de estos derivadores fue seguida por un GPS, durante aproximadamente 12 horas por día, de tal forma que se cubre los dos estados de marea: flujo (pleamar) y reflujo (bajamar). Aplicando el método euleriano se obtiene información de velocidad y dirección de las corrientes en un punto fijo por largos periodos de tiempo, a niveles superficiales y subsuperficiales

RESULTADOS

ZONA INTERIOR DEL GOLFO DE GUAYAQUIL

Oleaje-Los Goles

Este sector comprende el Estero Salado, es una zona donde se desarrolla gran tráfico marítimo, determinante en la formación de olas. Se han observado olas de hasta 3 metros, por acción del paso de embarcaciones.

Se realizaron mediciones de olas por tres meses (enero a febrero/07), durante los cuales fue notoria la gran influencia del tráfico de embarcaciones en la magnitud de las olas. La altura media significativa encontrada en el sector es de 0.57 m y altura máxima de 2.34 m. La dirección predominante oscila entre el suroeste y oeste. Ver tabla 1.

Tabla 1.- Parámetros de olas en el interior del Golfo de Guayaquil

Lugar	Altura significativa media (m)	Altura Máxima del período (m)	Dirección dominante	Período medio (s)
Los Goles	0.57 (2 meses de mediciones)	3	SW	< 5

Corrientes-Los Goles

Frente al área de los Goles, en enero del 2007, mediante perfiles de corrientes se obtuvo, durante el flujo, velocidades máximas que alcanzaron 1.2 m/s con dirección sureste y 1.5 m/s con dirección al noroeste en el reflujo. Con respecto a las velocidades promedio se encuentran en un rango entre 0.52 m/s a 1.21 m/s en el flujo, valores relativamente altos con relación al reflujo que presenta magnitudes entre 0.12 m/s y 0.35 m/s.

Alrededor de los 12 metros de profundidad, durante el flujo, las velocidades promedio son de 0.29 a 0.44 m/s y las velocidades máximas hasta de 0.8 m/s con tendencia este-sureste. Durante el reflujo las velocidades promedio oscilan entre 0.14 a 0.31 m/s, con máximas de hasta de 0.60 m/s y dirección noroeste

ZONA ENTRE PUNTA DE EL MORRO Y LA PUNTILLA DE SANTA ELENA

Es la zona costera ecuatoriana más sobresaliente, caracterizada por poseer una gran dinámica en función de sus características oceanográficas y meteorológicas. La línea de costa está alineada en dirección Noroeste-Sureste, y las olas provenientes del Pacífico Sur, entran directamente hacia este sector de manera perpendicular con dirección suroeste, siendo un sector de gran energía con considerable arrastre de sedimentos, sin embargo al ser de características rocosas, no se han reportado procesos de erosión o sedimentación muy marcados. Esta zona no es apta para bañistas y suele ser utilizada para la práctica del surf, especialmente en el sector de Mar Bravo. Según observaciones realizadas la dirección de oleaje predominante es del suroeste, con período medio de 15 s y altura rompiente observada de hasta 3 metros.

La circulación cerca de la costa es dominada principalmente por la acción de las mareas, vientos, geomorfología y las características termohalinas. La velocidad de las corrientes por lo general es más alta durante la marea de sicigia, que es cuando ocurren los más altos rangos de altura de marea. En esta zona, frente

al sector de Chanduy se presentan los valores más altos de magnitud que alcanza los 0.52 m/s

Oleaje -Chanduy:
En el área de Chanduy se realizaron mediciones durante los meses de abril y mayo/96, en una profundidad de 14 m, se encontró una altura media significativa de 0.9 m y una altura máxima de 2.6 m, con un período de 14 s y una dirección que oscila entre 195° y 220°.

Oleaje-Mar Bravo
En este sector se efectuaron mediciones de olas rompientes, durante 4 días en estaciones ubicadas desde la Base aérea de la FAE, hasta Punta Carnero, donde se observó que la altura media aumentaba a medida que la distancia hacia la costa era menor. Como ejemplo, frente a la FAE se observó la mayor altura media de todo el sector (1.92 m). Tabla 2.

Tabla 2.- Parámetros de olas en zona 2, entre Ancón y la Puntilla de Santa Elena.

Lugar	Altura significativa media (m)	Altura Máxima del período (m)	Dirección dominante	Período medio (s)
Chanduy	0.9 (2 meses de mediciones)	2.6	SW	14
Mar Bravo	1.92	2.43	SW	13

Corrientes-Chanduy
Frente a las costas de Chanduy, en marzo de 1996, se registraron velocidades mayores durante el estado de marea de flujo y durante la fase de sicigia, donde se observan velocidades máximas de hasta 0.52 m/s con velocidades promedio entre 0.08 y 0.34 m/s y con tendencia hacia el este en flujo y hacia el noroeste-oeste durante el reflujo, Figura 2
Los valores registrados a una profundidad de 12 metros, indican mayores velocidades durante el flujo y en la fase de sicigia, al igual que las corrientes superficiales, el flujo a este nivel está altamente influenciado por el efecto de las mareas, cambiando su dirección con el cambio de mareas, es decir hacia el sureste durante el flujo con velocidades máximas de 0.37 m/s y hacia el noroeste durante el reflujo con velocidades máximas de 0.22 m/s.

Corrientes-Punta Carnero
La magnitud promedio de las corrientes frente a Punta Carnero esta entre 0.06 m/s a 0.2 m/s, alcanzando velocidades máximas de 0.37 m/s y dirigiéndose al norte-noroeste durante el flujo y al sur-sureste durante el reflujo.

Corrientes-Playas
En mayo del 2001, se realizó mediciones frente a las costas de Playas, donde las corrientes presentaron magnitudes que alcanzan velocidades de hasta 0.21 m/s con dirección hacia el este durante el flujo y velocidades hasta de 0.15 m/s con dirección hacia el oeste durante el estado de reflujo. (Figura 2)

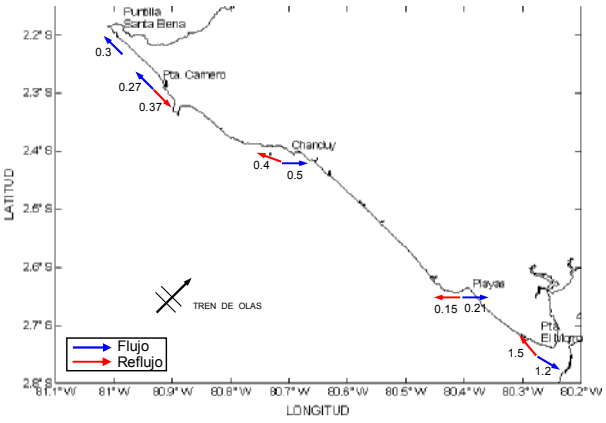


Figura 2.- Circulación Superficial entre Punta del Morro y Puntilla de Santa Elena, mostrando velocidades máximas obtenidas.

ZONA ENTRE BAHÍA DE SANTA ELENA – SALANGO

En el sector comprendido entre la Puntilla de Santa Elena y Salango, las olas provenientes del Pacífico sur son atenuadas por la morfología del sector, especialmente entre la Puntilla de Santa Elena y Punta Blanca. En este sector las tormentas ocurridas en el Pacífico Noroccidental, suelen generar fuertes oleaje que erosionan el margen costero.
En cuanto a la circulación, en esta área se ha encontrado evidencia de la presencia de la

corriente costanera, según lo reportado por Soledispa, B. y Villacres J, 1989 y Allauca, S. 1990. La tendencia general del patrón de circulación en la Bahía de Santa Elena es el de dirigirse hacia el este, con oscilaciones hacia el noreste y sureste, durante el flujo y hacia el noroeste durante el reflujo influenciadas principalmente por la acción de las mareas. Además se destaca que los mayores rangos de velocidad son obtenidos entre 0 y 3 m de profundidad y durante el estado de flujo.

Oleaje-Salinas

Durante un evento El Niño, las alturas de olas, sufren incrementos, y existe una fuerte influencia del ciclo lunar en las alturas de olas, ya que durante los aguajes o periodos de sicigia las alturas de olas generalmente se incrementan. En la Tabla 3, se indican las alturas de olas máximas esperadas para determinados períodos de ocurrencia.

Tabla 3.- Altura significativa máxima esperada en Salinas para diferentes períodos de tiempo

Período de retorno	Hs máxima esperada (m)
1 año	3.38
5años	4.032
10 años	4.31
50 años	4.95

En cuanto al periodo del tren de olas es de 16 segundos que corresponde a trenes de ondas generados en mar profundo lejos de la costa. El tren de ondas predominante viene del cuarto cuadrante o noroeste, tendencia que se mantiene durante todo el año.

Oleaje-La Libertad

Se cuenta con información de octubre y noviembre de 1994, los que son considerados como significativos de la estación seca; y de febrero y marzo de 1995, como de la estación húmeda. La información ha sido obtenida de manera horaria.

En la época seca se encontró una altura media de 0.41 m y en la época húmeda una altura media de 0.48 m. Las alturas significativas para la estación seca, varían entre 0.20 y 0.98 m. Olas con alturas entre 0.3 y 0.5 m, están presentes con una frecuencia de 73.97 %, olas con alturas mayores a 0.60 m, tiene menor ocurrencia. Para la época húmeda el rango de alturas osciló entre 0.19 y 1.22 m. La mayor ocurrencia fue 47.45 % entre alturas de 0.30 y 0.50 m.

En cuanto al período de las olas, no se observa la misma variabilidad estacional, en ambas estaciones el período osciló entre 8 y 23 s, con un promedio general de 15 s.

Oleaje-Punta Blanca

Se realizaron mediciones de altura de olas en el veril de 14 m referidos al MLWS y aproximadamente 2000 m frente a la línea de costa. Las mediciones se realizaron en los meses de octubre y noviembre de 1992. Los valores de altura significativa oscilaron entre 0.09 a 0.77 m. Además se encontró que la altura significativa promedio fue de 0.33 m.

Los períodos medios presentaron un valor promedio de 14.3 segundos, con un máximo de 19 segundos y un valor mínimo de 11 segundos. Se observó que el rango de la dirección predominante estaba entre 300º y 33º.

La información de olas en esta zona, debe ser considerada solo como una referencia, debido a que el período de mediciones fue corto (1 mes). Por observaciones de altura de olas rompientes en otras épocas del año, se ha podido constatar altura de ola de hasta 1.5 m.

Oleaje-Monteverde

De noviembre/2006 a abril/2007, se observó que los meses de mayor energía del oleaje fueron marzo y abril, cuando el sensor registró la máxima altura del período de medición (3.69 m.) Este valor de altura de ola, se encuentra dentro del porcentaje de ocurrencia del 0,4 %, siendo un valor de referencia de altura máxima en el sector.

En la tabla 4, se resume las principales características del oleaje correspondiente a esta área de estudio.

Tabla 4. Altura de olas en los sitios correspondientes a Santa Elena

Lugar	Altura significativa media (m)	Altura Máxima del período (m)	Dirección dominante	Período medio (s)
Salinas	0.8 (5 años de mediciones)	3.2	NE	14
La Libertad	0.4 (1 año de mediciones)	3	NE	14
Punta Blanca	0.33 (1 mes de mediciones)	0.8	NE	14
Monteverde	0.8 (6 meses de mediciones)	3.7	SW	4

Corrientes-Salinas

En agosto del 2002, se efectuaron mediciones de corrientes frente a Salinas. Entre 0 y 3 m se obtuvieron valores máximos de 0.16 m/s durante el flujo y 0.55 m/s en el reflujo, (Tabla 5). Las velocidades promedio estuvieron entre 0.1 y 0.45 m/s y con una tendencia de hacia el sureste en flujo y hacia el noroeste durante el reflujo.

La magnitud y dirección de corrientes en Salinas correspondiente a octubre de 2007, presentan una velocidad máxima observada a niveles superficiales que alcanza los 0.29 m/s durante el flujo y 0.27 en el reflujo. En tanto que las velocidades promedio son de 0.09 m/s en flujo y 0.12 m/s en reflujo. La dirección de las corrientes muestra una tendencia hacia el noreste y norte (Figura 3).

Corrientes-Santa Rosa

En abril del 2006, las corrientes durante el flujo alcanzan velocidades máximas de 0.5 m/s en flujo y 0.42 m/s en el reflujo (Figura 3), con una importante influencia de la marea, la dirección de la corriente es hacia el sureste durante el flujo y hacia el noroeste durante el reflujo.

En octubre del 2007, las mediciones realizadas en este sector coincidieron con la marea de reflujo siendo la tendencia de los flotadores hacia el norte-noroeste, con valores máximos de 0.13 y 0.2 m/s en superficie (0 m) y subsuperficie (3 m) respectivamente, así como las velocidades promedio están entre 0.08 y 0.11 m/s durante esta marea.

Corrientes-La Libertad

Frente a La Libertad, se realizaron mediciones en octubre de 1994 y marzo de 1995. Para el mes de octubre (época seca), en los niveles superficiales se obtuvieron valores máximos de 0.30 m/s, durante el flujo, en reflujo la máxima velocidad es de 0.13 m/s (Tabla 5), mientras que las velocidades promedio oscilaron entre 0.06 y 0.24 m/s. Para la época húmeda, en marzo, los máximos están entre 0.28 m/s, en la marea de flujo, y 0.15 m/s en el reflujo, las velocidades promedio se encontraron desde 0.05 a 0.14 m/s, correspondientes a los niveles superficiales.

En octubre de 2007 se presenta velocidades que alcanzan los 0.22 m/s, durante el flujo y 0.17 m/s en reflujo. La velocidad promedio encontrada es de 0.17 m/s durante el flujo y 0.13 durante el reflujo. La dirección predominante de los flotadores es hacia el noreste en la marea de flujo y hacia el norte durante el reflujo, coincidiendo con lo observado por (Allauca, S. y Lucero, M. 1992.)

Al observarse una tendencia de la dirección de la corriente definida en relación al cambio de marea, se tiene que las corrientes están influenciadas principalmente por la acción de las mareas, flujo (pleamar) y reflujo (bajamar), como sucede en Salinas, Santa Rosa, La Libertad, (Figura 3).

Corrientes-Ballenita

Frente a la localidad de Ballenita las velocidades encontradas en octubre de 2007, muestran un máximo de 0.21 m/s durante el flujo y 0.15 m/s durante el reflujo (Tabla 5). La tendencia general de los flotadores es hacia el noreste.

Corrientes-Punta Blanca

En esta zona las corrientes obtenidas en octubre de 1992, a nivel superficial, muestran magnitudes máximas de 0.20 m/s con dirección

hacia el este para flujo y 0.15 m/s para reflujo, dirigiéndose tanbien hacia el este (Tabla 5).

Las corrientes en el nivel de 10 metros presentan velocidades máximas de 0.18 m/s con dirección hacia el suroeste en el estado de reflujo. La circulación en general es hacia el noreste durante el flujo y hacia el suroeste durante el reflujo. Información obtenida de un periodo de mediciones de 45 días.

Corrientes-Monteverde

Las corrientes observadas en Monteverde durante noviembre del 2006, para ambos estados de marea coinciden hacia el noreste. Los valores promedios alcanzados están entre 0.27 m/s y 0.11 m/s y los máximos son de 0.32 m/s en flujo y 0.31 m/s (Tabla 5) en reflujo para los niveles superficiales.

Durante el 2008 se midió en febrero y septiembre, meses característicos para cada época, se encontró que las magnitudes promedio oscilaron entre 0.02 y 0.17 m/s en la época húmeda, de 0.04 a 0.18 m/s en la época seca, con velocidades máximas que alcanzaron los 0.29 m/s en flujo y 0.23 en reflujo para el mes de febrero ligeramente mayores que en septiembre donde llegan 0.22 m/s y 0.20 m/s en flujo y reflujo respectivamente. La dirección de las corrientes es en general hacia la costa, oscilando entre el noreste y sureste, para ambos estados de marea, (Figura 3).

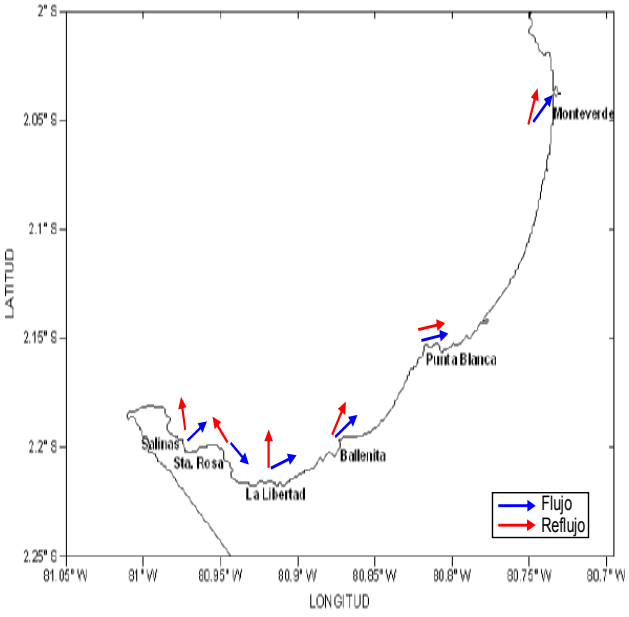


Figura 3.- Circulación Superficial entre Puntilla de Santa Elena y Ayangue.

Tabla 5. Velocidad máxima y dirección de las corrientes durante los estados de marea de flujo y reflujo, desde la Punta de Santa Elena hasta Salango.

Lugar	magnitud (m/s)		dirección (grados)	
	flujo	reflujo	flujo	reflujo
Salinas	0.29	0.27	NE - E - SE	NW - N
Sta Rosa.	0.5	0.42	SE	NW
La Libertad	0.3	0.15	E - NE	W - N - NE
Ballenita	0.21	0.15	NE	N - NE
Pta. Blanca	0.2	0.15	E	E
Monteverde	0.32	0.31	NE - E - SE	NE - E - SE
Valdivia	0.23	0.13	E	SE - NE
Montañita	0.35	0.19	SE	SE
La Entrada	0.22	0.11	NW	SW
Puerto Rico	0.73	0.42	NW	NW

Corrientes-Valdivia

En mayo del 2008, se obtuvo información de corrientes superficiales en diferentes puntos localizados entre Valdivia y Puerto Rico (cerca de Salango), las mediciones fueron durante un día, frente a cada localidad. En Valdivia las velocidades máximas alcanzan 0.23 m/s en flujo y 0.13 m/s en reflujo (Tabla 5). Las velocidades promedio se encuentran entre 0.01 y 0.16 m/s. La dirección de las corrientes fue hacia el este durante el flujo y oscila entre el sureste y noreste durante el reflujo (Figura 4).

Corrientes-Montañita

Las velocidades máximas son 0.35 m/s y 0.19 m/s para el flujo y reflujo respectivamente, medidas en mayo del 2008, las velocidades promedio están entre 0.05 y 0.18 m/s. Presentan una tendencia general hacia el sureste en ambos estados de marea.

Corrientes-La Entrada

Se observan, velocidades máximas de 0.22 en flujo y 0.11 en reflujo, el 7 de mayo del 2008. Las direcciones son hacia el noroeste en flujo y suroeste en reflujo (Figura 4).

Corrientes-Puerto Rico

El 8 de mayo del 2008, se obtienen velocidades máximas de 0.73 m/s en flujo y 0.42 m/s en reflujo (Tabla 5), mientras que la dirección es hacia el noroeste tanto para flujo como para reflujo, (Figura 4).

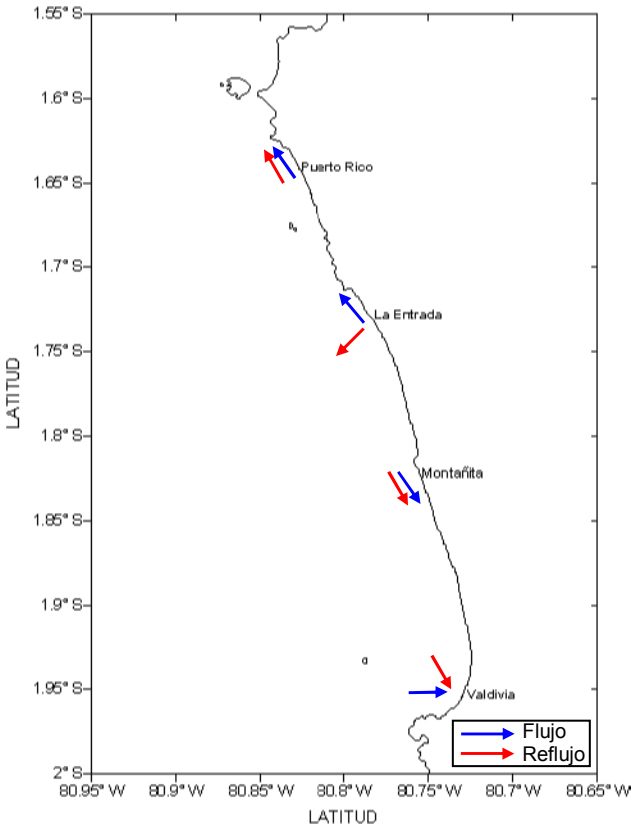


Figura 4. Circulación Superficial entre Valdivia y Salango.

ZONA ENTRE PUNTA SALANGO -CABO SAN LORENZO

Área protegida del régimen de circulación oceánica, con influencia de la acción del viento y las mareas predominantemente en cuanto a la circulación. En este sector se tiene poca información de olas y corrientes y la que se cuenta es información de un tiempo máximo de 15 días.

Oleaje-Punta el Sombrerito

Este sector tiene un tren de olas con altura significativa máxima de 0.86 m, y un promedio de 0.46 m. con una dirección del suroeste, con un período promedio de 13.8 segundos. Información obtenida de un período de mediciones de 15 días.

Oleaje-Puerto López

Se realizaron mediciones durante 13 días entre abril y mayo de 1978.Se observó que la dirección predominante del frente de ondas proviene de 220º. La altura máxima de olas observada fue de 1.80 m con un periodo de 12.3 seg. y la mínima altura fue 0.3 m con un periodo de 7.6 seg. Los valores de altura característicos de esta subzona se presentan en la tabla 6.

Tabla 6 Altura de olas en los sitios correspondientes a Punta Salango-Cabo San Lorenzo.

Lugar	Altura significativa media (m)	Altura Máxima del período (m)	Dirección dominante	Período medio (s)
Punta El Sombrerito	0.46 (15 días de mediciones)	0.86	SW	14
Puerto López	-	1.8 (13 días de mediciones)	SW	12

Corrientes-Punta El Sombrerito

Esta información obtenida en septiembre de 1.993, muestra velocidades máximas 0.38 m/s, con direcciones predominantes hacia el noreste en ambos estados de marea (Figura 5).

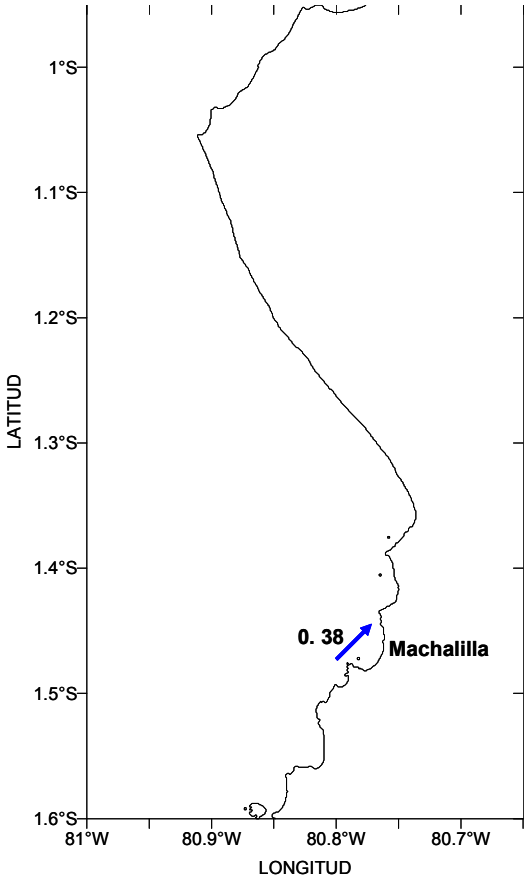


Figura 5.- Circulación Superficial entre Cabo San Lorenzo e isla Salango

ZONA ENTRE MANTA – JARAMIJÓ

El área comprendida desde Manta hasta Jaramijó dentro de la Provincia de Manabi, es la zona costera más sobresaliente con respecto al norte del Ecuador, caracterizada por ser una zona dinámica en función de las características oceanográficas y meteorológicas, donde las olas entran directamente con mucha energía desde el Pacífico con dirección del noroeste. Esta zona contiene mucha energía con un considerable arrastre de sedimentos, reportado como una zona vulnerable a los procesos de erosión o sedimentación.

Oleaje-Manta

Las olas rompientes en la zona de Manta tienen una altura de aproximadamente 0.60 m con gran cantidad movimiento de sedimentos.

Oleaje-Jaramijó

En la zona de Jaramijó la altura máxima encontrada en un período de medición de 5 años fue de 1.5 m, con una altura media significativa de 0.4 m. Ver tabla 7.

En la figura 6, se presenta un gráfico del oleaje y su dirección predominante en la costa ecuatoriana.

Tabla 7.- Altura de olas entre Manta-Jaramijó.

Lugar	Altura significativa media (m)	Altura Máxima del período (m)	Dirección predominante	Período medio (s)
Manta	0.6 (en la zona de rompiente)	-	-	-
Jaramijó	0.4 (5 años de mediciones)	1.5	-	-

Corrientes-Manta

Frente al puerto de Manta se midió en enero del 2001, correspondiente a la época húmeda, magnitudes máximas en la capa superficial de 0.93 m/s en estado de flujo y 0.77 m/s en estado de reflujo con dirección hacia el noreste en ambos estados de marea. Las velocidades promedio son de 0.43 m/s en flujo y 0.19 m/s en reflujo dirigiéndose hacia el noreste. (Figura 7)

Corrientes-Jaramijó

La información se obtuvo en septiembre del 2008, característico de la estación seca (verano). Se observa una velocidad máxima de 0.26 m/s en flujo y 0.20 m/s durante el reflujo, con velocidades promedio de 0.19 m/s en flujo y 0.10 m/s en reflujo. Con una tendencia general entre el noreste y el sureste durante el flujo y del noroeste hasta el sureste, en el sentido de las manecillas del reloj, en el reflujo, (Figura 6).

Además se tiene información de corrientes a una profundidad de 20 metros, obtenida de una serie de tres años, con magnitudes máximas de 0.35 m/s y 0.37 m/s para los estados de flujo y reflujo respectivamente.

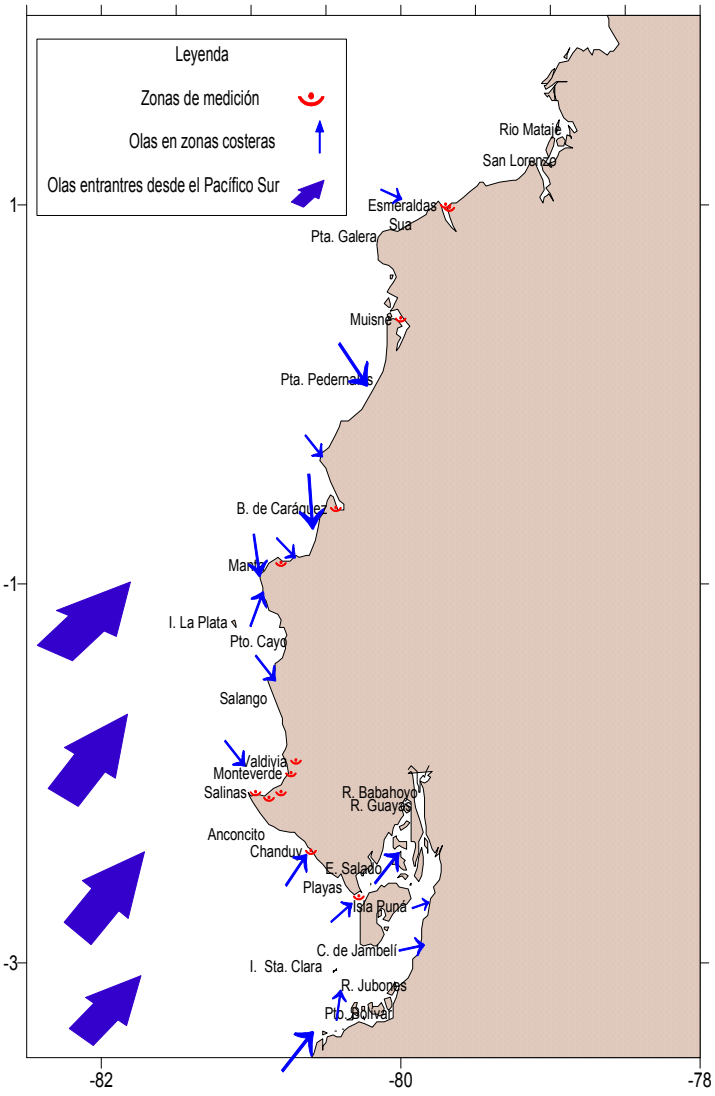


Figura 6.- Distribución del Oleaje en la costa Ecuatoriana

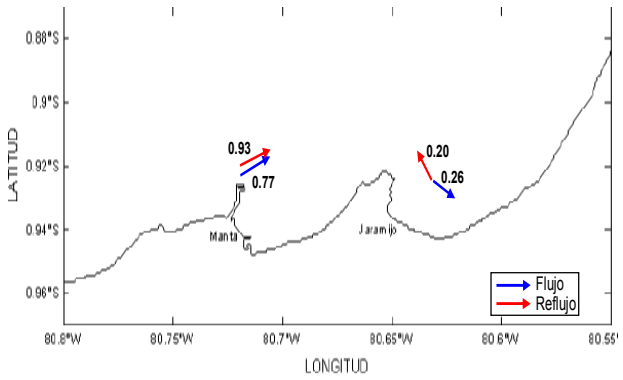


Figura 7.- Circulación Superficial y subsuperficial frente a la Bahía de Manta y Jaramijó

CONCLUSIONES

La información presentada en este documento es importante como material de referencia para las actividades que se realizan en la costa ecuatoriana.

La zona con olas rompientes mayores está situada en el sector de Mar Bravo, con una media de 1.9 m. En Monteverde, se presenta la máxima altura significativa igual a 3.7 m.

El comportamiento de la circulación en sectores próximos a la costa es principalmente influenciado por el viento, las mareas y la batimetría del área. Al intensificarse la magnitud de los vientos estos afectan directamente la

magnitud y dirección de las corrientes, así como también el régimen de oleaje.

BIBLIOGRAFÍA

Allauca, S. Presencia de la Corriente Costanera Ecuatoriana Acta Oceanográfica del Ecuador, INOCAR, Vol. 6 No.1, 1990.

Allauca, S. y Lucero, M. Estudio de la Circulación costera frente al puerto de La Libertad (Ecuador) utilizando flotadores Vol. 7 No.1, 1992.

INOCAR, Informe Técnico sobre Estudios Oceanográficos en Monteverde 1985, 2006 y 2008.

INOCAR, Informe Técnico sobre Estudios Oceanográficos de El Mancito – Punta Blanca (1992).

INOCAR, Informe Técnico sobre Estudios Oceanográficos en la Libertad (Oct. 1994 – Abril 1995).

INOCAR, Informe Técnico sobre Estudios Oceanográficos en el área entre Punta. Río Seco y Punta. El Sombrerito, Provincia de Manabí (1993).

INOCAR, Informe Técnico Parque Submarino en Salinas (2002).

INOCAR, Informe Técnico sobre Mediciones de corrientes en Santa Rosa (2006).

INOCAR, Informe Técnico sobre Estudios Oceanográficos en la zona rocosa de Los Goles, Golfo de Guayaquil (2007).

Soledispa, B. y Villacres J. Estudio Sedimentológico y Mineralógico de la plataforma continental ecuatoriana en el tramo comprendido entre Salinas y Ayampe. Acta Oceanográfica del Ecuador, INOCAR, Vol. 5 No.1, 1989

COMPORTAMIENTO DE LAS PRECIPITACIONES EN LA COSTA ECUATORIANA EN EL 2008

Por:
Henry Gálvez (1)
Juan Regalado (1)

RESUMEN

Los datos de las precipitaciones obtenidos en la Red de Estaciones Meteorológica Costeras del Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR), instalada en los principales puertos a lo largo de la costa ecuatoriana, de enero a abril del 2008, son analizados y comparados con los promedios mensuales de las series estadísticas desde 1948.

ABSTRAC

Precipitation data obtained from the National Oceanographic Institute of the Ecuadorian Navy's (INOCAR) Network of Coastal Weather stations, installed in the main ports throughout the Ecuadorian coast, were analyzed for the period of January-April 2008. Monthly averages were compared with monthly averages of the statistical series dating back to 1948, which are installed in the main ports throughout the Ecuadorian coast, of January to April of the 2008, are analyzed and compared with the monthly averages of the statistical series from 1948.

INTRODUCCIÓN

El régimen pluviométrico en la costa ecuatoriana se caracteriza por la presencia de precipitaciones entre los meses de diciembre a mayo, Gálvez-Regalado (2002[1]). Las mayores precipitaciones de observan de febrero a marzo, y durante los meses de junio a noviembre, se observa poca o ninguna precipitación.

El régimen pluviométrico se ve ocasionalmente alterado por la ocurrencia de eventos oceanográficos cálidos o fríos, que no siguen ningún patrón establecido y más bien presentan características propias; durante estos eventos calidos extremos se han podido observar los mayores acumulados mensuales, y en algunos casos los mayores acumulados diarios, de igual manera el periodo de lluvia se incrementa, pues se producen precipitaciones desde los meses de octubre o noviembre, prolongándose las mismas hasta mediados de julio; y durante eventos fríos extremos se han podido observar déficit de precipitaciones.

En los últimos cinco años, se ha notado un comportamiento inusual de las precipitaciones sobre la costa ecuatoriana, ya que las mismas no han seguido los patrones preestablecidos, durante eventos El Niño y La Niña.

[1] Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR. Avda. 25 de julio Base Naval Sur, casilla 5940 Guayaquil - Ecuador. Fax: 2485166.

AREA DE ESTUDIO

El área de estudio la constituye la franja costera, de norte a sur, donde INOCAR mantiene su red de Estaciones Costeras: Esmeraldas, Manta, La Libertad, Guayaquil, Puna y Puerto Bolivar. (Figura 1)

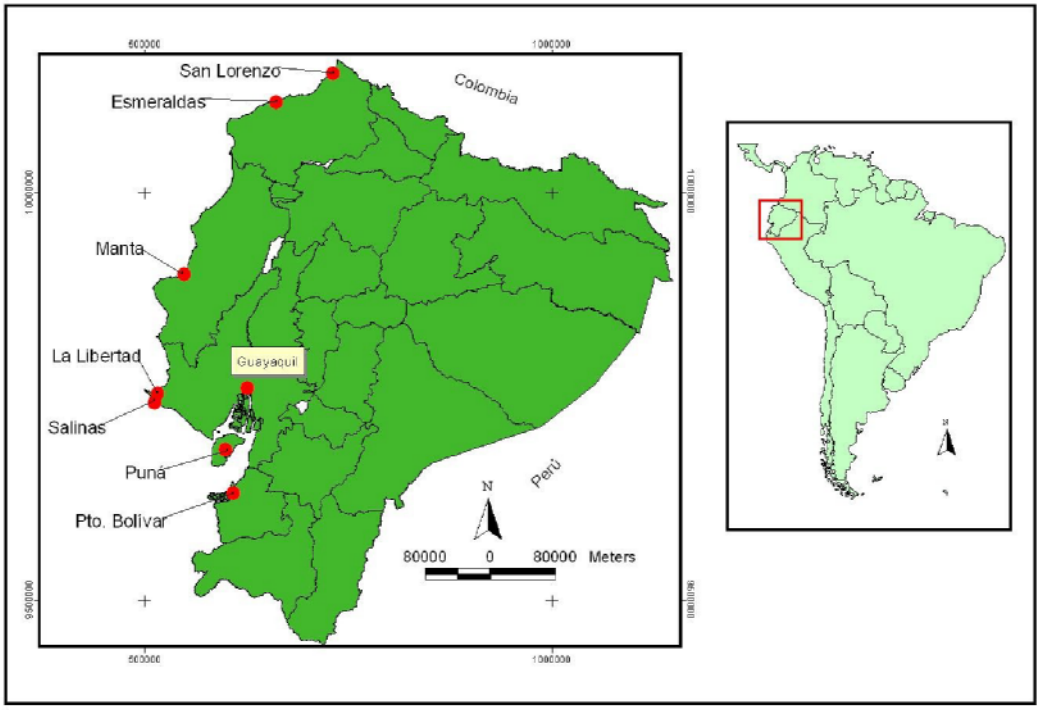


Figura 1.-Ubicación de las estaciones de la Red Meteorológica del INOCAR

METODOLOGÍA

Se recopiló información de los acumulados de precipitaciones tanto diarios como mensuales, de las estaciones de la red de INOCAR, de enero a abril del 2008, se compararon estos valores con los estadísticos de las series históricas desde 1948. Adicionalmente se presentan los valores de los acumulados mensuales de mayo a julio-2008

De acuerdo a normativas establecidas por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) en los mensajes SINOP para los Servicios Meteorológicos Nacionales (INAMHI, etc.) o locales (INOCAR) para observaciones meteorológicas, se considera como acumulado diario a las precipitaciones registradas dentro del periodo de las 07h00 de ese día hasta 07h00 del día siguiente.

RESULTADOS.

Sobre la costa ecuatoriana las precipitaciones comenzaron a presentarse a principios de enero del 2008, las mismas que se intensificaron desde fines de enero hasta marzo, desde el mes abril las precipitaciones comenzaron a debilitarse. Ver Figura 2

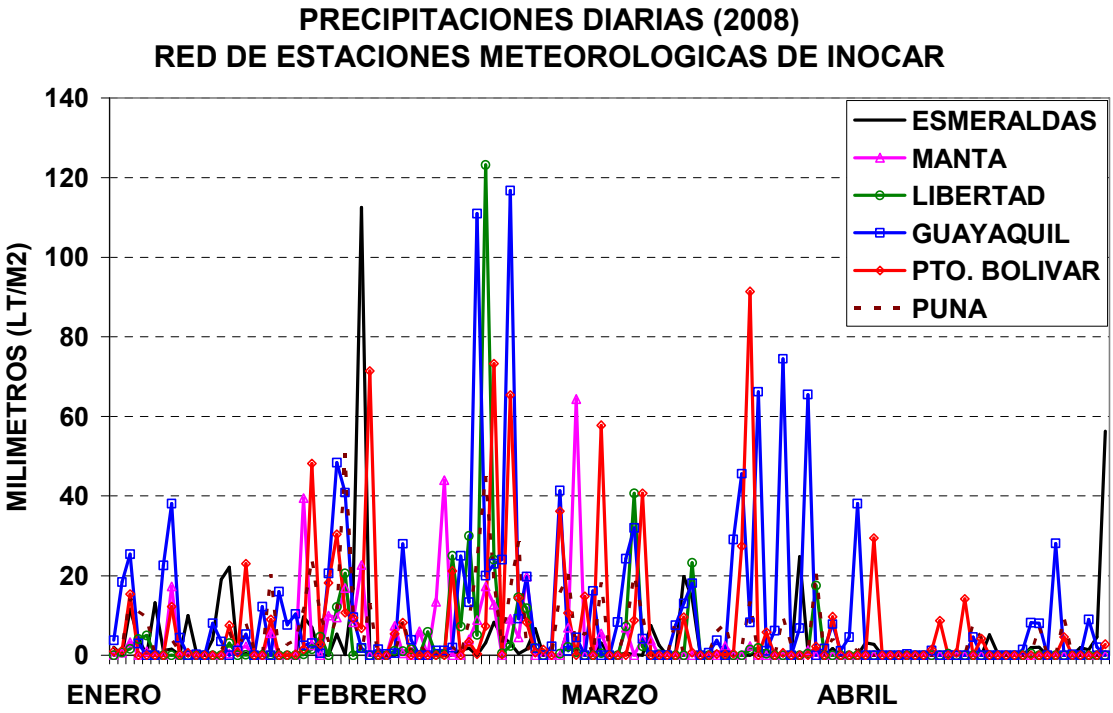


Figura 2.-Precipitaciones acumuladas diarias en las estaciones de la Red Meteorológica costera del INOCAR (enero-abril/2008)

Las mayores intensidades diarias ocurrieron hacia la zona central y sur de la costa, es decir sobre las provincias de Manabí, Guayas y El Oro. En la estación de La Libertad se presentó el mayor acumulado en 24 horas durante el presente año, con 123.2 mm el 15 de febrero, Ver Tabla 1 y Figura 2

MÁXIMAS PRECIPITACIONES (mm) EN 24 HORAS
(ENERO - ABRIL 2008)

	ENERO	FEBRERO	MARZO
ESMERALDAS	112.5 mm (31)		
MANTA		64.4 mm (26)	
LA LIBERTAD		123.2 mm(15)	
PUNA	50.7 mm (29)		
GUAYAQUIL		110mm – 117 (15-18)	
PTO. BOLIVAR			91.4 (18)

Tabla 1. - Máximas precipitaciones en 24 horas, en las estaciones del INOCAR, durante el periodo lluvioso de enero a abril 2008

Durante el mes de enero, los acumulados mensuales se presentaron sobre sus promedios mensuales: siendo mayores, tanto en cantidad como en porcentaje respecto a sus promedios mensuales, hacia la costa central y sur. Figura 3.

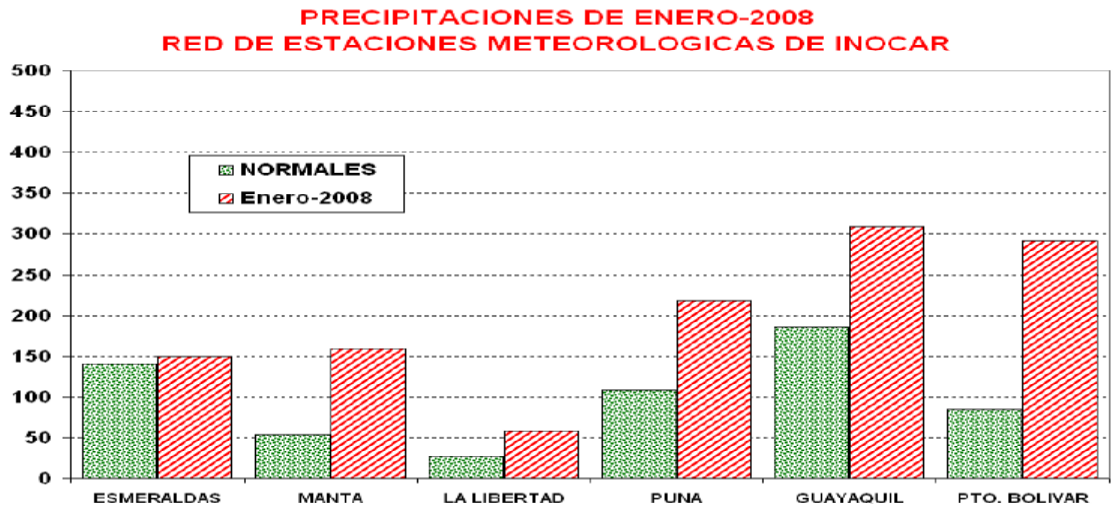


Figura 3.- Precipitaciones acumuladas mensuales en las estaciones de la Red Meteorológica costera del INOCAR (enero-2008)

Durante el mes de febrero, las precipitaciones se intensificaron, dando como resultado, incrementos mensuales mayores a los de enero hacia la costa centro y sur, no así en la costa norte donde el acumulado mensual disminuyó con respecto a enero y por debajo de su promedio mensual. Ver Figura 4

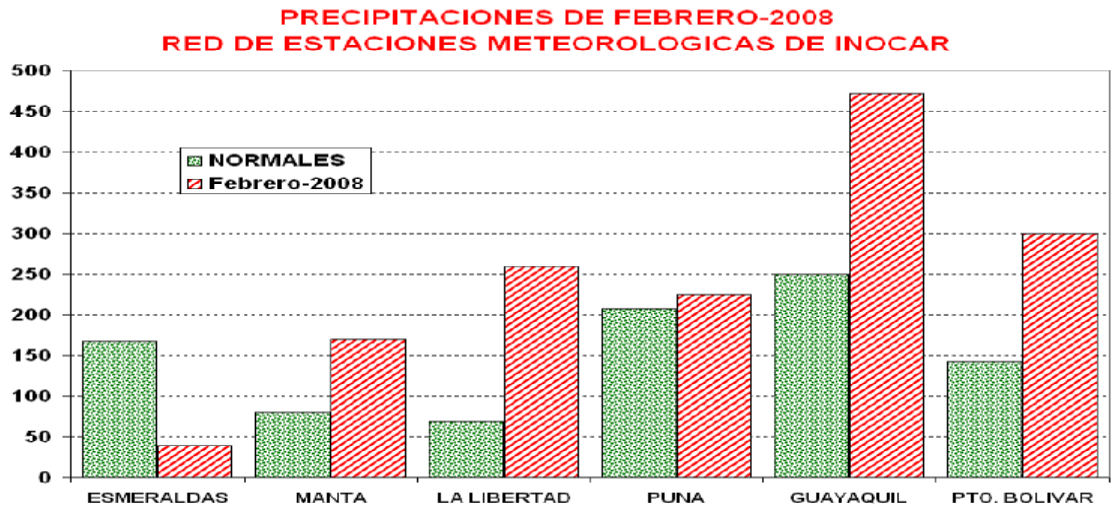


Figura 4.- Precipitaciones acumuladas mensuales en las estaciones de la Red Meteorológica costera del INOCAR (febrero-2008)

En el mes de marzo, las precipitaciones disminuyeron ligeramente con respecto al mes de febrero, no así en el área de Guayaquil donde se presentó un panorama similar al mes anterior, y que conjuntamente con la zona de Puerto Bolivar mantuvieron acumulados sobre sus promedios normales. Figura 5.

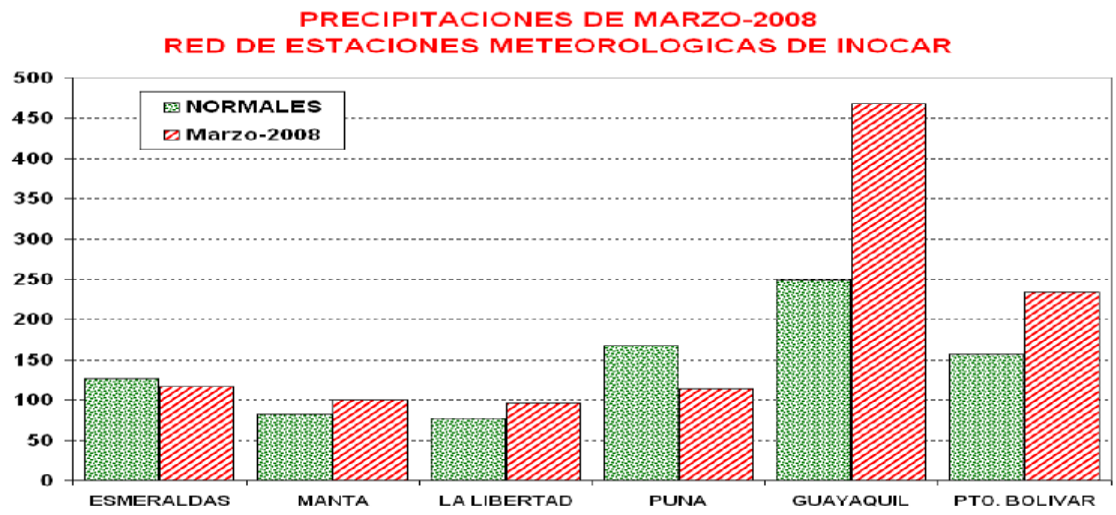


Figura 5.-Precipitaciones acumuladas mensuales en las estaciones de la Red Meteorológica costera del INOCAR (marzo-2008)

En el mes de abril las precipitaciones disminuyeron considerablemente, presentándose acumulados bajo sus promedios mensuales, especialmente sobre la zona de la Península de Santa Elena, caracterizada por la estación de la Libertad. Figura 6

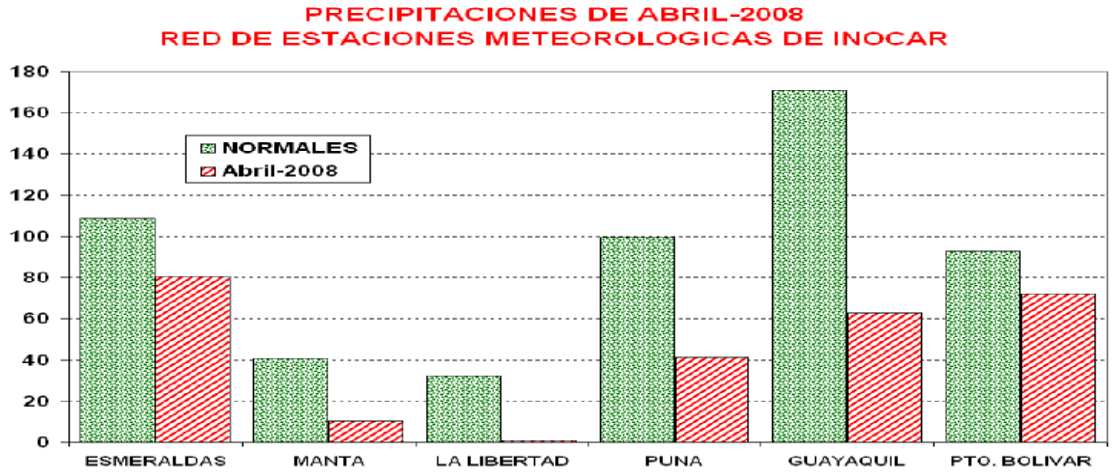


Figura 6.-Precipitaciones acumuladas mensuales en las estaciones de la Red Meteorológica costera del INOCAR (abril-2008**)**

Las precipitaciones presentadas durante enero-abril del 2008, si bien en algún caso estuvo por debajo del acumulado del periodo, como en la costa norte (Esmeraldas.- Figura 7); en las costas centro (Manabí, Figura 8) y sur (Guayas y El Oro, Figuras 9, 10 y 11) se presentaron sobre sus acumulados promedios del periodo enero-abril.

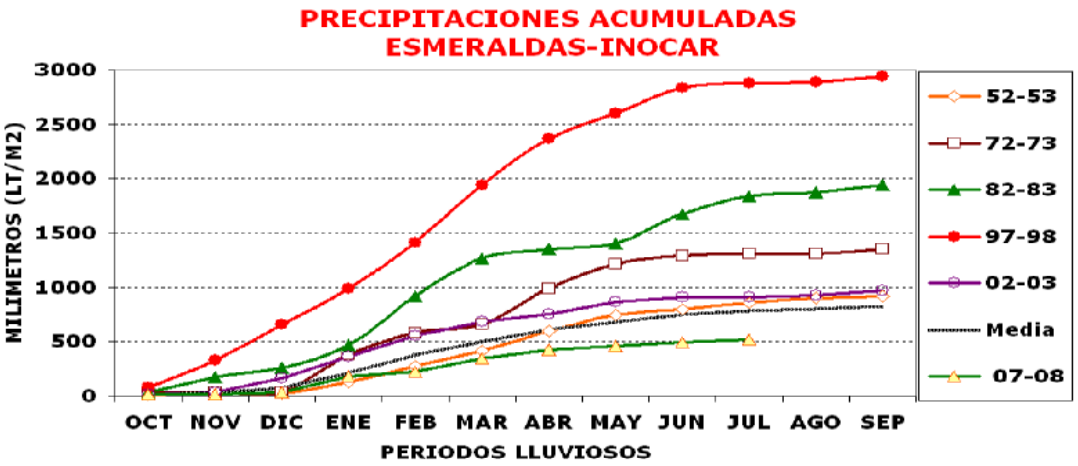


Figura 7.-Precipitaciones acumuladas en la estación de Esmeraldas

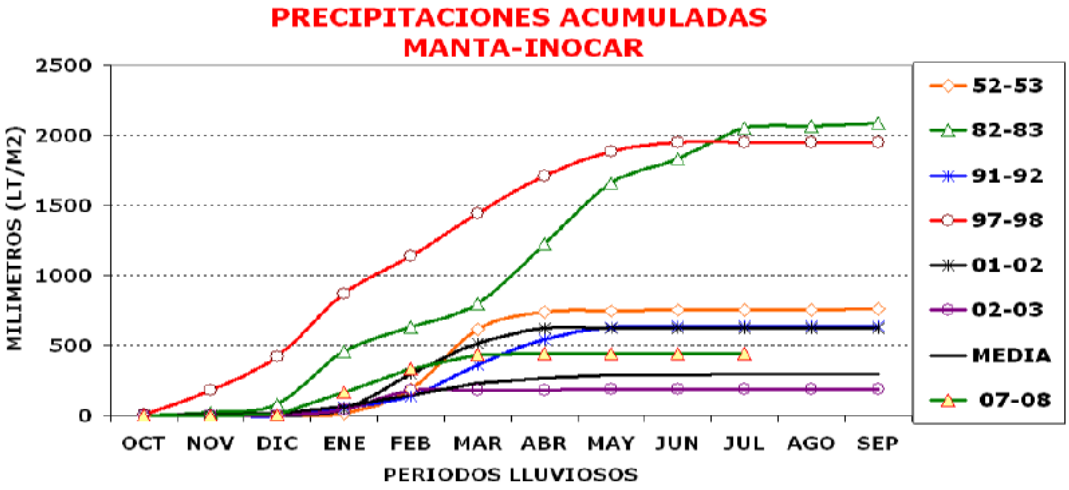


Figura 8.-Precipitaciones acumuladas Manta-INOCAR

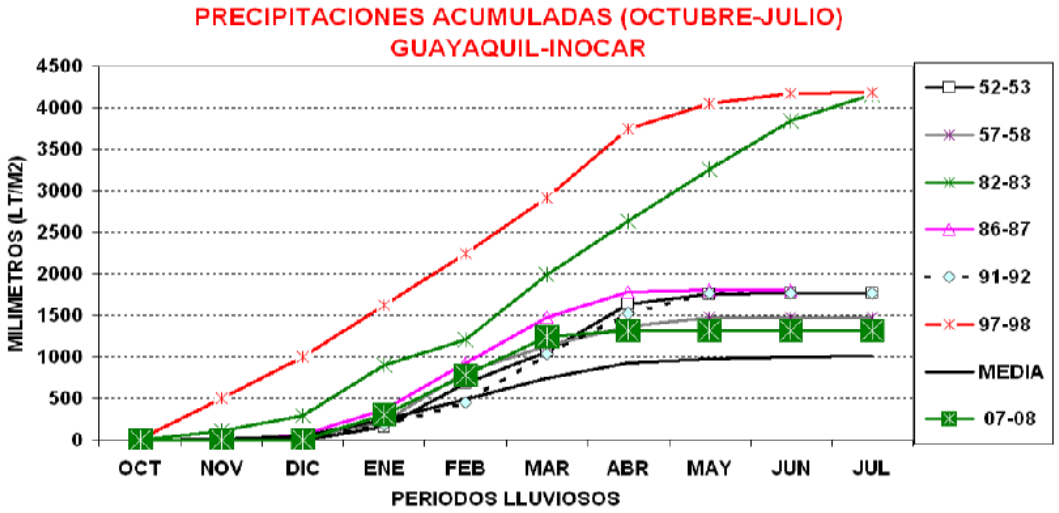


Figura 9.-Precipitaciones acumuladas en la estación de Guayaquil

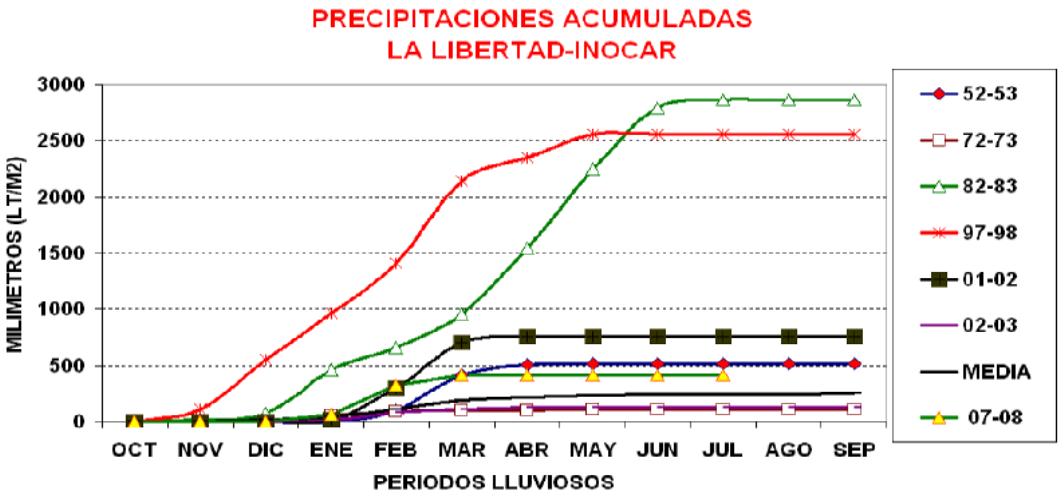


Figura 10.- Precipitaciones acumuladas en la estación de La Libertad

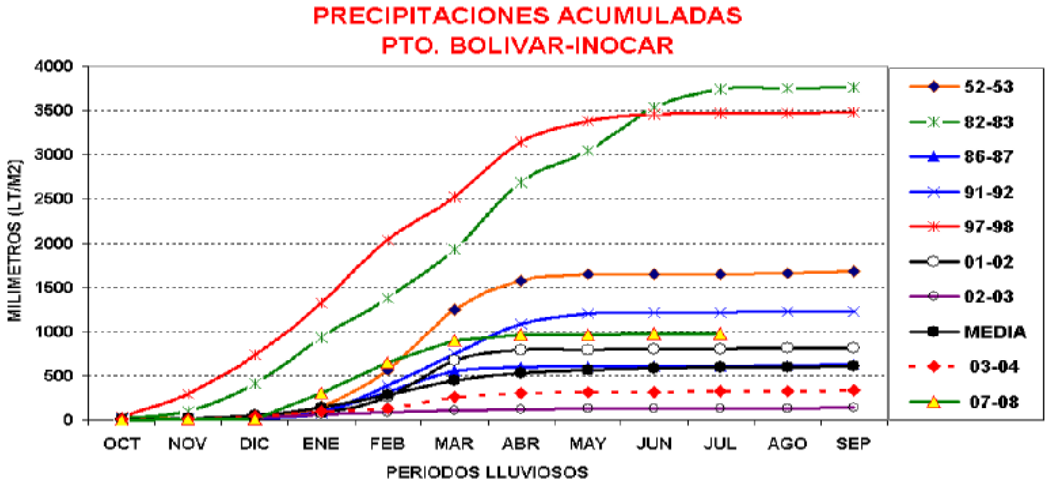


Figura 11.-Precipitaciones acumuladas en la estación de Puerto Bolívar

CONCLUSIONES

A fines del 2007 y el primer trimestre del 2008, se observó sobre el Pacifico Ecuatorial condiciones de evento frío, de la misma manera a inicios de enero, se observaron por imágenes satelitales, perturbaciones y avances de sistemas meteorológicos desde la amazonía, lo que constituyó un aporte de precipitaciones sobre nuestras costas, ocasionando un comportamiento poco usual de estos sistemas, y especialmente sobre nuestras costas ante condiciones de eventos oceanográficos fríos

El régimen de precipitaciones en la costa ecuatoriana durante el periodo lluvioso del presente año, se manifestó entre los meses de enero a abril, con acumulados mensuales sobre sus promedios estadísticos, pero en general fueron inferiores a los acumulados mensuales presentados en eventos calidos, y muy por debajo a las precipitaciones presentadas durante los eventos 1982-83 y 1997-98.

Las precipitaciones presentadas, ocasionaron inundaciones sobre la costa centro y sur del país, lo que afectó considerablemente en la economía del país por problemas en la infraestructura vial y la agricultura.

REFERENCIAS

1. Gálvez H. y Regalado J., Características de las Precipitaciones, la Temperatura del aire y los Vientos en la Costa Ecuatoriana, Acta Oceanográfica del Pacifico, Vol. 14, No. 1, Pág. 201, 2007

AGRADECIMIENTO

- A los Directivos de INOCAR y del Departamento de Ciencias del Mar
- A Eduardo Zambrano, por su valioso apoyo en la preparación y revisión de este articulo
- Al personal técnico y observadores de las estaciones del INOCAR, que son la fuente de este trabajo.

PRODUCTIVIDAD DEL FITOPLANCTON EN LA BAHIA DE SANTA ELENA, ECUADOR DURANTE MAYO DEL 2006.*

Por:
María Elena Tapia [1]

RESUMEN

Se presentan las investigaciones de clorofila a, contajes celulares y análisis cualitativos (red 50u), que utilizados simultáneamente aportaron valiosa información ecológica sobre la comunidad del fitoplancton realizadas en 27 estaciones en la bahía de Santa Elena efectuado en mayo de 2006.

Se identificaron 50 especies en muestras de agua y 62 especies en muestras de red (50*u*), en la comunidad del fitoplancton. Las diatomeas fueron dominantes y en menor concentración los dinoflagelados, cocolitofóridos, cianobacterias y tintinnidos.

Las especies de mayor ocurrencia en el área en estudio fueron *Thalassiosira subtilis* y *Pseudo-nitzschia delicatissima* observadas en los contajes celulares. En muestras de red (50*u*), se registraron especies típicas de ambiente marino: *Coscinodiscus excentricus, Leptocylindrus danicus, Cyclotella menenghiniana, Dactyosolen mediterraneus, Thalassiosira subtilis*.

Palabras claves: Clorofila, diatomeas, comunidad, diversidad, Santa Elena.

ABSTRACT

Presented here is the study of clorophyll a, cell counts, and qualitative analysis (net 50u) made over 27 station in the fishing port of Santa Rosa in May of 2006 and October of 2007. that The results of this study provide valuable ecological information on the phytoplankton community of this port.
Within the phytoplankton community, 50 species from water samples and 62 species in net samples (50u) were identified. Diatoms predominated these samples and in smaller concentrations the dinoflagellates, coccolithophores, cianobacters and tintinnoids were identified.

The most abundant species in cell counts were Thalassiosira subtilis and Pseudo-nitzschia delicatissima.. In net samples (50u), species typical of the marine environemnt were identified: Coscinodiscus excentricus, Leptocylindrus danicus, Cyclotella menenghiniana, Dactyosolen mediterraneus, Thalassiosira subtilis.

Key Words: *chlorophyll, diatons, communi ty, diversity, Santa Elena.*

[1]Instituto Oceanográfico de la Armada, Avda. 25 de julio Base Naval Sur, casilla 5940 Guayaquil-Ecuador. Fax 2485166 e-mail: mtapia@inocar.mil.ec

*Trabajo Presentado en las XXXII Jornadas de Biología, durante 20 al 22 de Noviembre en Loja-Ecuador 2008

INTRODUCCIÓN

La Parroquia de Santa Rosa es una comunidad que depende económicamente de la actividad pesquera, la misma que es dirigida a la extracción de varios recursos, que se distribuyen en la plataforma y talud continental. Su pesquería está basada en la captura de peces pelágicos grandes tales como el dorado, picudos, albacora, bonito, como también de tiburones y peces demersales, INP (1998).

La zona de la Península de Santa Elena constituye uno de los puntos más adecuados para el estudio de condiciones bioecológicas de organismos planctónicos considerados como indicadores de la variabilidad del ambiente marino Cruz, (1998).

Forsbergh y Joseph (1964), investigaron el plancton de gran parte de la costa occidental de América del Sur, que incluyó las aguas circundantes del golfo de Guayaquil.

El objetivo del presente estudio es realizar un análisis de las condiciones actuales de la producción primaria y los grupos del Fitoplancton alrededor de la Bahía de Santa Elena, durante mayo de 2006.

ÁREA DE ESTUDIO

La costa ecuatoriana tiene una extensión de alrededor de 950 kilómetros, la cual en su mayoría, está constituida por playas las mismas que están siendo aprovechadas para desarrollar el turismo principalmente.

El turismo marino costero es una de las actividades humanas que han experimentado un mayor crecimiento en los últimos tiempos, en consecuencia es necesario estudiar las relaciones entre los sistemas sociales, económicos y ecológicos implicados en su sustentabilidad PMRC, (1987).

El Puerto Pesquero de Santa Rosa, localizado en la Parroquia de Santa Rosa del cantón Salinas, se encuentra ubicado al oeste de la Provincia del Guayas a 144 km de la ciudad de Guayaquil y 5 km de Salinas; se comunica a través de buenas vías de acceso con Salinas y Guayaquil.

La Parroquia de Santa Rosa es una comunidad que depende principalmente de la actividad pesquera artesanal. Los pobladores del sector generan sus ingresos económicos a través de las siguientes actividades:

La actividad pesquera realizada por los pescadores artesanales de Santa Rosa, está conformada por un grupo importante de pescadores, dirigida a la extracción de varios recursos que se distribuyen tanto en la plataforma como en el talud continental, habiéndose identificado las siguientes pesquerías:

- Peces pelágicos grandes
- Peces demersales de fondos duros y blandos
- Tiburones
- Calamares

Las faenas de pesca para la captura de los diferentes recursos son realizadas en diversas épocas del año, dependiendo de los cambios estacionales de la abundancia y disponibilidad de los recursos hidrobiológicos INP,(1998).

El muestreo estuvo distribuido en tres áreas: Área crítica, influencia y transectas durante dos fases de marea: Flujo y reflujo (Figura 1)

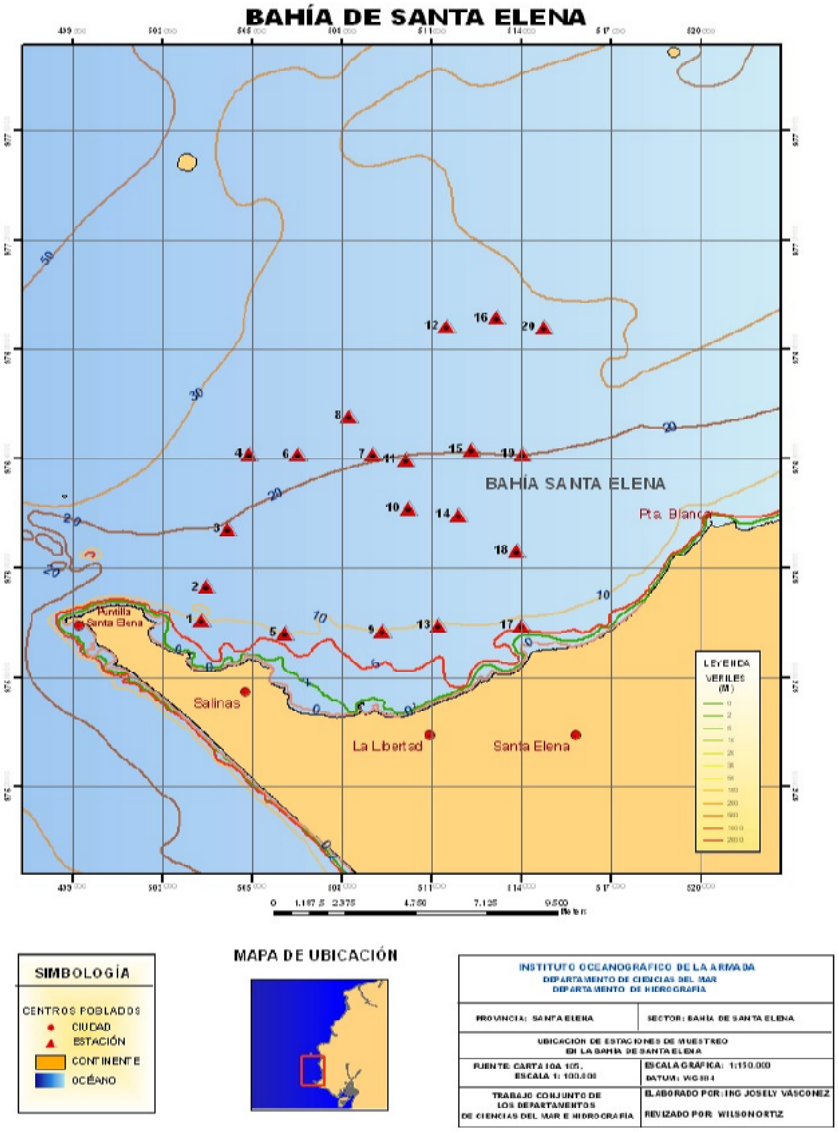


Figura 1. – Ubicación del área de estudio de la bahía de Santa Elena.

a. Áreas críticas: Área de eviscerado, Fábrica de hielo, Gasolinera Nautylus.

b. Área de Influencia: Corresponden al Muelle de Suinli, Ducto de Petroecuador, Salinas Yacht Club, Muelle de Puerto Lucía, Ballenita.

c. Área de Transectas: Corresponden cinco transectas.
Transecta 1: Estaciones 1 a 4.
Transecta 2: Estaciones 5 a 8.
Transecta 3: Estaciones 9 a 12.
Transecta 4: Estaciones 13 a 16.
Transecta 5: Estaciones 17 a 20.

MATERIALES Y MÉTODOS

a. En el campo:

Clorofila *a:* Durante las fases de flujo y reflujo se colectaron muestras de agua con la botella Van Dorn en tres niveles de profundidad: superficie, medio y fondo. La cantidad de muestras de agua marina para Clorofila osciló entre 500 ml y 1000 ml, las

muestras fueron filtradas con una bomba al vacío a través de filtros de fibra de vidrio Whatman (0.40 micras), previamente envuelto con papel aluminio y llevada en refrigeración por 24 horas.

Biomasa celular: Para realizar los contajes celulares se colectaron muestras de agua con la botella Van Dorn en aguas superficiales. Las muestras fueron colocadas en frascos de 250 ml y posteriormente se preservaron con solución de Lugol.

Fitoplancton (Red 50 u): Se obtuvieron muestras mediante la realización de arrastres superficiales con redes de 30 cm de diámetro con una abertura de malla de 50μ, por 10 minutos a una velocidad de 2 nudos, las muestras fueron preservadas con formaldehído al 4% neutralizado con bórax y para el cálculo del volumen de agua filtrada se utilizaron flujómetros previamente calibrados.

b. En el Laboratorio:

Clorofila *a*: Las muestras refrigeradas en un tiempo de 24 horas, se las deja reposar por 30 minutos a temperatura ambiente, se centrifugaron cada muestra. Luego en un fluorómetro TURNER DESIGNS se leyeron las densidades ópticas de clorofila *a*, las lecturas se realizaron directamente en el tubo de fluorescencia. Para los cálculos se emplearon las ecuaciones de SCOR UNESCO Working Group 17 (1966)

Tabla 1. Escala de Clorofila *a* : Producción Primaria, expresado en mg/m^3.

Rangos	Productividad
< 0.20 mg/m^3	Clorofila = Aguas de baja productividad
0.20 – 0.50 mg/m^3	Clorofila = Aguas ligeramente productivas
> 0.50 mg/m^3	Clorofila = Aguas productivas

Contajes celulares: Se homogeneizaron y se colocaron en cámaras de sedimentación de 25 ml por un período de 24 horas y examinadas en un microscopio invertido a 400 X de magnificación, mediante formulación los datos son convertidos en cel/l. Utilizando el método de Uthermohl en aguas superficiales.

Tabla 2. Escala de Contajes celulares: Biomasa celular, expresado en cel/l.

Rangos	Ponderación
Mayor 3000 ce/l	Muy abundante
1000 - 3000 ce/l	Abundante
500-999 cel/l	Moderado
1-499 cel/l	Escaso

Fitoplancton (Red 50 u): Para los análisis de las muestras de redes, se obtuvieron 2 alícuotas homogeneizadas, colocadas en un portaobjeto y sobrepuesto un cubreobjeto de 20 x 20 mm, en un microscopio binocular, recorriendo toda el área del cubreobjeto, los datos son expresados en cel/m^3 . En la identificación de especies fitoplanctónicas, adicionalmente se anotaron las cianobacterias y tintinnidos siguiendo los trabajos de Jiménez (1983), Pesantes (1983), Zambrano (1983), autores que han investigado las especies del Golfo de Guayaquil; y otros textos como Cupp (1940), Moreno (1996). Con los valores absolutos obtenidos se calculó el número de células por metro cúbico de agua filtrada por la red utilizando la siguiente fórmula:

N = [(DV/SV) TN]/Q Donde:
N = Número de individuos
DV= Volumen total diluido en m^3.
SV= Volumen total de la alícuota
TN= Número total de organismos del plancton en la alícuota
Q = Cantidad de agua filtrada por la red.
Q = Cantidad de agua filtrada por la red.

Rangos	Ponderación
>3000.	Muy abundante
1000-3000	Abundante
500-999	Moderado
1- 499	Escaso
0	Ausente

Tabla 3. Escala de clasificación de especies, expresado en cel/m^3.

Para estimar la abundancia relativa de las diferentes especies se utilizó la metodología propuesta por Avaria (1965), resultando la siguiente escala de clasificación de acuerdo a los datos obtenidos en las diferentes estaciones.

RESULTADOS

Clorofila *a*:

Áreas críticas: Área de eviscerado, Fábrica de hielo, Gasolinera Nautylus.
Durante flujo se registraron bajas concentraciones de clorofila en el área de eviscerado con 0.06 mg/m^3. La mayor concentración se observó en la Gasolinera Nautylus con 0.48 mg/m^3 a nivel superficial. En reflujo las concentraciones fueron ligeramente incrementadas con 0.56 mg/m^3 en el área de la Gasolinera Nautylus. Las menores biomasas clorofílicas se encontraron durante flujo en el área de eviscerado con 0.06 mg/m^3 (Figura. 2).

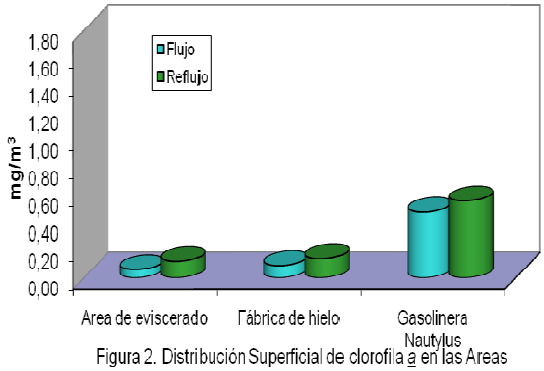


Figura 2. Distribución Superficial de clorofila a en las Areas críticas durante flujo y reflujo, Santa Elena 2006.

Área de Influencia: Muelle de Suinli, Salinas Yacht Club, Muelle de Puerto Lucía, Ballenita.

Durante flujo se registraron aguas de alta productividad de clorofila con 1.08-1.65-1.76 mg/m^3 en las áreas del Salinas Yacht Club, Puerto Lucía y Ballenita a nivel superficial. En reflujo se observaron altas concentraciones clorofílicas de 0.89-1.54-1.68 mg/m^3 en las áreas mencionadas anteriormente. Los menores valores se observaron en flujo en el Muelle de Suinli con 0.06 mg/m^3 en superficie (Figura. 3).

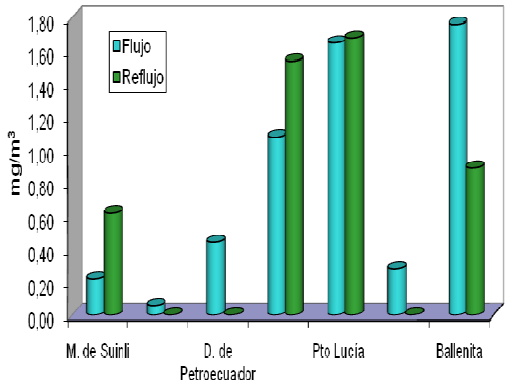


Figura 3. Distribución Superficial de Clorofila en el Área de Influencia, Santa Elena 2006

Área de Transectas:

"Transecta 1"Estaciones 1 a 4: En flujo (E.4), se registraron concentraciones de 0.55 mg/m^3 a nivel superficial. En el estrato del medio (E.4), se observaron bajas concentraciones con 0.24 mg/m^3.

En el estrato de fondo (E.2) se registraron valores altos de 0.80 mg/m^3. Los menores valores estuvieron en el estrato de medio con 0.12 mg/m^3 (E.3).

En reflujo (E.2), se observaron altas concentraciones de 0.90 mg/m^3 a nivel superficial. En el estrato del medio (E.4), se registró un núcleo de clorofila con 1.55 mg/m^3. En el estrato de fondo (E.2) se registraron valores bajos con 0.27 mg/m^3. Los menores valores se encontraron en el estrato de fondo (E.3) con 0.09 mg/m^3 (Figura. 4).

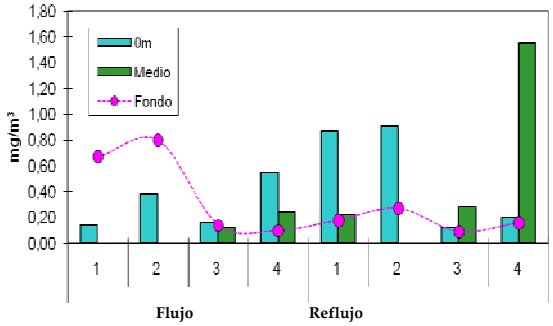


Figura 4: Variabilidad Superficial y Subsuperficial de clorofila en el "Perfil 1 "durante flujo y reflujo, Santa Elena 2006

"Transecta 2 "Estaciones 5 a 8: En flujo (E.5), se registraron concentraciones de 0.33 mg/m³ a nivel superficial. En el estrato del medio (E.7), se observaron bajas concentraciones con 0.16 mg/m³. En el estrato de fondo (E.7) se registró un repunte de clorofila con 1.10 mg/m³. Los menores valores estuvieron en el estrato superficial con 0.06 mg/m³ (E.6).

En reflujo (E.5), se observaron altas concentraciones de 0.92 mg/m³ a nivel superficial. En el estrato de medio (E.7), se registró una concentración de 0.34 mg/m³. En el estrato de fondo (E.7) se registraron valores altos con 0.90 mg/m³. Los menores valores se encontraron en el estrato de fondo (E.6) con 0.08 mg/m³ (Figura. 5).

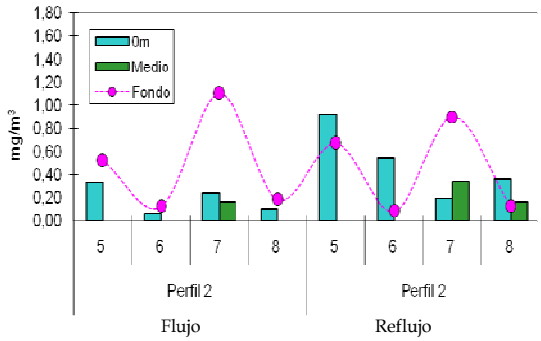


Figura 5: Distribución Superficial de clorofila en la "Transecta 2"durante flujo y reflujo, santa Elena 2006

"Transecta 3" Estaciones 9 a 12: En flujo (E.11), se registró concentraciones de 1.18 mg/m³ a nivel superficial. En el estrato del medio (E.12), se observaron bajas concentraciones de 0.78 mg/m³. En el estrato de fondo (E.11) se registró una concentración de 0.68 mg/m³. Los menores valores se encontraron en superficie con 0.08 mg/m³ (E.12).

En reflujo (E.10), se observaron altas concentraciones de 1.40 mg/m³ a nivel superficial. En el estrato de medio (E.11), se registró una concentración de 0.92mg/m³. En el estrato de fondo (E.11) se registró un valor de 0.44 mg/m³. Los menores valores se encontraron en el estrato de fondo (E.12) con 0.06 mg/m³ (Figura. 6).

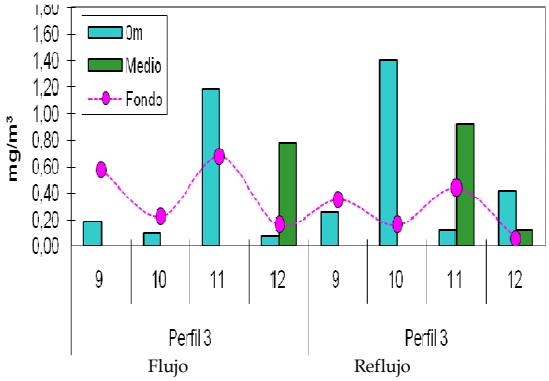


Figura 6: Variabilidad Superficial y Subsuperficial de Clorofila en la "Transecta 3" durante flujo y reflujo, Santa Elena 2006.

"Transecta 4"Estaciones 13 a 16: En flujo (E.13-14-15), se registraron altas concentraciones de 1.13-1.34-1.37 mg/m³ a nivel superficial. En el estrato del medio (E.16), se observó una baja concentración con 0.08 mg/m³. En el estrato de fondo (E.13) se registró una elevada concentración de 1.20 mg/m³. Los menores valores estuvieron en el estrato de medio con 0.08 mg/m³ (E.16).

En reflujo (E.14), se observó una alta concentración de 1.56 mg/m³ a nivel superficial. En el estrato del medio (E.15), se registró un valor de 0.76 mg/m³. En el estrato de fondo (E.13) se observó una concentración de 1.00 mg/m³. Los menores valores se encontraron en superficie (E.15) con 0.12 mg/m³ (Figura. 7).

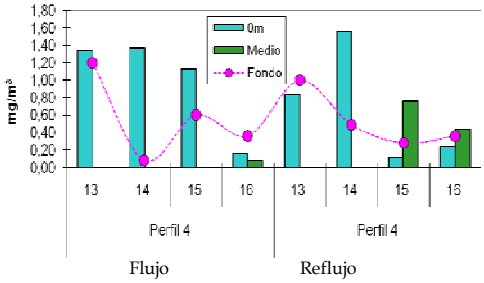


Figura 7: Variabilidad Superficial y Subsuperficial de Clorofila en la "Transecta 4" durante flujo y reflujo, Santa Elena 2006

"Transecta 5 "Estaciones 17 a 20: En flujo (E.17-18), se registraron núcleos de clorofila con 1.64-3.52 mg/m³ a nivel superficial. En el estrato del medio (E.20), se observó una concentración de 0.78 mg/m³. En el estrato de fondo (E.17-18) se registraron repuntes de clorofila con 1.38-1.49 mg/m³. Los menores valores estuvieron en el estrato superficial con 0.12 mg/m³ (E.20).

En reflujo (E.17), se observó una concentración de 1.50 mg/m³ a nivel superficial. En el estrato de medio (E.17), se registró una alta concentración de 1.42 mg/m³. En el estrato de fondo (E.20) se registró un valor bajo con 0.04 mg/m³ , siendo el menor valor dentro de este perfil (Figura. 8).

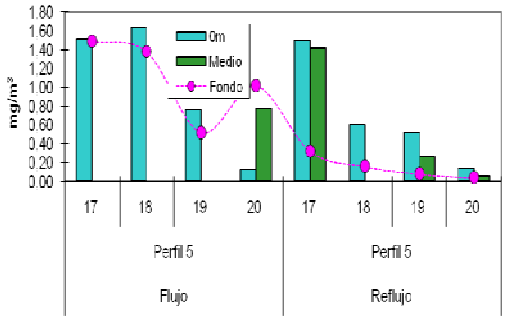


Figura 8: Variabilidad Superficial y Subsuperficial de Clorofila en la "Transecta 5" durante el flujo y reflujo, Santa Elena 2006

Biomasa celular:

Áreas críticas: Área de eviscerado, Fábrica de hielo, Gasolinera Nautylus.

Superficie: En flujo se observaron moderadas concentraciones celulares de 359 cel/l. La mayor biomasa celular se registró en el área de la Fábrica de hielo con 170 cel/l y la menor se observó en el área de la Gasolinera Nautylus con 83 cel/l registrándose un total de 13 especies.

En reflujo se observaron moderadas biomasas celulares con 538 cel/l. La mayor biomasa celular se registró en el área de la Gasolinera Nautylus con 209 cel/l y la menor biomasa se observó en el área de eviscerado con 145 cel/l, registrándose un total de 22 especies.

La composición de las especies fueron: *Mesodinium rubrum, Coscinodiscus excentricus, Thalassiosira subtilis, Coscinodiscus sp., Pseudo-nitzschia longissima* (Figura.9).

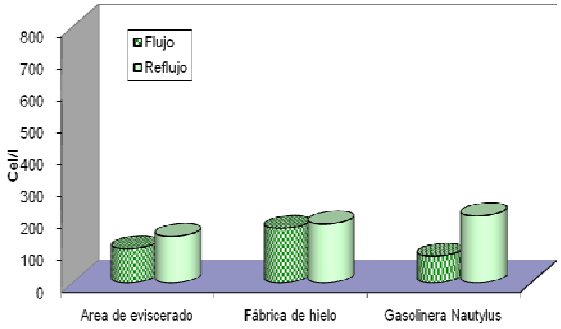


Figura 9. Distribución Superficial de Biomasa celular en las Areas criticas durante flujo y reflujo, Santa Elena 2006.

Área de Influencia: Muelle de Suinli, Salinas Yacht Club, Muelle de Puerto Lucía, Ballenita.

Superficie: En flujo se observaron moderadas concentraciones celulares de 906 cel/l. En el Muelle de Pto Lucía se encontraron 214 cel/l y la menor se observó en el Ducto de Suinli con 103 cel/l registrándose un total de 24 especies.

En reflujo se observaron altas biomasas celulares con 1.106 cel/l. Se registró en el Muelle de Pto Lucía una biomasa de 302 cel/l y la menor biomasa se observó en el Yacht Club con 137 cel/l, registrándose un total de 21 especies.

La composición de las especies fueron: *Mesodinium rubrum, Thalassiosira subtilis, Pseudo-nitzschia delicatissima, P. longissima, Coscinodiscus excentricus,* (Figura.10).

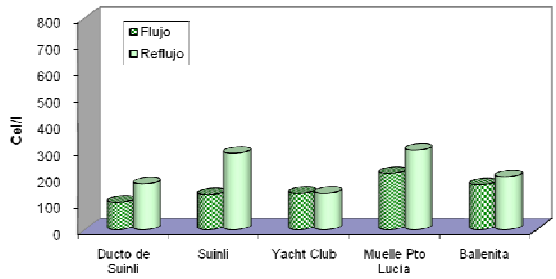


Figura 10. Distribución Superficial de Biomasa celular en el Area de influencia durante flujo y reflujo, Santa Elena 2006.

Área de Transectas:

"Transecta 1 "Estaciones 1 a 4" Superficie: En flujo se observó un repunte celular de 1.196 cel/l . La mayor biomasa celular se registró en la estación 1 con 433 cel/l y la menor se observó en la estación 3 con 157 cel/l registrándose un total de 31 especies.

En reflujo se observó otra abundancia celular con 1.803 cel/l. La mayor biomasa celular se registró en la estación 1 con 732 cel/l y la menor biomasa se observó en la estación 2 con 284 cel/l, encontrándose un total de 19 especies.

La composición de las especies fueron: *Rhizosolenia imbricata*, *Thalassiosira subtilis, R. alata, Gymnodinium sp., Mesodinium rubrum,* (Figura.11).

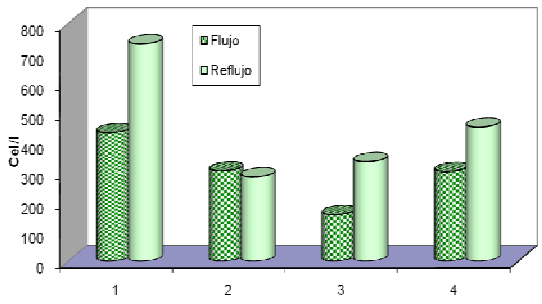


Figura 11. Distribución Superficial de Biomasa celular en la " Transecta 1" durante flujo y reflujo, Santa Elena 2006.

"Transecta 2 "Estaciones 5 a 8 Superficie: En flujo se observó un repunte celular de 1.236 cel/l. La mayor biomasa celular se registró en la estación 6 con 390 cel/l y la menor se observó en la estación 5 con 155 cel/l registrándose un total de 19 especies.

En reflujo se observó una biomasa celular de 936 cel/l. La mayor biomasa celular se registró en la estación 6 con 310 cel/l y la menor biomasa se observó en la estación 5 con 192 cel/l, registrándose un total de 32 especies.

La composición de las especies fueron: *Rhizosolenia imbricata, Gymnodinium sp., Thalassiosira subtilis, Pseudo-nitzschia delicatissima, Mesodinium rubrum* (Figura.12).

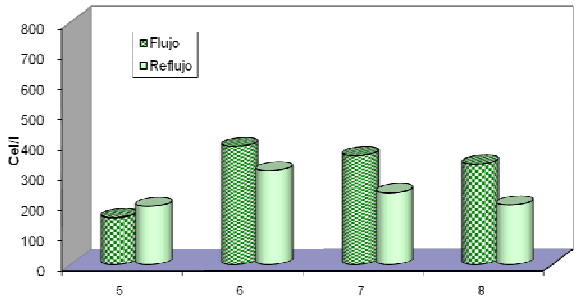


Figura 12. Distribución de Biomasa celular en la "Transecta 2" durante flujo y reflujo (Fondo), Santa Elena 2006.

"Transecta 3 "Estaciones 9 a 12 Superficie: En flujo se observó una concentración celular de 825 cel/l. La mayor biomasa celular se registró en la estación 9 con 267 cel/l y la menor se observó en la estación 11 con 167 cel/l registrándose un total de 18 especies.

En reflujo se observó una concentración celular con 781 cel/l. La mayor biomasa celular se registró en la estación 12 con 271 cel/l y la menor biomasa se observó en la estación 9 con 155 cel/l, registrándose un total de 14 especies.

La composición de las especies fueron: *Thalassiosira subtilis, Mesodinium rubrum Coscinodiscus excentricus, Pseudo-nitzschia delicatissima, Gymnodinium sp.* (Figura.13).

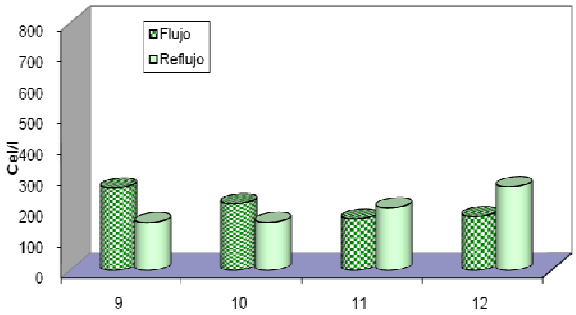


Figura 13. Distribución Superficial de Biomasa celular en la "Transecta 3" durante flujo y reflujo, Santa Elena 2006.

"Transecta 4 "Estaciones 13 a 16 Superficie: En flujo se observó una biomasa celular de 775 cel/l. La mayor biomasa celular se registró en la estación 15 con 264 cel/l y la menor se observó en la estación 13 con 90 cel/l registrándose un total de 23 especies.

En reflujo se observó una concentración celular de 754 cel/l. La mayor biomasa celular se registró en la estación 13 con 230 cel/l y la menor biomasa se observó en la estación 14 con 140 cel/l, registrándose un total de 28 especies.

La composición de las especies fueron: *Thalassiosira subtilis, Leptocylindrus danicus, Hemidiscus cuneiformes, Gymnodinium sp., Mesodinium rubrum,* (Figura.14).

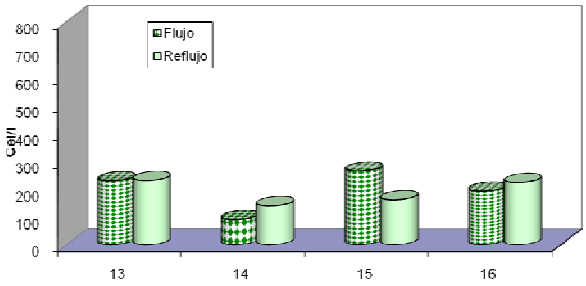


Figura 14. Distribución Superficial de Biomasa celular en la "Transecta 4" durante flujo y reflujo, Santa Elena 2006.

"Transecta 5 "Estaciones 17 a 20 Superficie: En flujo se observó una alta concentración celular de 1.013 cel/l. La mayor biomasa celular se registró en la estación 20 con 328 cel/l y la menor se observó en la estación 18 con 137 cel/l registrándose un total de 27 especies.

En reflujo se observó una baja biomasa celular de 892 cel/l. La mayor biomasa celular se registró en la estación 20 con 335 cel/l y la menor biomasa se observó en la estación 18 con 139 cel/l, registrándose un total de 19 especies.

La composición de las especies fueron: *Pseudo-nitzschia delicatissima, Rhizosolenia imbricata, Thalassiosira subtilis, Mesodinium rubrum, Gymnodinium sp.* (Figura.15).

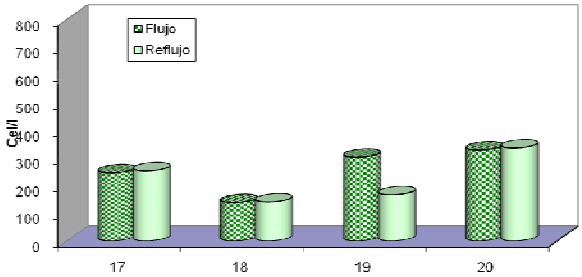


Figura 15. Distribución Superficial de Biomasa celular en la "Transecta 5" durante flujo y reflujo, Santa Elena 2006.

<u>Fitoplancton (Red 50u): Arrastres Superficiales</u>

Áreas críticas: Área de eviscerado, Fábrica de hielo, Gasolinera Nautylus

En flujo se encontró una escasa densidad relativa de especies con un total de 358 cel/m^3 y 33 especies distribuidas en: Diatomeas (20), dinoflagelados (8), tintinnidos (3), cianobacterias (2). Las especies registradas fueron: *Coscinodiscus excentricus, Ceratium furca, Goniodoma polyedricum, Coscinodiscus sp., C. perforatus*. La mayor abundancia se registró en la Gasolinera Nautylus con 155 cel/m^3 y la menor abundancia relativa se observó en el área de eviscerado con 68 cel/m^3 (Figura16).

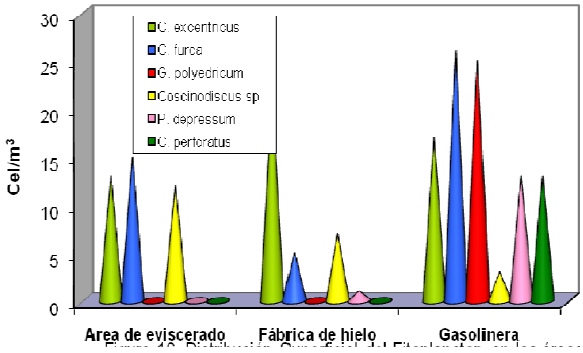


Figura 16: Distribución Superficial del Fitoplancton en las áreas críticas durante flujo, Santa Elena 2006

En reflujo se registró una escasa densidad celular con un total de 250 cel/m^3 y 26 especies distribuidas en: Diatomeas (19), dinoflagelados (2), tintinnidos (3), cianobacterias (2). Las especies registradas fueron: *Coscinodiscus excentricus, Thalassiotrix frauenfeldii, Coscinodiscus sp., Chaetoceros affinis, Pyrocystis steinii.* En la Gasolinera Nautylus se encontraron escasamente 67

cel/m³ y en el área de eviscerado 54 cel/m³ (Figura. 17).

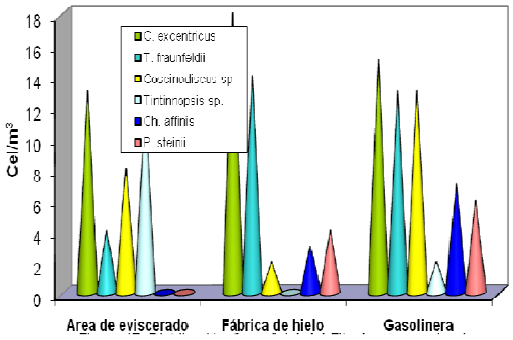


Figura 17: Distribución Superficial del Fitoplancton en las áreas críticas durante reflujo,Santa Elena 2006.

Con relación a la diversidad de especies del fitoplancton se reportan rangos entre 0.52 a 0.94 bits catalogándose como área con baja diversidad de grupos fitoplanctónicos.

En esta área se registró una salinidad promedio de 32.9 UPS y una temperatura promedio de 24.1° C.

Área de Influencia: Muelle de Suinli, Salinas Yacht Club, Muelle de Puerto Lucía, Ballenita.

En flujo se encontró una abundancia celular de 2.204 cel/m³ y 39 especies distribuidas en: Diatomeas (14), dinoflagelados (21), tintinnidos (2), cianobacterias (2). Las especies registradas fueron: *Favella campanula, Ceratium furca, Protoperidinium depressum, Ceratium dens, Ceratium candelabrum.* La mayor abundancia se observó en Ballenita con 1.777 cel/m³ y la menor densidad relativa se registró en el Muelle de Suinli con 81 cel/m³ (Figura.18).

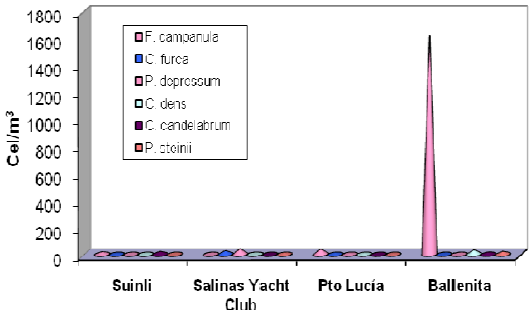


Figura 18. Distribución Superficial del Fitoplancton en el área de influencia durante flujo, Santa Elena 2006.

En reflujo se encontró una abundancia de especies con 1.274 cel/m³ y 43 especies distribuidas en: Diatomeas (16), dinoflagelados (22), tintinnidos (2), cianobacterias (3). Las especies registradas fueron*: Favella campanula, Coscinodiscus excentricus, Pyrocystys steinii, Ceratium candelabrum, Streptotheca thamensis.* La mayor abundancia se observó en Ballenita con 814 cel/m³ y la menor abundancia relativa se registró en el Muelle de Suinli con 81 cel/m³ (Figura19).

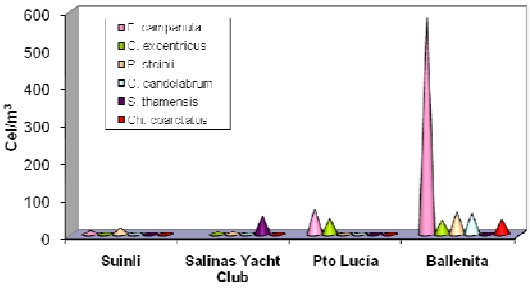


Figura 19. Distribución Superficial del Fitoplancton en el área de influencia durante reflujo, Santa Elena 2006.

En esta zona se reporta una moderada diversidad de especies reportadas, determinándose el máximo valor de 1.36 bits de diversidad.

Los valores promedios de salinidad y temperatura fueron entre 34.7 UPS y 24.2 °C respectivamente.

Área de Transectas: Arrastres Superficiales "Flujo "

"Transecta 1 "Estaciones 1 a 4: En la estación 2 se observó una muy abundante densidad celular de 5.453 cel/m³ y 61 especies

distribuidas en: Diatomeas (35), dinoflagelados (24), tintinnidos (2). Los géneros predominantes fueron: *Rhizosolenia imbricata, Pyrocystis steinii, Ceratium furca,P. alata, Protoperidium depressum*. En esta transecta se registró un total de 17.525 cel/m^3. La menor abundancia relativa en relación a las otras estaciones se observó en la estación 4 con 3.070 cel/m^3 (Fig.20).

En ésta área se reporta una baja diversidad de especies para lo cual se registró un rango de 0.72 bits a 0.89 bits observados en las estación 4.

Para ésta época se registró una variabilidad en los parámetros físicos, determinándose valores de salinidad entre 32.9-33.7UPS y temperatura promedio de 24.1° C.

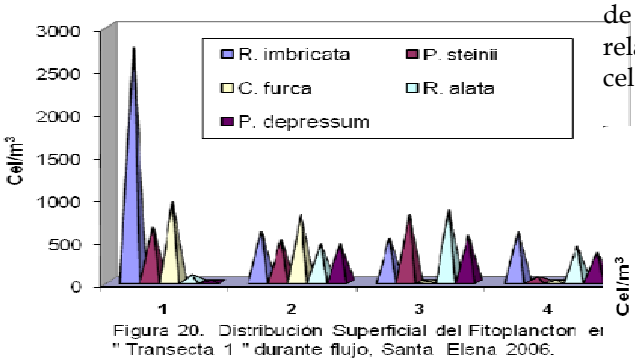


Figura 20. Distribución Superficial del Fitoplancton en " Transecta 1 " durante flujo, Santa Elena 2006.

"Transecta 2 "Estaciones 5 a 8: En la estación 6, se encontró una muy abundante densidad celular de 4.279 cel/m^3 y 55 especies distribuidas en: Diatomeas (31), dinoflagelados (24). Los géneros representativos fueron: *Protoperidium depressum, Pyrocystis steinii, Ceratium furca, Goniodoma polyedricum, Rhizosolenia imbricata.* En esta transecta se registró un total de 11.879 cel/m^3 ·La menor densidad relativa se registró en la estación 8 con 1.719 cel/ m^3 (Figura.21).

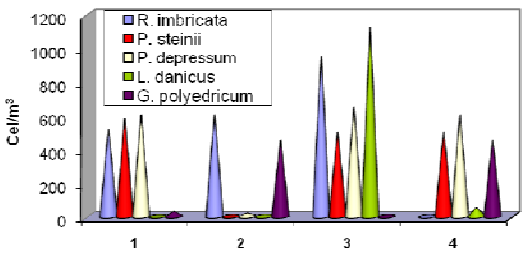


Figura 21. Distribución Superficial del Fitoplancton en la " Transecta 1" durante reflujo, Santa Elena 2006.

"Transecta 3 "Estaciones 9 a 12: En la estación 9 se registró una muy abundante densidad celular de 4.158 cel/m^3 y 45 especies distribuidas en: Diatomeas (26), dinoflagelados (17), tintinnidos (2). Los géneros predominantes fueron: *Pyrocystis steinii, Protoperidium depressum, Goniodoma polyedricum, Leptocylindrus danicus, Chaetoceros debilis*. En esta transecta se registró un total de 10.188 cel/m^3. La menor abundancia relativa se observó en la estación 11 con 1.806 cel/m^3 (Figura.22).

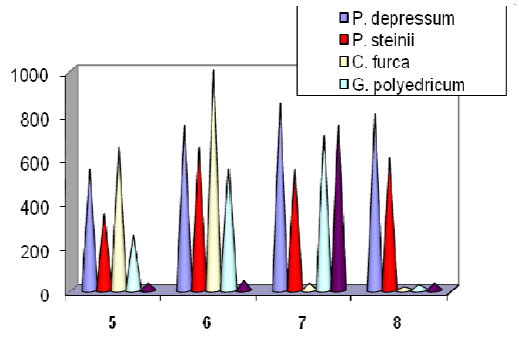


Figura 22. Distribución Superficial del Fitoplancton en la " Transecta 2" durante flujo, Santa Elena 2006.

"Transecta 4 "Estaciones 13 a 16: En la estación 16, se observó una moderada densidad celular de 1.019 cel/m^3 y 44 especies distribuidas en: Diatomeas (22), dinoflagelados (20), cianobacterias (2). Los géneros representativos fueron: *Pyrocystis steinii, Goniodoma polyedricum, Chaetoceros coarctatus, Protoperidium depressum, Noctiluca sp.* En esta transecta se registró un total de 1.567 cel/m^3 · En la estación 15 se observó una escasa densidad celular con 111 cel/ m^3 (Figura.23).

ESTUDIO DE LAS COMUNIDADES DEL FITOPLANCTON Y ZOOPLANCTON EN MONTEVERDE, PENÍNSULA DE SANTA ELENA, ECUADOR DURANTE NOVIEMBRE DE 2006.*

Por:
María Elena Tapia (1)
Christian Naranjo (1)

RESUMEN

El presente estudio se efectuó frente a la localidad de Monteverde, Península de Santa Elena, monitoreándose un total de 15 estaciones durante los estados de marea de flujo y reflujo en noviembre de 2006.

Las mayores concentraciones de Clorofila a: se observó en la estación 9 en la capa superficial con valores de 0.90 mg/m^3 determinándose como un área de mayor productividad y la menor concentración se registró en la estación 4 con valor de 0.10 mg/m^3 durante la fase de flujo.

En la comunidad fitoplanctónica se determinó dos áreas de mayor diversidad y abundancia de especies: La primera se observó en las estaciones 4 y 6 durante flujo registrándose la mayor abundancia relativa, la segunda corresponde a las estaciones 10 y 11 en reflujo.

Se destaca la dominancia de la especie *Chaetoceros coarctatus* y asociada a esta se observaron las especies *Leptocylindrus danicus, Rhizosolenia imbricata, Chaetoceros affinis, Coscinodiscus excentricus*, que constituyen el grupo de las Diatomeas, por lo tanto se consideran como especies que tipifican una mezcla de masas de aguas frías, neríticas que en términos generales su abundancia se considera normal para la época actual.
En la comunidad de zooplancton se determinó que las mayores concentraciones de zooplancton se registraron en la estación 3 durante reflujo. En las estaciones en estudio se observó un total de 21 grupos de zooplancton, siendo los grupos dominantes los Copépodos, Radiolarios, Zoeas de brachiuras, Quetognatos representados por el género *Sagitta sp.*, Cladoceros representados por la especie P. *avirrostris* grupos que fueron comunes durante flujo y reflujo.

Palabras claves: Fitoplancton, Zooplancton, comunidades, biomasa, clorofila a, Monteverde.

ABSTRACT

The present study was made in front of the town of Monteverde, Peninsula of Santa Elena, the stations were distributed along 5 transects, with a total of 15 stations within which the of flow and reflux tides were monitored in November of 2006.

The largest concentrations of Chlorophyll a were observed at station 9 in the superficial layer with values of 0.90 mg/m^3 , indicating an area of higher productivity. The smallest concentration was measured at station 4 with a value of 0.10 mg/m^3 during the phase of flow.

Two areas of enhanced diversity and abundance were identified within the Phytoplankton community. The first area of greatest relative abundance was observed at Stations 4 and 6 during flow, and the second area correspond to stations 10 and 11 in reflux.

The dominance of the species Chaetoceros coarctatus was the dominant species, though several species were associated with its presence, including Leptocylindrus danicus, Rhizosolenia imbricata, Chaetoceros affinis, Coscinodiscus excentricus, all of which constitute the group of the Diatoms. These species characterize a mixture of cold and nerític waters, and in general terms their abundance is considered normal for the present time.

Within the zooplankton community,the largest zooplankton concentrations were measured at station 3 during the phase reflow. At stations in this study a total of 21 zooplankton groups were identified. The dominant and most frequently observed groups were Copepods, Radiolarians, brachyurans Zoeas, Chaetognaths represented by the genue Sagitta sp., invertebrates eggs, and Cladocera represented by the species P. avirrostris groups that were common during flow and reflux.
.

Key Words: *Phytoplankton, Zooplankton, communities, biomass, Chlorophyll a, Monteverde.*

(1) Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR. Avda. 25 de julio Base Naval Sur, casilla 5940 Guayaquil - Ecuador. Fax: 2485166. E-Mail: mtapia@inocar.mil.ec- cnaranjo@inocar.mil.ec

* *Presentado en el Simposio Internacional sobre Limnología, durante 20 al 26 de noviembre en Cali - Colombia de 2008.*

INTRODUCCIÓN

La Península de Santa Elena se localiza en el extremo oeste de la costa de la provincia de Santa Elena, aproximadamente a 144 kilómetros de la ciudad de Guayaquil, se extiende desde Salinas hasta el Palmar con una extensión de 45 kilómetros. En éste sector está asentado el balneario de Salinas, en el que durante todo el año, y en los meses de enero a mayo recibe miles de turistas nacionales y extranjeros.

La zona de la Península de Santa Elena constituye uno de los puntos más adecuados para el estudio de condiciones bioecológicas de organismos planctónicos considerados como indicadores de la variabilidad del ambiente marino, Cruz (1998).

La costa ecuatoriana tiene una extensión de alrededor de 950 kilómetros, la cual en su mayoría, está constituida por playas las mismas que están siendo aprovechadas para desarrollar el turismo principalmente. Esta actividad ha experimentado un acelerado crecimiento, el mismo que podría traer graves consecuencias ecológicas en dichas zonas.

Forsbergh y Joseph (1964), investigaron el plancton de gran parte de la costa occidental de América del Sur, que incluyó las aguas circundantes del golfo de Guayaquil.

En lo que respecta a zooplancton, la información existente es escasa en el área de Monteverde y sitios de influencia, por lo que la mayor información recopilada procede de investigaciones que se han desarrollado en las plataformas de investigación.

Con respecto a la biomasa y distribución de grupos del Zooplancton y su relación con el Frente Ecuatorial en aguas ecuatorianas, determinando que las altas biomasas de macrozooplancton se localizaron en la parte sur y aguas intermedias o de transición del Frente, y los volúmenes más bajos se encontraron al sur del Frente Ecuatorial, Jiménez y Bonilla (1980).

Bonilla D. (1990), detalla la distribución temporal superficial del zooplancton en La estación fija de La Libertad determinando que las mayores concentraciones de la biomasa zooplanctónica los reporta en los meses de abril y mayo.

Ortega, D. & E. Elías (1995), reportan que frente a la Península de Santa Elena se presentó la mayor concentración de plancton durante noviembre de 1995, destacando los grupos más representativos Copépodos, Quetognatos y Eufáusidos.

Cruz (1996; 1998), en su estudio de los Pterópodos y Heterópodos utiliza como bioindicadores en la estación fija de La Libertad en la capa superficial resaltando la asociación de un total de 9 especies como bioindicadores de masas de agua, de condiciones anómalas o inestables y de la presencia de El Niño correspondiente a los eventos 1992-93 y 1997-1998.

Con relación al ictioplancton se realizó un estudio bioecológico en la estación fija de La Libertad ubicado a 10 millas costa afuera durante el año 1997 determinando como dominantes las familias de Larvas de peces: Sciaenidae, Engraulidae, Bregmacerotidae. Así también resalta que la familia Clupeidae disminuyó del 17% registrado en el 1996 al 2% durante el evento El Niño 1997, M. Luzuriaga, D. Ortega y E. Elías (1998).

Luzuriaga (2003-2004), en su estudio de larvas de peces Clupeiformes y microzooplancton en la estación fija La Libertad reporta que en el período entre diciembre de 1999 y julio de 2000 en el área marina de la Península de Santa Elena se han observado 2 áreas de mayor productividad ocurridos en marzo y mayo de 2000 que se han caracterizado por mayor abundancia de microzooplancton, huevos y larvas de peces de chuhueco y larvas de anchoveta.

El propósito de la presente investigación está orientado a conocer la situación actual de la comunidad planctónica, en base a establecer la composición, abundancia de la producción primaria y secundaria presentes en la

localidad de Monteverde, de la Península de Santa Elena.

ÁREA DE ESTUDIO

Para efecto de redacción e interpretación de los resultados obtenidos, se detalla a continuación el área de muestreo para el presente estudio:

Estaciones 1- 2-3.
Estaciones 4-6.
Estaciones 7-9.
Estaciones 10-11-12.
Estaciones 13-14-15.

Las estaciones se encontraron ubicadas bajo las siguientes coordenadas 02° 04″ 06″ S -80° 44″14″ y 02° 03″ 24″ - 80° 44″ 08″ (Figura 1).

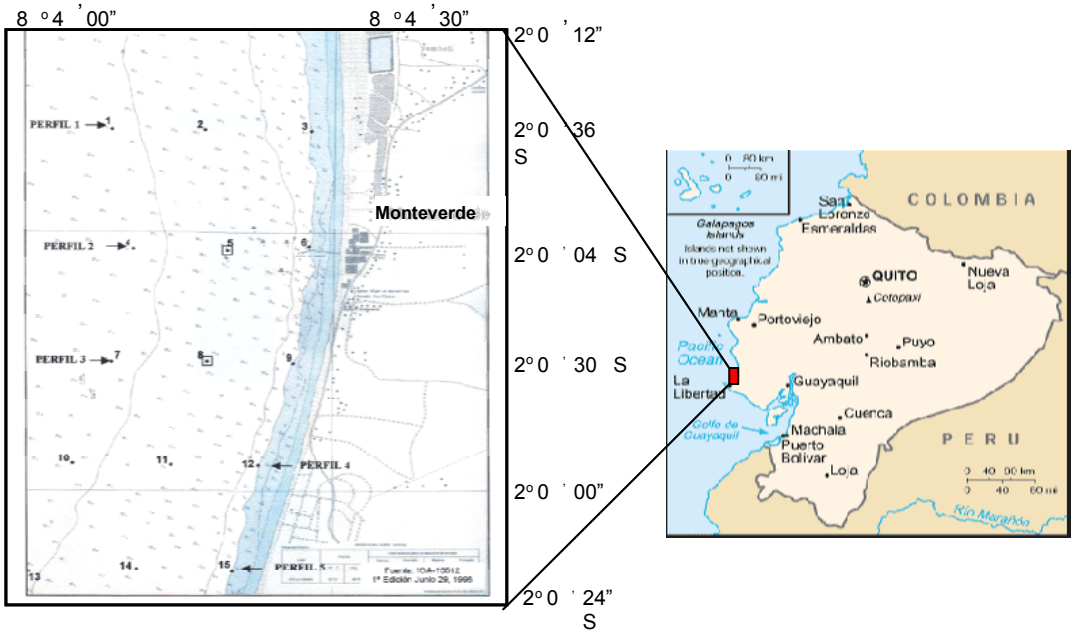


Figura 1.- Posición de las estaciones para el estudio del Fitoplancton Y Zooplancton en el área de Monteverde. Noviembre 2006

MATERIALES Y MÉTODOS

En el campo:

FITOPLANCTON

Clorofila *a*: Durante las fases de flujo y reflujo se colectaron muestras de agua con la botella Van Dorn en dos niveles de profundidad: superficie y fondo. El contenido de muestras para Clorofila *a* fue entre 500 ml y 1000 ml de agua marina. Posteriormente las muestras fueron filtradas con una bomba al vacío a través de filtros de fibra de vidrio Whatman (0.40 micras), previamente envuelto con papel aluminio y en refrigeración por 24 horas.

Biomasa celular: Para realizar los contajes celulares se colectaron muestras de agua con la botella Van Dorn a los mismos niveles de profundidad de clorofila. Las muestras fueron colocadas en frascos de 250 ml se preservaron con 0.5 ml de solución de Lugol.

Fitoplancton (Red 50 u): Se obtuvieron muestras mediante la realización de arrastres superficiales con redes de 30 cm de diámetro con una abertura de malla de 50μ, por 10 minutos a una velocidad de 2 nudos, las muestras fueron preservadas con formaldehido al 4% neutralizado con bórax y para el cálculo del volumen de agua filtrada se utilizaron flujómetros previamente calibrados.

ZOOPLANCTON

Para el efecto se realizaron arrastres superficiales durante 10 minutos a una velocidad de 2 nudos en las estaciones durante los estados de marea de flujo y reflujo.

Se emplearon redes cilindro cónico simple (WP-2), con las siguientes características: La abertura de la boca de la red tiene un diámetro de 30 cm y una abertura de malla de 335*u* con la finalidad de colectar los organismos que corresponden a la categoría del mesozooplancton.

En el laboratorio:

FITOPLANCTON

Clorofila *a*: Las muestras fueron refrigeradas en un tiempo de 24 horas, se las deja reposar por 30 minutos a temperatura ambiente, se centrifugaron cada muestra. Luego en un fluorómetro TURNER DESIGNS se leyeron las densidades ópticas de clorofila *a*, las lecturas se realizaron directamente en el tubo de fluorescencia. Para los cálculos se emplearon las ecuaciones de SCOR UNESCO Working Group 17 (1966).

Tapia, M. (2006). Variabilidad temporal del fitoplancton en áreas costeras del mar ecuatoriano y su interrelación con el evento La Niña 1999-2000. Tesis Doctoral. Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales.

	Productividad
< 0.20 mg/m³	Clorofila = Aguas de baja productividad
0.20 – 0.50 mg/m³	Clorofila = Aguas ligeramente productivas
> 0.50 mg/m³	Clorofila = Aguas productivas

Tabla 1. Escala de Clorofila *a* : Producción Primaria, expresado en mg/m³.

Contajes celulares: Se homogeneizaron y se colocaron en cámaras de sedimentación de 25 ml por un período de 24 horas y examinadas en un microscopio invertido a 400 X de magnificación, mediante formulación los datos son convertidos en cel/l. Utilizando el método de Uthermohl en superficie y fondo.

Rangos	**Ponderación**
Mayor 3000 ce/l	Muy abundante
1000 – 3000 ce/l	Abundante
500-999 cel/l	Moderado
1-499 cel/l	Escaso

Tabla 2. Escala de Contajes celulares:Biomasa celular, expresado en cel/l.

Fitoplancton (Red 50 u): Para los análisis de las muestras de redes, se obtuvieron 2 alícuotas homogeneizadas, colocadas en un portaobjeto y sobrepuesto un cubreobjeto de 20 x 20 mm, en un microscopio binocular, recorriendo toda el área del cubreobjeto, los datos son expresados en cel/m³**.** En la identificación de especies fitoplanctónicas, adicionalmente se anotaron las cianobacterias y tintinnidos siguiendo los trabajos de Jiménez (1983), Pesantes (1983), Zambrano (1983), autores que han investigado las especies en el golfo de Guayaquil; y otros textos como Cupp (1940), Moreno (1996). Con los valores absolutos obtenidos se calculó el número de células por metro cúbico de agua filtrada por la red utilizando la siguiente fórmula:

N = [(DV/SV) TN]/Q Donde:
N = Número de individuos
DV= Volumen total diluido en m³.

SV= Volumen total de la alícuota
TN= Número total de organismos del plancton en la alícuota
Q = Cantidad de agua filtrada por la red.

Rangos	Ponderación
>3000.	Muy abundante
1000-3000	Abundante
500-999	Moderado
1- 499	Escaso
0	Ausente

Tabla 3. Escala de clasificación de especies, espresado en cel/m^3

Para estimar la abundancia relativa de las diferentes especies se utilizó la metodología propuesta por Avaria (1965), resultando la siguiente escala de clasificación de acuerdo a los datos obtenidos en las diferentes estaciones.

ZOOPLANCTON

Se procedió a extraer alícuotas representativas de las muestras de zooplancton con la ayuda del separador de Folsom, en cada una de las estaciones monitoreadas.

Posteriormente las muestras de zooplancton fueron analizadas para determinar cualitativa, cuantitativamente la composición y abundancia en la comunidad del zooplancton. Para la identificación de las taxa se utilizaron los Manuales de zooplancton de Tregouboff & Rose (1957); Boltovskoy (1981); Gasca & Suárez (1996); De Boyd, S. (1977).

RESULTADOS

Clorofila *a*:

Estaciones 1-2-3: En la estación 1 se registró un núcleo de clorofila con 0.86 mg/m^3 a nivel superficial. En el estrato del medio (E.1), se observaron medianas concentraciones con 0.54 mg/m^3. En el estrato del fondo (E.1) se registraron valores medianos de 0.48 mg/m^3 durante la fase de flujo.

Los menores valores estuvieron en superficie con 0.19 mg/m^3 correspondiente a la E.2 durante flujo.

Durante reflujo en la estación E.1, se observaron concentraciones de 0.84 mg/m^3 a nivel superficial. En el estrato del medio (E.1), se registró una mediana concentración con 0.46 mg/m^3. En el estrato del fondo (E.1) se registró una concentración mediana con 0.34 mg/m^3.

Los menores valores se encontraron en superficie (E.2) con 0.15 mg/m^3 durante reflujo (Figura 2).

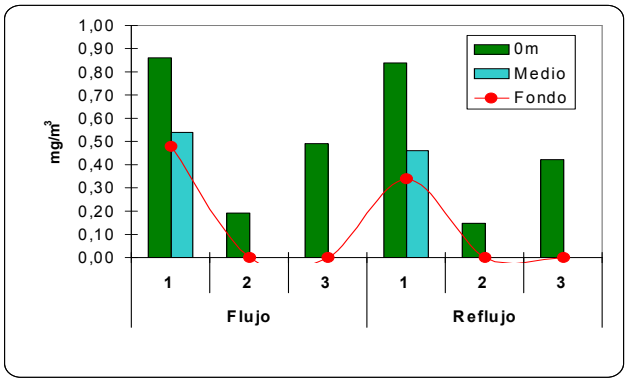


Figura 2. Variabilidad superficial y subsuperficial de clorofila a en las estaciones 1 a 3, durante flujo y reflujo en Monteverde de 2006.

Estaciones 4 y 6: En flujo correspondiente a la estación 6 se registraron concentraciones de 0.48 mg/m^3 a nivel superficial.

Las menores concentraciones de clorofila a se registró en el estrato superficial con 0.12 mg/m^3 (E.4).

En el estrato del medio (E.4), se observaron bajas concentraciones con 0.19 mg/m^3. En el estrato del fondo (E.4) se registró una concentración de 0.23 mg/m^3.

En la fase de reflujo correspondiente a la estación 6, se observaron medianas concentraciones de 0.32 mg/m^3 a nivel superficial.

En el estrato de medio y de fondo correspondiente a la (E.4), se registraron concentraciones de 0.34 y 0.16 mg/m^3, respectivamente.

Los menores valores se encontraron en el estrato del fondo (E.4) con 0.16 mg/m^3 durante reflujo (Figura 3).

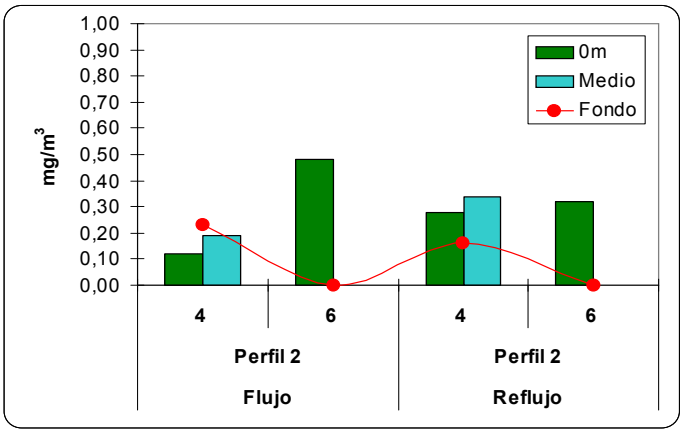


Figura 3. Variabilidad superficial y subsuperficial de clorofila a en las estaciones 4 a 6, durante flujo y reflujo en Monteverde de 2006

Estaciones 7 y 9: En flujo correspondiente E.9 se registró un alto valor clorofílico de 0.88 mg/m^3 a nivel superficial.

En el estrato medio y fondo correspondiente a la Estación.7, se observaron concentraciones de 0.54 y 0.72 mg/m^3 respectivamente.

En reflujo correspondiente a E.7 se observaron medianas concentraciones de 0.44 mg/m^3 a nivel superficial.
En el estrato del medio y de fondo correspondiente a E.7, se registró una concentración de 0.17 y 0.12 mg/m^3 respectivamente.

Los menores valores se encontraron en el estrato del fondo de estación 7 con 0.12 mg/m^3 (Figura 4).

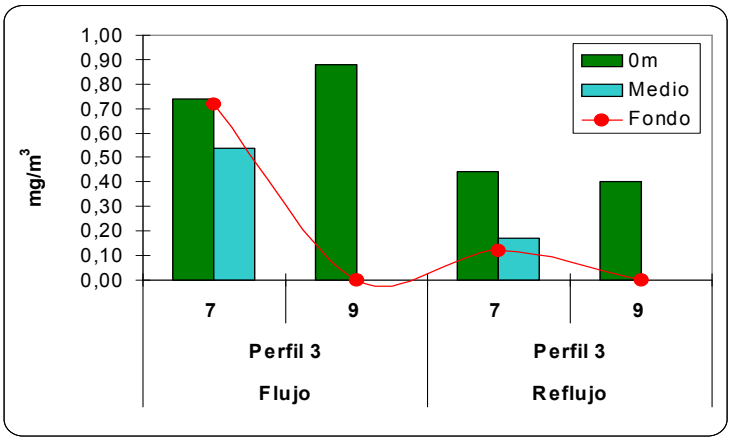


Figura 4. Variabilidad superficial y subsuperficial de clorofila a en las estaciones 7 y 9, durante flujo reflujo en Monteverde de 2006

Estaciones 10 a 12: En flujo correspondiente a la estación E.11, se registró un núcleo clorofílico de 0.72 mg/m³ a nivel superficial. Las bajas concentraciones clorofílicas estuvieron en el estrato medio con 0.06 mg/m³ correspondiente a la estación 10.

En reflujo correspondiente a la estación 12, se observó concentraciones de 0.53 mg/m³ a nivel superficial.

En el estrato medio correspondiente a la estación 10, se registró los menores valores con 0.06 mg/m³ (Figura. 5).

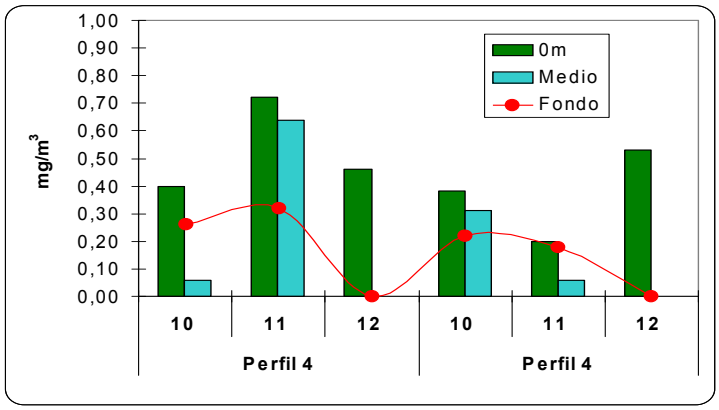


Figura 5. Variabilidad superficial y subsuperficial de clorofila a en las estaciones 10 a 12, durante flujo y reflujo en Monteverde de 2006

Estaciones 13 a 15: En flujo correspondiente a la estación 13, se registraron bajas concentraciones con 0.29 mg/m³ a nivel superficial.

En el estrato de fondo correspondiente a estación 13 se registraron medianas concentraciones con 0.36 mg/m³.

En la estación 14 se registró en el estrato superficial las menores concentraciones de todas las estaciones monitoreadas con 0.05 mg/m³ durante flujo.

En reflujo correspondiente a Estación 14, se observó una concentración de 0.37 mg/m³ a nivel superficial.

En la estación 13 se registró en el estrato fondo una mediana concentración con 0.42 mg/m³. Los menores valores se encontraron en superficie con 0.06 mg/m³ (Figura.6).

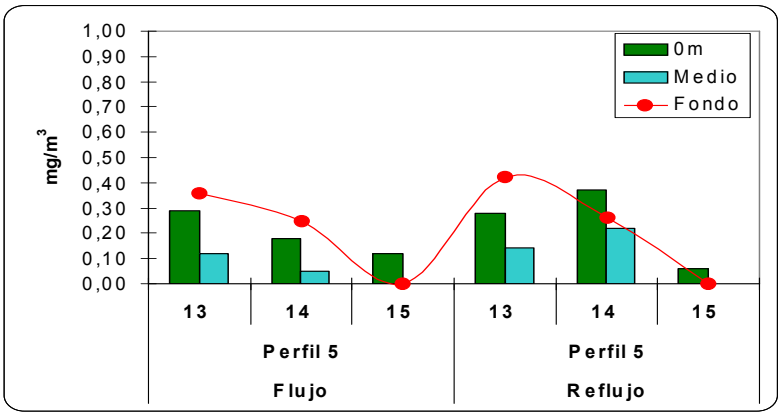


Figura 6. Variabilidad superficial y subsuperficial de clorofila a en las estaciones 13 a 15, durante flujo y reflujo en Monteverde de 2006

Contajes celulares: Biomasa celular

Capa superficial: Estaciones 1 a 3

Durante la fase de flujo la mayor biomasa celular se registró en la estación 1 con 271 cel/l y la menor se observó en la estación 2 con 223 cel/l registrándose un total de 21 especies (Figura 7).

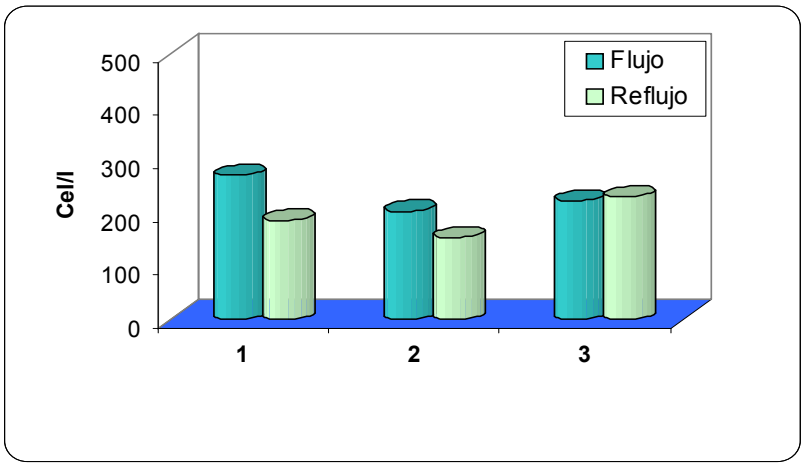


Figura. 7 Distribución superficial de biomasa celular en las estaciones 1 a 3 durante flujo y reflujo, Monteverde de 2006

Durante la fase de reflujo la mayor biomasa celular se registró en la estación 3 con 231 cel/l y la menor biomasa se observó en la estación 2 con 154 cel/l, encontrándose un total de 15 especies.

Las especies dominantes durante los 2 estados de marea fueron: *Thalassiosira subtilis, Gymnodinium sp., Chaetoceros affinis, Pleurosigma angulatum, Coscinodiscus excentricus.*

Capa subsuperficial (Fondo)

En flujo se observó una baja biomasa celular con 271 cel/l, registrándose un total de 11 especies.

En reflujo se observó una baja biomasa celular con 172 cel/l, localizada en la estación 1, registrándose un total de 9 especies.

La composición de las especies fueron: *Coscinodiscus excentricus, Thalassiosira subtilis, Thalassiotrix frauenfeldii, Gymnodinium sp., Mesodinium rubrum.*

Capa superficial: Estaciones 4 y 6 La mayor biomasa se registró en la estación 6 con 267cel/l y la menor se observó en la estación 4, registrándose un total de 17 especies, durante flujo.

En reflujo se observó que la mayor concentración celular se registró en la estación 4 con 135 cel/l y la menor biomasa se observó en la estación 6 con 127 cel/l, registrándose un total de 15 especies (Figura 8).

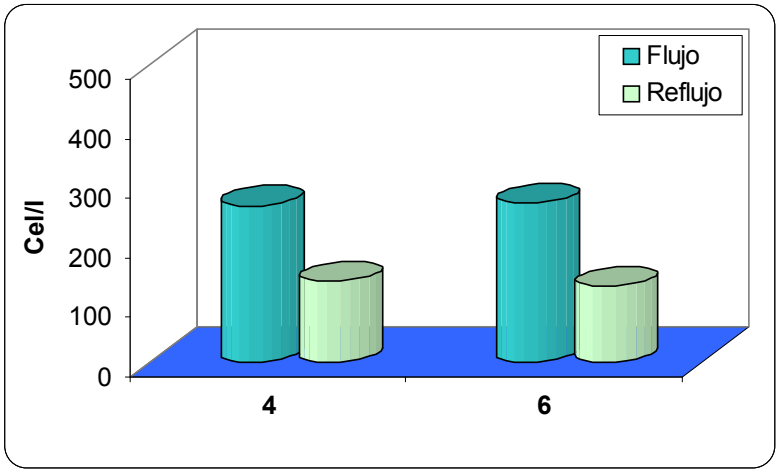


Figura. 8 Distribución superficial de biomasa celular en las estaciones 4 a 6 durante flujo y reflujo, Monteverde de 2006**.**

La composición de las especies fueron: *Rhizosolenia imbricata, R. stolterfothii, Thalassiosira subtilis, Mesodinium rubrum, Gymnodinium sp.*

Capa subsuperficial (Fondo)
En flujo se observó una baja biomasa celular de 207 cel/l en la estación 4 registrándose un total de 12 especies.

En reflujo se observó en la estación 4 una baja biomasa de 165 cel/l, registrándose un total de 7 especies.

La composición de las especies fueron: *Thalassiosira subtilis, Rhizosolenia stolterfothii, Coscinodiscus sp., Gymnodinium sp., Mesodinium rubrum.*

Capa superficial: Estaciones 7 y 9
En flujo, la mayor biomasa celular se registró en la estación 7 con 182 cel/l y la menor se observó en la estación 9 con 168 cel/l registrándose un total de 21 especies (Figura 9).

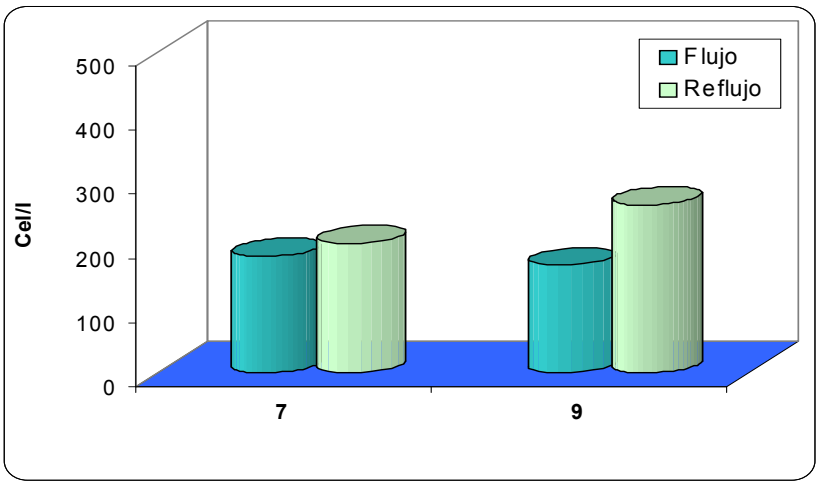


Figura. 9 Distribución superficial de biomasa celular en las estaciones 7 a 9, durante flujo y reflujo, Monteverde de 2006.

En reflujo se observó que la mayor biomasa se registró en la estación 9 con 263 cel/l y la menor biomasa se observó en la estación 7 con 202 cel/l, registrándose un total de 10 especies.

La composición de las especies fueron: *Gonyaulax pacifica, Pseudo-nitzschia longissima, Rhizosolenia imbricata, Diplopelptosis minor, Coscinodiscus sp.*

Capa subsuperficial (Fondo)
En flujo se observó una baja biomasa celular de 179 cel/l registrándose un total de 9 especies.

En reflujo se observó una moderada biomasa con 372 cel/l (E.7), registrándose un total de 16 especies.

La composición de las especies fueron: *Thalassiosira subtilis, Cochlodinium sp., Mesodinium rubrum, Coscinodiscus excentricus, Gonyaulax pacifica*

Capa superficial: Estaciones 10 a 12
La mayor biomasa celular se registró en la estación 10 con 758 cel/l y la menor se observó en la estación 11 con 145 cel/l registrándose un total de 29 especies durante flujo (Figura10).

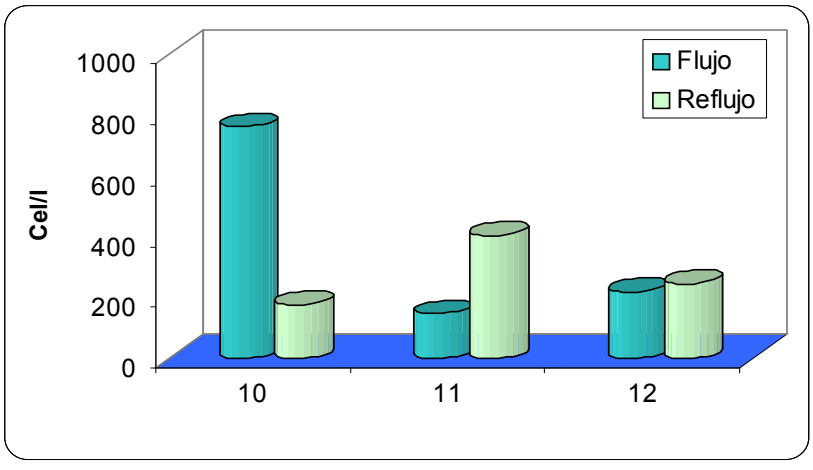


Figura. 10 Distribución superficial de biomasa celular en las estaciones 10 a 12, durante flujo y reflujo, Monteverde de 2006.

En reflujo se observó una ligera disminución de la biomasa celular con 823 cel/l. La mayor biomasa celular se registró en la estación 11 con 403 cel/l y la menor biomasa se observó en la estación 10 con 176 cel/l, encontrándose un total de 30 especies.

La composición de las especies fueron: *Rhizosolenia imbricata, Pseudo-nitzschia delicatissima, Thalassiosira subtilis, Ceratium trichoceros, Dinophysis ovum*.

Capa subsuperficial (Fondo)
En flujo se observó una moderada biomasa celular de 555 cel/l en la estación E.10 representado por un total de 17 especies.

En reflujo se observó una biomasa similar de 497 cel/l, registrándose un total de 13 especies.

La composición de las especies fueron: *Thalassiosira subtilis, Coscinodiscus excentricus, Mesodinium rubrum, Gymnodinium sp., Cochlodinium sp.*

Capa superficial: Estaciones 13-14-15
En flujo se observó una moderada biomasa celular de 641 cel/l . La mayor biomasa se registró en la estación 13 con 338 cel/l y la menor se observó en la estación 15, registrándose un total de 18 especies (Figura 11).

En reflujo se observó una moderada biomasa celular, estableciéndose que la mayor concentración celular se registró en la estación 15 con 298 cel/l y la menor biomasa se observó en la estación 14 con 149 cel/l, registrándose un total de 17 especies.

La composición de las especies fueron: *Thalassiosira subtilis, Coscinodiscus excentricus, Rhizosolenia stolterfothii, Mesodinium rubrum, Gymnodinium sp.*

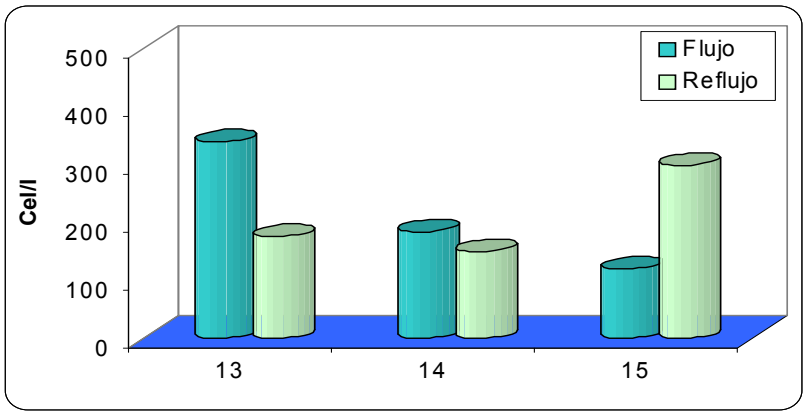


Figura 11. Distribución superficial de biomasa celular en las estaciones 13 a 15, durante flujo y reflujo, Monteverde de 2006.

Capa subsuperficial (Fondo)
En flujo se observó en la estación 4 una baja biomasa celular de 412 cel/l, registrándose un total de 15 especies.

En reflujo se observó en la estación 4 una moderada biomasa de 165 cel/l, registrándose un total de 10 especies.

La composición de las especies fueron: *Pseudo-nitzschia delicatissima, Leptocylindrus danicus, Thalassiosira subtilis, Coscinodiscus excentricus, Gymnodinium sp.*

Fitoplancton (Red 50u):

Arrastres Superficiales "Flujo "
Estaciones 1 a 3: La mayor abundancia relativa se observó en la estación 3 con un total de 1.933 cel/m^3 conformado por 52 especies y distribuidas en: Diatomeas (25), dinoflagelados (22), tintinnidos (4), cianobacterias (1). Los géneros predominantes fueron: *Chaetoceros coarctatus, Ch. eibenii, Leptocylindrus danicus*, *Rhizosolenia imbricata, Goniodoma polyedricum.*

La menor abundancia relativa se observó en la estación 2 con 143 cel/m^3 (Figura 12).

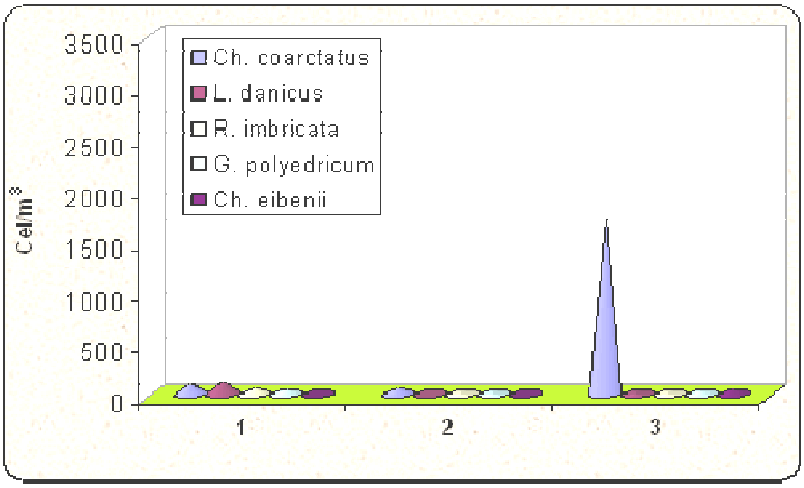


Figura 12. Distribución superficial del fitoplancton en las estaciones 1 a 3, durante flujo, Monteverde. De 2006**.**

Estaciones 4 y 6: En la estación 6, se encontró un máximo celular de 4.151 cel/m^3 y 44 especies distribuidas en: Diatomeas (21), dinoflagelados (20), tintinnidos (3). Los géneros representativos fueron: *Chaetoceros coarctatus, Ch. radicans, Leptocylindrus danicus, Rhizosolenia imbricata, Goniodoma polyedricum.* En este perfil se registró un total de 6.518 cel/m^3 .La menor densidad relativa se registró en la estación 4 con 2.367 cel/ m^3 (Figura 13).

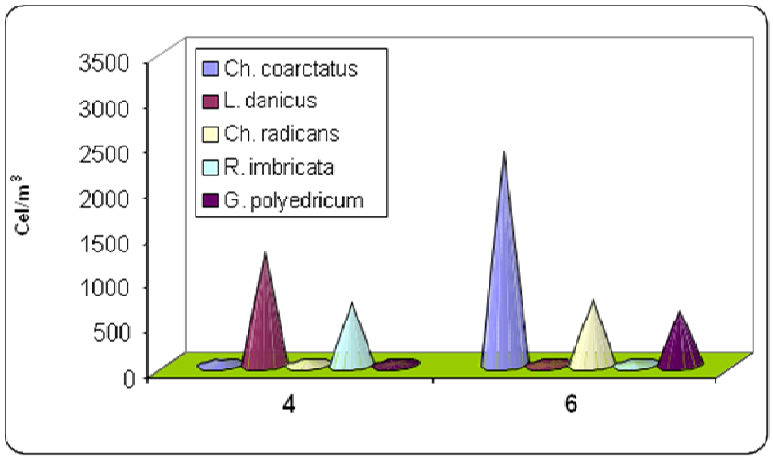


Figura 13. Distribución superficial del fitoplancton en las estaciones 4 a 6 durante flujo, Monteverde de 2006**.**

Estaciones 7 y 9: En la estación 9 se registró un repunte celular de 3.255 cel/m^3 y 33 especies distribuidas en: Diatomeas (13), dinoflagelados(17), tintinnidos (3). Los géneros predominantes fueron: *Chaetoceros coarctatus, Ch.eibenii, Protoperidinium depressum, Goniodoma polyedricum, Ch.affinis*. En este perfil se registró un total de 3.562 cel/m^3. La menor abundancia relativa se observó en la estación 7 con 307 cel/m^3 (Figura 14).

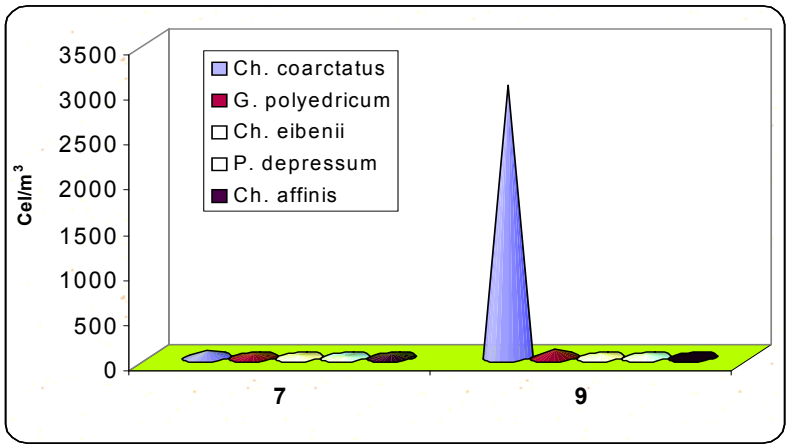


Figura 14. Distribución superficial del fitoplancton en las estaciones 7 a 9 durante flujo, Monteverde de 2006.

Los valores obtenidos de transparencia por materia en suspensión en la columna de agua determinados con el disco Secchi durante flujo, el mejor índice de transparencia se observaron en las estaciones 9 y 15 con rangos entre 3 y 4 metros respectivamente.

Estaciones 10 a 12: En la estación 12, se observó una alta densidad celular de 2.454 cel/m^3 y 36 especies distribuidas en: Diatomeas (20), dinoflagelados (14), tintinnidos (2). Los géneros representativos fueron: *Rhizosolenia imbricata, Leptocylindrus danicus, Goniodoma polyedricum, Chaetoceros affinis, Ch.coarctatus*. En este perfil se registró un total de 2.454 cel/m^3 La menor densidad relativa se registró en la estación 11 con 70 cel/m^3 (Figura 15).

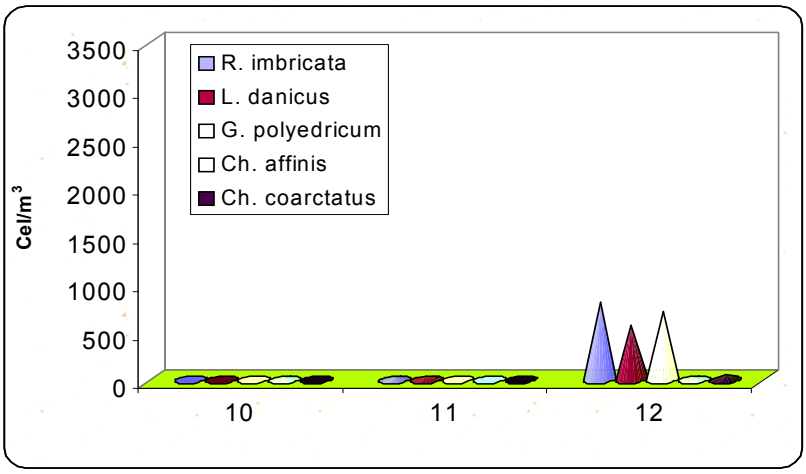


Figura 15. Distribución superficial del fitoplancton en las estaciones 10 a 12 durante flujo, Monteverde de 2006

Estaciones 13 a 15: En la estación 15 , se observó una densidad celular de 2.776cel/m^3 y 50 especies distribuidas en: Diatomeas (23), dinoflagelados(23), tintinnidos (4). Los géneros representativos fueron: *Chaetoceros coarctatus, Rhizosolenia imbricata, Leptocylindrus danicus, Goniodoma polyedricum, Tintinnopsis sp.* En este perfil se registró un total de 3.519 cel/m^3. La menor densidad relativa se registró en la estación 14 con 292cel/m^3 (Figura 16).

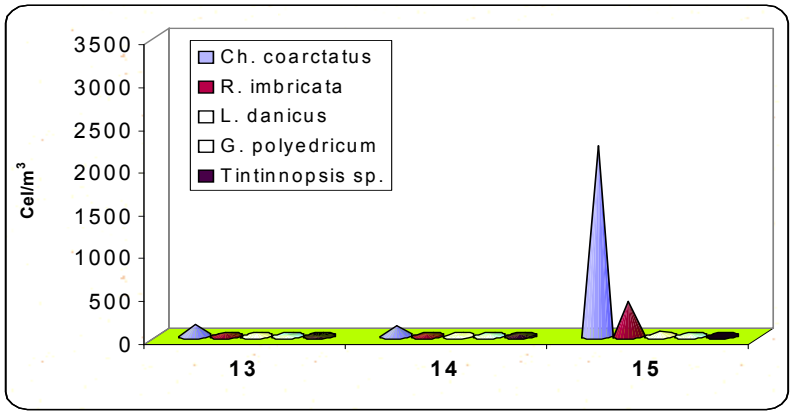


Figura 16. Distribución superficial del fitoplancton en las estaciones 12 a 15 durante flujo, Monteverde de 2006.

Arrastres Superficiales "Reflujo "

Estaciones 1 y 3: En la estación 1 se registró una baja densidad celular de 179 cel/m^3 y 29 especies distribuidas en: Diatomeas (18), dinoflagelados(9), tintinnidos (2). Los géneros fueron: *Chaetoceros coarctatus, Leptocylindrus danicus, Stephanophyxis palmeriana, Goniodoma polyedricum, Thalassiosira subtilis.* En este perfil se registró un total de 325 cel/m^3. La menor densidad relativa se registró en la E.2 con 146 cel/ m^3 (Figura.17).

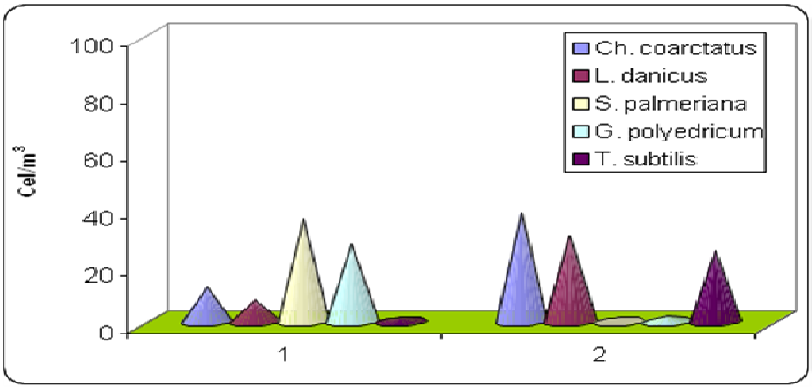


Figura. 17 Distribución superficial del fitoplancton en las estaciones 1 y 2 durante reflujo, Monteverde de 2006.

Estaciones 4 y 6: En la estación 6 se observó una alta densidad celular de 1.625 cel/m^3 y 41 especies distribuidas en: Diatomeas (22), dinoflagelados (17), tintinnidos (2).

Los géneros predominantes fueron: *Leptocylindrus danicus, Chaetoceros coarctatus, Rhizosolenia imbricata, Dactyosolen mediterraneus, Coscinodiscus sp.* En este perfil se registró un total de 1.883 cel/m^3. La menor densidad relativa se registró en la estación 4 con 258 cel/m^3 (Figura 18).

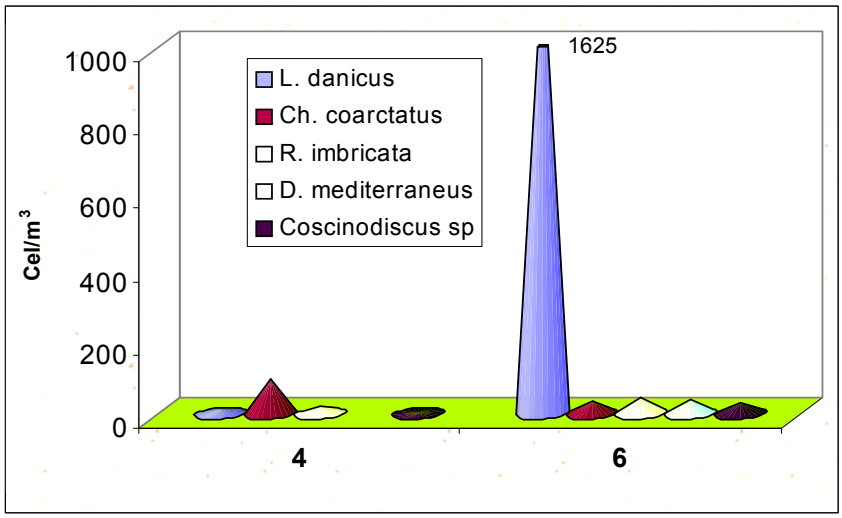


Figura 18. Distribución superficial del fitoplancton en las estaciones 4 y 6 durante reflujo, Monteverde de 2006.

Estación 7: Se observó un máximo celular de 1.897 cel/m^3 y 43 especies distribuidas en: Diatomeas (23), dinoflagelados (17), tintinnidos(3). Los géneros representativos fueron: *Leptocylindrus danicus, Rhizosolenia imbricata, Climacodium frauenfeldianum, Rhizosolenia stolterfothii, Thalassiosira subtilis* (Figura 19).

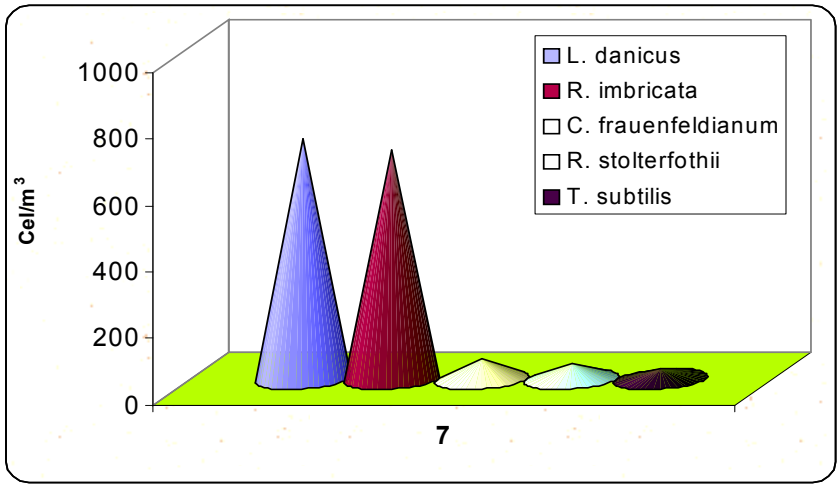


Figura. 19 Distribución superficial del fitoplancton en la estación 7 durante reflujo, Monteverde. De 2006.

Estaciones 10 a 12: En la estación 11 se registró una alta densidad celular de 1.836 cel/m^3 y 60 especies distribuidas en: Diatomeas (33), dinoflagelados (23), tintinnidos (2), cianobacterias (2). Los géneros predominantes fueron: *Leptocylindrus danicus, Goniodoma polyedricum, Rhizosolenia imbricata, Dactyosolen mediterrraneus, Climacodium frauenfeldianum*. En este perfil se registró un total de 4.075 cel/m^3. La menor abundancia relativa se observó en la estación 12 con 762 cel/m^3 (Figura 20).

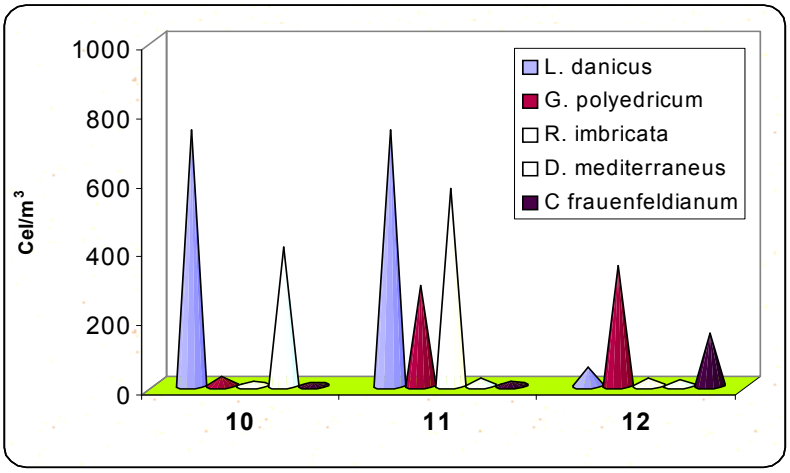


Figura. 20 Distribución superficial del fitoplancton en las estaciones 10 a 12 durante reflujo, Monteverde de 2006.

Estaciones 13 a 15: En la estación 13, se observó una alta densidad celular de 1.595 cel/m^3 y 78 especies distribuidas en: Diatomeas (44), dinoflagelados (28), silicoflagelados (2), tintinnidos (4). Los géneros representativos fueron: *Rhizosolenia imbricata, Dactyosolen mediterrraneus, Chaetoceros coarctatus, Ch. debilis, Leptocylindrus danicus.* En este perfil se registró un total de 2.829 cel/m^3 .La menor densidad relativa se registró en la estación 14 con 314 cel/m^3 (Figura 21).

.

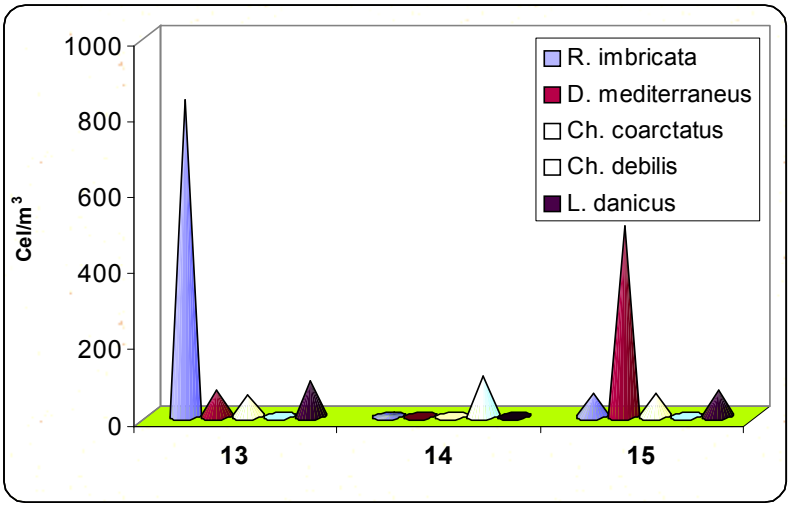


Figura. 21 Distribución superficial del fitoplancton en las estaciones 13 a 15 durante reflujo, Monteverde de 2006

BIOMASA, COMPOSICIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LA COMUNIDAD DE ZOOPLANCTON

Estaciones 1 a 3 FLUJO

En la capa superficial se registraron valores de biomasa de zooplancton que fluctuaron entre 89171 a 22604 Org/100m^3. Se destaca que la mayor abundancia de zooplancton se registró en la estación 1 con un valor de 89171 Org/100m^3 (Figura 22).

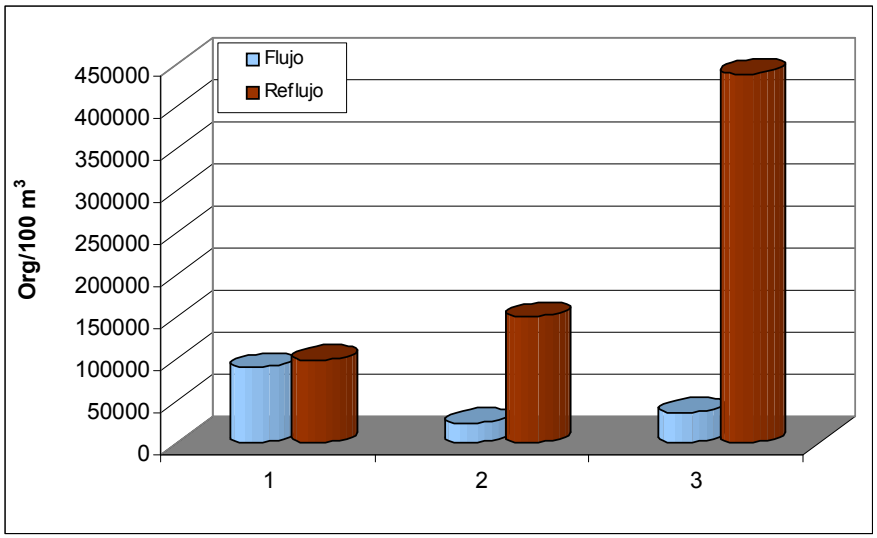


Figura. 22 Abundancia del zooplancton en las estaciones 1 a 3 durante flujo y reflujo, Monteverde de 2006.

En la capa subsuperficial se registró una abundancia zooplanctónica entre 99000 a 56476 Org/100m^3 en las estaciones 1 y 2 respectivamente.

En la capa superficial estuvo representado por la abundancia relativa de los grupos Copépodos (40%) seguidos de Huevos invertebrados (17.4%), Cladóceros (10.6%), Radiolarios (13.5%), Apendicularios (4.2%), Quetognatos (2.7%) y Zoeas de brachiuras (2.7%). Se destaca una escasa presencia de Huevos de peces con una abundancia relativa menor al (1%).

Estaciones 1 a 3 REFLUJO

En esta fase de marea se observó una mayor abundancia de zooplancton en la capa superficial en comparación a la fase de flujo.

La biomasa zooplanctónica registrado en la capa superficial presentó un rango entre 98304 y 439818 Org/100m^3, la mayor abundancia se registró en la estación 3, (Figura 22).

En la columna de agua se determinó una menor abundancia especialmente en la estación 1 con valor de 5566 Org/100m^3.

La composición de la abundancia relativa de zooplancton en la capa superficial estuvo conformado por una baja diversidad de taxa, resaltándose Copépodos (54%), Radiolarios (41%), Larvas de eufausidos (1.7%), y en menor abundancia relativa se encontró Anfípodos, Quetognatos, Ostrácodos, Cladóceros, Pterópodos y Sifonóforos, que juntos alcanzaron una abundancia relativa de (2.6%).

Estaciones 4 a 6 FLUJO

En este perfil se determinó una variabilidad en la distribución en la abundancia de zooplancton en la capa superficial y subsuperficial. Se observó que la mayor abundancia de zooplancton se registró en la estación 4 representado por una biomasa de 182124 Org/100m^3 en la capa superficial, (Figura 23).

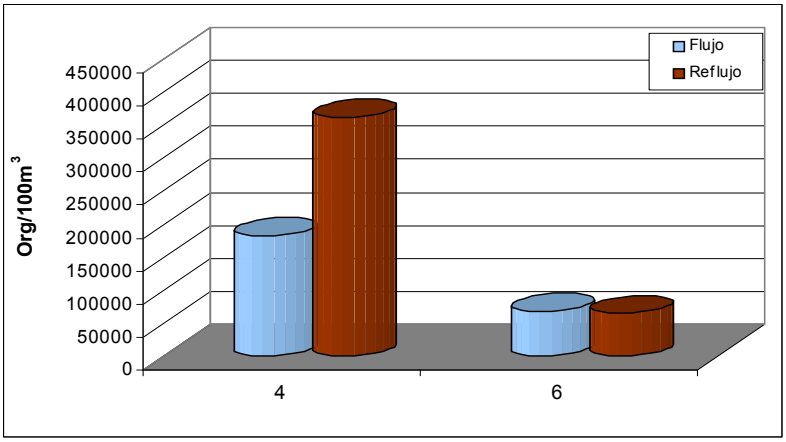


Figura. 23 Abundancia de zooplancton en las estaciones 4 a 6 durante flujo y reflujo, Monteverde de 2006.

En la capa superficial se determinó la abundancia relativa de los grupos Copépodos (40.9%), Huevos de invertebrados (17.4%), Radiolarios (13.5%), Cladóceros (10.6%), Apendicularios (4.2%), Quetognatos (2.7%) y Zoeas de brachiuras (2.7%), entre otros.

Estaciones 4 y 6 REFLUJO

Se registró una abundante biomasa zooplanctónica con valores superior a los registrados en la fase de flujo, siendo notorio en la capa superficial. La mayor abundancia en la capa superficial se registró en la estación 4 con valor de 362410 Org/100m^3 y en la estación 6 se registró una biomasa representado por 64621 Org/100m^3, (Figura 23).

En la capa superficial estuvo conformado por la presencia abundante de los grupos Copépodos (54.1%), Radiolarios (41.6%), Larvas de eufáusidos (1.5%), Cladóceros, Quetognatos, Anfípodos, Sifonóforos, que juntos corresponde a una abundancia relativa de (2.3%).

Estaciones 7 y 9 FLUJO

En la capa superficial se determinó una moderada productividad zooplanctónica especialmente en las estaciones 7 y 9 con valores que fluctuaron entre 17327 a 37824 Org/100m^3 (Figura24).

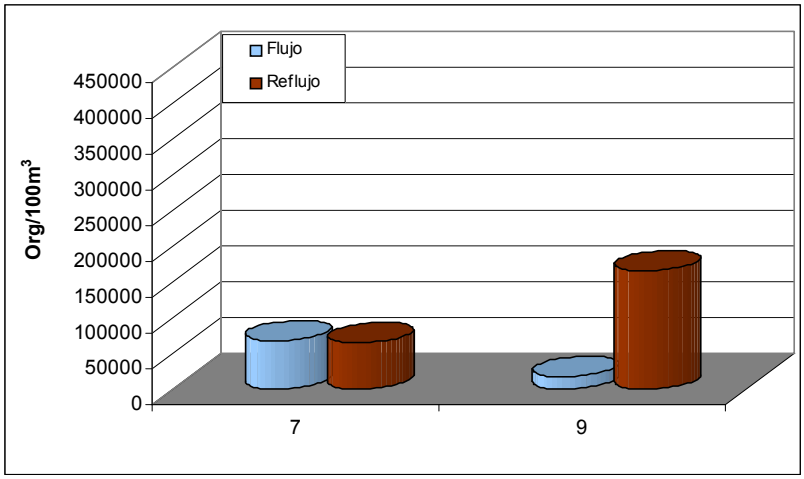


Figura. 24 Abundancia de zooplancton en las estaciones 7 y 9 durante flujo y reflujo, Monteverde de 2006

En la columna de agua se evidenció una mayor biomasa de zooplancton en comparación a la capa superficial, registrándose en la estación 7 una abundancia de zooplancton de 342667 Org/100m^3.

En la capa superficial se presentó una abundancia relativa representado por los grupos zooplanctónicos Copépodos (60%), Cladóceros (23.3%), Apendicularios (4.6%), Zoeas de brachiuras (2.6%), Pterópodos (3.5%), adicionalmente se registró la presencia de Radiolarios, Apendicularios, Larvas de decápodos, Cypris, Nauplios de Cirripedios, Anfípodos, Ostrácodos, Quetognatos, Huevos y Larvas de peces, Sifonóforos, Doliolum, Larvas cifonauta que juntos alcanzó una abundancia relativa de (5.9%).

Se establece en este perfil, en especial en la estación 7 una elevada diversidad de grupos zooplanctónicos en comparación a los perfiles 1 y 2, en la fase de flujo.

Estaciones 7 y 9 REFLUJO

En las estaciones 7 y 9 se registró una abundante biomasa zooplanctónica representado por 165581 y 126590 Org/100m^3 respectivamente, (Figura 24).

En la estación 7, en la columna de agua se determinó una menor abundancia zooplanctónica representado por 42023 Org/100m^3.

En la capa superficial se presentó la dominancia de los grupos zooplanctónicos Radiolarios (66%), Copépodos (21.3%), Huevos de Invertebrados (8.0%), Quetognatos (1.6%), Apendicularios (1.0%).

Estaciones 10 a 12 FLUJO

En la capa superficial se registró una moderada productividad zooplanctónica con valores que fluctuaron entre 53802 a 49010 Org/100m^3, correspondiente a las estaciones 10 y 12 respectivamente, (Figura 25).

En la columna de agua se registraron biomasas de zooplancton con valores que fluctuaron entre 92831 a 15547 Org/100m^3 que corresponde a las estaciones 10 y 11 respectivamente.

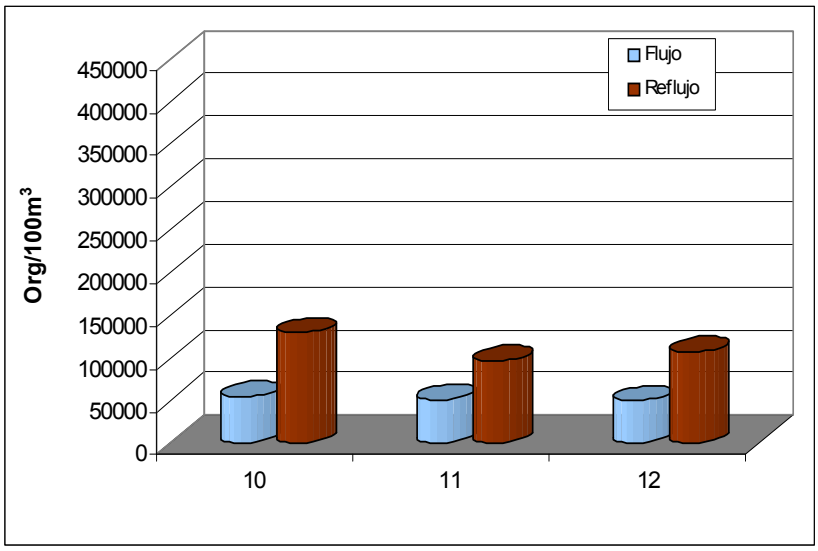


Figura. 25 Abundancia de zooplancton en las estaciones 10 a 12 durante flujo y reflujo, Monteverde de 2006.

En la capa superficial se presentó la dominancia de los grupos zooplanctónicos Copépodos 60%, Cladóceros 24%, Apendicularios 4.6%, Pterópodos 3.4%, Zoeas de brachiuras 2%, adicionalmente se registró la presencia de Radiolarios, Apendicularios, Larvas de decápodos, Cypris, Nauplios de Cirripedios, Anfípodos, Ostrácodos, Quetognatos, Huevos y Larvas de peces, Sifonóforos, Doliolum, Larvas cifonauta que juntos alcanzó una abundancia relativa de 4%.

Estaciones 10 a 12 REFLUJO

En las estaciones 10 y 12 se registró una muy abundante biomasa zooplanctónica representado por una densidad poblacional 128579 y 106396 Org/100m^3 respectivamente.

En la estación 11 se registró una abundante biomasa zooplanctónica representado por 96036 Org/100m^3, en la capa superficial, (Figura 25).

En la columna de agua se determinó una menor abundancia zooplanctónica representado por 48000 y 34955 Org/100m^3 en las estaciones 10 y 11 respectivamente.

En la capa superficial se presentó la dominancia de los grupos zooplanctónicos Copépodos (58%), Radiolarios (32%), Huevos de Invertebrados (7.0%), Quetognatos (1%), Apendicularios (1%), Cladóceros (1%).

Estaciones 13 a 15 FLUJO

En la capa superficial se determinó una moderada productividad zooplanctónica, destacándose la estación 13 con una biomasa de 69632 Org/100m^3 y en las estaciones 14 y 15 se registró una menor abundancia de zooplancton con valores de 23243 y 11836 Org/100m^3, respectivamente (Figura 26).

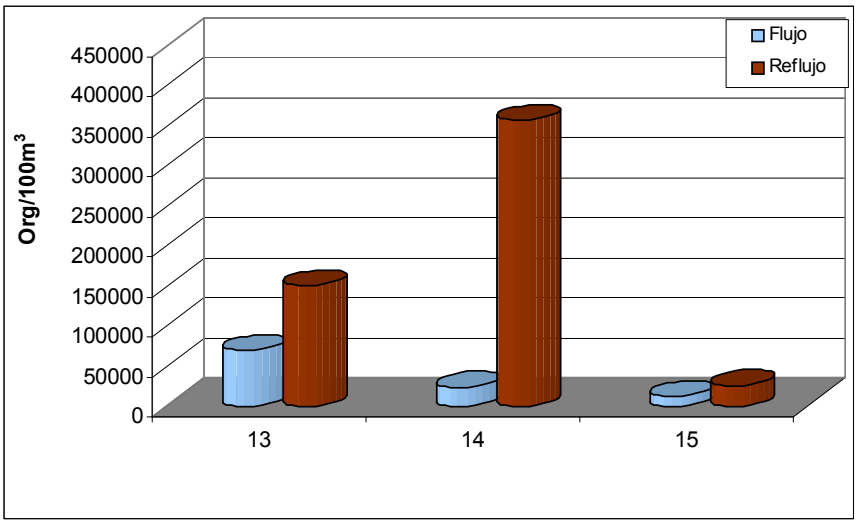


Figura. 26 Abundancia de zooplancton en las estaciones 13 a 15 durante flujo y reflujo, Monteverde de 2006**.**

En la capa subsuperficial se evidenció una biomasa de zooplancton superior especialmente en las estaciones 13 y 14 con valores que fluctuaron entre 53124 a 48301 Org/100m^3.

Larvas de eufáusidos (3.4%), Zoeas de brachiuras 2.6%, Pterópodos 1.5%.

En la capa superficial se presentó la dominancia de los grupos zooplanctónicos Copépodos (55%), Cladóceros (23%), Radiolarios (10%) Apendicularios 4.6%,

Estaciones 13 a 15 REFLUJO

En la capa superficial se registró una muy abundante biomasa de zooplancton especialmente en las estaciones 13 y 14 representado por una densidad poblacional de 149700 y 356300 Org/100 m^3 siendo uno de los perfiles caracterizado por una muy abundante biomasa zooplanctónica.

La menor abundancia zooplanctónica se registró en la estación 15 representado por una densidad poblacional de 25211 Org/100m^3, (Figura 26).

En la capa subsuperficial se observó una moderada abundancia zooplanctónica representado por una densidad poblacional que fluctuó entre 24667 a 78876 Org/100m^3, registrado en las estaciones 13 y 14 respectivamente.

En la capa superficial se presentó la dominancia de los grupos zooplanctónicos Copépodos (75%), Radiolarios (16%), Huevos de Invertebrados (3.0%), Quetognatos (2%), Apendicularios (1.0%). En menor abundancia relativa se registró la presencia de los grupos Medusas, Pterópodos, Anfípodos, Larvas de decápodos, Nauplios de Cirripedios, Zoeas de brachiuras que juntos alcanzó una abundancia relativa de 2%.

DISCUSIONES

Se establece durante el presente estudio, que las mayores concentraciones de Clorofila a: se observó en la estación 9 correspondiente al Perfil 3 en la capa superficial con valores de 0.90 mg/m^3 determinándose como una área de mayor productividad y la menor concentración se registró en la estación 4 correspondiente al Perfil 2 con valor de 0.10 mg/m^3 durante la fase de flujo.

Peribonio (1981), en su estudio del fitoplancton efectuado en la Puntilla de Santa Elena registró en la capa superficial concentraciones de clorofila a con rangos entre 0.50 y 2.50 mg/m^3, por lo tanto se puede indicar que la producción primaria expresado en clorofila a registrado actualmente es inferior, sin embargo estos valores de clorofila pueden variar dependiendo de las condiciones ambientales.

Jiménez y Pesantes (1978), encontraron al norte de Salinas los máximos de diatomeas con rangos entre 15.000 a 30.000 cel/l en octubre de 1973, destacando los géneros de fitoplancton predominantes en esta área: *Rhizosolenia, Nitzschia, Coscinodiscus, Thalassiosira* y los *Chaetoceros* hacia el área oceánica, en menor proporción se observaron *Bacteriastrum, Planktoniella, Eucampia, Skeletonema;* mientras que en el presente estudio se registraron disminuciones de estas biomasas celulares con rangos entre 823 a 1.121 cel/l destacándose los siguientes géneros: *Rhizosolenia, Thalassiosira, Pseudo-nitzschia, Mesodinium, Gymnodinium* hacía el Perfil 4.

Tapia (2006), en su tesis doctoral registró que el índice de diversidad en La Libertad durante 1999 fue más alto que en el año 2000 con valores entre H:2.014-2.667 bits durante los meses de febrero y agosto predominando las especies *Rhizosolenia hebetata, Leptocylindrus danicus, Chaetoceros affinis, R. imbricata, Ch. curvisetus, Ch. debilis.* En este estudio la mayor diversidad se registró en la estación 5 con 78 especies y la mayor abundancia se encontró en la estación 6 localizada en el Perfil 2 durante flujo con 4.151 cel/m^3 registrándose las siguientes especies: *Chaetoceros coarctatus, Ch. radicans, Leptocylindrus danicus, Rhizosolenia imbricata y Goniodoma polyedricum.*

En cuanto a la biomasa del zooplancton se determinó que las mayores densidades poblacionales se observó en la estación 3 ubicado en el perfil 1 con valor superior a 430000 Org/100m^3 . Además de las estaciones 4 y 14 con valores entre 362000 y 356000 Org/100m^3 respectivamente durante la fase de reflujo y mientras que durante flujo se observó una menor biomasa de zooplancton registrándose en la estación 4 ubicado en el perfil 2 un valor de 182000 Org/100m^3.

De estudios efectuados en aguas ecuatorianas se determinó que durante la época seca se registra las mayores biomasas de zooplancton

bajo condiciones oceanográficas normales, confirmándose con los valores registrados de biomasa de zooplancton en especial en el perfil 1 (E3) durante la fase de reflujo.

Las altas biomasas de zooplancton coincide con otros estudios que observaron Frente a la Puntilla de Santa Elena se registró elevadas concentraciones de plancton en noviembre de 1995, siendo los grupos dominantes copépodos, quetognatos y eufausidos (Ortega., D. y E. Elías, 1995).

En cuanto a la composición faunística a nivel taxa de zooplancton se determinó una similitud, destacándose lo grupos dominantes a Copépodos, Radiolarios, Zoeas de brachiuras, Quetognatos, durante las 2 estados de marea observadas en las estaciones integradas.

Torres *et al.,* 2004 en su estudio del plancton en la puntilla de Sta Elena indica la dominancia de los grupos Copépodos, Ostrácodos y Zoeas de brachiuras, comparando con el presente estudio se establece 2 grupos dominantes similares que fueron los Copépodos y Zoeas de brachiuras, en el tiempo y durante las fases de marea en flujo y reflujo.

CONCLUSIONES

Las mayores concentraciones de Clorofila a: se observó en la estación 9 en la capa superficial con valores de 0.90 mg/m^3 determinándose como un área de mayor productividad y la menor concentración se registró en la estación 4 con valor de 0.10 mg/m^3 durante la fase de flujo.

Se observó durante flujo en la E.10 la mayor biomasa celular a nivel superficial. La menor biomasa celular se observó en la E.4 en superficie durante reflujo.

En fitoplancton de red durante los arrastres superficiales se registraron dos áreas de mayor diversidad y abundancia de especies: La primera se observó en las estaciones 4 y 6 durante flujo registrándose la mayor abundancia relativa, la segunda localizada en las estaciones 10 y 11 en reflujo.

Se destaca la dominancia de la especie *Chaetoceros coarctatus*, y asociada a esta se observaron las especies *Leptocylindrus danicus, Rhizosolenia imbricata, Chaetoceros affinis*, *Coscinodiscus excentricus*, que constituyen el grupo de las Diatomeas, por lo tanto se consideran como especies que tipifican una mezcla de masas de aguas frías, neríticas que en términos generales su abundancia se considera normal para la época seca.

La mayor productividad de zooplancton se encontró en la capa superficial correspondiente a la E-3 y otro segundo núcleo de muy abundante biomasa se registró en la E-4 durante la fase de reflujo.

Se establece una similitud en la composición de la fauna zooplanctónica determinándose la mayor diversidad de taxa de zooplancton en la estación 7 observado en la capa superficial.

En lo que respecta a la composición y dominancia, son cuatro los grupos que fueron dominantes y frecuentes en toda el área de estudio y estos son: Copépodos, Radiolarios, Zoeas de Brachiuras, Quetognatos correspondiente al género *Sagitta sp,* Huevos invertebrados y Cladóceros este último grupo representado por la especie *Penillia avirrostris*.

Se registró en la capa superficial y subsuperficial una escasa presencia de los grupos huevos de peces y larvas de peces durante la fase de flujo y reflujo.

AGRADECIMIENTO

Los autores desean expresar su agradecimiento a los Directivos del Instituto Oceanográfico de la Armada por la ayuda brindada para efectuar la presente investigación. A la Dra. Elena Gualancañay por la revisión y sugerencias vertidas al manuscrito y a los Señores Jefes del departamento por la oportunidad de publicar el presente trabajo de investigación.

BIBLIOGRAFÍA

Boltovskoy, D., 1981. Atlas del Zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Mar del Plata, Argentina:759-789
.

Bonilla, M., 1990. Variación mensual del plancton en una estación fija La Libertad (Salinas), Ecuador. Período:1998 – 1989. Acta Oceanográfica del Pacífico. Vol. 6 (1). 58-67p.

Cupp, E., 1943. Marine plankton diatomms of west coast. Bulletin Scripps Institution of Oceanography of the University of California. Eds H. Sverdrup, R. Fleming, L. Miller,5(1): 1-238.

Cruz, M., 1998. Gasterópodos planctónicos (Pterópodos Tecosomados y Heterópodos.) como bioindicadores de los eventos El Niño 1992y 1997 – 1998 en la estación fija la Libertad, Ecuador. Acta Oceanográfica del Pacífico. Vol. 9, No.1: 129 - 144.

Forsbergh, and J. Joseph. 1964. Biological production in the Eastern Pacific Ocean Inter-American Tropic. Tuna Com. Bull.8(9)479-527.

Gasca, R.& E. Suárez. 1996. Introducción al zooplancton marino. ECoSUR- CONACYT, México:1-711.

Jiménez R., y Pesantes F, 1977. Fitoplancton, producción primaria y pigmentos en aguas costeras ecuatorianas. Acta Oceanográfica del Pacífico.
INOCAR. Vol. 2(1):30 .

Jiménez, R., 1983. Diatomeas y dinoflagelados del fitoplancton del Golfo de Guayaquil. Acta Oceanográfica del Pacífico (INOCAR), Ecuador,2(2): 193-282.

Peribonio, R., 1981. Distribución de clorofila a y feopigmentos en el Golfo de Guayaquil. Revista de Ciencias del Mar y Limnología, Ecuador (1): 1-7.

Pesantes, F., 1982. Dinoflagelados del Fitoplancton del Golfo de Guayaquil. Acta

Jiménez, R. y D. Bonilla. 1980. Composición distribución de la biomasa del Plancton en el Frente ecuatorial. Acta Oceanográfica del Pacífico. Vol.1 No. 1: 19-64.

Luzuriaga, M., D. Ortega, E. Elías y M. E. Flores. 1998. Relaciones de abundancia entre Fitoplancton e Ictioplancton con énfasis en la familia Engraulidae, en el Golfo de Guayaquil durante 1998. Instituto Nacional de Pesca , Guayaquil, Ecuador: 387-418.

Luzuriaga de Cruz, M. D. Ortega y E. Elías. 1998. Aspectos biológicos del ictioplancton en la estación fija La Libertad durante 1997. Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR, Ecuador 9(1) 145 p.

Luzuriaga, M. 2003-2004. Larvas de peces clupeiformes y microzooplancton en la estación fija de La Libertad desde noviembre de 1999 a julio del 2000. Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR, Ecuador Vol. 12 (1):75 – 79 p

Miró, M., Jiménez, R., Gualancañay, E. y Luzuriaga, M. 1974. Producción primaria y pigmentos fotosintéticos del fitoplancton marino del Ecuador. Bol. Instituto Oceanográfico de la Armada. CM- Bio- 1. Guayaquil - Ecuador (1): 30.

Moreno, J., S. Licea y H. Santoyo. 1996. Diatomms del Golfo de California. Universidad Autónoma de Baja California Sur: 1-280.

Ortega, D. & E. Elías. 1995. Descripción de ictioplancton y zooplancton en el Golfo de Guayaquil y costa central de Manabí durante noviembre de 1995. Boletín Científico y Técnico, INP (Ecuador), XIV (2): 69-79 p.

Oceanográfica del Pacífico (INOCAR), Ecuador, 2(2): 283-399.

Pesantes F., 1983. Los dinoflagelados como indicadores de "El Niño" en el mar ecuatoriano. Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR. Vol. 2 (1): 85-117.

SCOR UNESCO Working group 17, 1966. Determination of photosynthetic pigments in the sea water. Monographs on oceanographic methodology, 1, UNESCO: 8-9.

Semina G., 1967. Phytoplankton: In the Biology of the Pacific Ocean: party I, Plankton. Ed. Bogorov V. 7: 27-85.

Tapia M., 2006. Variabilidad temporal del fitoplancton en áreas costeras del mar ecuatoriano y su interrelacion con el evento " La Niña 1999-2000". Tesis doctoral. Universidad de Guayaquil, Ecuador.

Torres, G., G. Calderón, V. Franco, E. Cedeño, T. Calderón, E. Salazar. 2004. Composición del plancton en la Puntilla de Santa Elena durante agosto de 2002. Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR. Vol. 12(1) 63-73

Uthermohl H., 1958. Zur Vervollkomnung der Quantitativen phytoplankton Methodic Mitt Inter. Limnol. 9: 1-38.

Zambrano I., 1983. Tintinnidos del golfo de Guayaquil. Acta Oceanográfica del Pacífico (INOCAR), Ecuador.

VARIACIONES TEMPORALES DEL PHYLUM QUETOGNATOS EN LAS ESTACIONES FIJAS LA LIBERTAD Y MANTA, ECUADOR DURANTE EL EVENTO EL NIÑO 1997-1998 Y AÑOS 2002-2003.*

Por:
Christian Naranjo [1]

RESUMEN

El presente estudio se desarrolló mediante muestreos mensuales de zooplancton en las estaciones fijas La Libertad y Manta localizadas a 10 y 8 millas costa afuera respectivamente.

Se analizaron un total de 150 muestras de zooplancton en La Libertad y Manta durante 1997-1998 considerado un evento El Niño extraordinario y en los años 2002-2003, período que presentaron condiciones oceanográficas de inestabilidad.

La prueba estadística determinó que existen cambios temporales en los patrones de distribución y abundancia en las especies de Quetognatos, aceptándose la hipótesis nula, el cual estuvo influenciado por las condiciones oceanográficas y época estacional, siendo más notorio en la estación fija La Libertad durante el período en estudio.

El índice de diversidad de Shannon-Wiener mostró que durante el evento El Niño 1997-1998 presentó una menor diversidad de especies de Quetognatos en comparación con los años 2002-2003, período que se registró una mayor diversidad especialmente en la columna de agua en La Libertad durante el 2003.

Las especies *S. bipunctata, S. pacifica, S. regularis, Pterosagitta draco y Krohnitta pacifica*, presentaron correlaciones positivas con los parámetros ambientales tales como temperatura, salinidad y oxígeno disuelto, estas especies podrían ser consideradas como típicas de aguas cálidas oceánicas.

Palabras claves: Quetognatos, Diversidad, Cambios poblacionales, Abundancia

ABSTRAC

The present survey collected zooplankton samples from 50 m depths every other month at fixed stations offshore of La Libertad and Manta, at 10 and 8 miles respectively, from the ecuadorian coast.
One hundred and fifty Zooplankton samples were analized during the years 1997- 1998, these years included one of the most severe El Niño events of the century. Zooplankton was also collected during the years of 2002 and 2003.
The results suggest that oceanographic conditions such as seasonality affect the patterns of abundance of Chaetognatha, particularly atthe La Libertad station.The Shannon-Wienerdiversity index showed that there was a low diversity of Chaetognatha species in during the El Niño event of 1997-1998 in relation to the height of diversity in 2002-2003, a change particularly noted at the La Libertad station in 2003.

The species Sagitta bipunctata, S. Pacifica, S. regularis, Krohnitta Pacifica and Pterosagitta draco were also frequentin the study area and displayed positive correlations with oceanographic conditions. In contrast, these species were associated to warm oceanic waters.

Key Words: Chaetognatha, Diversity, Population's Change, Abundance

[1] Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR. Avda. 25 de julio Base Naval Sur, casilla 5940 Guayaquil - Ecuador. Fax: 2485166. E-Mail: cnaranjo@inocar.mil.ec
(*) Síntesis de la Tesis de Grado presentado en la Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil previo a la graduación de Doctor en Ciencias Biológicas.

INTRODUCCIÓN

Los quetognatos, conocidos como gusanos flechas, son animales comunes del plancton marino, la mayoría de las especies se encuentran en aguas tropicales por encima de los 900m (Ruppert, E. y R. Barnes 1996).

Los gusanos saetas se distribuyen desde la superficie hasta profundidades inferiores a los 1000 m. Hyman (1959), expresa que la distribución ecológica de cada especie está limitada por la profundidad, temperatura, salinidad y la penetración de la luz, además de la combinación de estos factores.

Algunas especies de Quetognatos son potencialmente aptas para ser utilizados como indicadores biológicos, dentro del área del Pacífico y en especial en aguas ecuatorianas debido a la ubicación estratégica. Sweatt (1980), considera que para evaluar un ecosistema con lleva obtener una información adecuada concerniente a su abundancia, distribución y su ecología.

Los monitoreos periódicos en la composición de las especies de la comunidad marina en un sitio clave y puntual, es un método para reconocer los variaciones temporales en la comunidad planctónica en los ecosistemas marinos.

El interés del estudio del filum Quetognatos se sostiene en la importancia de las especies del grupo como indicadores de ciertas condiciones ambientales (Alvariño 1965; Michel & Foyo 1976) y además por ser depredadoras de huevos, larvas de peces o de otras especies zooplanctónicas.

El propósito del presente estudio es determinar cambios poblacionales en cuanto a diversidad, abundancia del phylum quetognatos durante períodos de tiempo diferentes en las estaciones fijas de La Libertad y Manta. Así también establecer correlaciones positivas entre las especies de quetognatos y los parámetros temperatura, salinidad y oxígeno disuelto y determinar mediante pruebas estadísticas las diferencias significativas en las variaciones estacionales en la comunidad de quetognatos.

ÁREA DE ESTUDIO

Las estaciones fijas de La Libertad y Manta se encuentran ubicadas en sitios estratégicos, donde existe influencia de aguas oceánicas que nos permiten obtener muestras de zooplancton y medir los parámetros físicos, químicos y biológicos hasta una profundidad de 100 m.

La ubicación de las estaciones fijas, La Libertad y Manta, se localizan en las siguientes coordenadas geográficas:

La Libertad: 81º 05'21" W – 02º04'00" S
Manta: 80º 49'00" W – 00º52'00" S

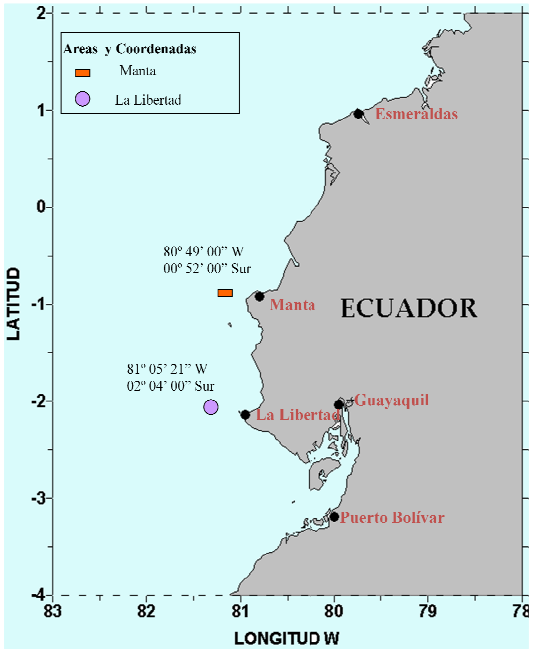


Figura 1. Ubicación de las estaciones fijas La Libertad y Manta a 10 millas costa afuera.

Estas localidades de muestreo, (Figura.1) están sometidas a la influencia de diferentes masas de aguas y variaciones estacionales, que permiten establecer los cambios en las comunidades planctónicas, en especial para el estudio de las especies de Quetognatos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se efectuaron los muestreos planctónicos con una periodicidad mensual en La Libertad y cada 40 días en Manta, con

ayuda de las embarcaciones Popeye y Pájaro azul proporcionadas por la Escuela Superior Naval y la Capitanía de Manta respectivamente.

Un total de 150 muestras de zooplancton fueron colectadas, utilizando una red cilindro- cónica simple WP-2 durante enero a diciembre desde los años 1997 a 1998 y 2002 a 2003.

Se realizaron arrastres superficiales diurnos con una duración de 10 minutos y una velocidad aproximada de la embarcación de 2 nudos, y también arrastres verticales desde los 50 m de profundidad hacia la superficie.

Las muestras colectadas fueron preservadas y fijadas con solución de formaldehído al 4%, previamente neutralizado con Tetraborato de Sodio (Bórax).

Los datos ambientales como temperatura y salinidad fueron obtenidos mediante el lanzamiento del equipo CTD, hasta los 100 m de profundidad.

En el laboratorio, cuando se observó una abundante biomasa de organismos zooplanctónicos, se procedió a homogenizar y obtener alícuotas representativas de 50 ml de la muestra total de zooplancton, con la ayuda del separador de Folsom, registrándose el número de ocasiones que fueron fraccionadas para su estimación final.

En el caso que las muestras con escaso zooplancton, se consideró toda la muestra colectada. De las muestras obtenidas se procedió a separar todos los ejemplares de quetognatos presentes, los especímenes fueron almacenados en capsuleros plásticos de 20 ml de capacidad, previamente rotulados con información referente a localidad, fecha, tipo de arrastre, apertura de malla, número de alícuota y finalmente fueron preservados en una solución de formalina neutralizada a una concentración de 4%, para su posterior identificación taxonómica.

Para la identificación de las especies de quetognatos se utilizó bibliografía especializada con claves taxonómicas de Quetognatos Boltovskoy, (1981); Boltovskoy y Jankilevich, (1981); el estudio taxonómico de los quetognatos efectuado por Bonilla (1983); Introducción del Zooplancton Marino, capítulo: Quetognatos de Gasca y Suárez (1996); Ghiardelli. (1997); Sund (1961); Alvariño (1963); Moreno (1973); Bieri, Bonilla y Arcos (1983).

Se emplearon pruebas estadísticas descriptivas longitudinal, la más utilizada en términos de abundancia expresada en número Org/100 m^3, para obtener relaciones entre las especies de Quetognatos reportadas y los factores ambientales tales como temperatura, salinidad y oxígeno disuelto, para ello se aplicó el Coeficiente de correlación (r).

Con los datos obtenidos se aplicaron índices ecológicos en el estudio fueron: diversidad, riqueza y uniformidad.

El índice de diversidad específica se determinó basándose en la fórmula de Diversidad de Shannon- Wiener (1964) detallado en la siguiente fórmula:

$$H: -\Sigma\, pi*Ln\,(pi).$$

Para el efecto se utilizó la prueba estadística inferencial de t Student, de una sola cola, comparando las medias de las abundancias de las especies durante el período en estudio, y estableciéndose un nivel de confianza del 95%.

Para establecer diferencias significativas de las especies de quetognatos, registradas durante el período en estudio, se procedió a separar los valores absolutos y luego representarlo en proporción, con la finalidad de transformar los valores absolutos empleando las tablas de datos de transformación (Zar, 1996).

Posteriormente, se efectuó una serie de comparaciones de las épocas estacionales de los años 1997 y 1998 (Evento El Niño), con las épocas estacionales del período 2002 y 2003, con la finalidad de establecer diferencias significativas estacionales entre las especies reportadas durante el evento El Niño 1997-1998 y el período 2002-2003.

RESULTADOS

Temperatura, Salinidad en la capa superficial en la estación fija La Libertad, durante El Niño 1997-1998.

Durante el año 1997 se registraron los máximos valores de temperatura superficial, en los meses de marzo y noviembre con un valor superior a 27.0ºC. Así también, en los meses de junio, julio y agosto de 1997 se registraron valores de temperatura superficial del mar, superior a 26.0ºC. La menor temperatura superficial del mar durante el año 1997 se registró en enero con un valor de 24.3ºC.

En cuanto a la salinidad, en la capa superficial durante el año 1997, en los meses de marzo y noviembre se registraron valores inferiores a 32.93 UPS de salinidad, coincidentemente cuando se registraron elevadas temperaturas superficiales del mar, superior a 27.0ºC. Durante los meses de abril a septiembre de 1997, se registraron valores similares de salinidad con un ligero rango que fluctuó entre 34.1 a 34.9 UPS, en la capa superficial.

Los valores de temperatura superficial se incrementaron durante el año 1998, determinándose valores de 29.0ºC en los meses de enero, abril y mayo. Los patrones de elevadas temperaturas en la capa superficial del mar, comenzaron a descender a partir de agosto de 1998, registrándose valores de 22.9ºC, posteriormente en septiembre aumentó a 25.8ºC, luego descendió en noviembre a 23.4ºC .

En 1998, se registraron valores de salinidad menores a 33.8 UPS, a excepción de los meses a inicios de agosto y septiembre, representados por valores entre 33.99 y 34.83 UPS de salinidad respectivamente

Oxígeno disuelto en la capa superficial en la estación fija La Libertad, durante El Niño 1997-1998.

Con relación al oxigeno disuelto en el agua del mar se determinó una baja tasa de oxigenación, durante marzo y a inicios de agosto de 1997, registrándose valores de 4.5 y 4.2 ml/l respectivamente, indicando una relativa tasa de oxigenación en la capa superficial.

Los máximos valores de oxígeno disuelto se reportaron en los meses de mayo, a fines de agosto y diciembre de 1997, con un valor superior a 5.5 ml/l de tasa de oxígeno.
En la capa superficial durante 1998, se determinó que las menores tasas de oxigenación inferior a 4.5 ml/l se registraron en los meses de enero y mayo de 1998, la máxima tasa de oxigenación se registró en septiembre de 1998, con un valor de 5.5 ml/l de oxígeno disuelto.

Temperatura, Salinidad en la capa superficial en la estación fija de Manta, durante el evento El Niño 1997-1998.

Durante los meses de enero a febrero de 1997, se registraron valores de temperatura superficial del mar promedio de 25.5ºC, a partir de los meses de marzo a noviembre de 1997, se observaron los máximos valores de temperatura superficial del mar con un rango entre 26.9º a 28.0ºC, en la capa superficial. Luego se observó en diciembre de 1997, una disminución de la temperatura superficial del mar de 24.1ºC .

En los meses de enero a marzo de 1998, se observó un incremento de la temperatura superficial del mar representado con un rango entre 28.7º a 29.3ºC, en la capa superficial. A partir de agosto de 1998, se observó una disminución paulatina de la temperatura del mar, llegándose a registrar 26.1ºC y en octubre de 1998, se determinó un valor de 25.2ºC en la capa superficial del mar.

Con relación a los valores de salinidad durante enero a diciembre de 1997 se registraron menores a 33.8 UPS en la capa superficial, y estas características de salinidad se mantuvieron durante todo el año de 1998.

Oxígeno disuelto superficial en la estación fija de Manta, durante el evento El Niño 1997-1998.

Con relación a los valores de oxígeno disuelto, se registró una alta tasa de oxigenación con valores superiores a 5.1 ml/l durante los meses de enero, agosto y

noviembre de 1997. En el año 1998, se registró una menor tasa de oxigenación con valores de oxígeno disuelto entre 4.5 a 4.8 ml/l en la capa superficial.

Temperatura, Salinidad en la capa superficial en la estación fija La Libertad, durante los años 2002-2003.

Se resalta que durante el año 2002, los máximos valores de temperatura superficial del mar se registraron en marzo y abril con un promedio de 27.5ºC, y la menor temperatura superficial del mar se registró en agosto y septiembre valores de 22.7º y 23ºC respectivamente.

En el 2003, se registró la máxima temperatura superficial del mar, durante los meses de marzo, abril y mayo con un rango entre 26.3º a 27.0ºC, y la menor temperatura superficial del mar se registró en octubre representado por un valor de 22.5ºC .

En cuanto a la salinidad se observó que los valores superior a 33.8 UPS se registraron en los meses de abril, octubre y noviembre de 2002. Estas condiciones de salinidad se presentaron de enero a mayo de 2003 y valores inferiores a 33.8 UPS de salinidad se registraron en octubre y noviembre de 2003, en la capa superficial del mar.

Oxígeno disuelto superficial en la estación fija La Libertad, durante los años 2002-2003.

En cuanto al oxígeno disuelto se determinó que la mayor tasa de oxigenación representado por un valor superior a 5.0 ml/l se registró en febrero de 2002 y en los meses de enero, febrero, abril, mayo y octubre de 2003.

Temperatura, Salinidad en la capa superficial en la estación fija de Manta, durante los años 2002-2003.

La temperatura superficial del mar durante el 2002, presentó sus máximos valores durante los meses de febrero, abril y junio con un rango entre 26.4º a 27.9ºC, a partir de julio de 2002 comenzó la temperatura superficial del mar a disminuir, destacándose septiembre de 2002 una temperatura superficial de 23.4ºC.

Este patrón de máximas temperaturas superficiales se registraron en la época húmeda de 2003, especialmente durante marzo y mayo con un valor promedio de 27.3ºC. En la época seca de 2003 se registraron bajas temperaturas superficiales del mar en septiembre y octubre con valores entre 24.5º y 24.8º C respectivamente.

En cuanto al parámetro salinidad en la capa superficial durante el 2002, se registró en la mayoría de los meses valores inferiores a 33.8 UPS de salinidad, a excepción de junio de 2002 registrándose un valor de 34.2 UPS de salinidad.

Durante los meses monitoreados en el año 2003, se presentaron valores inferiores a 33.8 UPS de salinidad, determinándose rangos de salinidad entre 31.95 a 33.77 UPS.

Oxígeno disuelto superficial en la estación fija de Manta, durante los años 2002-2003.

En cuanto a la tasa de oxigenación en la capa superficial, se determinó que los mayores valores de 5.0 ml/l de oxígeno disuelto se registraron en los meses de febrero y diciembre de 2002 y durante el 2003, la tasa de oxigenación fue menor registrándose rangos entre 4.6 a 4.9 ml/l de oxigeno disuelto.

Distribución anual de las especies de Quetognatos en las estaciones fijas La Libertad y Manta.

Se identificaron un total de 17 especies de quetognatos, de las cuales las especies *Sagitta enflata, S. neglecta, S. minima, S. bipunctata, S. bruuni, S. regularis, S. pacifica, S. bedoti* y *S. robusta* se registraron en la capa superficial y en la columna de agua en las estaciones fijas La Libertad y Manta, durante el evento El Niño 1997-1998 y en los años 2002 a 2003.

Las especies dominantes en La Libertad en la capa superficial y en la columna de agua fueron: *S. neglecta, S. regularis* y *S. enflata* en el año 1997, las especies *S. neglecta*, *S.*

enflata, *S. bedoti* y *S. minima* durante el año 1998 (Tabla 1).

Estrato	1997 Superficial %	1997 Vertical %	1998 Superficial %	1998 Vertical %
Sagitta sp.	24.3	21.1	29.1	25.3
Sagitta enflata	5.3	12.8	8.1	19.5
S. neglecta	38.4	35.2	11.8	19.7
S. minima	1.5	0.5	6.4	0.1
S. bipunctata	2.2	1.5	1.1	3.2
S. bruuni	1.8	2.2	2.0	2.9
S. regularis	16.5	11.3	0.3	0.0
S. pacifica	0.9	2.2	0.1	2.2
S. bedoti	0.4	2.6	8.4	11.6
S. robusta	0.1	0.0	0.4	0.1
S. bierii	0.0	0.2	0.1	2.8
S. peruviana	0.0	0.2	0.1	2.6
S. popovicii	0.0	0.1	14.4	0.3
S. hexaptera	0.0	0.3	0.2	0.0
Krohnitta subtilis	0.0	1.1	0.0	0.3
K. pacifica	0.0	0.2	0.0	0.1
Pterosagitta draco	0.5	2.3	0.2	0.1
Indeterminados	7.8	6.3	17.4	9.2

Tabla 1. Porcentaje anual de las especies de quetognatos en la estación fija La Libertad durante el evento El Niño 1997-1998.

En La Libertad, durante el evento El Niño 1997-1998, se registró en la capa superficial una escasa presencia de las especies *S. bierii, Sagitta hexaptera*, *S. popovicii* y *S. peruviana*, patrón similar se observó en la estación fija de Manta.

En Manta las especies dominantes en 1997 fueron: *S. enflata, S. neglecta, S. pacifica y S. regularis* y durante 1998 fueron: *S. enflata, S. neglecta* y *S. bedoti* en la capa superficial y en la columna de agua (50m), (Tabla 2).

Estrato	1997 Superficial %	1997 Vertical %	1998 Superficial %	1998 Vertical %
Sagitta sp.	26.6	16.2	31.0	27.7
Sagitta enflata	10.6	50.7	14.0	20.2
S. neglecta	18.2	9.5	17.4	7.8
S. minima	2.1	1.3	0.0	7.3
S. bipunctata	2.2	0.0	1.9	0.2
S. bruuni	1.1	0.0	4.8	7.5
S. regularis	10.8	1.9	0.3	0.2
S. pacifica	18.3	2.8	0.8	0.2
S. bedoti	0.1	14.7	13.0	10.4
S. robusta	0.6	0.0	0.5	0.4
S. bierii	0.0	0.0	0.0	1.8
S. peruviana	0.0	0.0	0.0	0.4
Krohnitta subtilis	0.0	0.1	0.0	0.0
K. pacifica	0.0	0.1	0.0	0.0
Pterosagitta draco	0.2	0.5	0.0	0.2
Indeterminados	9.0	2.3	16.4	15.5

Tabla 2. Porcentaje anual de las especies de quetognatos en la estación fija Manta durante el evento El Niño 1997-1998**.**

En La Libertad, las especies que fueron dominantes en el 2002 fueron *S. enflata*, *S. bedoti* y *S. neglecta*; en el 2003 las especies dominantes *S. enflata*, *S. neglecta, S. bedoti* y *S. bruuni* en la capa superficial y en la columna de agua (Tabla 3).

Estrato	2002 Superficial %	2002 Vertical %	2003 Superficial %	2003 Vertical %
Sagitta sp.	40.5	21.7	28.0	25.8
Sagitta enflata	16.4	29.5	3.7	29.3
S. neglecta	4.8	7.4	31.6	7.6
S. minima	0.9	0.1	2.2	1.2
S. bipunctata	2.2	0.1	0.4	0.3
S. bruuni	0.7	1.2	3.9	5.6
S. regularis	0.7	2.2	1.5	1.2
S. pacifica	0.5	2.7	0.8	3.2
S. bedoti	17.6	24.4	9.6	12.9
S. pulchra	0.1	0.0	0.0	0.1
S. robusta	0.0	0.0	0.6	0.1
S. bierii	0.0	0.0	0.1	1.0
S. peruviana	0.6	0.3	0.2	2.1
S. popovicii	0.0	0.0	3.0	0.9
S. hexaptera	0.0	0.7	0.0	0.4
Krohnitta subtilis	0.0	0.2	0.1	0.6
K. pacifica	0.0	2.3	0.1	1.3
Pterosagitta draco	0.0	0.2	0.0	0.3
Indeterminados	15.0	7.1	13.2	5.9

Tabla 3. Porcentaje anual de las especies de quetognatos en la estación fija La Libertad durante los años 2002-2003.

En Manta, las especies que se registraron en orden de abundantes en el 2002 fueron: *S. bedoti, S. enflata* y *S. neglecta*; mientras que el 2003 *S. neglecta*, *S. bedoti* y *S. enflata* en la capa superficial y subsuperficial (Tabla 4).

Estrato	2002 Superficial %	2002 Vertical %	2003 Superficial %	2003 Vertical %
Sagitta sp.	31.7	27.5	32.5	30.8
Sagitta enflata	10.3	16.0	6.0	17.0
S. neglecta	9.0	19.4	31.4	10.5
S. minima	0.5	0.0	2.9	1.3
S. bipunctata	0.1	0.0	1.2	0.5
S. bruuni	0.2	0.0	2.9	3.8
S. regularis	1.8	1.0	1.3	0.4
S. pacifica	0.5	0.7	1.1	3.2
S. bedoti	32.4	24.6	13.1	21.6
S. pulchra	0.0	0.3	0.1	0.0
S. robusta	0.1	0.0	0.8	0.8
S. bierii	0.1	0.0	0.6	1.2
Krohnitta subtilis	0.0	0.0	0.0	0.3
K. pacifica	0.3	0.0	0.4	0.2
Pterosagitta draco	0.1	0.2	0.0	0.0
Indeterminados	12.8	10.5	5.8	8.4

Tabla 4. Porcentaje anual de las especies de quetognatos en la estación fija Manta durante los años 2002-2003.

Durante los años 2002 y 2003, en La Libertad se registró *S. peruviana* y *S. hexaptera* en la capa superficial y subsuperficial, estas especies no se encontraron en la estación fija de Manta.

Abundancia de Quetognatos en la estación fija La Libertad durante el evento El Niño 1997-1998.

Durante 1997, en la capa superficial se registró un total de 6,488 Org/100m^3, destacándose la mayor densidad poblacional durante los meses de junio a julio con valores de 1,138 y 2,382 Org/100m^3 respectivamente. La menor densidad poblacional de quetognatos se registraron durante abril, mayo y noviembre de 1997 representados por valores menores a 29 Org/100m^3.

Los meses de mayor abundancia de quetognatos se registraron durante junio y julio de 1997, se determinó la dominancia de las especies *Sagitta regularis* y *S. neglecta*, en menor abundancia a *S. enflata* en la capa superficial.

En la columna de agua durante 1997, se registró un total de 15,376 Org/100m^3 superior en comparación a la capa superficial, coincidiendo que las mayores concentraciones de individuos se observaron durante los meses de junio a julio con valores de 2,419 y 2,275 Org/100m^3 respectivamente, de igual manera las menores concentraciones se registraron durante los meses de mayo y noviembre con valores entre 13 y 19 Org/100m^3 (Figura 2).

Las especies dominantes durante junio y julio de 1997 en la columna de agua, estuvieron representadas por *S. neglecta, S. enflata, S. regularis* en menor abundancia *S. bruuni* y *Pterosagitta draco* .

En 1998, en la capa superficial se encontró una densidad poblacional total de 3,158 Org/100m^3, registrándose la mayor densidad de quetognatos en los meses de febrero y julio con valores de 629 y 909 Org/100m^3 respectivamente y la menor densidad poblacional se registró en enero y abril, menor a 18 Org. 100m^3.

En la capa superficial durante febrero de 1998, se registró la dominancia de *S. neglecta* y *S. enflata*, en julio de 1998 se registró la dominancia de las especies *S. bedoti* y *S. minima*.

En la capa subsuperficial se registró un total de 4,342 Org/100m^3, densidad poblacional ligeramente superior en comparación a la capa superficial, reportándose las mayores concentraciones de ejemplares durante los meses de marzo y agosto con valores de 813 y 700 Org/100m^3, respectivamente. Mientras que la menor abundancia poblacional se registraron en los meses de enero y junio de 1998 menor a 6 Org/100m^3.

En la capa subsuperficial se registró en marzo de 1998, la dominancia de las especies de *S. enflata* y *S. bipunctata* y durante agosto se determinó la dominancia de *S. neglecta, S. enflata, S. bedoti*.

Abundancia de Quetognatos en la estación fija de Manta durante el evento El Niño 1997-1998.

Durante 1997, en la capa superficial se registró un total de 2,376 Org/100m^3 registrándose los máximos picos de abundancia de quetognatos en febrero y mayo con valores de 776 y 718 Org/100m^3 respectivamente, y valores inferiores a 9 Org/ 100m^3 se registró en diciembre de 1997 (Figura 3).

La mayor abundancia de quetognatos en la capa superficial se determinó en febrero de 1997, se registró la dominancia de *Sagitta pacifica* y *S. enflata*, y en mayo se determinó la dominancia de las especies *S. regularis* y *S. neglecta.*

En 1997, en la columna de agua se registró un total de 6,463 Org/100m^3 de Quetognatos coincidentemente se determinó en febrero la máxima abundancia con 3,724 Org/100m^3, el cual estuvo representado por la dominancia de la especie *Sagitta enflata* y la menor densidad poblacional se registró en octubre con un total de 163 Org/100m^3.

En 1998, en la capa superficial la densidad poblacional de quetognatos fue relativamente baja y se registró un total de 1,094 Org/100m^3, los máximos picos de abundancia se encontraron en agosto con un valor de 571 Org/100m^3 y los menores valores de abundancia en los meses de enero, marzo y mayo de 1998 con valores inferiores a 10 Org/100m^3. Durante agosto de 1998 en la capa superficial se determinó la dominancia de *Sagitta enflata*.

Durante 1998, en la capa subsuperficial se registraron un total de 2,819 Org/100m^3 en marzo, se determinó el máximo valor de densidad poblacional con 1,006 Org/100m^3 representado por la dominancia de *Sagitta minima* y en octubre se encontró la menor abundancia de quetognatos con 19 Org/100m^3 y una ausencia de especimenes de quetognatos en mayo de 1998.

Abundancia de Quetognatos en la estación fija La Libertad durante los años 2002-2003.

En la capa superficial, durante el período 2002, se registró un total de 3,764 Org/100m^3, determinándose valores relativamente bajos de densidad poblacional durante los meses de enero a agosto con rangos que fluctuaron entre 12 y 674 Org/100m^3, destacándose el máximo valor de 1,465 Org. 100m^3 en septiembre y un segundo máximo en noviembre con un total de 803 Org/100m^3.

Estos máximos valores de abundancia registrados en septiembre y noviembre del 2002, se determinaron la dominancia de *Sagitta bedoti*.

En la columna de agua en el 2002, se encontró un total de 6,663 Org/100m^3, determinándose los mayores valores e 1,406 y 1,564 Org/100m^3 de densidad poblacional de quetognatos en entre octubre y noviembre respectivamente, representado por la dominancia de las especies *Sagitta bedoti, S. enflata* y *S. neglecta*. En tanto que la menor abundancia se registró en agosto con 81 Org/ 100m^3.

Durante el 2003, en la capa superficial se registró un total de 42,106 Org/100m^3, estableciéndose una mayor abundancia, en comparación a los años 1997-1998 y 2002 (Figura 2).

La mayor abundancia de quetognatos se registró en marzo de 2003 con 25,018 Org/100m^3 y un segundo pico se registró en mayo, con 9,083 Org/100m^3 y la menor densidad poblacional de quetognatos se observó en octubre con un valor de 150 Org/100m^3.

Cabe destacar que en la capa superficial durante marzo de 2003, se determinó la dominancia de las especies *S. neglecta*, *S. bedoti* y en menor abundancia *Sagitta popovicii*; en mayo de 2003, se registró la dominancia de *S. neglecta* y *S. bruuni.*

En la columna de agua, también se registró el mayor número de ejemplares de quetognatos en mayo de 2003, con 2,663 Org/100m^3 representado por la dominancia

de *S. enflata* y *S. bedoti*, en tanto que la menor densidad poblacional se registró en octubre de 2003, con 71 Org/100m^3.

Abundancia de Quetognatos en la estación fija de Manta durante los años 2002-2003.

De manera general durante el 2002, en la capa superficial se registraron valores de 2,795 y en la columna de agua se registró una densidad de 1,938 Org/100m^3, (Figura 3).

Se determinó en la capa superficial, que la mayor densidad poblacional se registraron en los meses de septiembre y noviembre con 1,085 y 1,130 Org/100m^3 respectivamente, destacándose la dominancia de la especie *Sagitta bedoti* y las bajas densidades poblaciones se registraron de febrero a junio, menores a 50 Org/100m^3.

En la capa subsuperficial se observaron patrones de abundancia diferente, destacándose la mayor concentración de quetognatos en julio, con 800 Org/ 100m^3 y la menor concentración en noviembre con un total de quetognatos inferior a 10 Org/100m^3.

Durante julio del 2002, esta mayor abundancia estuvo conformada por la dominancia de las especies *S. neglecta* y *S. bedoti*.

En la capa superficial durante 2003, se registró un total de Quetognatos de 5,909 Org/100m^3, reportándose la mayor densidad durante marzo con 2,844 Org/100m^3 y la menor en septiembre con 42 Org/100m^3. Durante marzo de 2003 se evidenció la dominancia de las especies *Sagitta neglecta* y menor grado de dominancia a *S. enflata*.

En el 2003, en la capa subsuperficial se determinó una densidad poblacional inferior de 2,842 Org/100m^3, de los cuales la mayor abundancia de quetognatos se encontró en octubre con un valor de 900 Org/100m^3 representado por la dominancia de *S. bedoti* y una ausencia de quetognatos se registró en junio de 2003.

Variabilidad temporal del índice de diversidad de Shannon-Wiener (H) y la uniformidad en la comunidad de Quetognatos durante el evento El Niño 1997-1998 y los años 2002-2003.

La Libertad: El Niño 1997-1998.

En La Libertad, se determinó en la capa superficial una variabilidad en los valores mensuales de diversidad, y se registró en junio de 1997 una alta diversidad representado por un H: 1.61 bits/Ind y una uniformidad de 0.70 bits, estos valores ecológicos coincidieron con una de las mayores densidades poblacionales registrado en junio de 1997 y la menor diversidad se registró en diciembre con H: 0.32 bits/Ind y una baja uniformidad de 0.29 bits, estos valores ecológicos representan una baja diversidad de especies y una heterogeneidad en la población de quetognatos, el cual coincidió con una de las bajas densidades poblacional de quetognatos.

En la columna de agua la mayor diversidad se registró en enero de 1997, con un H: 1.60 bits asociados a un valor de 0.89 de uniformidad que obedece a la presencia de un buen número de especies y cuantitativamente con valores similares. La menor diversidad de quetognatos se registró en los meses de noviembre y diciembre con un H: 0.0 bits. En enero de 1998 continuó una baja diversidad con H: 0.0 bits, el cual coincidió con una escasa abundancia de especímenes de quetognatos.

Los mayores valores de diversidad ecológica se registraron en marzo y octubre de 1998 con un valor de H: 1.63 y 1.55 bits/Ind asociados a una alta uniformidad con valores entre 0.79 y 0.87 bits respectivamente (Figura 4).

Manta: El Niño 1997-1998.

Los máximos valores de la diversidad mensual en la capa superficial, se registraron en octubre y noviembre de 1997 con H: 1.39 y 1.45 bits/Ind respectivamente, y la menor diversidad se encontró en diciembre de 1997, con un H: 0.64 bits/Ind y en enero de 1998 se registró escasa

diversidad de especies de quetognatos el cual coincidió con una baja densidad poblacional de quetognatos y representado por 2 especies de Quetognatos.

En la capa subsuperficial se registró en agosto de 1997 una diversidad ecológica representado con H: 1.40 bits/Ind asociado a una uniformidad de 0.87 bits, mientras que la menor diversidad se registró en octubre representado por un valor de H: 0.0 bits. Así también en mayo de 1998 se reporta una ausencia poblacional de quetognatos.

Coincidentemente en agosto de 1998, se determinó una diversidad superior al registrado en 1997 con un valor de H: 1.69 y una alta uniformidad de 0.81 bits, el cual representa una elevada homogeneidad en la población, representado por un elevado número de especies de quetognatos (Figura 5).

La Libertad: 2002-2003.

Durante 2002, se observó la mayor diversidad en octubre con H: 1.50 bits/Ind y la menor diversidad en junio con una diversidad de H: 0.35 bits/Ind, este último valor representa una baja riqueza de especies debido a una baja densidad de especímenes en la comunidad de quetognatos.

En el 2003 en la capa superficial, se registraron valores similares de diversidad determinándose en marzo un valor de H: 1.56 bits/Ind, el cual coincidió con una elevada densidad poblacional de quetognatos y la menor diversidad se registró en noviembre representado por un H: 0.80 bits/Ind, valores ecológicos que reflejan la variabilidad temporal en la composición de la comunidad de quetognatos (Figura 6).

En enero y febrero de 2003, se registró en la columna de agua la mayor diversidad con valores de H: 1.94 y 1.71 bits/Ind con una uniformidad de 0.73 y 0.82 bits respectivamente. Estos valores representan una elevada riqueza específica y una alta homogeneidad en la población de los quetognatos registrados durante el período en estudio.

La menor diversidad se encontró en noviembre de 2003, con un valor de H. 0.99 bits/Ind asociado a una uniformidad de 0.51bits, que coincidió con una baja densidad poblacional de quetognatos (Figura 6).

Manta: 2002-2003

La diversidad mensual de las especies de quetognatos durante el 2002, en la capa superficial se destaca que la mayor diversidad de especies se registró en noviembre, representada por un H: 1.48 bits/Ind y un valor de uniformidad de 0.71 bits, mientras que la menor diversidad se registró en diciembre con un H: 0.33 bits/Ind y una baja uniformidad de 0.48 bits.

Esta variabilidad mensual se observó en el 2003 determinándose que la mayor diversidad se encontró en marzo con un H: 1.49 bits/Ind y la menor diversidad en octubre con un H: 0.87 bits/Ind estos valores estuvieron asociados a una uniformidad de 0.60 y 0.54 bits respectivamente (Figura 7).

La diversidad en la columna de agua, presentaron valores similares a la capa superficial y se registró en junio de 2002, un alto valor de diversidad H: 1.50 bits/Ind asociada a una elevada equitabilidad de 0.93 bits, mientras que la baja diversidad de especies de quetognatos se registró en noviembre de 2002 con un H: 0.0 bits/Ind.

En el 2003, en la columna de agua la mayor diversidad se registró en mayo con un valor de 1.50 bits/Ind y la menor diversidad se evidenció en junio con un valor de H: 0.0 bits/ind, asociados a valores de uniformidad de 0.68 y 0.0 bits respectivamente, por lo expuesto se observó una variabilidad temporal en los máximos y mínimos valores de diversidad en la población de quetognatos, posiblemente obedece a las condiciones oceanográficas registradas durante el período en estudio (Figura 7).

Coeficiente de correlación (R) de las especies de Quetognatos y parámetros ambientales en la estación fija La Libertad y Manta durante 1997-1998.

La información obtenida en la estación fija La Libertad, de las pruebas estadísticas durante el evento El Niño 97-98 se determinó que existe una débil correlación entre las especies *Pterosagitta draco*, *Sagitta bipunctata*, *Sagitta regularis* y el parámetro salinidad obteniéndose valores de coeficiente de correlación de 0.36, 0.32 y 0.31 respectivamente, (Figura 8).

Se observó una moderada correlación entre la especie *Krohnitta subtilis* y el parámetro oxígeno disuelto, obteniéndose un valor de coeficiente de correlación de 0.45.

En la estación fija de Manta, en la prueba estadística empleando el coeficiente de correlación durante el evento El Niño 1997-1998, se determinó que existe una débil correlación principalmente entre *Sagitta enflata* y la temperatura superficial del mar obteniéndose un valor de coeficiente de correlación de 0.34.

El parámetro salinidad presentó que existe una moderada correlación principalmente entre las especies *Sagitta neglecta, S. bipunctata*, estableciéndose un valor de coeficiente de correlación de 0.42 y 0.40 entre las especies mencionadas y la salinidad respectivamente (Figura 9).

Adicionalmente, se determinó que existe una moderada correlación entre *Sagitta enflata* y el oxígeno disuelto en la capa superficial, determinándose un valor de coeficiente de correlación de 0.44.

Coeficiente de correlación (R) de las especies de Quetognatos y parámetros ambientales en la estación fija La Libertad y Manta durante 2002-2003.

En la Libertad durante el período 2002-2003, se determinó que existe un grado débil de correlación entre las especies *Sagitta neglecta*, *S. bruuni* y el parámetro físico temperatura, determinándose valores de coeficiente de correlación de 0.33 entre las especies citadas y la temperatura superficial del mar (Figura 10).

Adicionalmente con el parámetro oxígeno disuelto se observó el coeficiente de correlación entre la especie *Sagitta pacifica* y los datos de oxígeno disuelto en la capa superficial, determinándose un valor de 0.51.

En Manta durante los años 2002-2003, se determinó que existe una moderada correlación entre las especies *Sagitta bedoti, S. bipunctata, S. neglecta* y la temperatura, obteniéndose valores de coeficiente de correlación de 0.49, 0.45 y 0.42 con las especies citadas y la temperatura superficial del mar respectivamente (Figura 11).

Con el parámetro salinidad se observó una débil correlación con la especie *Sagitta regularis*, obteniéndose un valor de coeficiente de correlación de 0.35.

Adicionalmente con el oxígeno disuelto se determinó una débil correlación entre *Sagitta bipunctata* y los valores de oxígeno disuelto en la capa superficial, representado por el valor de 0.35 de coeficiente de correlación.

Observaciones estacionales de las diferencias significativas en la abundancia de las especies de Quetognatos reportadas durante el evento El Niño 1997-1998 comparando con los años 2002-2003 en las estaciones fijas La Libertad y Manta.

Para establecer diferencias significativas en la abundancia de las especies de Quetognatos que se observaron durante el evento El Niño 1997-1998 y los años 2002-2003, se interpretó la información obtenida comparando las épocas estacionales de cada uno de los años durante el período de estudio.

Época Húmeda: 1997 y 2002

En la estación fija La Libertad, se determinó que la especie *Sagitta bedoti* presentó diferencias significativas estacionales, estableciéndose una mayor media poblacional de la abundancia durante la estación húmeda del año 2002, en comparación con la época húmeda de 1997. En Manta, *S. bedoti* presentó estadísticamente medias poblaciones similares en abundancia, determinándose que no existen diferencias significativas de la especie durante la época estacional húmeda de 1997 y el 2002, (Figura 12).

Época Seca: 1997 y 2002

Durante la época seca de 1997 y 2002 se estableció que existen diferencias significativas en el índice estadístico con las especies *S. bedoti* y *S. pacifica*.

En La Libertad, *Sagitta bedoti* presentó una mayor abundancia poblacional reflejado en la prueba estadística, con una mayor proporción en la media poblacional durante el año 2002, coincidentemente en Manta presentó estadísticamente patrones similares, determinándose una mayor proporción en la media poblacional durante la época seca de 2002, en comparación con la estación seca de 1997 (Figura 13).

La especie *Sagitta pacifica* no presentó diferencias significativas en la media poblacional en La Libertad, sin embargo en Manta se determinó que existen diferencias significativas en la abundancia de esta especie, estableciéndose una mayor proporción en la media poblacional durante la época seca de 1997, que coincidió en los meses de máxima evolución del evento El Niño 1997-1998 (Figura 14).

Época Húmeda: 1997 y 2003

En La Libertad durante esta época estacional húmeda se determinó que *Sagitta bruuni* presentó diferencias significativas de la media poblacional bien marcadas, estableciéndose una mayor proporción de la media poblacional en la época húmeda de 2003, en comparación con la época húmeda de 1997.

En la estación fija de Manta se registraron características diferentes por lo tanto se determinó que no existen diferencias significativas en la abundancia de *Sagitta bruuni* entre las épocas húmedas de 1997 y 2003 (Figura 15).

Época Seca: 1997 y 2003

En la estación fija La Libertad, se determinó estadísticamente que durante la comparación de la época seca de 1997 y 2003 se registraron diferencias significativas en la media poblacional de las especies *Sagitta enflata, S. bruuni*, *S. bedoti* y *Krohnitta pacifica*.

La prueba estadística demostró que *Sagitta enflata* presentó diferencia de la media poblacional, con una mayor abundancia durante la época seca de 2003 en la estación La Libertad, sin embargo en Manta no se registraron estadísticamente diferencias significativas en la abundancia de la especie *S. enflata* (Figura 16).

La especie *S. bruuni* presentó estadísticamente diferencias significativas de la media poblacional y se determinó su mayor abundancia en la época seca de 1997, en comparación a la época seca de 2003, estos valores estadísticos se encontraron en La Libertad, mientras que en Manta no se determinaron diferencias significativas en la media poblacional en la abundancia de *S. bruuni* (Figura 17).

Otra especie que presentó diferencias significativas en la abundancia fue *S. bedoti*, determinándose la mayor media poblacional en la época seca de 2003 en la estación fija La Libertad, sin embargo estos valores estadísticos fueron diferentes en Manta, demostrándose que no se registró diferencias significativas temporal en la media poblacional de *S. bedoti* durante las épocas secas, correspondientes a 1998 y 2003 (Figura 18).

Así también se estableció que *Krohnitta pacifica,* presentó en La Libertad diferencias significativas en la media poblacional, destacándose la mayor abundancia en la época seca de 2003. En Manta esta especie no presentó diferencias significativas en la abundancia, comparando la época seca correspondiente a 1998 y 2003 (Figura 19).

Época Húmeda: 1998 y 2002

Comparando la época húmeda de 1998 y 2002, se determinó que la especie *Sagitta bedoti* presentó diferencias significativas en términos estadísticos determinándose mayor abundancia en la media poblacional en 1998, en la estación fija La Libertad.

En Manta se observó que *Sagitta bedoti* no presentó diferencias significativas, determinándose valores estadísticos

similares en la abundancia de esta especie durante la época húmeda de los años 1998 y 2002 (Figura 20).

Época Seca: 1998 y 2002

En la época seca de 1998 y 2002 se evidenció que *Sagitta regularis* presentó diferencias significativas en la media poblacional en la época seca de 2002 y se registró una ausencia de *S. regularis* durante la época seca de 1998, en La Libertad (Figura 21).

En Manta *S. regularis* no presentó diferencias significativas en la media poblacional de la abundancia obtenida en la época estacional seca durante 1998 y 2002.

Época Húmeda: 1998 y 2003

Durante la época húmeda de 1998 y 2003, se determinó que *Sagitta minima* presentó diferencias significativas, estableciéndose la mayor abundancia de la media poblacional en el año 2003 y una ausencia de *S. minima* en la época húmeda de 2003 observado en La Libertad.

En Manta, *S. minima* presentó valores de media poblacional similares, estableciéndose que no existen diferencias significativas entre la época húmeda de 1998 y 2003 (Figura 22).

La especie que presentó diferencias significativas fue *Sagitta bierii* con valores de abundancia superior durante la época húmeda de 2003, observado en la estación fija Manta (Figura 23).

Época Seca: 1998 y 2003

En la comparación estadística efectuado durante la época seca correspondiente a 1998 y 2003, en las estaciones fijas se determinó que las mayores diferencias se registraron en La Libertad destacándose las especies *Sagitta pacifica*, *S. enflata* y *Krohnitta pacifica* (Figuras 24).

Las especies *S. pacifica S. enflata* y *K. pacifica,* presentaron diferencias significativas durante la época seca correspondiente a 2003, representado estadísticamente por una media poblacional y una abundancia superior al registrado en la época seca de 1998 (Figuras 25).

En Manta, las especies *S. pacifica, S. enflata y K. pacifica*, presentaron características similares en cuanto a la abundancia en la época seca de los años 1998 y 2003, por lo que estadísticamente no existen diferencias significativas para establecer cambios en la población de Quetognatos debido a la época estacional y temporal (Figuras 26).

DISCUSIÓN

El presente estudio se desarrolló durante 2 escenarios distintos, el primero durante el evento El Niño 1997-1998, considerado como uno de los eventos El Niño extraordinario, condiciones atípicas que empezaron a registrarse desde marzo de 1997, declinando en octubre de 1998.

El segundo escenario corresponde a los años 2002 a 2003, durante las condiciones oceanográficas de relativa inestabilidad en aguas ecuatorianas, principalmente observado durante el 2002 y primeros meses del 2003.

De manera general, en La Libertad durante el evento El Niño 1997-1998, se observó una menor densidad poblacional de Quetognatos, en la capa superficial al registrado durante el 2003.

Esto se explicaría que durante los eventos El Niño se observan cambios en la estructura del ambiente y en especial a las comunidades del plancton. Torres (1998), menciona que la densidad del fitoplancton disminuyó en La Libertad durante El Niño 1997-1998; Bonilla (1992), sugiere que la disponibilidad del fitoplancton afecta al zooplancton y niveles tróficos superiores.

Por lo expuesto, las condiciones ambientales influyeron en la distribución temporal y abundancia, de las especies de Quetognatos observados a 10 millas costa afuera, en las estaciones fijas La Libertad y Manta. Por su parte, Ramírez (1999), señala que las comunidades del plancton suelen presentar repuntes de desarrollo anual y

exhiben sus mayores cambios, en abundancia y composición como respuesta a las variaciones ambientales ocurridas en el tiempo.

Uno de los índices ecológicos aplicados a las observaciones mensuales en la población de Quetognatos fue el índice de diversidad, el cual demostró que durante el evento El Niño 1997-1998 en la capa superficial y en la columna de agua (50m), fueron menores a los registrados durante el período 2002-2003, en la estación fija La Libertad. Según, Margalef (1974) resalta que el índice de diversidad es el mejor indicativo del grado de desarrollo de una población dentro de un ecosistema.

Las condiciones océano-atmosféricas concuerdan con los índices globales y costeros. CPPS (1998), señalan que El Niño 1997-98 empezó en febrero-agosto de 1997, la fase máxima se presentó en noviembre de 1997 a febrero de 1998 y su declinación empezó en mayo a septiembre de 1998, considerado uno de los eventos El Niño Oscilación Sur (ENOS) de mayor magnitud que se haya registrado en la región del Pacífico Suroriental.

En cuanto a la distribución temporal de las especies de quetognatos, se estableció una variabilidad en la composición y abundancia de las especies, especialmente en la etapa previa y en la declinación del evento El Niño 1997-1998.

En La Libertad, durante marzo de 1997 se observó en la capa superficial la dominancia de las especies *Sagitta enflata* y *S. pacifica*, en la columna de agua se encontró a *S. enflata* y *S. neglecta*. Naranjo (1997), señala que durante los cruceros oceanográficos efectuados en abril y agosto de 1997, se encontró la presencia de *S. enflata* y *S. pacifica* principalmente en la capa superficial en zonas alejadas de la costa.

Cabe destacar que en La Libertad durante los meses de julio, agosto, octubre de 1997, se observaron elevadas temperaturas en la capa superficial, destacándose la presencia de S. neglecta, asociada a S. *enflata, S. regularis*, *S. bipunctata, K. pacifica* en la capa superficial y en la columna de agua.

Algunos autores señalan que *S. bipunctata, S. regularis* y *K. pacifica* son especies de aguas oceánicas (Bieri 1959); por su parte Cajas (1967), menciona que *S. bipunctata* es considerada de alta mar. Esto sugiere que la asociación de estas especies indicaría la presencia de masas de aguas oceánicas proveniente de la región del Pacífico Ecuatorial.

En La Libertad, la presencia de Aguas Tropicales Subsuperficiales fue relevante en julio, agosto de 1997 y Abril de 1998. En Manta se lo observó en agosto, noviembre de 1997 y durante enero hasta abril de 1998.

Las especies que posiblemente puedan presentar preferencia por las Aguas Tropicales Subsuperficiales y que son consideradas de hábitat de aguas cálidas y oceánicas son: *S. regularis*, *S. bipunctata, Pterosagitta draco*, que se presentaron durante El Niño 1997-1998 en La Libertad y Manta

Algunos autores señalan que existen patrones de distribución de especies de quetognatos, que pertenecen al grupo ecológico de aguas oceánicas. Hossfeld (1996), destaca que *S. regularis, S. hexaptera, S. pulchra y Krohnitta pacifica* pertenecen al grupo de las especies oceánicas presentando una baja abundancia, cerca de la costa de Domo de Costa Rica. Sin embargo, para nuestros ecosistemas podemos considerar a *S. regularis* y *K. pacifica* como especies de aguas cálidas y oceánicas.

En abril de 2002, en la capa superficial se encontraron las especies *S. neglecta* y *S. bedoti*; y en marzo de 2003 se observó una mayor diversidad de especies de quetognatos, en orden de abundancia a *S. neglecta, S. enflata, S. bruuni, S. bedoti S. regularis* y *S. bierii*, información que evidencian cambios temporales en la población de quetognatos, el cual está influenciado por las condiciones ambientales experimentadas en el tiempo.

De las especies citadas anteriormente, se determinó estadísticamente que existen correlaciones positivas destacándose a *Sagitta neglecta* y *S. bruuni* con la temperatura y S. pacifica con el oxígeno

disuelto en La Libertad durante los años 2002 a 2003.

En Manta, se estableció que las especies *S. bedoti, S. bipunctata* y *S. neglecta* presentaron correlaciones positivas con la temperatura, por lo que permite aseverar que algunas especies pueden ser consideradas indicadores de aguas condiciones oceanográficas.

Así, se puede establecer que *S. neglecta* presentó correlaciones positivas con la temperatura, en las estaciones fijas La Libertad y Manta en los años 2002 a 2003, debido a la presencia de un flujo de aguas cálidas en la capa superficial. Pineda-Polo (1979) en su estudio de los Quetognatos, destaca que la especie *S. neglecta* es muy común en la bahía de Panamá.

Por lo tanto se sugiere considerar a *S. neglecta* como una especie típica de aguas cálidas y prefiere las masas de Aguas Tropicales Superficiales provenientes de la bahía de Panamá.

En diferentes áreas geográficas se han determinado fluctuaciones estacionales en la abundancia, diversidad y frecuencia en la población de quetognatos, y en algunas especies estos cambios fueron evidentes en forma estadísticas y estableciéndose diferencias significativas, especialmente en la estación fija La Libertad.

Esta presunción comprobada estadísticamente, sugiere que la estación La Libertad durante condiciones normales y atípicas, es un sitio estratégico para establecer los cambios temporales en la comunidad del plancton.

La prueba estadística t de student demostró que existen especies que presentaron diferencias significativas, en la abundancia y que estuvieron influenciados por los cambios ambientales en el tiempo.

La comparación estadística realizado en la época seca durante los años 1997 y 2003 se determinó diferencia significativa de las especies: *Sagitta enflata*, *S. bruuni, S. bedoti,* y *Krohnitta pacifica*. Así, también en la época seca comparando con los años 1998 y 2003, se establecieron diferencias significativas en la abundancia en: *Sagitta pacifica, S. enflata* y *K. pacifica.*

De las observaciones y la prueba estadística aplicada de t student se determinó que se acepta la Ho, por lo tanto se estableció que la abundancia de las especies de quetognatos, registradas de cada época estacional durante el evento El Niño 1997-1998, comparadas con los años 2002 y 2003 presentaron diferencias significativas. Las especies que presentaron estos cambios y sucesiones estacionales, en términos de abundancia e influenciado por las condiciones oceanográficas comparadas durante El Niño 1997-1998 y los años 2002-2003 fueron: *Sagitta bedoti, S. bruuni, S. enflata, S. regularis*, *S. minima, S. pacifica* y *Krohnitta pacifica,* en La Libertad y las especies *Sagitta bedoti, S. pacifica* y *S. bierii* en Manta.

CONCLUSIONES

Se determinó que existen cambios en la composición poblacional en las especies de quetognatos, influenciados por los cambios estacionales y principalmente por las condiciones ambientales, determinadas mediante índices ecológicos y pruebas estadísticas durante la comparación de El Niño 1997-1998, y los años 2002-2003.

En La Libertad durante El Niño 1997-1998, se observó una menor abundancia poblacional, diversidad, en la capa superficial y en la columna de agua, en comparación al año 2003.

En Manta se determinó valores similares de abundancia poblacional y diversidad durante El Niño 97-98, con relación a los años 2002-2003.

Durante el período en estudio, se sugiere emitir ciertas tipificaciones de algunas especies de quetognatos registradas en La Libertad y Manta, por lo tanto se consideran a *Sagitta neglecta* y *S. enflata* como especies que prefieren las aguas cálidas en especial las Aguas Tropicales Superficiales.

Las especies *Sagitta bipunctata, S. regularis, Pterosagitta draco,* asociadas a *S. pacifica* y

Krohnitta pacifica son típicas de aguas oceánicas y cálidas, por lo tanto se sugiere realizarse un seguimiento de estas especies para establecer su potencialidad como indicadores biológicos de eventos El Niño.

Las especies *Sagitta peruviana, S. bierii* son de ambiente costero que habitan preferentemente en aguas frías, y que tipifican principalmente la Corriente fría de Humboldt.

BIBLIOGRAFÍA

Alvariño, A. 1963. Quetognatos Epiplanctónicos del mar de Cortes. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*. Tomo XXIV. Diciembre de 1963: 97-149.

Alvariño, A. 1965. Chaetognaths. Ann. Rev. Oceanogr. Mar. Biol. 3:115-194.

Bieri, R. 1959. The Distribution of the Planktonic Chaetognatha in the Pacific and their relationship to the water masses. *Limnology and Oceanography*. Vol. 4 (1):1-28.

Bieri, R. D. Bonilla, F. Arcos. 1983. Function of the teeth and vestibular organ in the the Chaetognatha as incicated by scanning electron microscope and other observations. Proc. Bio. Soc. Wash. Vol. 96 (1): 110-114.

Boltovskoy, D.1981. Atlas del Zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Mar del Plata Argentina: 759-
789.

Boltovskoy D. & S. Jankilevich. 1981. Distribución de las especies de Quetognatos en el Atlántico Sudoccidental, en *Atlas del Zooplancton del Atlántico Sudoccidental*: 781-791.

Bonilla, D. 1983(b). Estudio taxonómico de los quetognatos del Golfo de Guayaquil. *Acta Oceanográfica del Pacífico*. INOCAR, Vol. 2 (2): 509-569.

Bonilla, M. 1992. Efectos de El Niño 1982 y 1983 en la distribución de Copépodos del Pacífico Ecuatorial Oriental. Tesis de Magister en Ciencias con mención en oceanografía. Universidad Concepción de Chile, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanografía: 1-93.

Cajas, I. 1967. Estudio de los Quetognatos del plancton del Golfo de Guayaquil. *Tesis Doctoral*. Universidad de Guayaquil, Facultad Ciencias Químicas y Naturales: 1-66.

CPPS, 1998. Crucero Regional Conjunto de investigación de las condiciones oceanográficas en el Pacífico Sudeste. Mayo-1998: 1-19.

Gasca, R. & E. Suárez. 1996. Introducción al zooplancton marino. ECOSUR-CONACYT, México: 1-711

Ghiardelli, E. 1997. Atlas of Marine Zooplankton Strain of Magellan Amphipods, Euphausiids, Mysids, Ostracods and Chaetognaths, Capitulo 7. Springer- Verlag Heidelberg New York: 245- 275.

Hyman, L. H. 1959. *Phylum* Chaetognatha. The Invertebrates, 5, 71pp New York: McGraw-Hill.

Hossfeld, B. 1996. Spatial and temporal distribution and biomass of arrow worms (Chaetognatha) in Golfo de Nicoya and Golfo Dulce, Costa Rica. *Center for Tropical Marine Ecology*, Bremen, Germany:1-27

Margalef, R.1974. Ecología. Editorial Omega S. A.: 359-382.

Michel, H.B. & M. Foyo. 1976. Caribbean zooplankton. Part I - Siphonophora, Heteropoda, Copepoda, Euphausiacea, Chaetognatha and Salpidae. Office of Nav. Res. Dept. of Navy, U.S. Govt. Printing Office, Washington, D.C. 549 p.

Moreno, I. 1973. Clave de identificación de Quetognatos de los mares de la Península Ibérica. *Bol. Inst. Esp. Oceanografía*. 159: 1-29.

Naranjo, C. 1997. Estudio de zooplancton en aguas ecuatorianas. Reporte interno de los cruceros oceanográficos I y II efectuados

en abril y agosto de 1997. Informe Técnico Interno de INOCAR.

Pineda-Polo, F. 1979. Seasonal distribution of the Chaetognaths in the Bahía of Panamá. *Bol. Institute. Oceangraphic*. Universidad del Oriente Vol.1-2:65-88.

Ramirez, A. 1999. Ecología Aplicada: Diseño y Análisis Estadístico. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo. Capitulo 2: Distribución espacio-temporal de las poblaciones: 39-58.

Ruppert, E. y R. Barnes. 1996. Zoología de los invertebrados. McGraw- Hill Interamericana Editores S.A. p. 919.

Shannon, C. y W. Wiener. 1964 The Matematical Theory of Communication. University Illinois Press, Urbana: 117.

Sund, P. 1961. Two new species of Chaetognatha from waters off Perú. *Revista Pacific Science*, Vol. XV, January 1961: 105-116.

Sweatt, A. 1980. Chaetognaths in lower Nagerragansett Bay. *Estuaries.* Vol. 3(2): 106-110.

Torres, G. 1998. Variabilidad anual del fitoplancton en La Libertad y Manta, su inter-relación con eventos El Niño. Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR, Vol. 9(1): 115-128.

Zar, J. 1996. Biostatiscal Analysis. III editions. Prentice Hall, New Jersy. 1996. Capitulo 13. Data Transformation: 277-284.

LISTAS DE FIGURAS

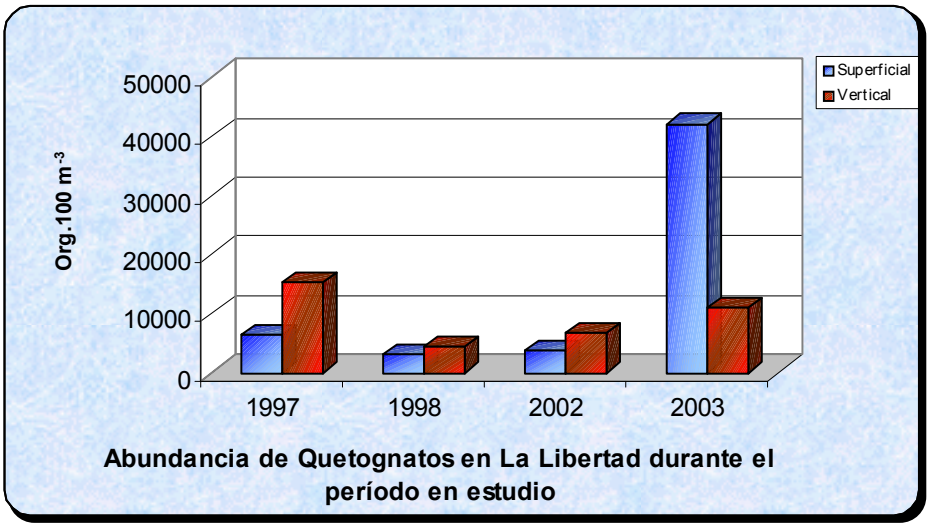


Figura 2. Abundancia temporal de la población de quetognatos en la capa superficial y subsuperficial en la estación fija La Libertad

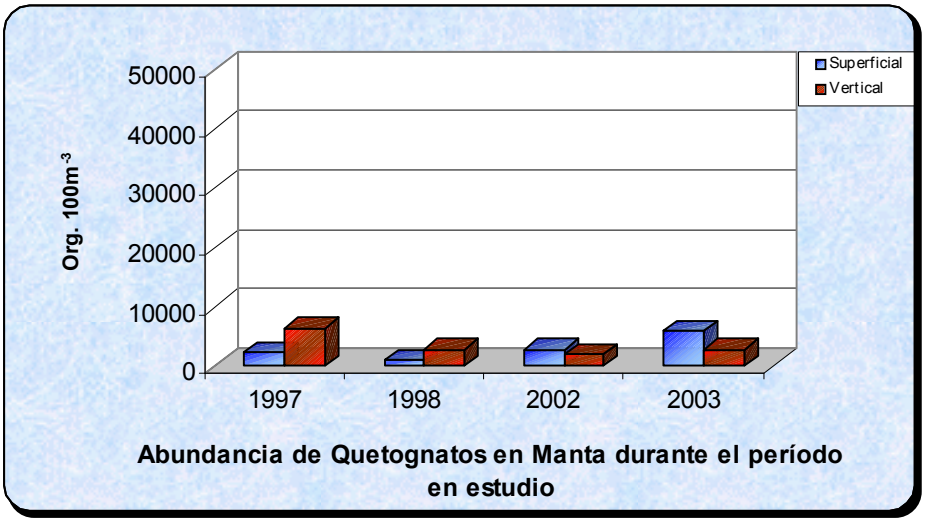


Figura 3. Abundancia temporal de la población de quetognatos en la capa superficial y subsuperficial en la estación fija Manta.

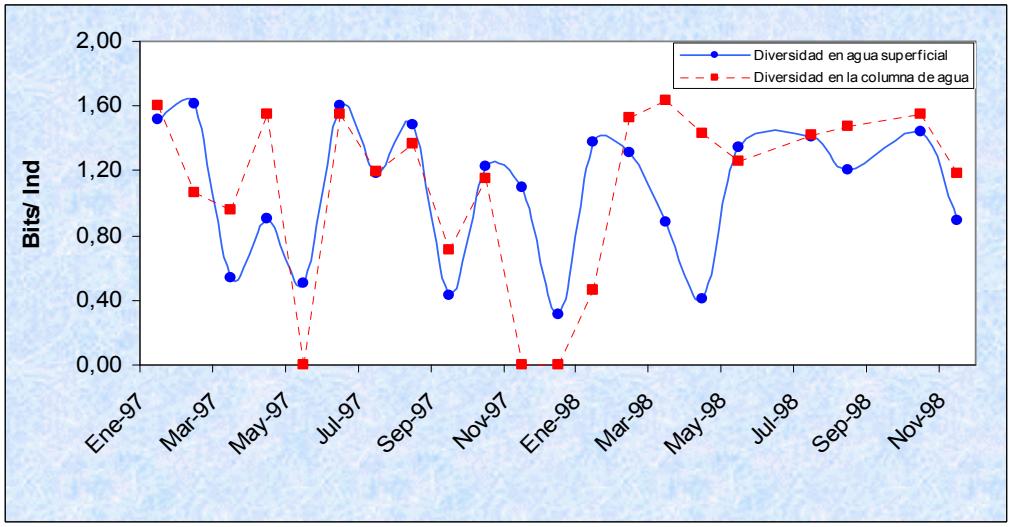


Figura 4. Valores de diversidad mensual empleando el índice de Shannon - Wiener en la estación fija La Libertad durante 1997-1998

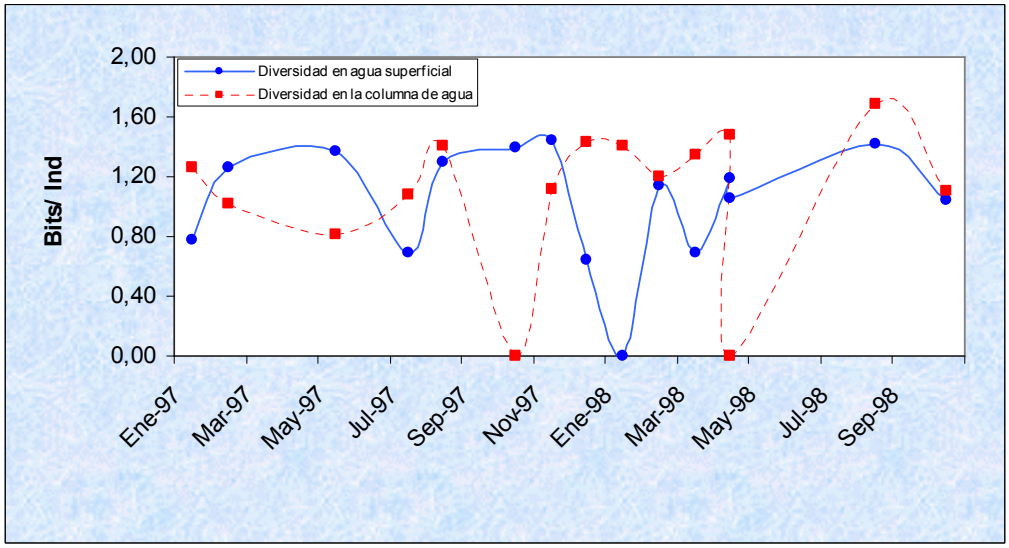


Figura 5. Valores de diversidad mensual empleando el índice de Shannon -Wiener en la estación fija Manta durante 1997-1998

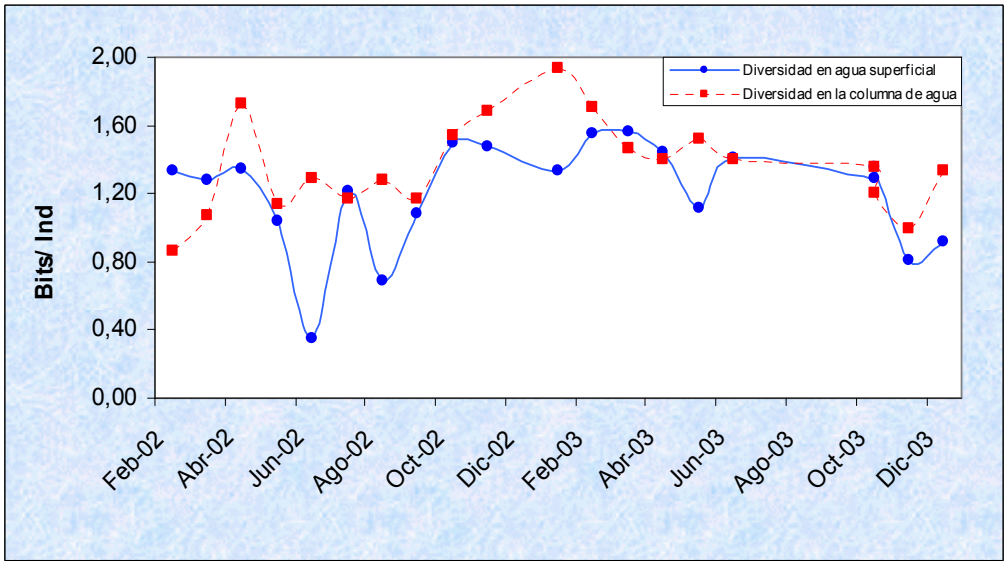


Figura 6. Valores de diversidad mensual empleando el índice de Shannon - Wiener en la estación fija La Libertad durante 2002-2003

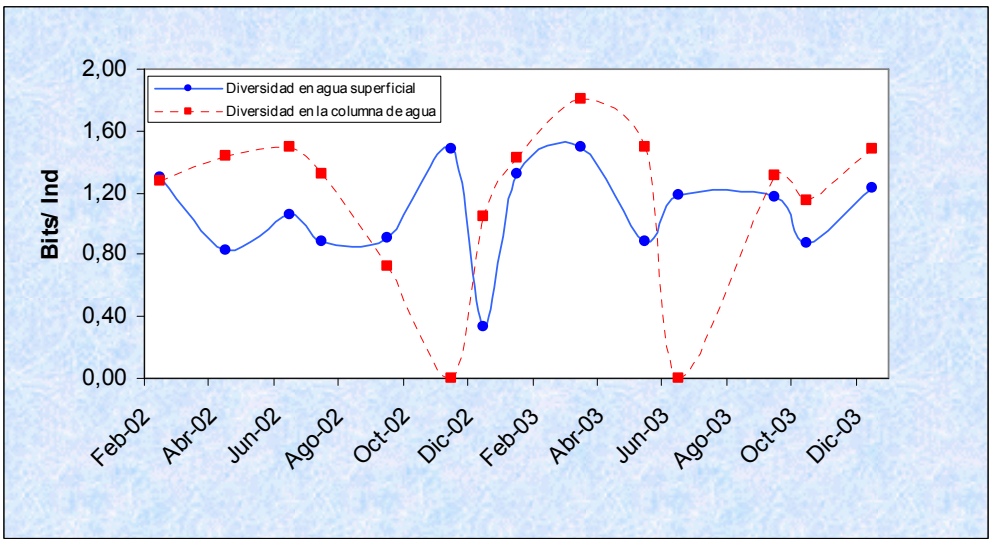


Figura 7. Valores de diversidad mensual empleando el índice de Shannon - Wiener en la estación fija Manta durante 2002-2003

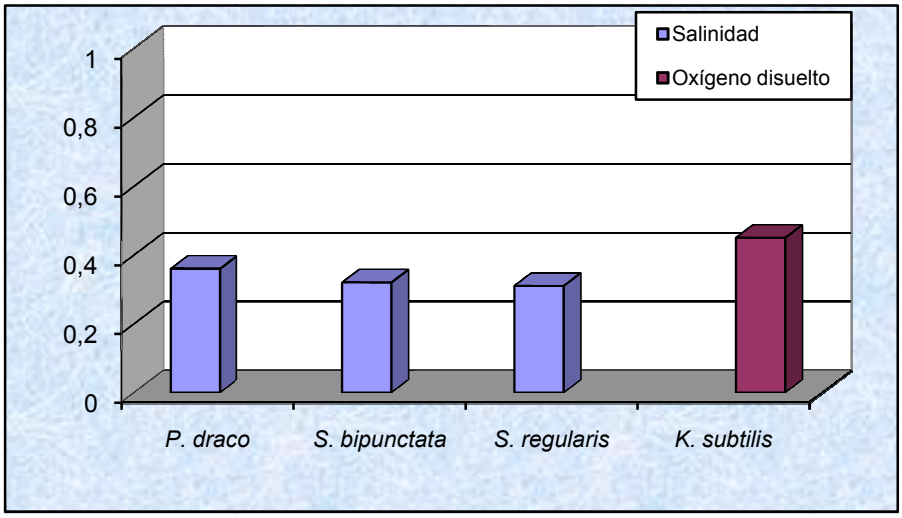


Figura 8. Grado de correlación entre las especies de quetognatos y la salinidad, oxígeno disuelto en la capa superficial en la estación fija La Libertad durante el evento El Niño 1997-1998.

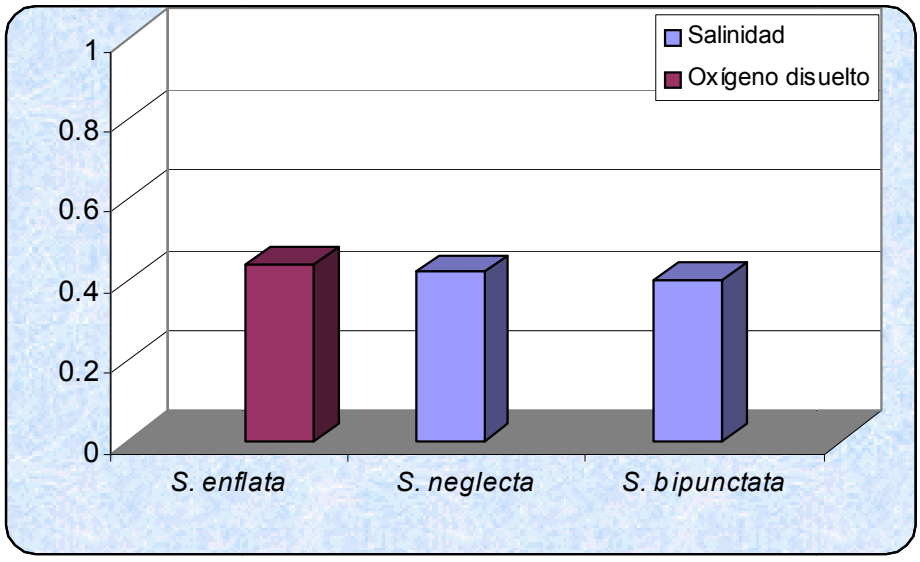


Figura 9. Grado de correlación entre las especies de quetognatos y la salinidad, oxígeno disuelto en la capa superficial en la estación fija Manta durante el evento El Niño 1997-1998

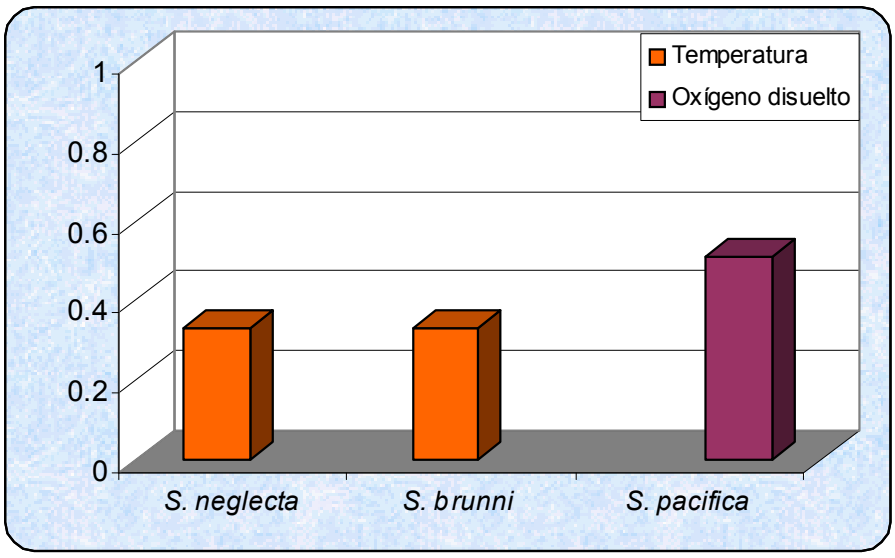


Figura 10. Grado de correlación entre las especies de quetognatos y la temperatura, oxígeno disuelto en la capa superficial en la estación fija La Libertad durante el 2002-2003.

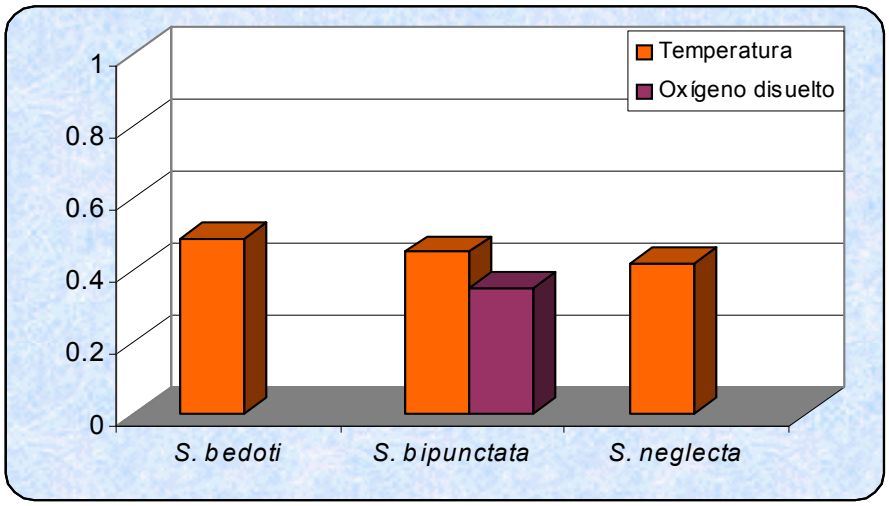


Figura 11. Grado de correlación entre las especies de quetognatos y la salinidad, oxígeno disuelto en la capa superficial en la estación fija Manta durante 2002-2003

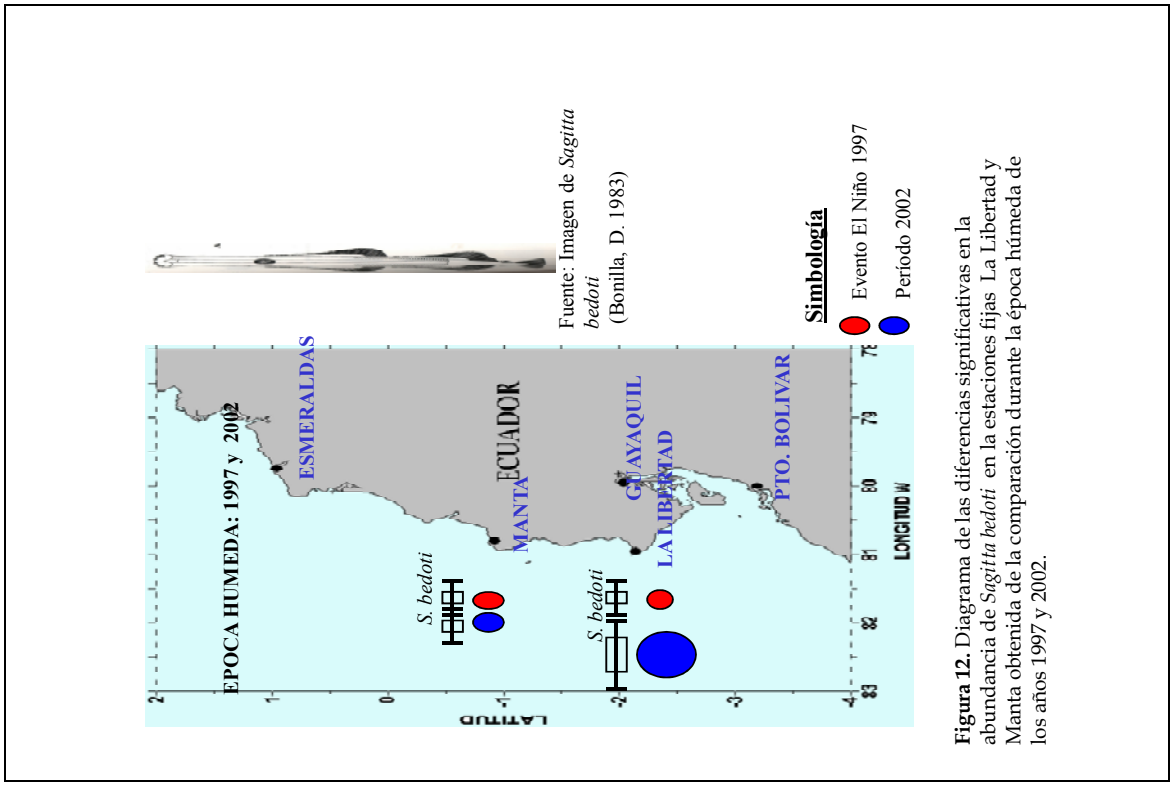


Figura 12. Diagrama de las diferencias significativas en la abundancia de *Sagitta bedoti* en la estaciones fijas La Libertad y Manta obtenida de la comparación durante la época húmeda de los años 1997 y 2002.

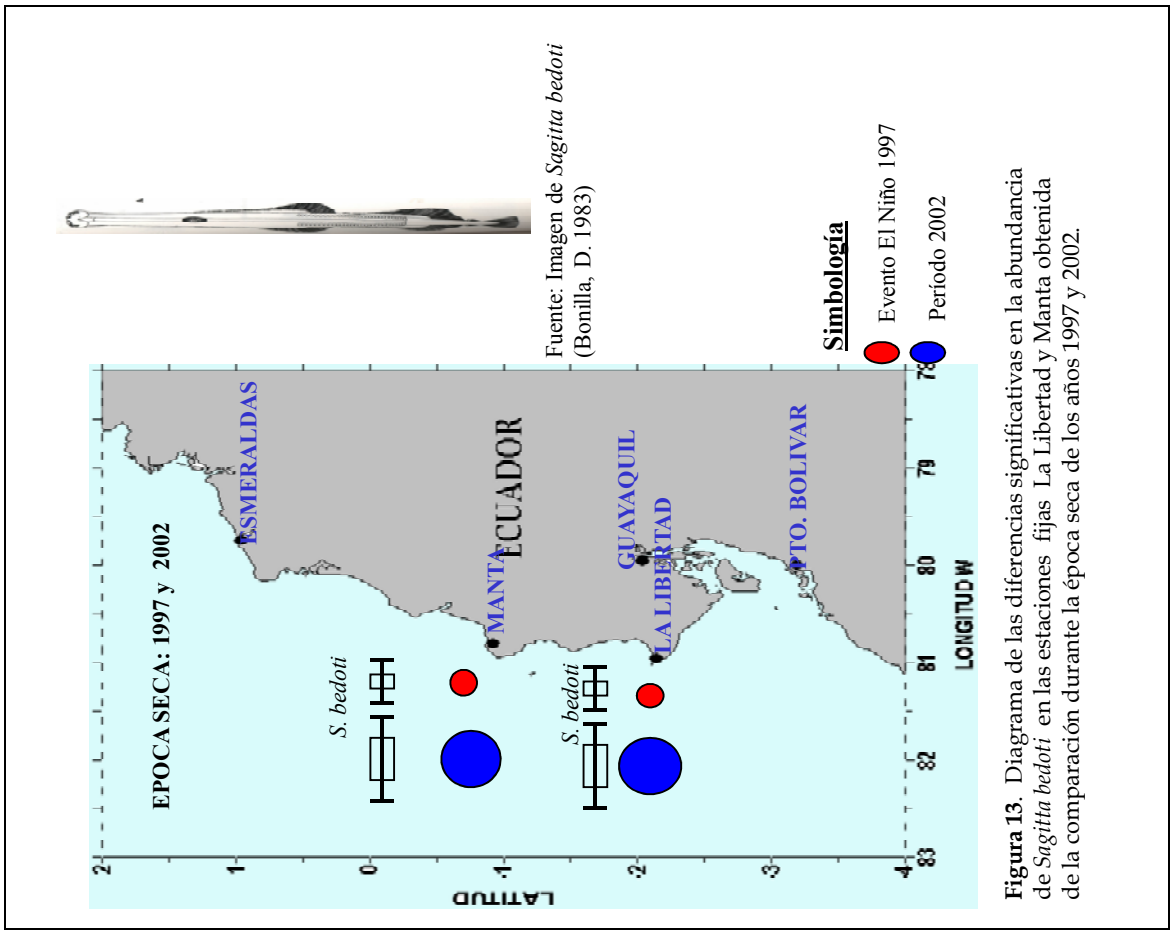


Figura 13. Diagrama de las diferencias significativas en la abundancia de *Sagitta bedoti* en las estaciones fijas La Libertad y Manta obtenida de la comparación durante la época seca de los años 1997 y 2002.

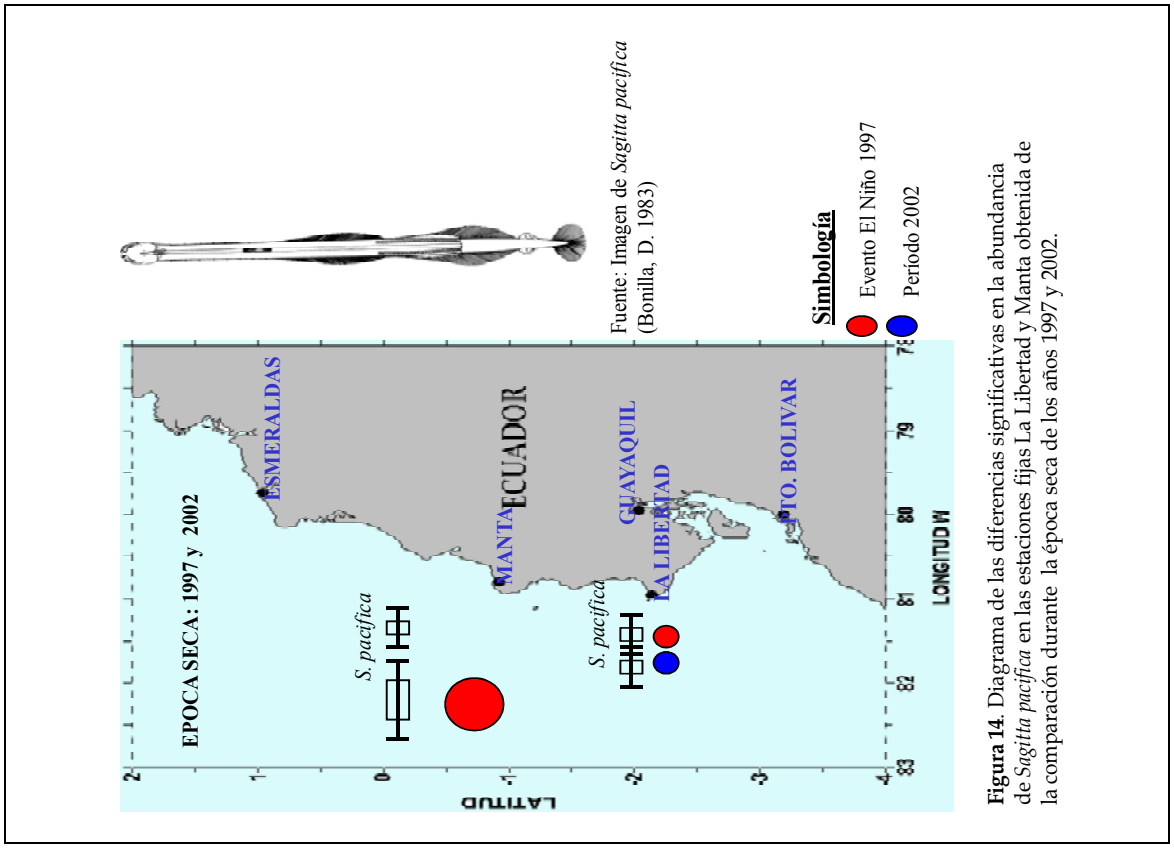


Figura 14. Diagrama de las diferencias significativas en la abundancia de *Sagitta pacifica* en las estaciones fijas La Libertad y Manta obtenida de la comparación durante la época seca de los años 1997 y 2002.

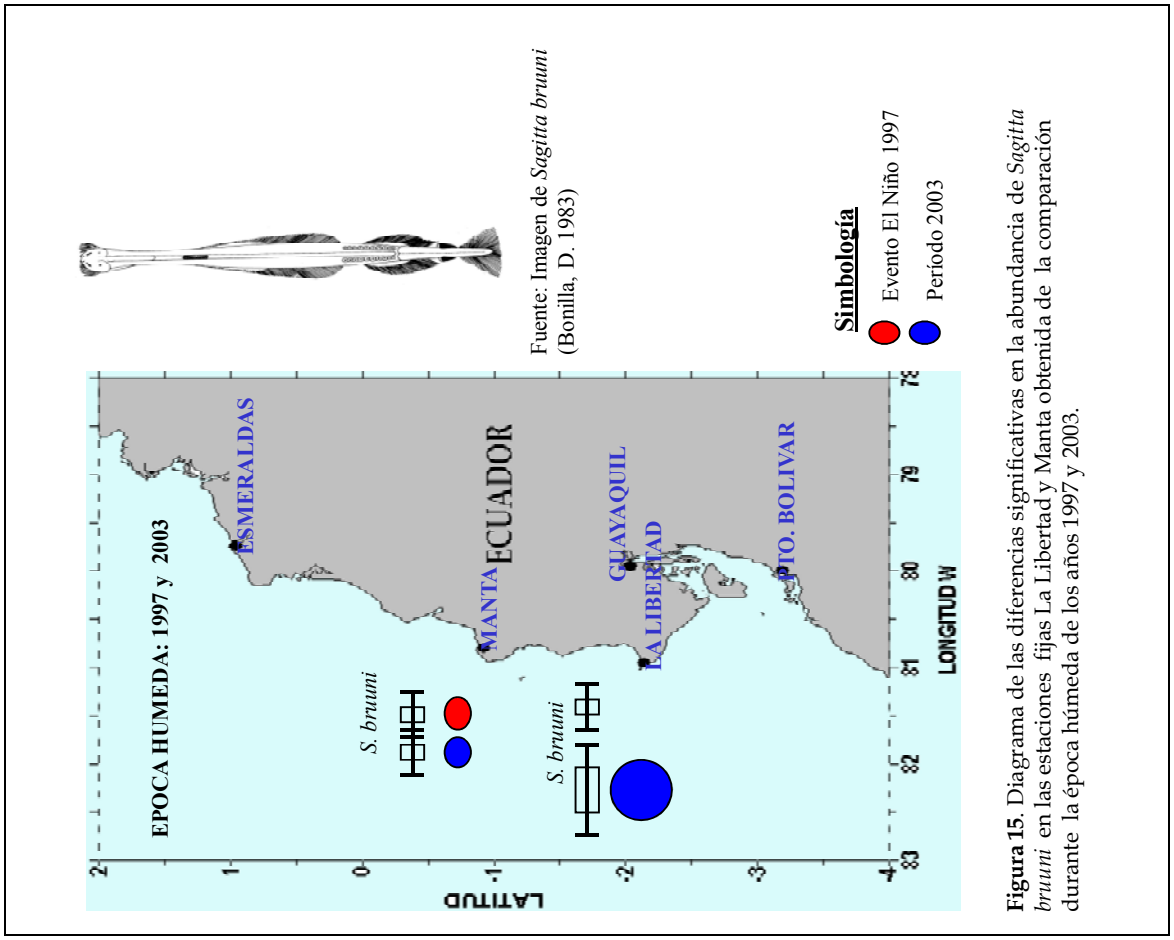


Figura 15. Diagrama de las diferencias significativas en la abundancia de *Sagitta bruuni* en las estaciones fijas La Libertad y Manta obtenida de la comparación durante la época húmeda de los años 1997 y 2003.

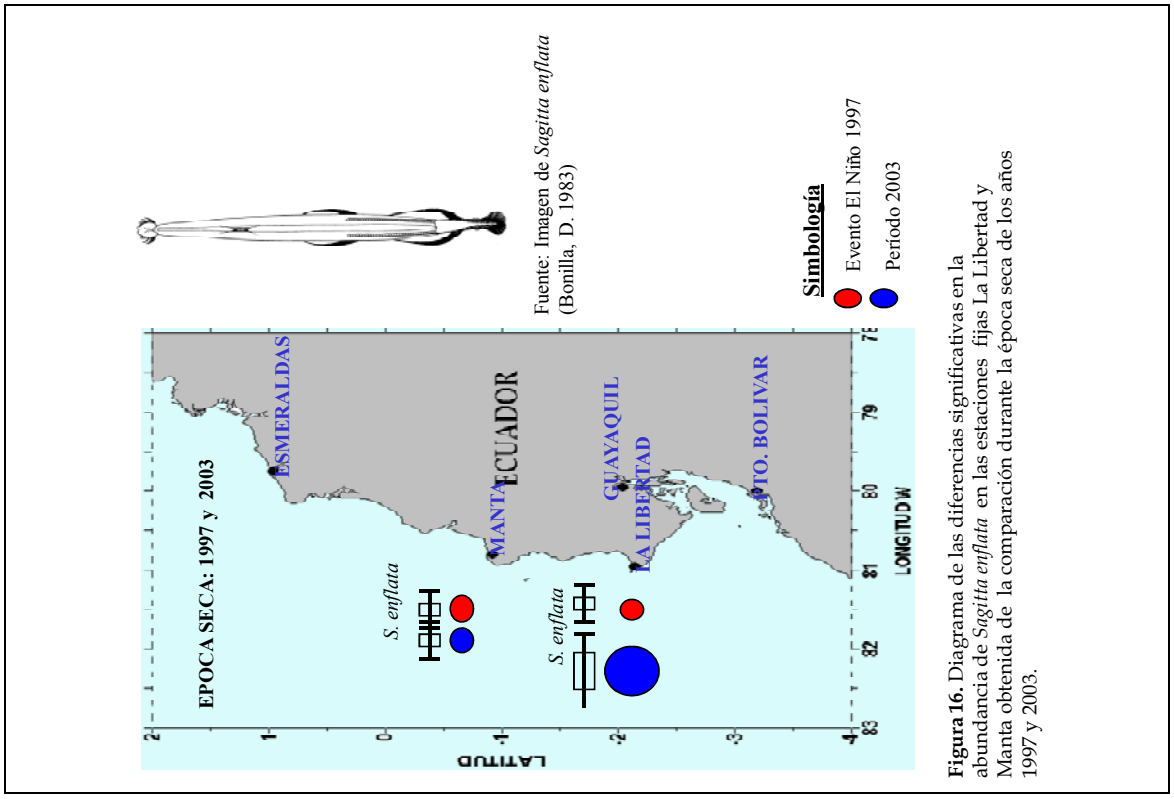


Figura 16. Diagrama de las diferencias significativas en la abundancia de *Sagitta enflata* en las estaciones fijas La Libertad y Manta obtenida de la comparación durante la época seca de los años 1997 y 2003.

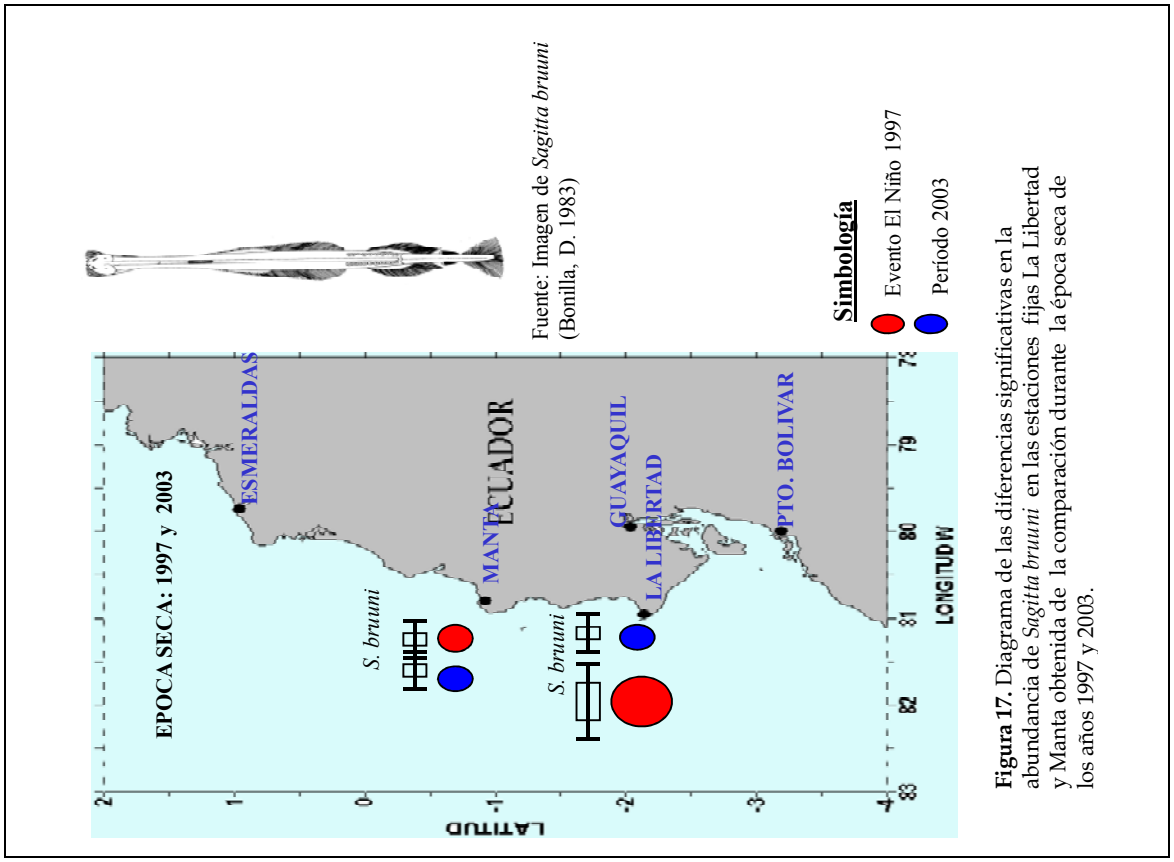


Figura 17. Diagrama de las diferencias significativas en la abundancia de *Sagitta bruuni* en las estaciones fijas La Libertad y Manta obtenida de la comparación durante la época seca de los años 1997 y 2003.

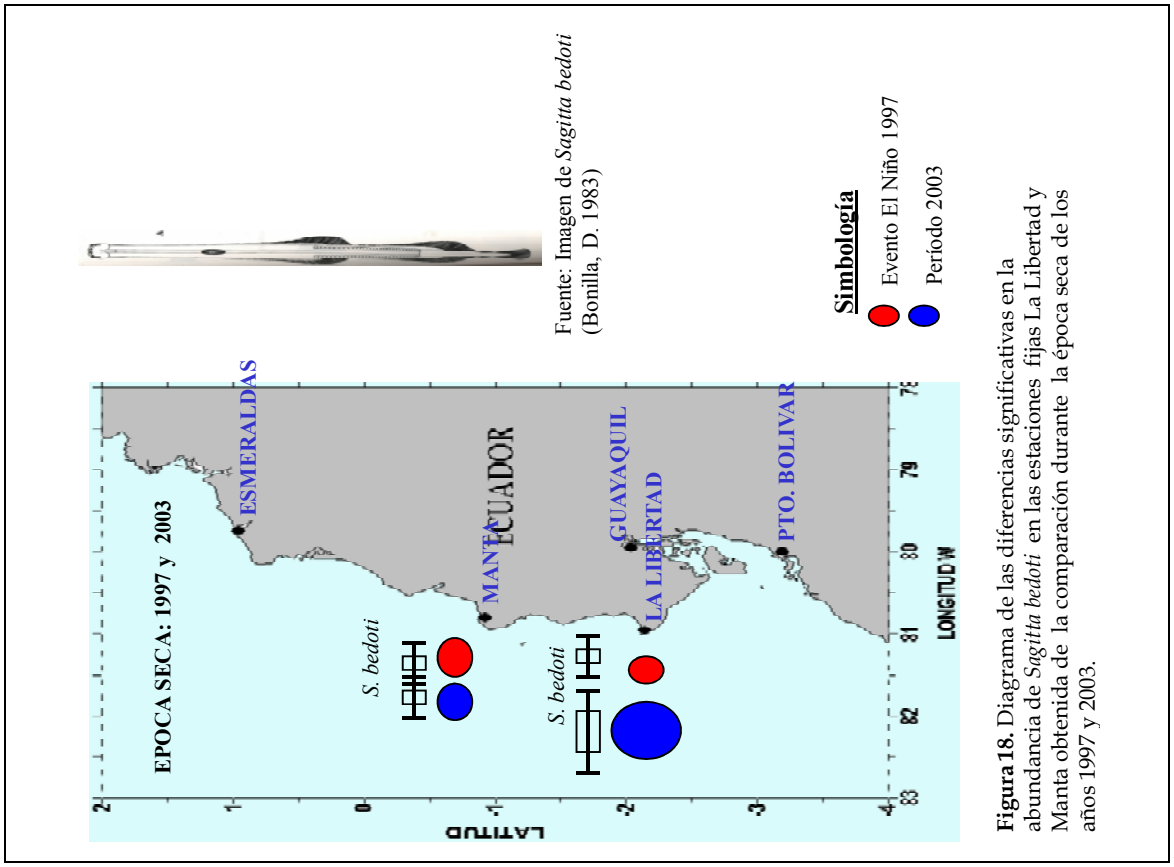


Figura 18. Diagrama de las diferencias significativas en la abundancia de *Sagitta bedoti* en las estaciones fijas La Libertad y Manta obtenida de la comparación durante la época seca de los años 1997 y 2003.

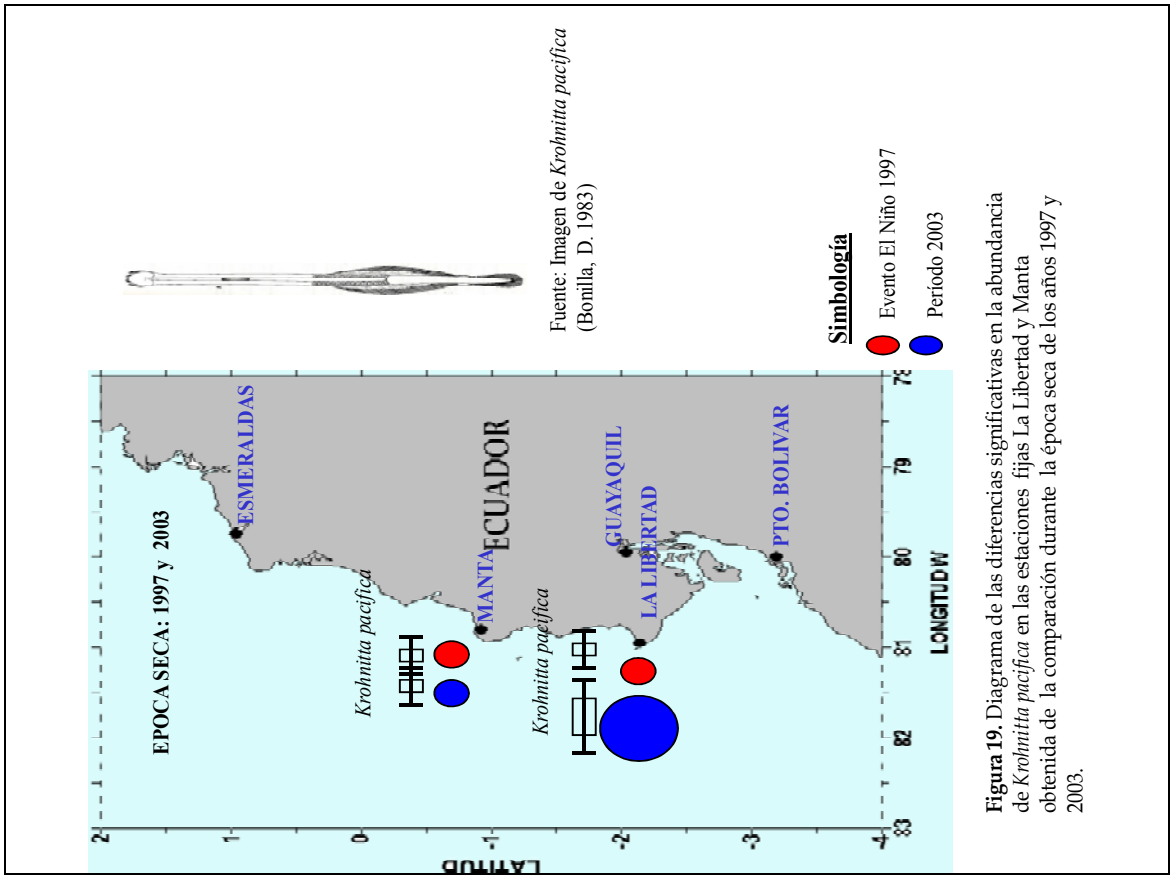


Figura 19. Diagrama de las diferencias significativas en la abundancia de *Krohnitta pacifica* en las estaciones fijas La Libertad y Manta obtenida de la comparación durante la época seca de los años 1997 y 2003.

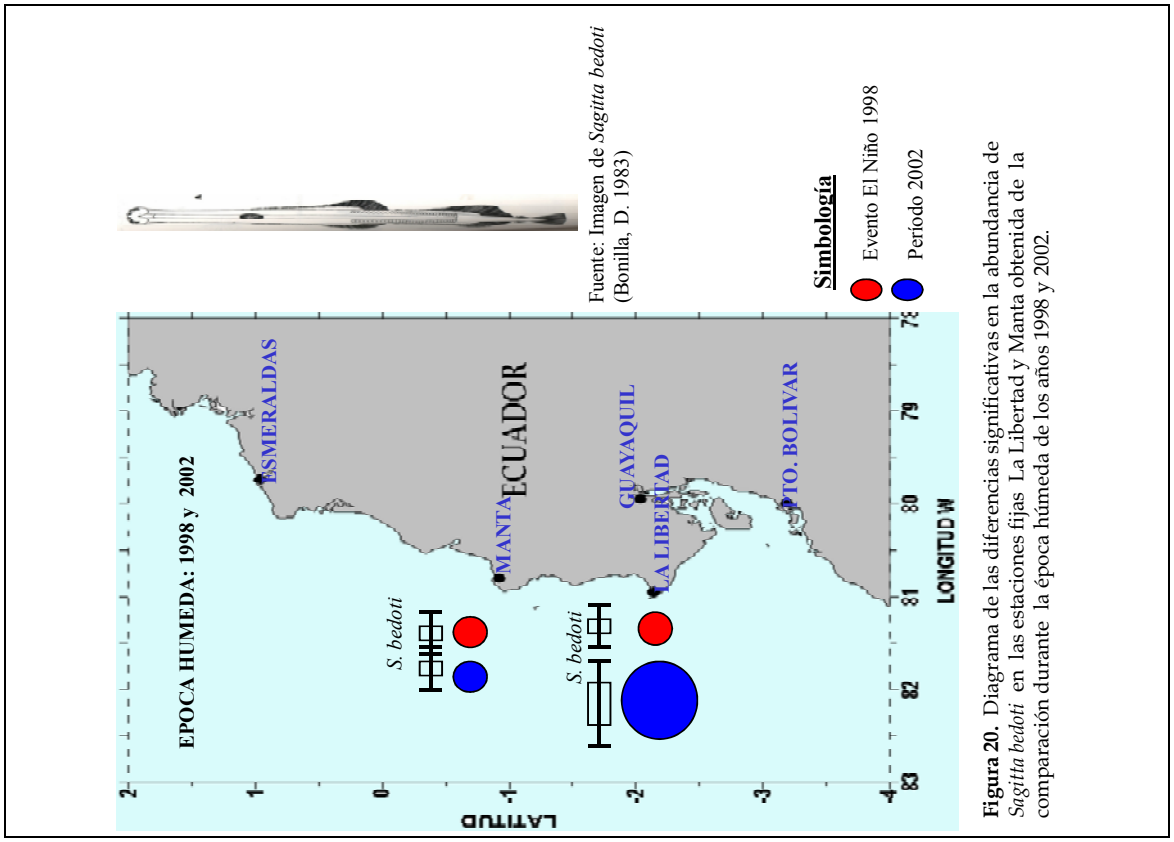


Figura 20. Diagrama de las diferencias significativas en la abundancia de *Sagitta bedoti* en las estaciones fijas La Libertad y Manta obtenida de la comparación durante la época húmeda de los años 1998 y 2002.

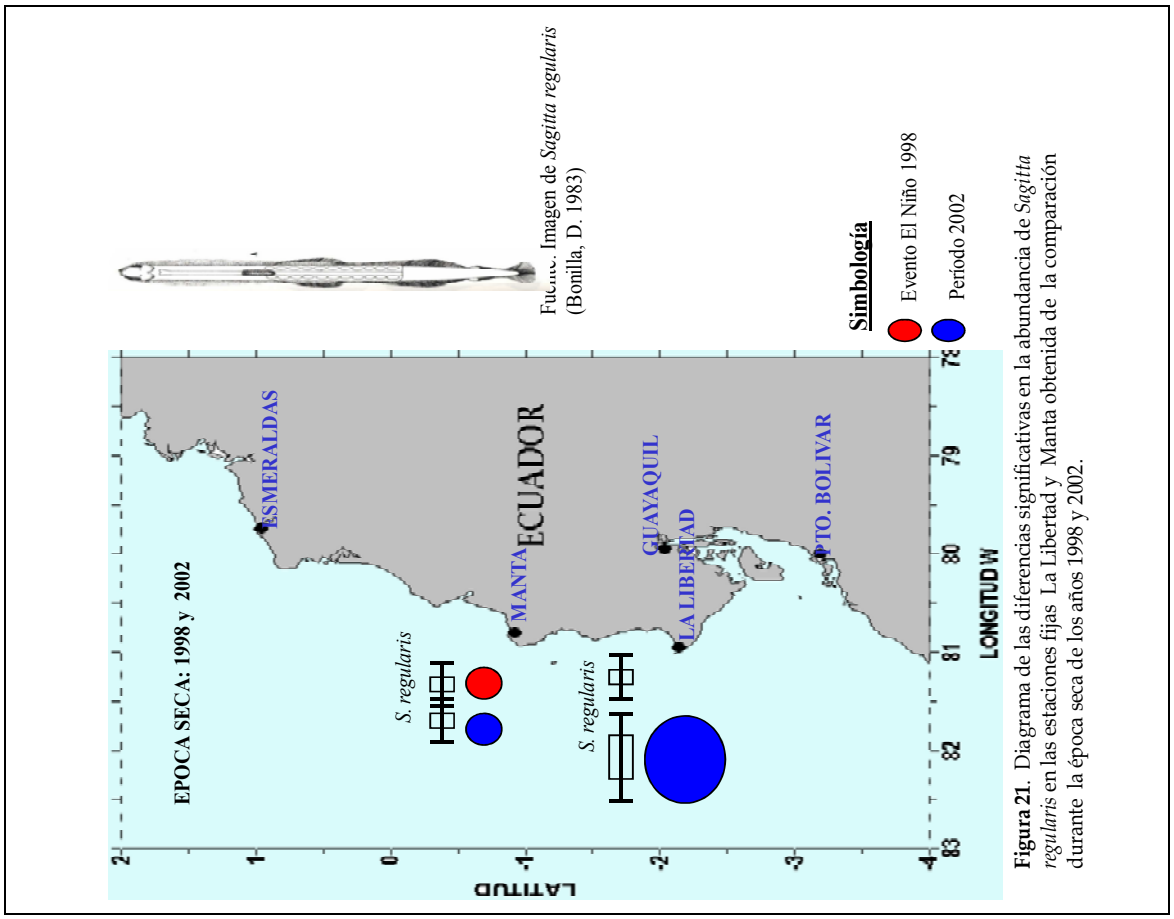


Figura 21. Diagrama de las diferencias significativas en la abundancia de *Sagitta regularis* en las estaciones fijas La Libertad y Manta obtenida de la comparación durante la época seca de los años 1998 y 2002.

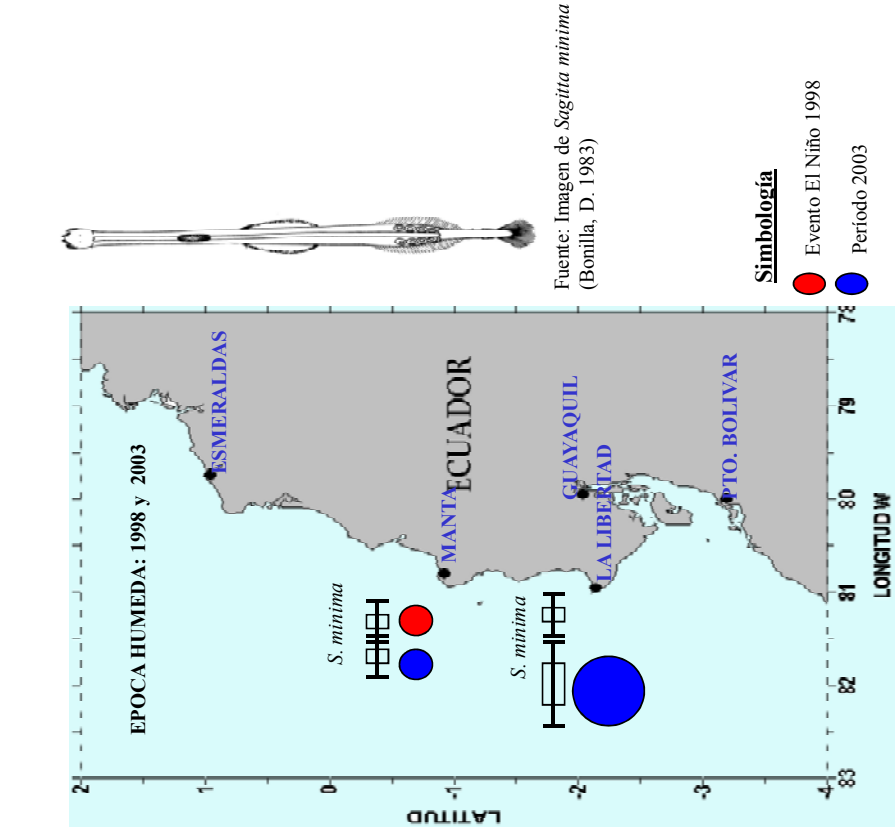


Figura 22. Diagrama de las diferencias significativas en la abundancia de *Sagitta minima* en las estaciones fijas La Libertad y Manta obtenida de la comparación durante la época húmeda de los años 1998 y 2003.

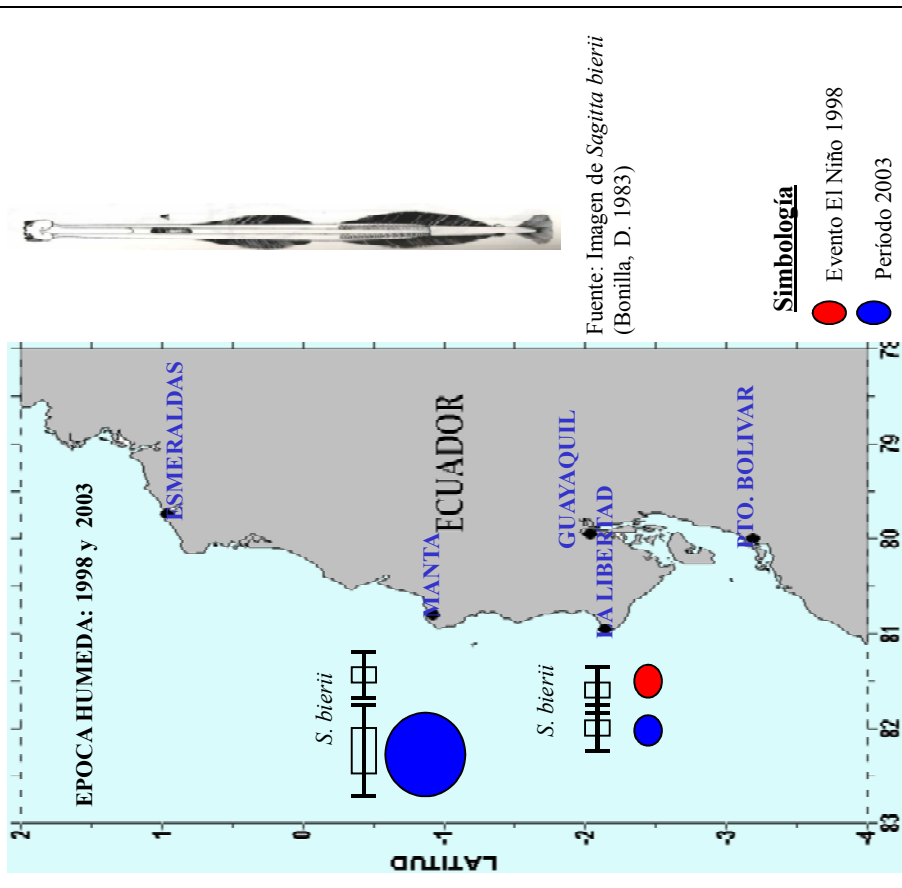


Figura 23. Diagrama de las diferencias significativas en la abundancia de *Sagitta bierii* en las estaciones fijas La Libertad y Manta obtenida de la comparación durante la época húmeda de los años 1998 y 2003.

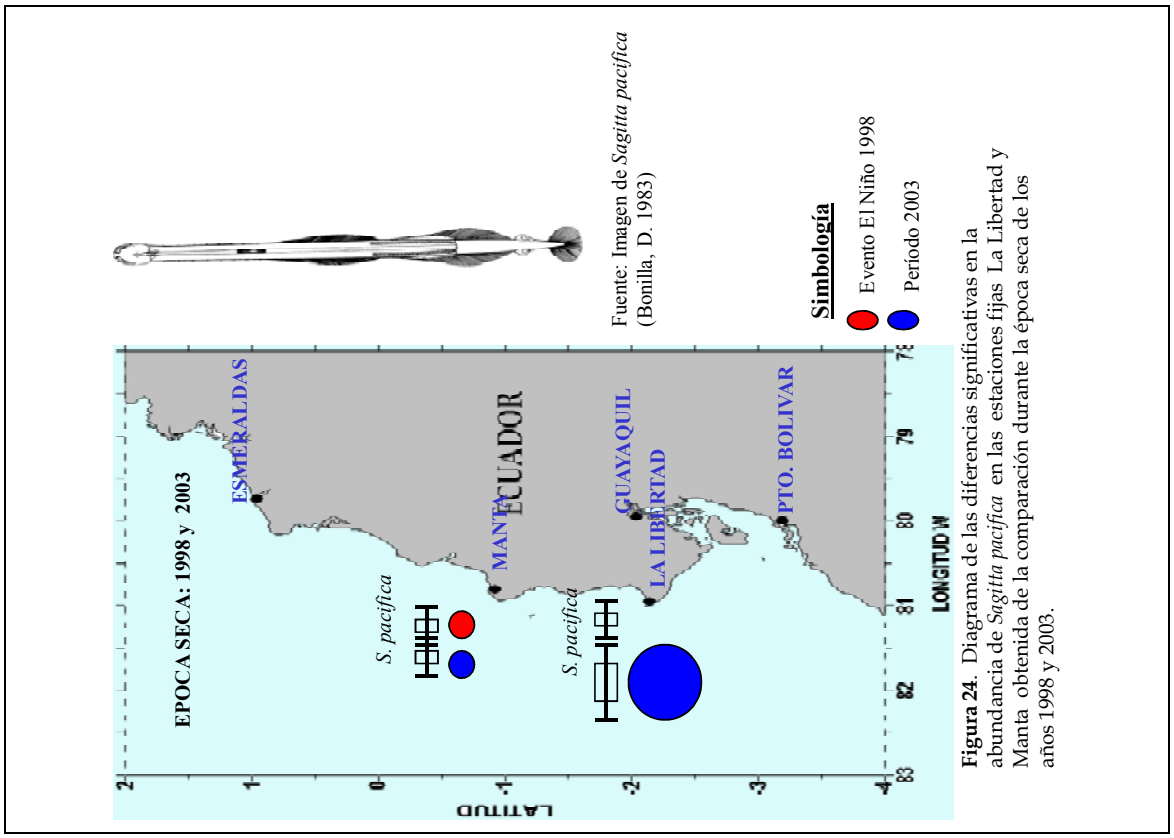


Figura 24. Diagrama de las diferencias significativas en la abundancia de *Sagitta pacifica* en las estaciones fijas La Libertad y Manta obtenida de la comparación durante la época seca de los años 1998 y 2003.

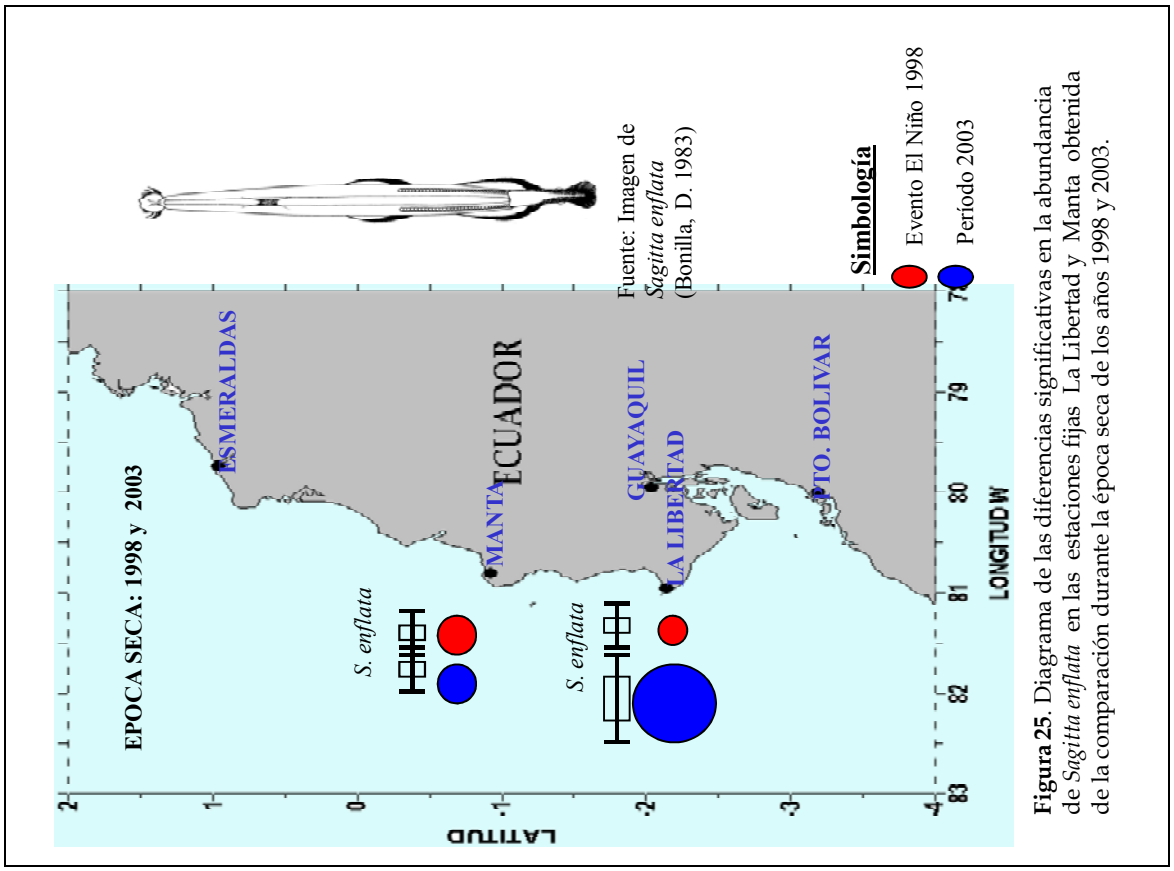


Figura 25. Diagrama de las diferencias significativas en la abundancia de *Sagitta enflata* en las estaciones fijas La Libertad y Manta obtenida de la comparación durante la época seca de los años 1998 y 2003.

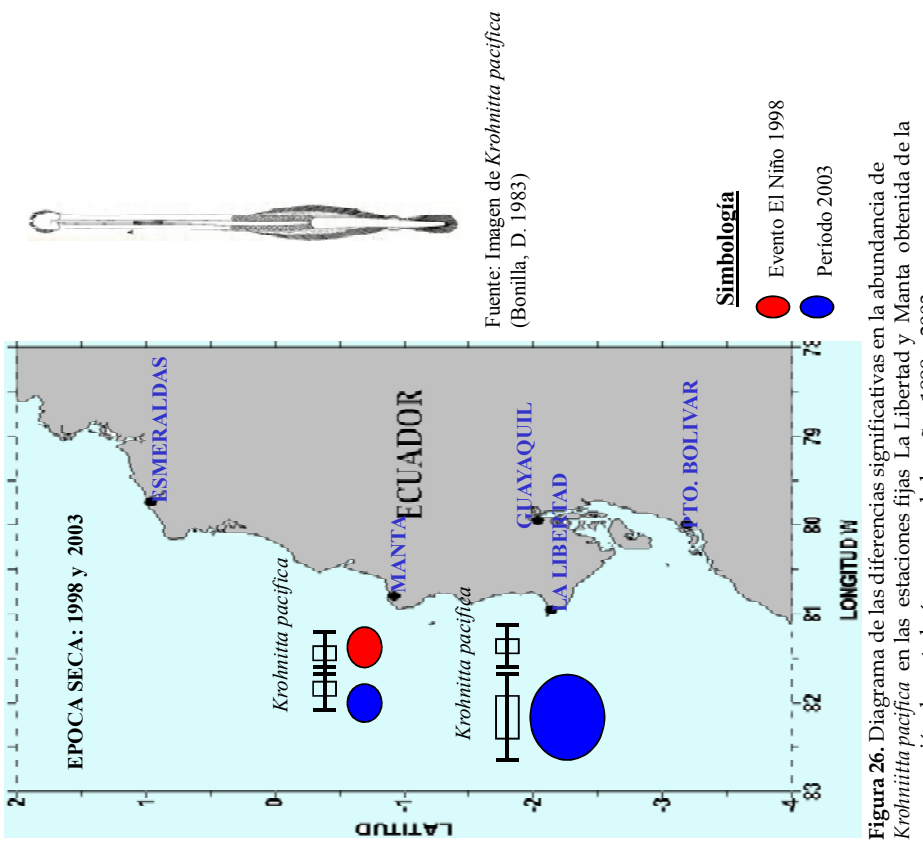


Figura 26. Diagrama de las diferencias significativas en la abundancia de *Krohnitta pacifica* en las estaciones fijas La Libertad y Manta obtenida de la comparación durante la época seca de los años 1998 y 2003.

DISTRIBUCIÓN ESPACIO-TEMPORAL DEL ICTIOPLANCTON Y ZOOPLANCTON MARINO EN LAS ISLAS GALÁPAGOS, ECUADOR (1988 –2001)*

Por:
María Luzuriaga de Cruz [1]

RESUMEN

La distribución del ictioplancton y zooplancton alrededor de las Islas Galápagos, 89°W, 92°30´W y 01°N, 02°S,. fue realizada con datos e información proveniente de cruceros de investigación entre los años 1988 hasta 2001. Áreas de mayor abundancia de zooplancton e ictioplancton han sido identificadas hacia el norte y sur de Isla Isabela y alrededor de la Isla Fernandina, asociados a la Corriente de Cromwell y afloramientos. Foraminíferos planctónicos, larvas de eufásidos y copépodos fueron predominantes en las áreas mencionadas. Activa productividad secundaria relacionada con el frente ecuatorial se observó también hacia el sureste de Isabela, este de San Cristóbal y norte de Isla Santiago, con elevados porcentajes (>50%) de *Globigerina bulloides* (foraminífero planctónico) en áreas de afloramiento y altas densidades de huevos y larvas de peces. La parte sur de Isla Isabela constituye un centro constante de riqueza zoo e ictioplanctónica en épocas normales del mar y durante Eventos "El Niño" (agosto 1997). Las larvas de peces dominantes fueron las larvas de peces linterna *Diogenichthys laternatus, Myctophum nitidulum, Lampanyctus* sp y larvas de peces luminosos *Vinciguerria lucetia*. Huevos y larvas de sardina del sur, macarela y anchoa también han sido encontradas eventualmente hacia el sureste del área y cerca de la Isla San Cristóbal. Los núcleos de productividad secundaria señalados en este trabajo coinciden con los puntos de mayor actividad de la flota atunera en Galápagos, especialmente con los situados al norte, sur y oeste de Isla Isabela.

Palabras claves: Productividad, atùn, abundancia, larvas de peces, foraminíferos planctónicos, Evento El Niño, afloramientos.

ABSTRACT

The distribution of ichthyoplankton and zooplankton around the Galapagos Islands, 89°W, 92°30´W and 01°N, 02°S, was analyzed using information obtained from several oceanographic cruises from 1988 to 2001. Areas of higher abundance of zooplankton and ichtyoplankton have been identified to the north and south of Isabela and around the Fernandina Islands associated with the Cromwell Current and areas of upwelling. Planktonic foraminifera, euphausid larvae, and copepods were predominant in the previously mentioned areas . Areas of active secondary productivity related to the equatorial front were also observed to the south-eastern part of Isabela, to the east of San Cristobal and to the north of Santiago with a mix of Cromwell waters. High percentages (>50%) of Globigerina bulloides (planktonic foraminifera) were related to upwelling areas and high densities of fish eggs and larvae. The southern part of Isabela Island is a place of ichthyoplankton and zooplankton richness during normal conditions and during "El Niño" events (August 1997). Fish larvae of Diogenichthys laternatus, Myctophum nitidulum, Lampanyctus sp and Vinciguerria lucetia were the most predominant species. These biological rich areas are associated with the presence of adult fish, such as tuna, which represents an important resource for Ecuadorians, especially to the western portion of Isabela.

Key words: ***Productivity, fish larvae, planktonic foraminifera, El Niño Event, up-welling, abundance***

[1] Proceso de Investigación de Recursos Bioacuáticos y Ambiente - Instituto Nacional Pesca e-mail: mluzuriaga@inp.gov.ec
* Presentado en las XXIX Jornadas Ecuatorianas de Biologia – Fac. CC.NN. Universidad de Guayaquil – Noviembre 2004

INTRODUCCIÓN

El ictioplancton es el componente clave que enlaza los eslabones primarios, secundarios y terciarios de la cadena trófica en el mar. Por lo tanto, los estudios de huevos, larvas de peces y de los organismos planctónicos con los que interrelacionan, son de extrema importancia en cualquier tipo de evaluación biológica - pesquera.

El Archipiélago de Galápagos importante por sus condiciones naturales únicas, por su ubicación geográfica en el Pacífico Tropical, ha logrado alcanzar la categoría de Patrimonio de la Humanidad y a despertar el interés científico universal, especialmente del área correspondiente a su Reserva Marina.

La riqueza ictiológica que posee esta parte del mar ecuatoriano es favorecida por la confluencia de diferentes masas de agua que se desplazan en diferentes direcciones, así tenemos: la Corriente Sur Ecuatorial formada por el aporte de aguas frías de la Corriente del Perú y aguas cálidas de la Corriente de Panamá; y la Contra Corriente Ecuatorial proveniente del Pacífico Central (Banks, 2002); sistemas de corrientes que bañan todo el Archipiélago produciendo surgencias y mezcla de nutrientes con el consiguiente aumento de la productividad y de la biodiversidad en las capas superiores del océano.

Entre los estudios del ambiente marino que circundan las Islas Galápagos podemos citar la expedición EASTROPAC realizada entre los años 1967 a 1968. Los resultados de esta expedición se han visto reflejados en la publicación del Atlas oceanográfico que dan un amplio conocimiento de la distribución de los parámetros físico-químicos y biológicos en el Pacifico Tropical Oriental durante aquella época (Eastropac 1969, 1974). Centros de mayor productividad primaria se observaron (>40 mg C/m3/día) en los alrededores del Archipiélago a 0° N y 91° W; también cerca de los 7° N y 91° W, y en áreas costeras frente al Golfo de Guayaquil (Ecuador) y Chimbote (Perú) en agosto y septiembre de 1967.

La importancia del ictioplancton en estudios ambientales es destacada cuando Almsthron (1969) observó una distribución complementaria entre 2 especies de larvas de peces pertenecientes a los géneros Diogenichtys y Bathylagus en el Pacífico Tropical lo que demuestra la importancia de las masas de agua sobre la distribución de peces oceánicos (Eastropac 1969). Las relaciones de especies predadoras como quetognatos, hidromedusas, sifonóforos y huevos y larvas de peces en Galápagos han sido tratadas por Alvariño (1986). Diez y seis especies de eufàsidos fueron determinadas durante la Expedición Krill Cr. 3 a bordo del R.V.Alexander Agassiz del Instituto Scripps de Oceanografía en su paso por el Archipiélago de Galápagos durante 1977; la especie *Nyctiphanes simplex* fue la de mayor distribución y abundancia durante esta expedición (Cornejo de González, 1977, 1981). Bonilla (1983), en su estudios de zooplancton en los alrededores de las Islas Galápagos, observó bajas de biomasa zooplanctónica en épocas cálidas y García *et al* (1993) localizaron áreas de abundancia de huevos y larvas de peces al este y oeste de la Isla Isabela; larvas de *Vinciguerria lucetia* (pez luminoso) se encontraron entre las más numerosas de este estudio y también observaron una disminución en la biomasa de zooplancton en marzo de 1983, cuando había influencia del Evento el Niño 1982-83.

Las zonas de afloramiento alrededor de las Galápagos han sido monitoreadas con más frecuencia. Expediciones científicas rusas han estudiado las características de las poblaciones de organismos propios de las regiones de afloramiento (Vinogradov 1977). Houvenaghel (1968, citado en García *et al* 1993), investigó la productividad biológica en los afloramientos producidos en distintos puntos de las Islas y estableció que la mayor abundancia de plancton se registró en altas salinidades y temperaturas, determinando también un ligero aumento de las surgencias al oeste de la Isla Isabela durante la época cálida. Jiménez (1978, 1981), encontró elevada productividad primaria asociada con concentraciones de copépodos al oeste de la Isla Isabela. Cruceros oceanográficos organizados por

instituciones nacionales, Instituto Nacional de Pesca (INP) e Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR), han visitado las Islas Galápagos monitoreando estaciones situadas ya sea al este del Archipiélago, cerca de la Isla San Cristóbal o a lo largo del meridiano 92º W. Entre ellos, Ortega (1995), De la Cuadra *et al* (1996), Luzuriaga de Cruz *et al* (1998) han investigado sobre la abundancia y distribución de especies del zooplancton e ictioplancton al este de las Islas Galápagos durante cruceros realizados en 1994 y 1995. Torres y Tapia (2000), Castañeda (2000) y Naranjo (2000) observaron en septiembre y octubre de 1999 las mayores concentraciones de fitoplancton al oeste y suroeste de la Isla Isabela, y la mayor abundancia de zooplancton, representado por *Sagitta enflata* y *S. pacifica* y por *Nyctiphanes simplex* al sur del Archipiélago, abundancias relacionadas con la Corriente de Humboldt y masas de aguas tropicales y subtropicales presentes en el área durante esa época.

El presente trabajo tiene por objetivo dar a conocer el estado del ecosistema marino de las Islas Galápagos, en base a las poblaciones del zooplancton y huevos y larvas de peces presentes en el área, durante los cruceros oceanográficos llevados a cabo por el B/I TOHALLI perteneciente al Instituto Nacional de Pesca de Ecuador, desde 1998 hasta el 2001. Estos resultados son comparados con resultados publicados de crucero de 1999 mencionado en el anterior párrafo y con cruceros oceanográficos realizados en 1983-1984 (García *et al* 1993).

METODOLOGÍA

El presente documento hace referencia a los resultados obtenidos en cruceros de investigación realizados en diferentes fechas (Tabla 1):

CRUCERO	FECHA	BUQUE
T88-03-01 C.O.	Marzo 23-abril 1988	B/I TOHALLI
T94-12-06 C.O.	9-22 Diciembre 1994	B/I TOHALLI
T95-04-01 P.O.	Abril 24-mayo 1995	B/I TOHALLI
T95-12-05 P.O.	5-18 Diciembre 1995	B/I TOHALLI
CO-I-97 C.O.	17-23 Agosto 1997	BAE ORION
T01-10-14 C.O.	Oct. 23-nov. 9 - 2001	B/I TOHALLI

Tabla 1.- Cruceros oceanográficos donde se tomaron muestras de ictioplancton y zooplancton

Los métodos de muestreo de campo utilizados en los diferentes cruceros fueron los mismos utilizados durante el crucero de octubre - noviembre del 2001. En este último crucero las colectas de zooplancton se hicieron a bordo del B/I TOHALLI, en 42 estaciones oceanográficas (Fig. 1). En cada estación se hicieron arrastres oblicuos de zooplancton con redes Bongo de 60 cm. de diámetro de boca y mallas de 300 y 500 micras, a una profundidad de 200 metros (Smith y Richardson, 1979). También se hicieron arrastres oblicuos con redes bongo de 4 bocas, dos de ellas con diámetro de 20 cm. para redes de 150 y 200 micras, más arrastres superficiales de 200 micras. Las muestras fueron fijadas inmediatamente con formol al 3.5% neutralizado. La localización de las estaciones en los diferentes cruceros, a excepción de octubre del 2001, fue hacia el oeste de Isabela o hacia el este de las Galápagos, cerca de San Cristóbal (Figura 1).

En el laboratorio se procedió a la separación e identificación de organismos zooplanctónicos y huevos y larvas de peces, para lo cual se utilizaron claves y bibliografía utilizada en Luzuriaga *et al* (1998). Los resultados de análisis de zooplancton e ictioplancton obtenidos en abril de 1995 y agosto de 1997 han sido expresados en rango de abundancia o CLASES (Frontier, 1974, Peribonio *et al*, 1981), las equivalencias de CLASE constan en la Tabla 2.

CLASE	NÚMEROS	VALORES CENTRALES
1	1-64	18
2	64-365	165
3	365-1400	735
4	1400-4200	2450
5	4200-11500	7000
6	11500-27000	18000
7	27000-62500	42000
8	62500-135000	92000
9	135000-275000	20000
10	275000-540000	390000
11	540000-1050000	740000

Tabla 2. Rango de abundancia del zooplancton (Frontier 1974)

CONDICIONES AMBIENTALES

Las condiciones oceanográficas del mar circundante a las Islas Galápagos han sido descritas por Banks (2002). Tres principales sistemas de corrientes influyen el clima en las islas y estos son: Corriente sur-ecuatorial que se desplaza hacia el oeste a trasvés del Archipiélago y se debe a la confluencia de aguas tropicales y subtropicales que cambian de intensidad según la época del año. Entre diciembre y junio dominan aguas cálidas de la Corriente de Panamá y de mayo a noviembre, el flujo dominante es la Corriente fría del Perú, que origina zonas de surgencia ecuatorial entre costas de Perú, Ecuador continental y Galápagos. Como consecuencia de las diferencias en temperatura y salinidad entre estas dos masas de agua se forma un frente oceánico que desciende desde el norte de Galápagos durante la época húmeda (diciembre a mayo). Un mayor aporte de nutrientes al ecosistema es debido a la Corriente subsuperficial de Cromwell que fluye oeste- este desde el Pacífico Central y asciende a capas superiores del océano al chocar en el lado occidental de las islas, produciendo afloramientos y aguas superficiales más frías. Según Banks (2002) uno de los más importantes elementos que contribuyen a la elevación de la producción primaria en Galápagos es el Hierro disuelto que llega por la desviación batimétrica que realiza la Corriente de Cromwell en su paso por las Islas hacia el este. Según Stevenson *et al* (1970) la entrada de la Contracorriente Ecuatorial del Sur (Corriente de Cromwell) en el Pacífico Oriental tropical está situada a lo largo del meridiano 95° W entre 5-8° S y según Wyrtki (1965), al este de los 90° W la Contracorriente se bifurca (principalmente entre agosto y diciembre), parte de su agua vuelve al norte y noroeste alrededor del Domo de Costa Rica y el otro hacia el sur y oeste formando parte de la Corriente ecuatorial del Sur. De enero a abril, la Contracorriente es debilitada hasta desaparecer y solo en mayo se la observa de nuevo al este de 140° W siendo su límite meridional alimentado por el agua que recibe desde el sur (Wyrtki 1965).

Durante el Evento El Niño 1997- 1998, se determinó una invasión anómala de aguas subtropicales superficiales provenientes del Pacífico Central; la Subcorriente Ecuatorial (Corriente de Cromwell) estuvo debilitada y profundizada y no se evidenciaron afloramientos (Zambrano *et al* 2000). Según Stevenson *et al* (1970) durante el Proyecto de El Niño (1964-1966) un flujo de agua hacia el este, atribuida a la Contracorriente Ecuatorial del Sur, apareció en dos ocasiones al sur del ecuador, en una de ellas (1965) entre 5-7° S, avanzó hasta 150 millas de la costa donde se dividió en dos ramales, el meridional que siguió al este y el otro ramal giró hacia el norte suministrando agua para la célula de circulación del Golfo de Guayaquil.

Las condiciones ambientales registradas en el Archipiélago de Galápagos durante los cruceros de diciembre de 1994, abril y diciembre de 1995 han sido descritas por De la Cuadra (1999). Según el autor, la temperatura superficial del mar presentó anomalías positivas de 3° C en la región

insular al este de San Cristóbal –Provincia de Galápagos durante diciembre de 1994, mientras que, en abril y diciembre de 1995 se distinguieron anomalías negativas de -2.5 y -0.5 al sudeste y cercanías de San Cristóbal, respectivamente.

Durante el crucero oceanográfico realizado en marzo de 1988 la situación térmica mostró la presencia de un enfriamiento a lo largo de toda la costa ecuatoriana con un descenso de la temperatura superficial de 1°C por debajo de la media. Según Chavarría (1988), durante el crucero de marzo de 1988 hubo ascenso de aguas ecuatoriales subsuperficiales al oeste de la Isla Isabela. La CPPS (1989) denominó período Anti El Niño a la época entre marzo y septiembre de 1988; esto es con respecto a las anomalías positivas registradas en 1987 cuando ocurrió la presencia del Fenómeno El Niño.

Durante el crucero oceanográfico realizado entre octubre y noviembre del 2001, la temperatura superficial del mar en la región Niño 1-2 (CPPS 2001a,b), que incluye las Islas Galápagos, se mantuvo con anomalías de -1.5°C, asociadas a un fortalecimiento de la corriente de Humboldt.

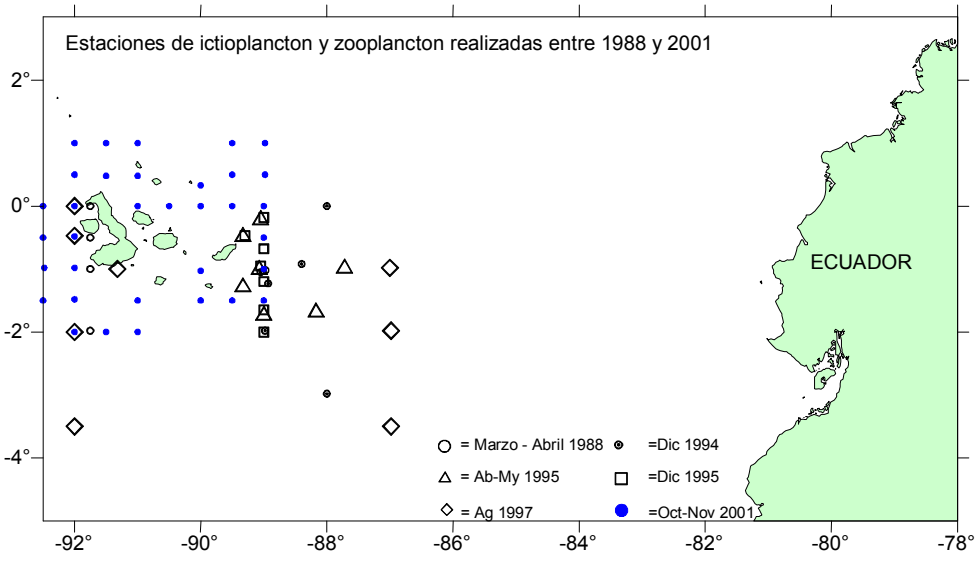


Figura 1.- Localización de las estaciones de zooplancton realizadas en diferentes cruceros oceanográficos alrededor de las Islas Galápagos, Ecuador

RESULTADOS

La irregularidad en la localización de estaciones de muestreo en cada crucero, obligan a distinguir dos áreas para el análisis e interpretación de resultados, estos son: Oeste de las Islas Galápagos - transecto 92° W – (cruceros marzo 1988, agosto 1997 y noviembre 2001) y Este de Galápagos - 87° a 91° W - (cruceros de diciembre 1994, 1995; abril 1995; noviembre 2001).

Marzo de 1988

Durante el crucero oceanográfico de marzo de 1988, se realizaron 5 estaciones al oeste de las Islas Galápagos, meridiano 92° W (Figura. 2). Del análisis de las muestras obtenidas, se encontró un máximo de zooplancton (Clase 9 – Tabla 2), en aguas marinas frente a la costa norte de la Isla Isabela; de igual forma al suroeste de la Isla en los 02°S y 91°45' W en aguas superficiales y frente a la I. Fernandina en aguas subsuperficiales. Estos máximos fueron iguales a los encontrados frente al Golfo de Guayaquil en la misma época (Luzuriaga *et al* 1991). Copépodos y eufásidos fueron dominantes en estos centros de abundancia. La máxima abundancia de eufásidos se encontró al suroeste de la Isla Isabela en aguas superficiales. Los huevos y larvas de peces

fueron escasos < de 400 larvas.10m^{-2}. Huevos de peces se encontraron distribuidos en mayor cantidad al norte y al sur de la Isla Isabela y las larvas de peces hacia el norte de la Isla. No se encontraron huevos ni larvas de interés comercial: *Opisthonema* sp, *Sardinops sagax, Etrumeus teres, Scomber japonicus*. Entre las especies mas numerosas se identificaron larvas de peces linterna, (MYCTOPHIDAE) y peces luminosos (*Vinciguerria lucetia*), < 25 larvas.10m^{-2} (Figura. 2).

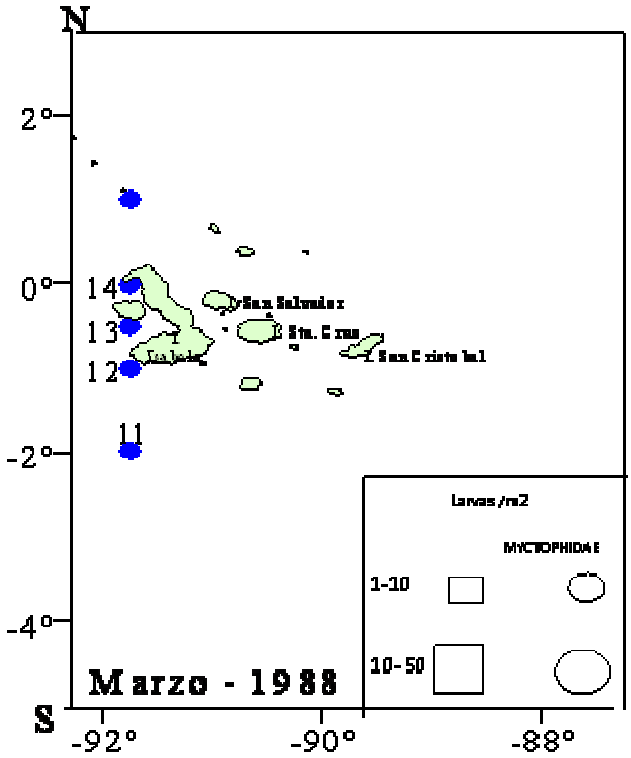


Figura 2. Localización de los puntos de mayor abundancia de larvas de *V. lucetia* y de larvas de *MYCTOPHIDAE*

Del trabajo de Chavarría (1988), existe la evidencia que en este mes, las aguas subtropicales subsuperficiales (ASS) avanzaron al oeste de la Isla Isabela, manifestándose también el ascenso de las aguas ecuatoriales subsuperficiales (AES) y la Corriente de Cromwell a la altura de la Isla Fernandina (Chavarria, 1988) con la consiguiente proliferación de fitoplancton y aumento de la cantidad de clorofila. *Globigerina bulloides* (foraminífero planctónico) se distribuyó frente a Fernandina hacia el norte, entre un 15% a > 30% del total de la población de foraminíferos planctónicos en aguas profundas, y más del 50% al norte de la Isla Isabela en aguas superficiales, tipificando el área de surgencia y mayor productividad durante el mes de marzo de 1988. El peso seco del plancton refleja esta riqueza durante esta época (Figura 3)

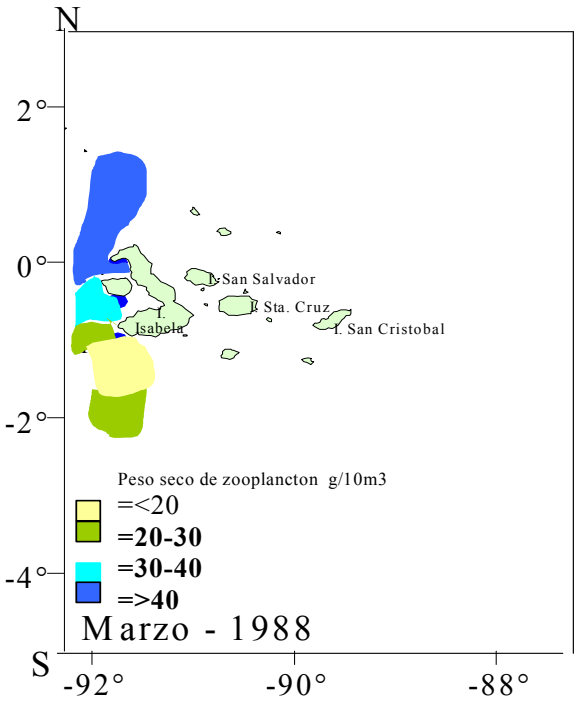


Figura. 3. Distribución de peso seco de plancton durante el mes de marzo de 1988

Diciembre de 1994

Durante este crucero, se realizaron muestreos al este del Archipiélago de Galápagos La mayor cantidad de larvas de peces (>700 larvas.10m^{-2}) se encontró en 00°52'S y 88° 28'W (Figura 4) y la mayor cantidad de huevos de peces, >5000 huevos.10m^{-2} se ubicó en 02°S y 89°W (Fig. 5). Según Ortega (1995), entre los huevos de peces que se identificaron en este último punto están los huevos de carángidos (CARANGIDAE), atunes (SCOMBRIDAE) y peces linterna (MYCTOPHIDAE).

Las larvas de peces mas numerosas y frecuentes en toda el área de estudio (Figura 6) fueron las pertenecientes a *Vinciguerria* sp y *V. lucetia*, también las larvas de *Diogenichthys laternatus, Benthosema panamense, Benthosema* sp, *Hygophum* sp, *Diaphus* sp, entre otros myctófidos (Ortega, 1995).

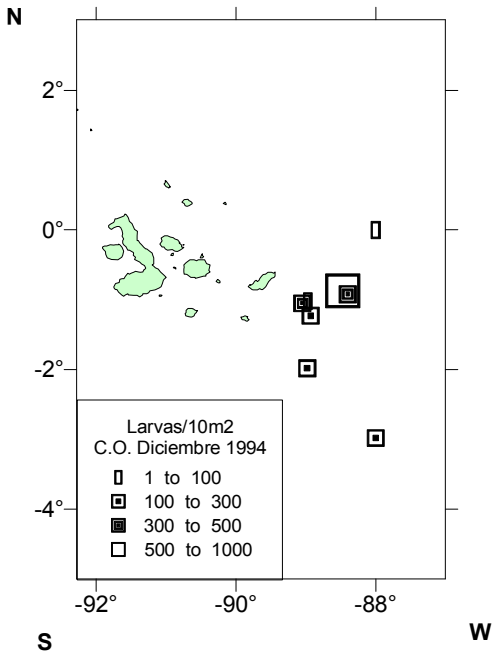


Figura 4. Larvas de peces -diciembre de 1994

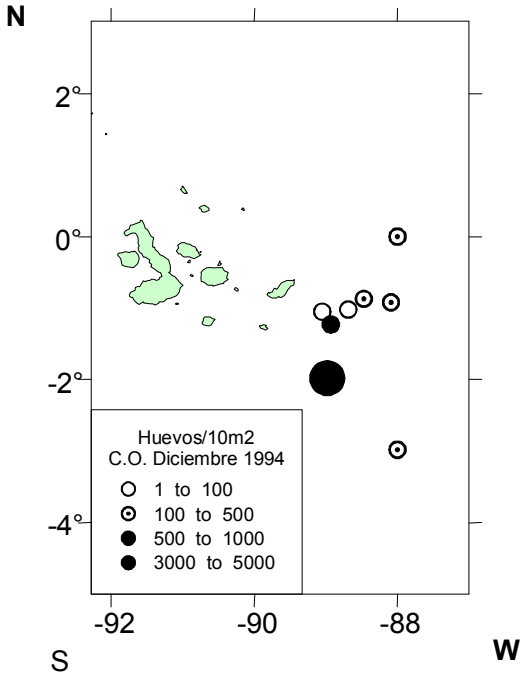


Figura 5.- Huevos de peces - diciembre de 1994

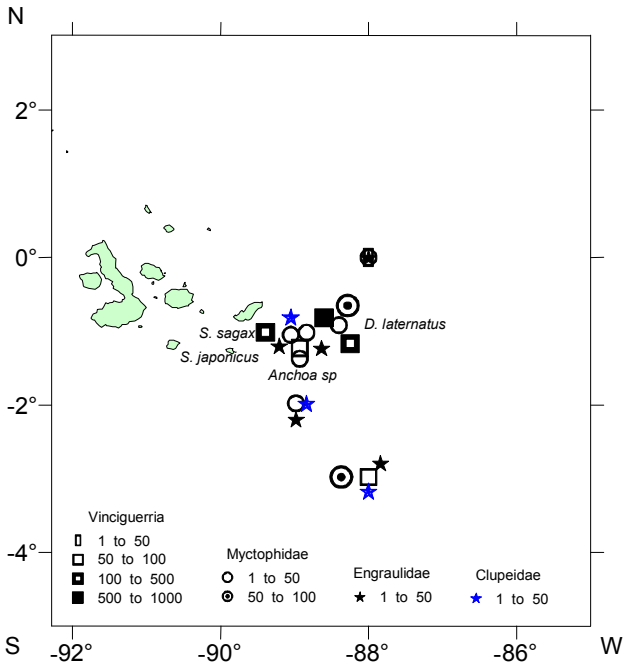


Figura 6.- Larvas de peces/10m^{-2} durante diciembre de 1994. Se indica las especies más abundantes de cada familia.

En las estaciones situadas al sureste del área se encontraron larvas de engráulidos, clupeidos y atunes, *ca.* 100 larvas10m^{-2}. *Scomber japonicus* (macarela), *Sardinops sagax* (sardina del sur) y *Anchoa* sp fueron encontradas en bajas densidades cerca de la Isla San Cristóbal (Est. 5). En el área donde hubo mayor abundancia de larvas se encontraron los valores más altos de clorofila (Figura 4).

Abril de 1995

Durante abril de 1995 se colectaron muestras de ictioplancton en 15 estaciones localizadas frente a la costa ecuatoriana en los meridianos 82°, 83° W y al este de Galápagos. De las estaciones nombradas, 10 se ubicaron en este último lugar, entre las latitudes 87.5° W y 89° W. Los resultados del análisis de ictioplancton indicaron mayor abundancia de huevos y larvas de peces en las estaciones situadas en los extremos sur y norte del área de muestreo a la altura de la Isla San Cristóbal, con 5226 huevos.10m^{-2} y 1 042 larvas.10m^{-2}, respectivamente (Figuras 8 y 9). Se observó la presencia de larvas de *Sardinops sagax* en las estaciones cercanas a la Isla San Cristóbal. Huevos de *Scomber japonicus* y de engráulidos se identificaron cerca de esta isla. Larvas de peces linterna (MYCTOPHIDAE) y *Vinciguerria* sp. y *V. lucetia* fueron las más abundantes. Las áreas de abundancia de huevos y larvas estuvieron relacionadas con áreas de riqueza fito y zooplanctónica.

Según Luzuriaga *et al* (1998) las concentraciones de fitoplancton en aguas superficiales (más de 170000 células.m^{-3}), se dieron al noreste y sureste de la Isla San Cristóbal, correspondiendo a las diatomeas (*Rhizosolenia styliformis*) la mayor abundancia hacia el sur del área de estudio y al zooplancton hacia el norte (Clase 10 - Tabla 2). Comparando los rangos de productividad de la parte este de las Islas Galápagos, con la registrada cerca al Continente (meridianos 82° W y 83° W) durante abril de 1995, ésta fue mayor en las Islas en cuanto a algas fitoplanctónicas, mientras que en zooplancton, la abundancia fue parecida a la observada en el Golfo de Guayaquil, tanto en superficie como en aguas profundas. *Globigerina bulloides* fue la especie predominante entre los foraminíferos planctónicos presentes en el núcleo de riqueza de zooplancton referida (Figura 7).

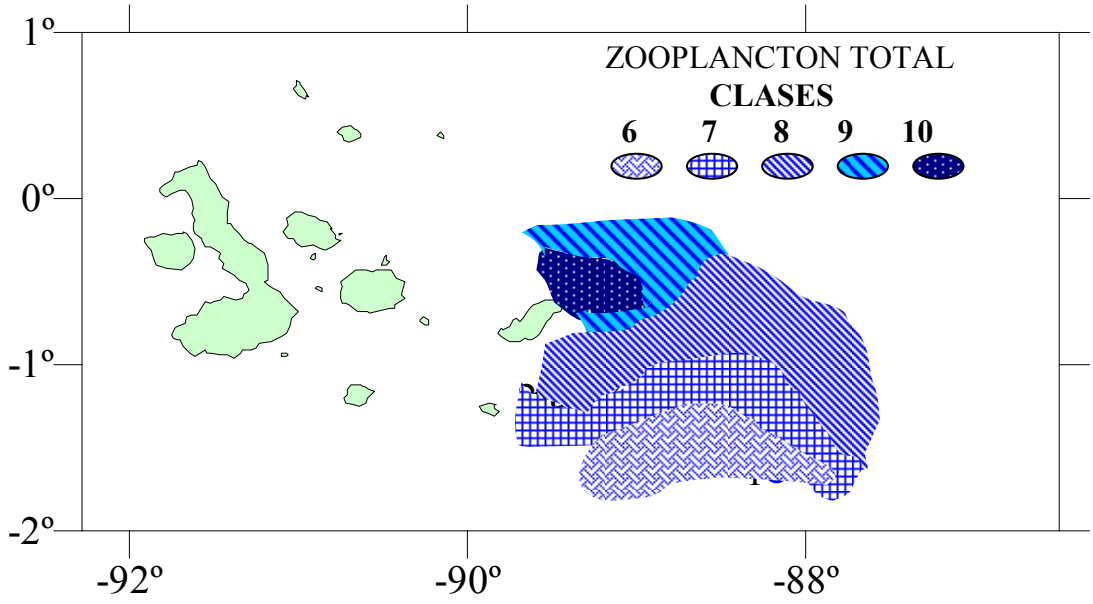


Figura 7. Biomasa de zooplancton en abril de 1995 huevos y larvas de peces. 10 m $^{-2}$

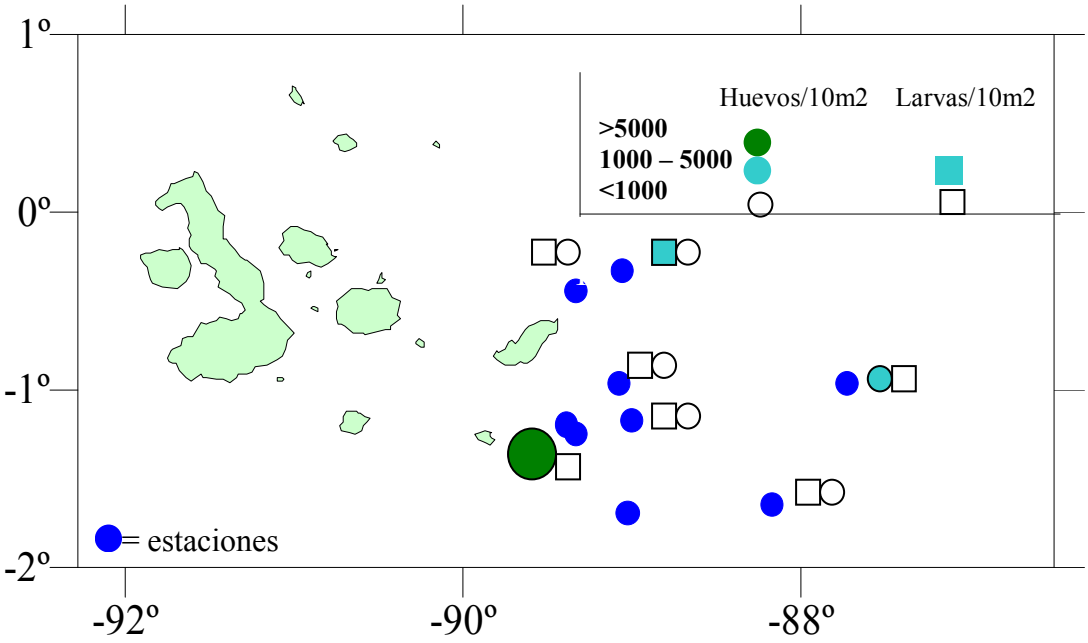


Figura 8. Total de huevos y larvas de peces durante abril de 1995

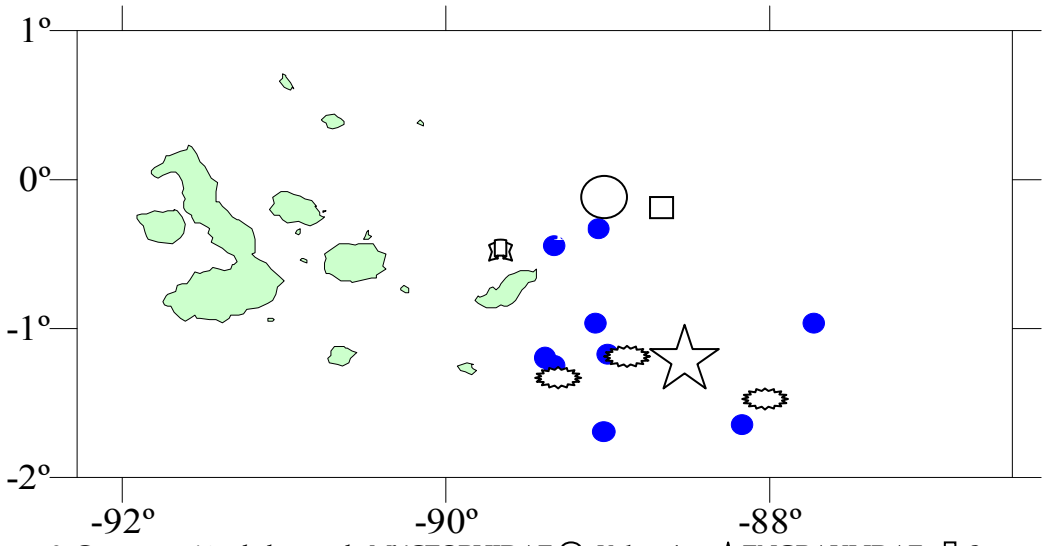


Figura 9. Concentración de larvas de MYCTOPHIDAE ○ *V. lucetia* ☆ ENGRAULIDAE □ *S.sagax* y SCOMBRIDAE en Abril de 1995

Diciembre de 1995

En el meridiano 89°00'W, al este de las Islas Galápagos, se registráron los mayores volúmenes de zooplancton (eufàusidos, copépodos, quetognatos) y mayor cantidad de larvas de peces al norte de la Isla San Cristóbal (>2100 larvas.10m^{-2}). El número más alto de huevos de peces se encontró más abajo, entre 00º57' S y 89º30' W con 340 huevos.10m^{-2} (Figs. 10 y 11). Según De la Cuadra *et al* (1996) las larvas de peces más abundantes en el área fueron los myctòfidos (*D. laternatus, Benthosema panamense*) y larvas de atunes (SCOMBRIDAE). No se registraron larvas de peces pelágicos pequeños de interés comercial como sardina del sur, macarela, sardina redonda, pinchagua. Entre las larvas de peces pelágicos grandes pertenecientes a SCOMBRIDAE se identificaron larvas de bonito, aleta amarilla, albacora

.

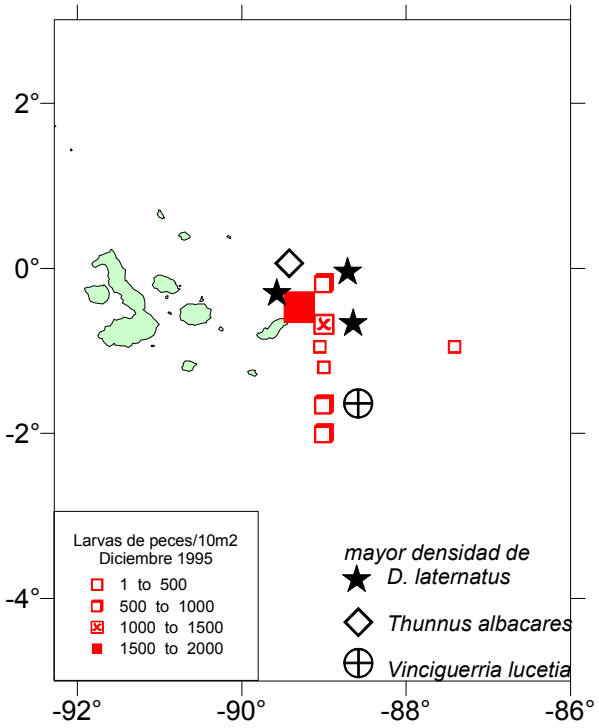


Figura 10.- Densidad de larvas de peces/10m^2 en Islas Galápagos - diciembre 1995

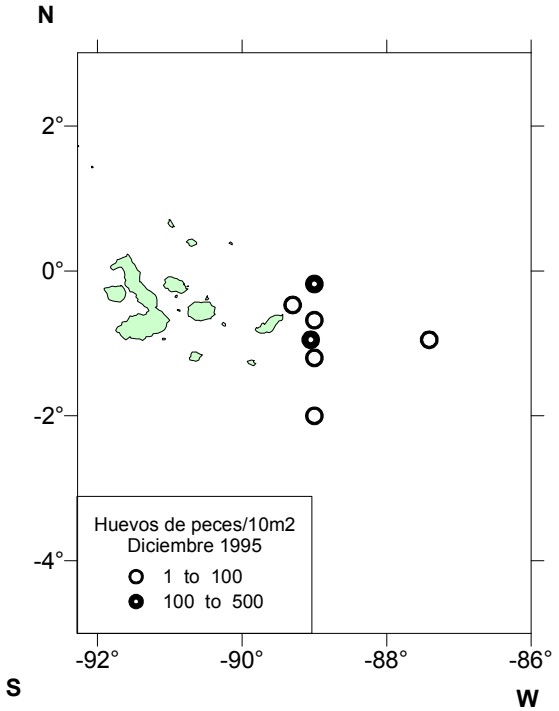


Figura 11.- Densidad de huevos de peces.10m^{-2} en diciembre de 1995

Agosto de 1997

Durante este mes se realizaron siete estaciones, de las cuales seis se localizaron en el meridiano 92º W al oeste de las Islas Galápagos y una estación en 01º 00`S y 86º 50`W (Figura 12). Según Zambrano (1998), agosto de 1997 correspondió a una época de anomalías oceanográficas propias del Fenómeno El Niño 1997-1998. La abundancia de larvas de peces en este mes se la expresa en Clases (Tabla 2) y los mayores valores de huevos de peces se encontraron hacia el sur de la Isla Isabela (Figura 13), mas de 1500 huevos. En las estaciones 13 y 15 hubo numerosos huevos de clupeidos. Las larvas de peces se distribuyeron en mayor cantidad hacia el norte y sur de la Isla Isabela y en 01º S - 87º W al este de Isla San Cristóbal. Entre las larvas predominaron los peces linterna (MYCTOPHIDAE) y *Vinciguerria lucetia*. Entre los primeros se identificaron *Diogenichthys laternatus*, *Myctophum nitidulum*, *Lampanyctus* sp, entre otros. La variedad de especies incluyendo larvas de *Coryphaena hippurus* (dorado) y de carángidos aumentó en el norte de Isabela (Figura 14).

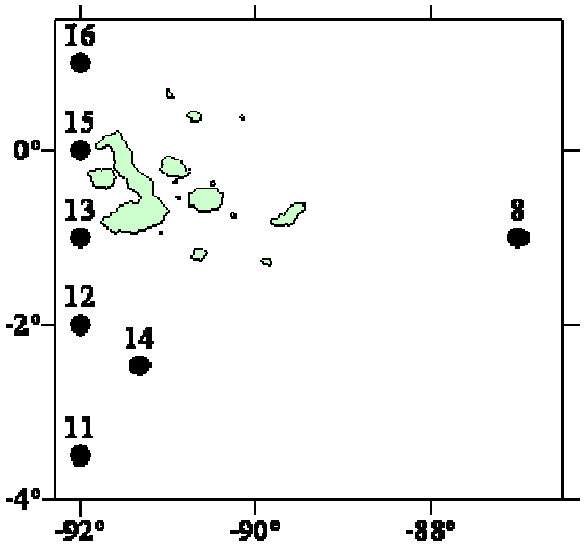


Figura 12.- Estaciones biológicas durante C.O. BAE ORION Agosto de 1997

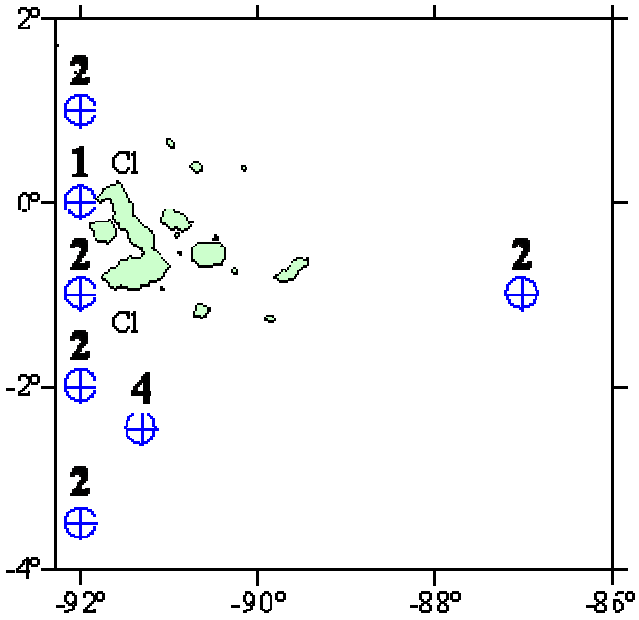


Figura 13. Abundancia de huevos de peces en agosto de 1997 – Clases (Frontier 1974)
Cl= huevos de clupeidos

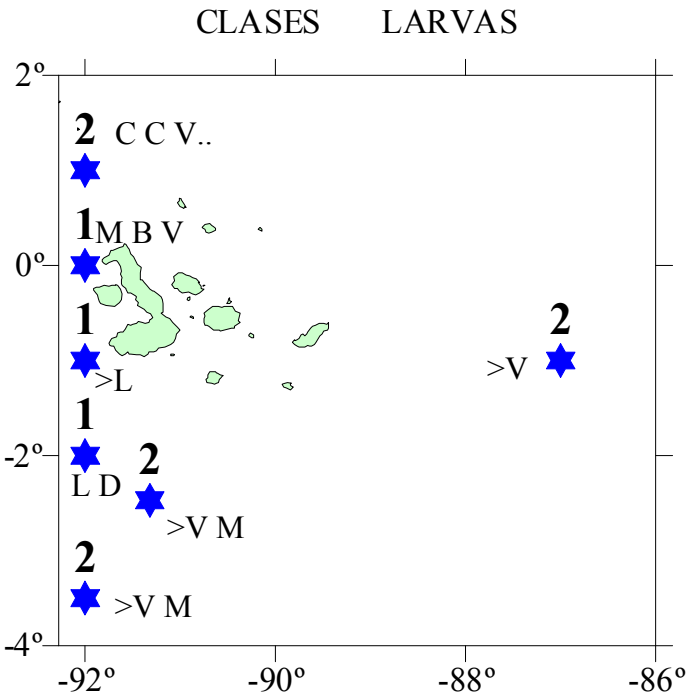


Figura 14.- Abundancia de larvas de peces por Clases (Frontier, 1974) durante agosto de 1997, se indica las especies dominantes en cada estación. V= *V. lucetia* M=myctòfidos L=*Lampanyctus* D= *D. laternatus* B=BATHYLAGIDAE C= Caràngidos, *Coryphaena*

Octubre - Noviembre del 2001

Del 23 de octubre al 9 de noviembre del 2001 se muestreó desde 89º W hasta 92º30′ W y desde 01º N hasta 02º S. Se colectaron muestras de zooplancton e ictioplancton. Los resultados indicaron un centro de mayor abundancia de larvas hacia el sureste de la Isla Isabela y norte de la Isla Santiago (Figura 15) *ca.* 2000 larvas.10m^{-2}. La puesta de huevos se dispuso al noreste del área (89º W) donde se encontraron entre 300 y 600 huevos.10m^{-2} (Figura 16). Estos huevos pertenecieron en su mayoría a peces linterna (MYCTOPHIDAE), peces

luminosos (*Vinciguerria*) y GONOSTOMATIDAE. Las larvas más numerosas encontradas en estos núcleos de concentración fueron *Leuroglossus stilbius*, *Bathylagus* sp, *Diogenichthys laternatus*, *Lestidiops* sp, *Myctophum nitidulum*, *Vinciguerria lucetia*, *Lampanyctus* sp. La distribución de las especies más frecuentes en esta época se encuentra en las figuras (17–19-Làmina.1)

.

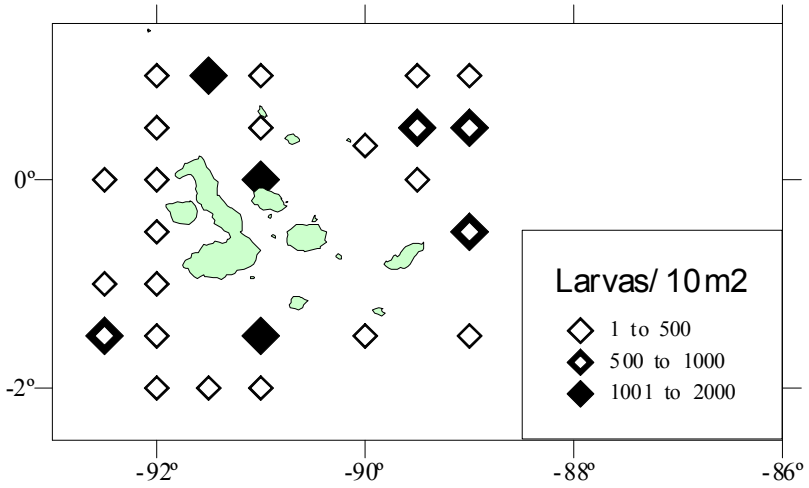


Figura 15. Abundancia total de larvas de peces.10m^{-2} en octubre- noviembre de 2001

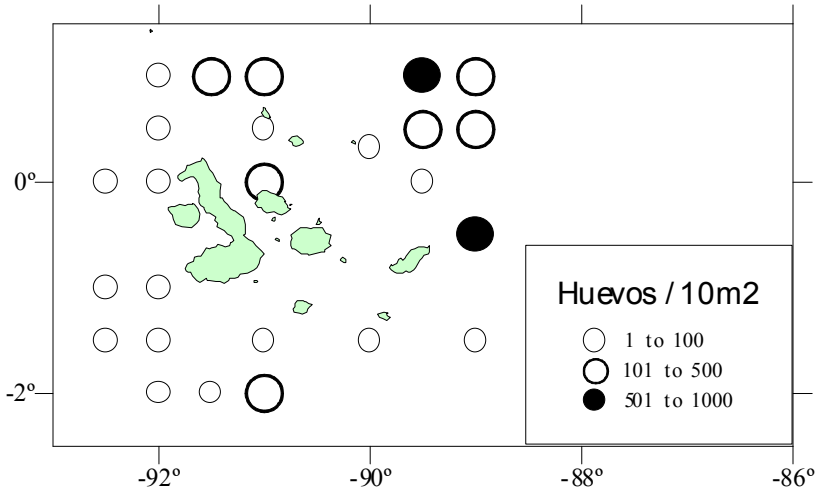


Figura 16.- Abundancia total de huevos de peces .10m^{-2} en octubre- noviembre de 2001

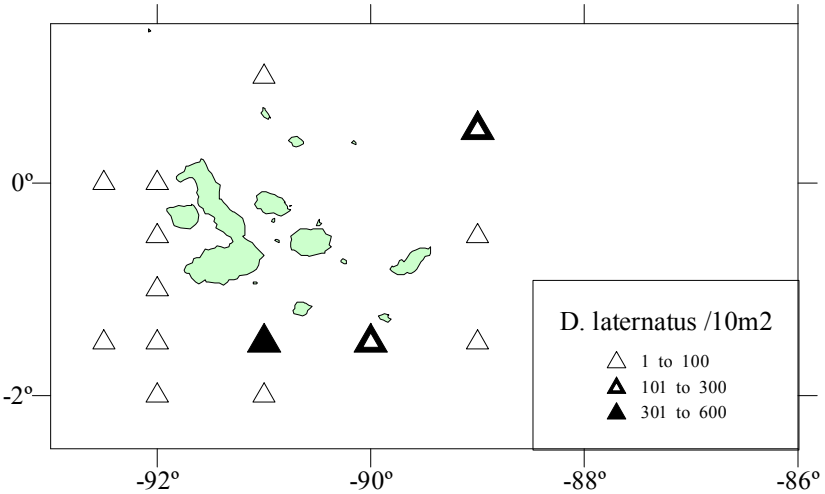


Figura 17.- Distribución de *Diogenichthys laternatus* en oct-nov. de 2001

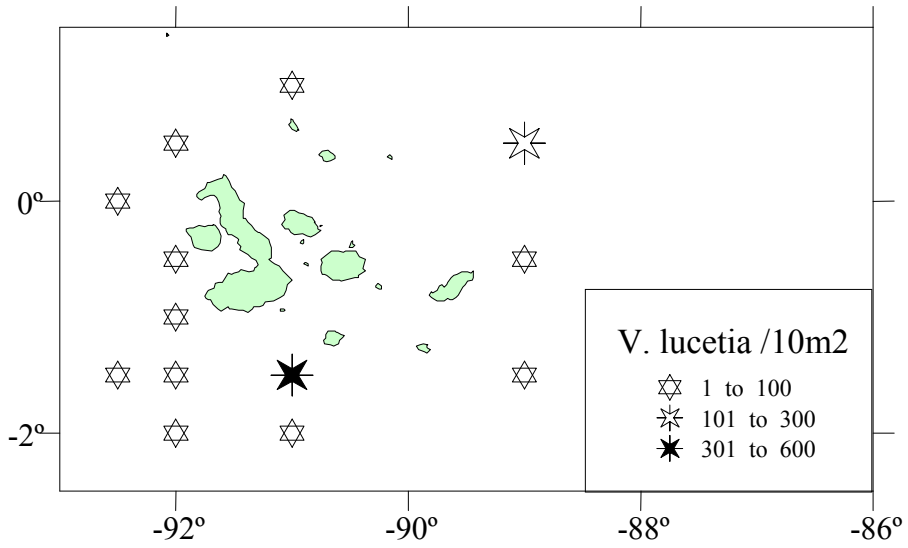


Figura 18.- Distribución de *Vinciguerria lucetia* en oct-nov. de 2001

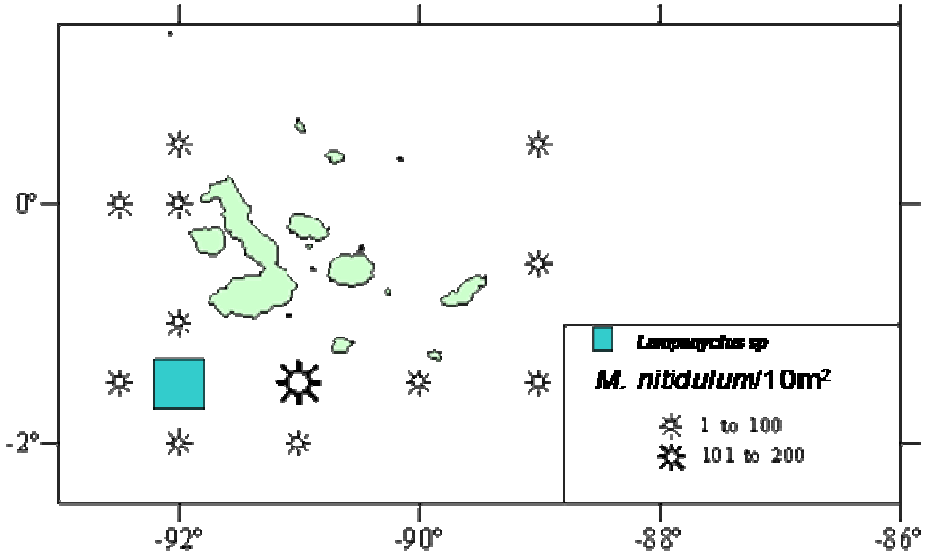


Figura 19.- Distribución de *Myctophum nitidulum* en oct- nov. de 2001 y localización de la mayor abundancia de larvas de *Lampanyctus sp*, entre 100 y 200 larvas.10m^{-2}

La distribución de peso seco de microzooplancton en la columna de agua mostró durante este período, áreas de mayor riqueza biológica hacia al noroeste y sureste del área de estudio y al oeste de la Isla Isabela, cerca de I. Fernandina (Figura. 20). Las especies *Globigerina bulloides* (Làmina 1), *Globorotalia menardii* y *Globigerinoides ruber* (foraminíferos planctónicos) se encontraron en mayor porcentaje en diferentes zonas, indicando, por su carácter de indicadores hidrológicos (Arellano *et al*, 2004; Boltovskoy 1963, 1965, 1974; Feldberg M y A.Mix, 2003; Luzuriaga 1992, domingo, 1971), el sentido y avance de las diferentes masas de agua tropicales y subtropicales que circundan las Islas Galápagos en esta época del año (Figuras. 21-24).

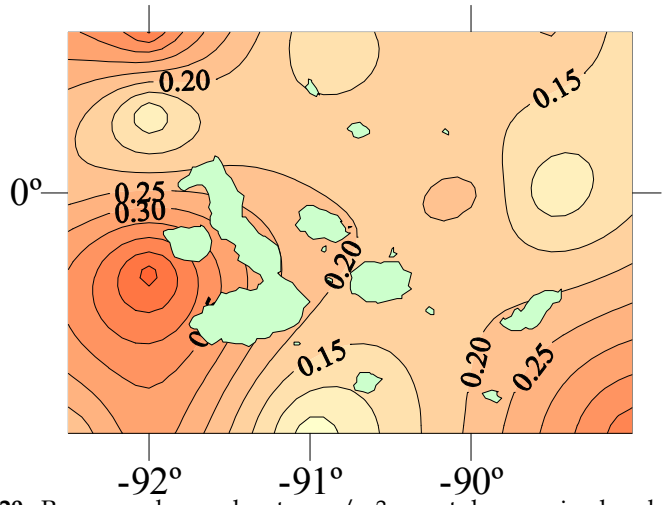


Figura 20. Peso seco de zooplancton gr/m3 en octubre- noviembre de 2001- arr. Oblicuo

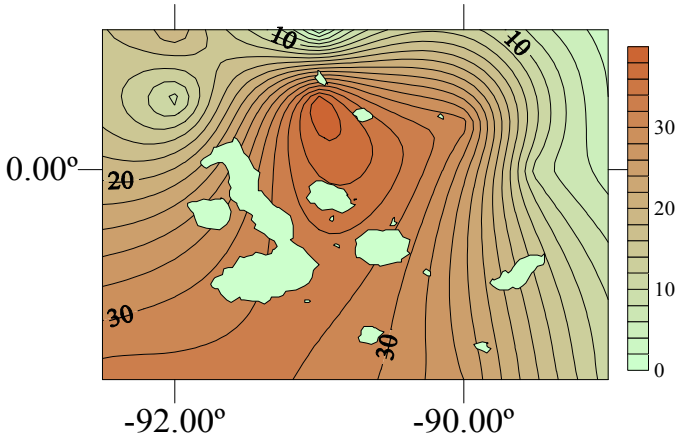


Figura 21. Distribución de *Globigerina bulloides* en aguas superficiales - octubre de 2001

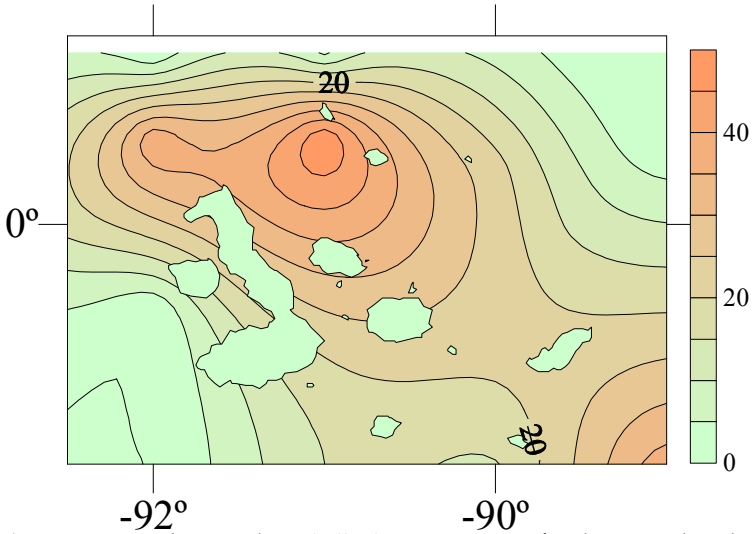


Figura 22. Distribución de *G. bulloides* en aguas profundas – octubre de 2001

La distribución de *Globigerina bulloides* (Figura 21) estaría relacionada al desplazamiento de aguas superficiales frías, ricas en nutrientes (Boltovskoy 1963, Luzuriaga 1992, Marchant *et al*, 2002) en sentido sur – noreste y una mayor concentración, >50%, en el centro del área de estudio, especialmente al norte de la Isla Santiago, punto en el que se encontró la mayor cantidad de larvas de peces (1000 a

2000 larvas.10m^{-2}) durante el crucero de octubre del 2001 (Figura. 15). En aguas profundas (Figura 22) un núcleo de mayor productividad, indicado también por una mayor concentración de *G. bulloides*, estuvo situado al norte de I. Santiago, cerca de I. Pinta y en el extremo sureste del área - 89° W.

Globorotalia menardii (Figura 23) especie indicadora de aguas cálidas (Bé, 1967; Luzuriaga 1980, 1992) mostró altos porcentajes en los lugares que *G. bulloides* disminuyó en abundancia. Esto es en el noreste del área donde se encontró abundancias de 500 a 1000 huevos de peces.10m^{-2} (Fig. 16). Mayores porcentajes de *Globigerinoides ruber* (Figura 24) se encontraron en el sur de Isla Isabela.

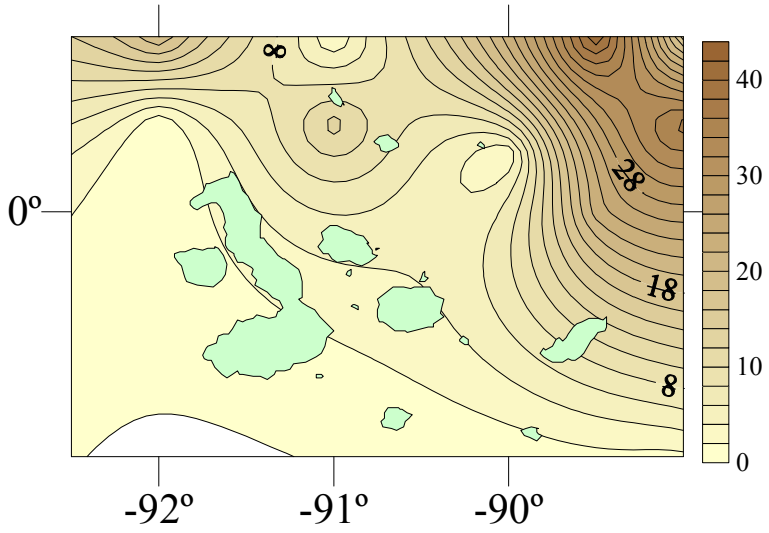


Figura 23 Distribución de *Globorotalia menardii* en aguas superficiales- octubre de 2001

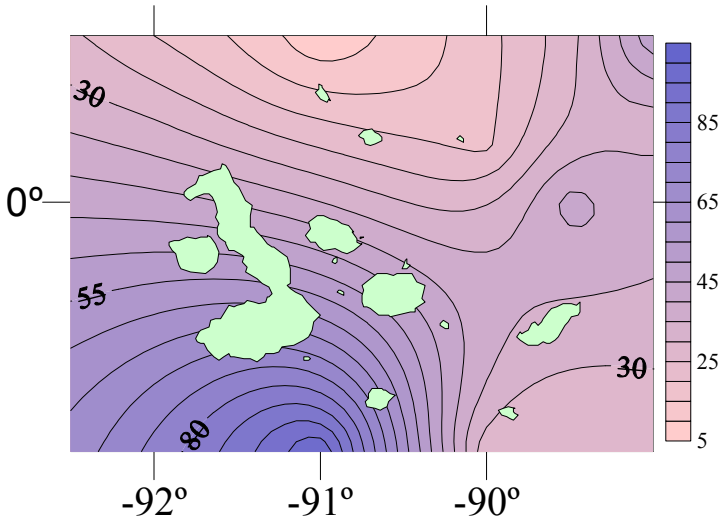


Figura 24 Distribución *de Globigerinoides ruber* en aguas superficiales – octubre de 2001

Globigerinoides ruber es señalada por Boltovskoy (1963) como especie propia de aguas cálidas-costeras. Su presencia en el sur de I. Isabela podría estar relacionada con una fuerte mezcla de aguas superficiales provenientes de la Corriente sur ecuatorial y las subsuperficiales de la Corriente de Cromwell al sur de I. Isabela y en los 89° W y 0°

.

En general, el análisis de resultados obtenidos en los diferentes cruceros

realizados desde 1988 al 2001, ha permitido la localización de puntos de mayor productividad secundaria: hacia el norte y sur de Isla Isabela, oeste de I. Fernandina, noreste y sureste de Isla San Cristóbal y norte de Isla Santiago. Las especies del ictioplancton dominantes durante el período de estudio correspondieron principalmente a larvas de peces de hábitat oceánico-pelágico *Diogenichthys laternatus, Mycthophum, Benthosema panamense*, *Vinciguerria lucetia* y larvas meso-epipelágicas: Leuroglossus *stilbius*, *Bathylagus*. Larvas de atunes (SCOMBRIDAE) como: *Thunnus albacares* (albacora), *Thunnus sp, Katsuwonus pelamis* (barrilete), *Auxis* (botellita) fueron identificadas, especialmente en cruceros realizados entre 1994 y 1995 (Ortega, 1995).

DISCUSIÓN

Al oeste de la Isla Isabela, dos principales áreas de producción biológica se observaron (marzo de 1988): una hacia el norte con predominio de organismos herbívoros (*Globigerina bulloides*), marcando la zona de surgencia y otra hacia el suroeste de la Isla Isabela con activa productividad secundaria caracterizada principalmente por eufásidos en la capa superficial, además de los copépodos. Afloramientos producidos por la Corriente de Cromwell (Chavarria 1988, CPPS 1989) al oeste de Isabela estarían influyendo en la composición y distribución del zooplancton de la época. Similares observaciones fueron realizadas al oeste de Galápagos durante noviembre y diciembre de 1983 y abril 1984 (Garcia *et al* 1993) cuando mayores rangos de abundancia de zooplancton se relacionaron con períodos de mayores afloramientos ocurridos en estaciones normales del año.

En agosto de 1997 cuando el mar ecuatoriano se encontraba bajo la presencia del Evento El Niño 1997-1998, una densidad importante de larvas de peces luminosos, peces linterna y huevos de clupeidos (Clase 4) fue observado hacia el lado sur de la Isla Isabela, 2° S y 91° W y una mayor variedad de especies (carángidos y dorado) en el extremo norte del transecto 92° W asociados estos dos puntos a procesos de inanición en núcleos de altas salinidades que se encontrarían alrededor de los 80 metros de profundidad al suroeste de Isabela durante eventos cálidos (Lucero 2002) y en aguas mas cálidas propias de la época hacia el noreste de la Isla, respectivamente. Durante marzo de 1983, a pesar que el zooplancton encontrado al oeste de Galápagos (García *et al* 1993) fue de menor magnitud respecto a meses posteriores cuando no estaba presente el Fenómeno El Niño 1982-1983, la biomasa ictioplanctónica, especialmente huevos y larvas de *V. lucetia*, se mantuvieron, al igual que en 1997, en mayores rangos de abundancia (Clase 4) en el lado sur de Isabela.

En épocas normales del mar (noviembre 2001) también se observó un núcleo de abundancia ictioplanctónica en el suroeste de Isabela (1°50´S y 92°30'W´), larvas de myctófidos predominaron en este sitio al igual que durante eventos El Niño (marzo 1983 y agosto 1997).

Al este de las Islas Galápagos (entre 87° y 91° W), la distribución del ictioplancton y zooplancton (cruceros diciembre 1994 y abril y diciembre de 1995) siguió un patrón que observa mayores concentraciones de larvas peces linterna hacia la parte norte de la Isla San Cristóbal relacionadas con una mayor disponibilidad de alimento planctónico (Figura 7) y elevados valores de clorofila "a" (De la Cuadra *et al*, 1996; Coello y Prado 1999), mientras que al sur de esta Isla se localizaron desoves significativos de peces (Figuras. 5,8 y 11). Tal comportamiento se debería a la influencia del frente oceánico que se forma por la confluencia de aguas provenientes del Golfo de Panamá y de la Corriente del Perú a través de las Galápagos. Según Banks (2002) el frente desciende del norte de Galápagos entre los meses de diciembre a mayo reduciendo el gradiente de temperatura del noroeste al sureste.

En noviembre del 2001, los gradientes de distribución del ictioplancton y de foraminíferos planctónicos (Figuras. 21-24) indicaron una zona de transición en sentido diagonal al noreste del área de estudio, relacionada con la posición del frente oceánico, que se encontraría al norte de

Galápagos entre mayo y noviembre (Banks 2002), debido a la dominancia del flujo de la Corriente de Humboldt y Corriente Oceánica del Perú. La distribución antagónica de especies de distinto hábitat, *G. bulloides* y de *Globorotalia menardii* estarían caracterizando la fauna de aguas superficiales frías ricas en nutrientes y aguas tropicales pobres provenientes de Panamá, respectivamente. Esta última relacionada con importantes desoves de peces en el noreste de Galápagos.

La distribución de algunos grupos del zooplancton en noviembre de 1983 (García *et al*, 1993), también sugiere una posición parecida al frente oceánico referido en el anterior párrafo. En noviembre de 1983 se reportó la presencia de larvas de *Sardinops sagax* cuyo hábitat estaría relacionado con la influencia de aguas de la Corriente de Humboldt cerca de Islas San Cristóbal y Santa Cruz.

Los centros de mayor productividad biológica señalados por los máximos de *G. bulloides* en noviembre del 2001, serían producto de surgencias ecuatoriales y afloramientos formados por el ascenso de aguas frías de Cromwell (Lucero 2003-2004) y Corriente del Perú en su aporte a la Corriente Sur Ecuatorial (Banks 2002) dando lugar a florecimientos de fitoplancton y concentración de larvas de peces al norte de Isla Santiago y en el sureste de I. Isabela. Altas concentraciones de peso seco del zooplancton en Isla Fernandina y extremos noroeste y sureste del Archipiélago estarían también asociados a núcleos de mayor productividad primaria. Efectivamente, Torres y Tapia (2000, 2002a) encontraron elevados valores de clorofila *a* y fitoplancton al oeste, sur y norte de Isabela y también al sureste de Isla San Cristóbal (Torres y Tapia 2002b) en cruceros realizados en octubre de 1999, mayo y agosto del 2000.

Las áreas marinas con altos índices de afloramientos y productividad son visitadas en sus alrededores por cardúmenes de peces que buscan áreas fértiles propicias para su alimentación, reproducción y desove. Entre los recursos pesqueros mas importantes del área marina de Galápagos están los atunes cuyas larvas estarían asociadas a zonas de riqueza planctónica y microzooplanctónica (Luzuriaga y Elías, 1999). Entre las larvas de peces abundantes en el área oceánica de Galápagos están las larvas de myctófidos (peces linterna), importantes en la dieta de peces adultos y por tanto también de los atunes. De la Cuadra *et al* (1996) mencionaron que otros investigadores como Watanabe (1960) han realizado estudios acerca de la alimentación de atunes y consideran a los myctófidos como preferidos en la dieta de estos animales y también por otros peces.

Comparando las áreas de mayor productividad biológica señaladas en el presente trabajo con las zonas de pesca de mayor actividad de flota atunera en aguas insulares, se encontró una gran afinidad de distribución, esto es, las mayores capturas de atún se encontraron hacia el norte, sur y oeste de la Isla Isabela y en aguas internacionales en la parte norte y sur de la Franja Ecuatorial (Marín y Pacheco, 1991; Pacheco 1999 a). En 1997, la localización de la actividad pesquera se hizo según la disponibilidad del recurso, esto es, en los alrededores de la Isla Isabela En 1999, las principales áreas de pesca de *Thunnus albacares, Katsuwonus pelamis y Thunnus obesus* se distribuyeron en aguas insulares, al sur de las Islas Galápagos (Pacheco 1999b).

Se recomienda aplicar un programa de monitoreo regular en las Islas Galápagos con el fin de conocer con mayor certeza las variaciones biológicas y oceanográficas del ecosistema marino durante épocas normales y cuando hay influencia de eventos anómalos como El Niño. Uno de los objetivos principales es el conocer las interrelaciones de los principales recursos pesqueros en sus primeras etapas de vida (huevos y larvas de peces), y colaborar en planes de protección y manejo de los recursos pesqueros dentro de la zona de reserva marina del Archipiélago.

CONCLUSIONES:

El análisis de resultados sobre distribución y abundancia del zooplancton e

ictioplancton marino en los alrededores de las Islas Galápagos desde 1988 al 2001 permite determinar:

Zonas de importante productividad biológica hacia el norte, suroeste y sureste de Isla Isabela, cerca de Isla Fernandina, entre Isla Santiago y Pinta, noreste y sureste de Isla San Cristóbal. Todos estos puntos relacionados con la influencia estacional de aguas subsuperficiales ecuatoriales provenientes del Pacífico Central, especialmente al oeste de Isla Isabela y la confluencia de aguas superficiales tropicales de Panamá y aguas frías de la Corriente del Perú.

Las especies del ictioplancton dominantes durante los diferentes cruceros analizados correspondieron principalmente a larvas de peces de hábitat oceánico-pelágico como Mycthophum, Lampanyctus, *Diogenichthys laternatus, Benthosema panamense*, *Vinciguerria lucetia* y larvas meso-epipelágicas del género Bathylagus, y *Leuroglossus stilbius*. Larvas de atunes (SCOMBRIDAE) fueron frecuentes aunque reportados en bajas densidades.

Durante la estación húmeda (marzo y abril), áreas de afloramiento y riqueza zooplanctònica fueron localizadas al noroeste de Isla Isabela y norte de San Cristóbal, respectivamente. *Globigerina bulloides* caracterizó estas áreas, mientras que larvas de eufàsidos a màs de copépodos incrementarían la riqueza zooplanctònica al sur de Isla Isabela en marzo de 1988.

Durante la estación seca (agosto – diciembre), la distribución de los núcleos de mayor abundancia de larvas y huevos de peces hacia el noreste y sureste de Isla San Cristóbal; y de *G. menardii* y *G. bulloides* (foraminíferos planctónicos) dispuestos en forma antagónica al noreste de Galápagos, evidenciaron la influencia del frente oceánico en esta área del Archipiélago así como zonas de alta productividad secundaria localizadas al norte de Isla Santiago en noviembre del 2001.

La parte sur de Isla Isabela constituye un centro constante de mayor productividad secundaria en todos los cruceros analizados, incluso durante Eventos El Niño.

AGRADECIMIENTO

Deseo agradecer a los Directivos del Instituto Nacional de Pesca por el apoyo brindado a la realización del presente trabajo. Al Mam. Nikita Gaibor por la lectura y sugerencias realizadas al escrito. A la Biol. Doris Ortega por haber trabajado los cruceros de 1994 y 1995. A la Biol. Gregoria Calderón y Biol. Edson Cedeño por su colaboración en el análisis de larvas de peces y de foraminíferos, respectivamente, de las muestras colectadas en octubre del 2001. A los Biólogos Esteban Elías y Fedra Solano, por la colecta de muestras en este último mes.

BIBLIOGRAFÍA

Ahlstrom E.A. 1969.- Fish Eggs and Larvae for Evaluation of Fishery Resources. *Eastropac 10*. Information paper. La Jolla California

Alvariño A. 1986.- El zooplancton del Pacífico Ecuatoriano. *Inv. Mar*. CICIMAR, 1986, Vol. 3 N° 1.

Arellano E., M.L. Marchain y M.A. Monrcal 2004.- Asociaciones de foraminíferos planctónicos y su relación con la dinámica oceánica del Golfo de Tehuantepec. Res. SEI 3-5 *Registros Marinos y Continentales del cuaternario GEOS*. Vol. 24, N° 2

Banks Stuart 2002.- Ambiente Físico en Reserva Marina de Galápagos. Línea Base de la Biodiversidad. Parque Nacional Galápagos- Charles Darwin. Puerto Ayora-Galápagos. Ecuador

Be A. W, H. 1967.- Foraminífera. Families: Globigerinidae and Globorotalidae. Cons. Perm. Internat. Expl. Mer, Fiches – Ident. Zooplancton. Sheet 108. Cotr. 982, pp. 2-9, text-Figs., New York.

Boltovskoy E. 1963.- Foraminíferos y sus relaciones con el medio. *Hidrobiología. Rev*. Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia". Tomo I, N°2 pp. 21-110. Buenos Aires –Argentina

Boltovskoy, E., 1965. Los Foraminíferos Recientes. Eudeba, Buenos Aires, 509 pp

Boltovskoy E. 1974.- Foraminíferos planctónicos epipelágicos de la parte este del Pacífico Tropical (Expedición Eastropac). Rev. Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" *Hidrobiología*. Tomo IV, N°3. pp 135- 149. Buenos Aires – Argentina

Bonilla, D. 1983.- El zooplancton de las Islas Galápagos. *Acta Oceanográfica del Pacífico*. Pub. INOCAR, Ecuador, 2(1): 119- 146.

Castañeda P. 2000.-Los eufásidos en el mar ecuatoriano como indicadores de masas de agua, durante el crucero oceanográfico de septiembre - octubre de 1999. *Acta oceanográfica del Pacífico*. Pub. INOCAR, Ecuador, 10 (1)160-167

Cornejo de González M. 1977.- Estudio preliminar de los eufáusidos en el mar ecuatoriano. *Bol. Inst. Ocean*. de la Armada. CM- BIO – 11

Cornejo de González M. 1981.- Sistemática, taxonomia y distribución de los eufásidos (Crustacea, zooplancton) del Archipiélago de Colón. *Tesis Doctoral*. Univ. de Guayaquil

CPPS 1989.- Boletín N° 28 ERFEN. Comisión Permanente del Pacífico Sur. Bogotá- Colombia

CPPS 2001a.- Boletín de Alerta climática BAC N° 133 (Climate Alert Bulletin) ERFEN Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS). Quito- Ecuador

CPPS 2001b.- Boletín de Alerta climática BAC N° 134 (Climate Alert Bulletin) ERFEN Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS). Quito- Ecuador

Coello Dially y M. Prado 1999.- Variabilidad del fitoplancton y microzooplancton frente a la Costa Ecuatoriana durante 1995-1999. *Boletín Especial* INP (Ecuador), 72-108

Chavarría J. 1988.- Condiciones oceanográficas durante crucero de marzo de 1988. Informe Interno. INP

De la Cuadra T., P. Macías, M. Prado y D. Ortega 1996.- Condiciones fisicas quimicas y biológicas al este de las Islas Galápagos. *Boletín Científico Técnico.* 14(3): 28-64p. Instituto Nacional de Pesca. Guayaquil-Ecuador.

De la Cuadra Telmo 1999.- Condiciones oceanográficas y metereológicas en el Océano Pacífico frente al Ecuador en el período 1994- 1999. *Boletín Especial*. INP (Ecuador): 1-38

Domingo Moratò Montserrat 1971.- Foraminíferos planctónicos vivos y sedimentados del margen continental de Venezuela. *Tesis Doctoral* - Facultad de Ciencias Universidad de Barcelona, España.

Eastropac 1969.- Eastropac Colloquium. Information paper - La Jolla, California. 9 June 1969. Coordinator Alan R. Longhurst

Eastropac Atlas 1974.- Biological data. Pub. By U.S. of m. 8: 330

Feldberg Melissa y A. Mix 2003.- Planktonic foraminifera, sea surface temperatures, and mechanisms of oceanic change in the Peru and south equatorial currents, 0-150 Ka BP. *Paleontology*, Vol. 18, N° 1, 1016

Frontier, S. 1974.- Contribution a la connaissance d'un écosystéme néritique tropical: étude descriptive et statistique du peuplement zooplanctonique de la région de Nosy Bé (Madagascar). *Thése de Doct. Sci. Nat.* Univ. Aix- Marseille. 268 p.

Garcia M.L., G. Larrea, C. Aguirre y A. Vásquez 1993.- Zooplankton biomass, Zooplankton and Icthyoplankton abundance around Galápagos Islands in 1983-1984. *Rev. CC.MM. y Limn.* Vol 3. N°1. INP. Guayaquil, Ecuador.

Jiménez, R. 1978.- Composición del Fitoplancton cercanas a las Islas Galápagos. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Oceanografía., XVI (2). 137-155.

Jiménez, R. 1981.- El Fitoplancton como posible Indicador del Afloramiento originado por la Subcorriente Ecuatorial (Corriente de Cromwell) al Oeste de las

Islas Galápagos. Memorias. UNESCO. Montevideo 24-43.

Lucero Miriam 2002.- Características Oceanográficas de la Región Insular – Ecuador. *Acta Oceanográfica del Pacífico* INOCAR, Ecuador. Vol. 11, N° 1: 7-15

Lucero Miriam 2003-2004.- La Subcorriente Ecuatorial: características oceanográficas alrededor de las Islas Galápagos. *Acta Oceanográfica del Pacífico*. INOCAR. Ecuador Vol. 12, N° 1:1-18

Luzuriaga de Cruz, M., F. Dominguez e I. González 1991.- Zooplancton e Ictioplancton en el mar ecuatoriano, desde la costa hasta el oeste de las Islas Galápagos en cruceros de 1988. *XV Jorn, Ecuat. Biol*. Guayaquil,Ecuador Noviembre- 1991.

Luzuriaga de Cruz M, D. Ortega, E. Elías, 1998.- Abundancia y distribución del Ictioplancton, fitoplancton y zooplancton en el mar ecuatoriano en el mes de Abril de 1995. *Acta Oceanográfica del Pacífico*. Edición Especial. INOCAR Ecuador, 9(1)

Luzuriaga Villarreal de Cruz 1980.- Sistemática y Ecología de los foraminíferos planctónicos vivos en el mar ecuatoriano. *Tesis doctoral*. Universidad de Guayaquil. Ecuador

Luzuriaga de Cruz Ma. 1992.- Notas Hidrológicas en aguas superficiales ecuatorianas según indicadores biológicos: foraminíferos planctónicos. *Acta Oceanográfica del Pacífico* INOCAR. Volumen 7. Guayaquil- Ecuador.:

Luzuriaga de Cruz M. y E. Elías 1999.- Variaciones poblacionales del Ictioplancton y Zooplancton en el mar ecuatoriano desde 1994 a 1999. *Bol. Esp*. INP (Ecuador) 109-132

Marchant, M. C. Coloma, D. Hebbeln 2002.- El Niño 1997-98 by Means of Planktonic Foramiinifera off Coquimbo, Chile. *Investig. Mar.* V.30 n.1 supl.Symp Valparaíso ago. 2002

Marín de López C. y J.L. Pacheco 1991.- Estadística de capturas y actividad de la Flota Atunera durante 1991. *Boletín Informativo.* INP Vol. 11 (1)

Naranjo Ch. 2000.- Contribución al estudio de los quetognatos alrededor de las Islas Galápagos. *Act. Ocean. Pacífico* INOCAR, Ecuador, 10(1) 169-179

Ortega D. 1995.- Ictioplancton al este de las Islas Galápagos. Crucero pelágico-oceanográficos T.94-12-06. Informe interno INP.

Pacheco Bedoya Luis 1999a.- Flota Atunera Cerquera. *Estadística de desembarques*

Pesqueros en el Ecuador 1985- 1997. INP-Pub. Esp. 23-27

Pacheco Bedoya Luis 1999b.- Actividad de la Flota Atunera Cerquera durante 1999. *Bol. Cient. Tecn*. INP. Vol. XVIII N° 5 Guayaquil-Ecuador

Peribonio R., R. Repelín, M. Luzuriaga de Cruz, D. Hinostroza y E. Villarroel, 1981.- Estudio ecológico del mesoplancton del Golfo de Guayaquil, abundancia, ciclos nictemerales y relación estuario- océano. Vol.IV. N°2. *Bol. Cient. Tec*. INP Guayaquil. Ecuador.

Smith E. y S. Richardson 1979.- Técnicas Modelo para las Prospecciones de huevos y larvas de peces pelágicos. FAO. Documento Técnico de Pesca N° 175. 107 pp.

Stevenson Merrit, O. Guillén y Jose Santero de Ycaza 1970.- Atlas de las Aguas costaneras del Océano Pacífico en la América del Sur. University of California Press. Editado por: Serv. Hidr. Armada del Ecuador e Instituto Nacional de Pesca - Ecuador

Torres G. Y M. Tapia, 2000.- Distribución del fitoplancton y su comporamiento en el afloramiento en las Islas Galápagos. *Act. Ocean. Pacífico*. INOCAR Ecuador. Edición Esp.10 (1) 137-150

Torres G. Y M. Tapia, 2002a.- Fitoplancton en el afloramiento de las Islas galápagos, durante agosto 2000. *Act. Ocean. Pacífico* INOCAR, Ecuador. Vol. 11, N° 1: 53-61

Torres G. Y M. Tapia, 2002b.- Distribution of chlorophyll "a" in the equatorial Pacific Ocean (82°W-92°W), during 1988, 1999

(Ecuador) (poster) ***in***: Brown, M. *et al.* (Ed.) (2002). *The Colour of Ocean Data: International Symposium on oceanographic data and information management, with special attention to biological data.* Brussels, Belgium, 25-27 November 2002: book of abstracts. VLIZ Special Publication, 11: pp. 88.

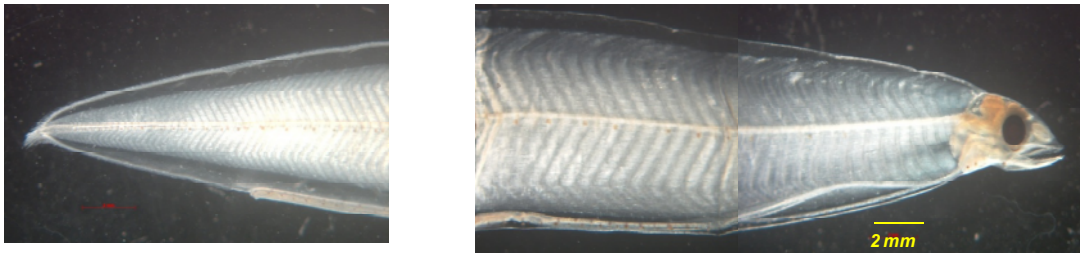
Vinogradov M. E. 1977.- Pelagic ecosystems studies of the upwellings of the Eastern Pacific Ocean; Cruise 17 of th R/V In: Polskie achiwum Hidrobiologii 24) 7-17

Wyrtki Klaus 1965.- Eastern Tropical Pacific Ocean surface currents (corrientes superficiales del Océano Pacífico Oriental Tropical) *Inter-American Tropical Tuna Commission (Comisión Interamericana del atún tropical)* Boletín Vol..IX, N° 5 La Jolla, California

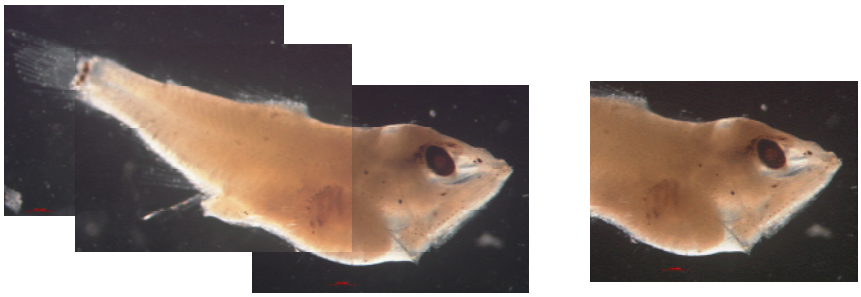
Zambrano Q. E., R. Martínez G. y J. Garcés V 2000.- Variabilidad Oceanográfica en Ecuador Asociada con el Evento ENSO 1997-1998. *Acta Oceanográfica del Pacífico*. Vol. 10(1) Guayaquil- Ecuador

Zambrano Eduardo 1998.- Un análisis de la estructura Termal e la estación Costera La Libertad y su relación con los Eventos ENOS. *Acta Oceanográfica del Pacífico.* INOCAR, Ecuador 9(1)

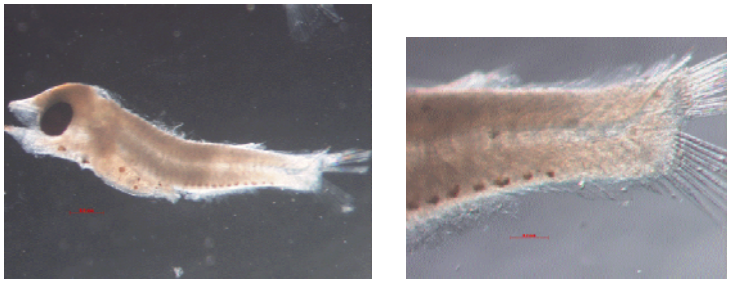
LAMINA 1



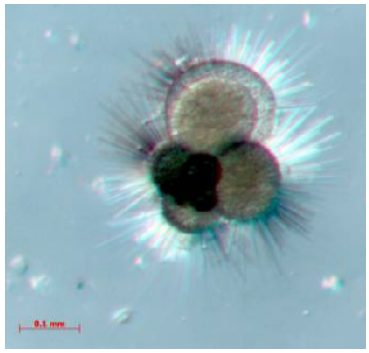
Congridae Noviembre 2001 Lat. 0.30′N Long. 89.30′W



***Myctophum nitidulum* Nov. 2001 Lat. 0.30′N Long. 89.30′W LS= 4.35mm**



***Diogenichthys laternatus* Nov. 2001 Lat. 0.59′N Long. 89.30′W LS= 5.86mm**



***Globigerina bulloides* Nov. 2001 Lat. 0.29′N Long. 91.00′W**

FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS DE LA BAHÍA DE SANTA ELENA- ECUADOR, DURANTE 2006-2007

Por:

Elena Gualancañay [1]

RESUMEN

Se identificaron doce especies de foraminíferos bentónicos en la bahía de Santa Elena, Ecuador, correspondientes a Mayo de 2006 y Octubre de 2007. Las especies halladas son típicas de aguas poco profundas entre 4 y 20 metros de profundidad sobre sedimento arenoso y mezcla de arena y limo y son las siguientes: *Cibicides aknerianus, Cibicides bertheloti, f. boueana, Elphidium articulatum, Nonion pizarrense, Quinqueloculina agglutinans, Quinqueloculina granulosa, Quinqueloculina lamarckiana, Rotalia beccarii*, *Saccammina calcarea, Textulariella foliacea, Textularia secasensis y Trochammina advena.*

Durante Mayo, 2006 la diversidad de especies y la población de organismos fue mayor en relación a Octubre, 2007.

ABSTRACT

Twelve species of benthic foraminifera were identified in Santa Elena bay, Ecuador during May of 2006 and October of 2007. The species identified from these samples are typical of shallow waters between 4 and 20 meters deep over sand sediment and sand-mud mixture bottoms. They include the following: Cibicides aknerianus, Cibicides bertheloti, f. boueana, Elphidium articulatum, Nonion pizarrense, Quinqueloculina agglutinans, Quinqueloculina granulosa, Quinqueloculina lamarckiana, Rotalia beccarii, Saccammina calcarea, Textulariella foliacea, Textularia secasensis and Trochammina advena.

During May, 2006 the diversity of species and the population of organisms was bigger in relation to October, 2007.

Palabras claves: Foraminíferos bentónicos, Bahía de Santa Elena, Ecuador.

[1] Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR). P. O. Box 5940. Avda. 25 de Julio, Base Naval Sur, e-mail: biologia@inocar.mil.ec
Guayaquil-Ecuador.

INTRODUCCIÓN

La costa continental de Ecuador es parte de la provincia biogeográfica del Pacifico tropical oriental, la cual tiene seis regiones biogeográficas o ecorregiones. La puntilla de Santa Elena se encuentra en la ecorregión de Guayaquil y se caracteriza por la variación considerable de las diferentes masas de agua debido al régimen complejo de la circulación oceánica en el Pacifico Tropical Oriental, especialmente por el desplazamiento estacional del Frente Ecuatorial, Corriente Costera del Perú y Surgencias Costeras (Okuda et al., 1983).

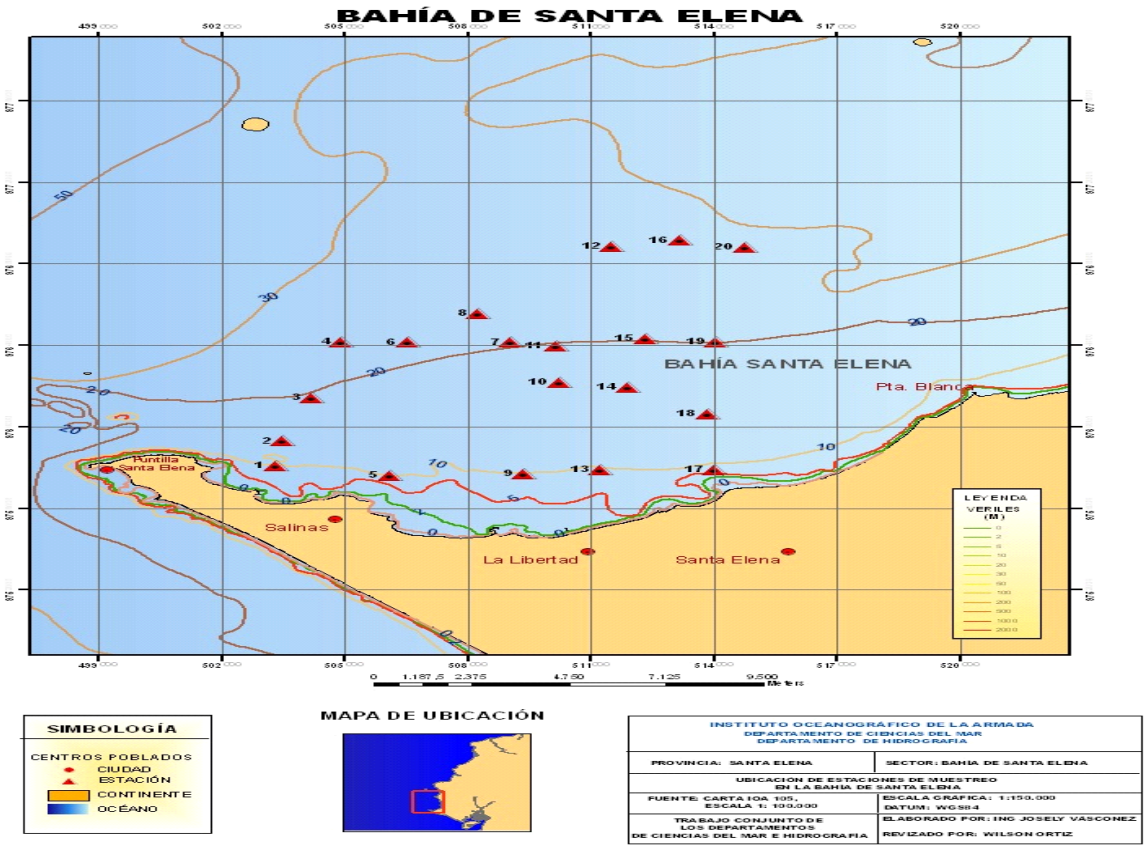


Figura. 1. Posición de las Estaciones en el Área de Estudio

Por su posición geográfica en la bahía de Santa Elena existen comunidades de especies de aguas templadas como de aguas tropicales. Sin embargo el conocimiento científico de la diversidad de especies de este importante ecosistema resulta hasta ahora muy limitado e impera la necesidad de realizar estudios cuali – cuantitativos de la biota marina y llegar a tener una evaluación ecológica para conocer que comunidades existen y su diversidad de especies, su abundancia y los cambios que ocurren en las poblaciones a lo largo del tiempo en esta importante área.

ANTECEDENTES:

Entre las investigaciones realizadas en el área de la bahía de Santa Elena se citan los siguientes estudios bentónicos:

Son escasos los reportes sobre los estudios de foraminíferos bentónicos de la bahía de Santa Elena.

Gualancañay (2000), en el área de Salinas, identifica 35 especies de foraminíferos bentónicos y relaciona los factores ambientales con las especies más frecuentes como *Elphidium articulatum, f. typica; Reophax cf. guttiferus; Rotalia cubensis y Textularia secasensis.*

Gualancañay (2007), el área de Monteverde se estudia por primera vez a los foraminíferos bentónicos de la zona de turbulencia (20 metros de profundidad), caracterizada por la gran agitación de sus aguas e identifica a las especies, que pertenecen a la provincia zoogeográfica Panameña propuesta por Boltoskoy (1965).

ÁREA DE ESTUDIO:

La bahía de Santa Elena situada en la provincia del Guayas, abierta al océano Pacifico. Al sur está limitada por un angosto y alargado saliente llamado la puntilla de Santa Elena, nombre por el que se conoció a toda la región por mucho tiempo, hoy denominada península de Santa Elena.

El área marino costera comprende las estaciones ubicadas en perfiles perpendiculares al puerto pesquero de Santa Rosa y las localidades de: Salinas Yacht Club, Puerto. Lucia, La Libertad y Ballenita (Figura 1).

Para efectos de interpretación de los resultados, se ha dividido el área de estudio en cinco perfiles:

Área de Perfiles: Corresponden cinco perfiles: Perfil 1: Estaciones 1 a 4. Perfil 2: Estaciones 5 a 8. Perfil 3: Estaciones 9 a 12. Perfil 4: Estaciones 13 a 16 y Perfil 5: estaciones 17 a 20 (Tabla 1).

PERFIL	ESTACIONES	LOCALIDADES
1	1,2,3,4	Salinas Yacht Club
2	5,6,7,8	Puerto. Pesquero Santa. Rosa
3	9,10,11,12	Puerto Lucia
4	13,14,15,16	La Libertad
5	17,18,19,20	Ballenita

Tabla 1. Localización de las Estaciones de Muestreo.

Materiales y Métodos

En el Campo:

Durante Mayo del 2006 y Octubre de 2007, se realizaron los muestreos en las estaciones programadas utilizando una embarcación. Para la extracción de las muestras de sedimento superficial se realizaron lances de draga Van Veen de 0,1 m2 de capacidad y se tomó 250 cc del contenido total de la draga, las muestras fueron preservadas inmediatamente para su análisis posterior en los laboratorios y corresponden a los 4 y metros de profundidad

En el Laboratorio:

Las muestras de sedimento fueron sometidas a tinción con rosa de bengala para teñir la materia orgánica y poder distinguir los organismos vivos de los muertos, siguiendo el método de Walton (1952), las muestras fueron lavadas a través de un tamiz metálico de 68 micrones de abertura de malla y finalmente fueron separados los organismos aplicando el método de flotación y los contajes de los organismos se lo hizo de acuerdo a su abundancia relativa, según Boltovskoy (1965). (Tabla 2). Para la identificación de los organismos se utilizó un estereomicroscopio y los análisis taxonómicos fueron en base a la Sinonimia Crítica.

Abundancia Relativa	N.- Organismos
Incontables (In)	5000
Muy Abundantes (Mb)	2000 - 1000
Abundantes (Ab)	1000 - 800
Escasos (Es)	800 - 600
Raros (Rr)	600 – 300 - 200
Pobres (Pb)	100
Muy Pobres (Mp)	50

Tabla 2. Abundancia relativa (Boltovskoy, 1965).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

Perfil 1.

Mayo de 2006:

El perfil 1, corresponden al área de Salinas (Yacht Club) entre 3 y 7 metros de profundidad y el sedimento es arenoso. La mayor diversidad de especies fue hallada en la estación 1 y las especies más dominantes fueron: *Cibicides bertheloti, f. boueana, Quinqueloculina lamarckiana, Textulariella foliacea y Textularia secasensis;* éstas fueron reportadas anteriormente por Gualancañay (1983), en la plataforma interna del Golfo de Guayaquil. En cambio en las estaciones 2 y 3 fueron hallados algunos ejemplares aislados de las especies *Quinqueloculina granulosa, Quinqueloculina lamarckiana y Saccammina calcárea,* que también viven en ambientes someros. Fue notoria la ausencia de organismos en la estación 4 (Figura 2).

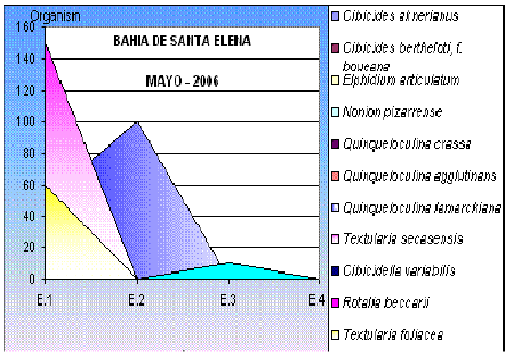


Figura 2. Foraminíferos Bentónicos en perfil 1

Octubre de 2007:

En todo el perfil 1 y en la misma área de Salinas (Yacht Club), durante Octubre de 2007 fue total la ausencia de organismos.

Si se compara los resultados de Mayo de 2006 y Octubre de 2007, la ausencia de organismos es notoria durante Octubre de 2007. Posiblemente esto se deba a que el mes de Mayo es considerado como época de transición de las dos estaciones del año (seca y lluviosa).

Perfil 2.

Mayo 2006:

A este perfil corresponde el área del puerto pesquero Santa Rosa. En la estación 8 de fondo limo-arenoso y con 3 metros de profundidad predominó la especie *Cibicides bertheloti, f. boueana;* esta especie fue reportada por Gualancañay (1983), en la plataforma interna del Golfo de Guayaquil. También se hallaron pocos ejemplares de *Quinqueloculina lamarckiana,* en la misma estación 8.

Cibicides bertheloti, f. boueana, fue la única especie que predomino en esta área probablemente porque prefiere fondo limo-arenosos para su desarrollo (Figura.3).

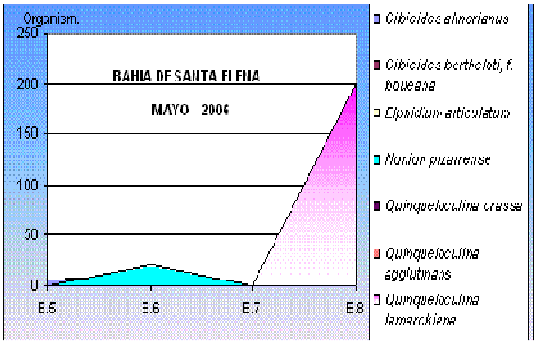


Figura 3. Foraminíferos Bentónicos en perfil 2

En la estación 6 de este perfil se encontraron algunos ejemplares aislados de *Nonion pizarrense y Rotalia beccarii*, que son especies de ambientes de aguas poco profundas. Se notó ausencia de organismos en las estaciones 5 y 7, en estas estaciones predominó el sedimento arenoso con profundidad entre 3 y 10 metros (Figura.3).

En forma general en este perfil las aguas se presentan bien oxigenadas. El oxigeno disuelto de las aguas de fondo decrecen ligeramente con la profundidad con valores entre 6,15 – 4,75 mg/l.

El pH de las aguas de fondo de las estaciones ubicadas en el perfil 2 perpendicular al puerto pesquero Santa Rosa fluctúan valores comprendidos entre 7.79 – 8.16, valores por debajo del nivel permisible establecido en la legislación ambiental ecuatoriana.

Probablemente la ausencia de organismos en la estación 6 y solamente algunos ejemplares aislados en las estaciones 5 y 7 se deba a los valores bajos del pH. Porque la acidez disuelve las conchillas calcáreas de los organismos.

Octubre del 2007.
En este mismo perfil 2 se hallaron algunos ejemplares aislados de las especies *Cibicides aknerianus* y *Nonion pizarrense* en la estación 6. En cambio en la estación 8 se hallaron pocos ejemplares de *Cibicides bertheloti, f. boueana* y algunos ejemplares aislados de *Quinqueloculina lamarckiana,* la causa de la baja población de organismos podría ser los bajos niveles del pH que afecta a las conchillas calcáreas (Boltovskoy, 1965). (Figura 4).

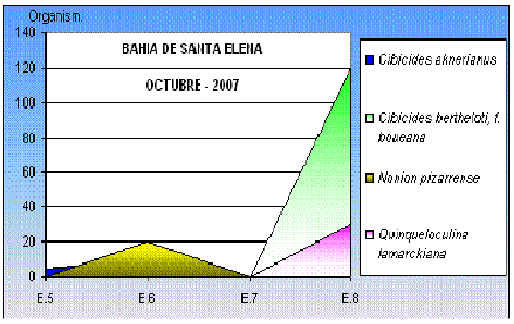


Figura 4. Foraminíferos Bentónicos en perfil 2

Perfiles 3 y 4:

Mayo de 2006.
En los perfiles 3 y 4 los fondos son arenosos a excepción de la estación 14 sobre sedimento limo-arenoso. En estos perfiles las profundidades entre 3 y 7 metros. Se hallaron en estos perfiles algunos ejemplares aislados de las especies *Nonion pizarrense, Quinqueloculina aglutinans, Quinqueloculina lamarckiana, Textularia secasensis y Rotalia beccarii,* típicas de aguas someras. (Figura. 5).

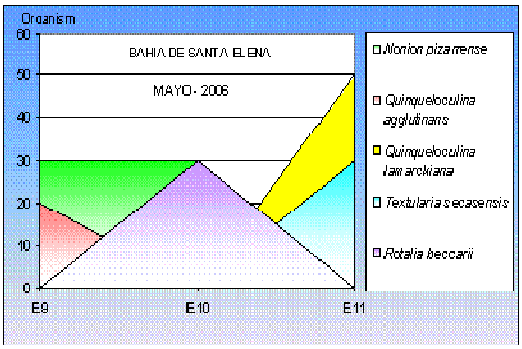


Figura 5. Foraminíferos Bentónicos en perfil 3y4

En Octubre de 2007 se encontraron algunos ejemplares aislados de *Nonion pizarrense* y *Quinqueloculina granulosa.* Las especies encontradas tanto en Mayo de 2006 y Octubre de 2007 son especies típicas de aguas poco profundas, demostrado por Gualancañay (1983) en el Golfo de Guayaquil interior (Figura 6).

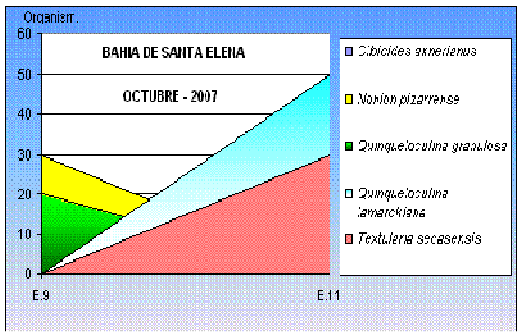


Figura 6. Foraminíferos Bentónicos en perfil 3y4

Perfil 5:

Mayo de 2006
A este perfil le corresponden las estaciones desde 16 a la 20 y son de fondo arenoso. La especie que predominó fue *Cibicides bertheloti, f. boueana* y fue hallada en la estación 19. En esta estación se encontraron también escasos ejemplares de la especie *Elphidium articulatum,* que anteriormente fue reportada por Gualancañay (1983) en la plataforma continental del Golfo de Guayaquil. Se hallaron algunos ejemplares aislados de las especies *Nonion pizarrense y Rotalia beccarii* , las mismas que prefieren aguas someras para su desarrollo y fue hallada en la estación 18 de este perfil.(Figura7).

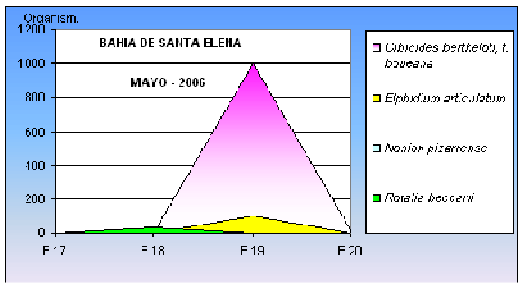


Figura 7. Foraminíferos Bentónicos en perfil 5

En Octubre de 2007 en el perfil 5, en la estación 19, únicamente se encontraron algunos ejemplares aislados de las especies *Nonion pizarrense, Quinqueloculina lamarckiana y Cibicides bertheloti, f. bouena.*(Figura.8).

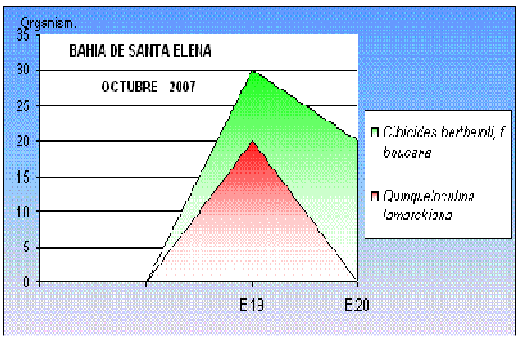


Figura 8. Foraminíferos Bentónicos en perfil 5

CONCLUSIONES:

En general durante los dos monitoreos de Mayo de 2006 y Octubre de 2007 la población fue escasa en el área estudiada y las especies identificadas corresponden a los foraminíferos bentónicos típicos de aguas poco profundas que se desarrollan sobre sedimento arenoso y con mezcla de sedimento arena limoso.

Durante Mayo, 2006 se pudo observar mayor diversidad de especies y mayor población de ejemplares. Contrario a Octubre, 2007 que tanto la diversidad de especies y numero de ejemplares fue menor y algunos casos ausente.

La especie que predominó en el área de estudio fue *Cibicides bertheloti, f. boueana* y fue encontrada en el puerto pesquero Santa Rosa y en Ballenita.

La mayor diversidad de especies aunque con escasos organismos se encontró en el área de Salinas Yacht Club.

BIBLIOGRAFÍA

Boltovskoy, E. 1965. Los Foraminíferos Recientes (biología, métodos de estudio, aplicación oceanográfica).- 510 pp., 114 texfigs.,EUDEBA, Buenos Aires.

Boltovskoy, E. y E. Gualancañay. 1975. Foraminíferos Bentónicos Actuales de Ecuador. 1.- Provincia Esmeraldas.- Inst. Ocean.., Biol., vol.5, p.1-56.

Gualancañay, E. 1983. Foraminíferos Bentónicos del Golfo de Guayaquil.- Act. Ocean. Pacific., vol.2, n.-2, p. 589-657.

Boltovskoy, E. 1976. Distribution of Recent Foraminifera of the South American Region. Academia Press. London. Vol.2, pp.171-183.

Gualancañay, E. 1983. Foraminíferos Bentónicos del Golfo de Guayaquil. Acta Oceanograf., Pacific. INOCAR. 2(2):589-657.

Gualancañay. E. 1886. Distribución de los Foraminíferos bentónicos del Golfo de Guayaquil. Acta. Oceanog.., Pacific., INOCAR. 3(1):93-120.

Gualancañay, E. 2000. Foraminíferos Bentónicos de Salinas, Ecuador y su relación con el medio. Acta. Oceanog.., Pacific., INOCAR.10(1):97-104.

Gualancañay, E. 2007. Distribución zoogeográfica de los Géneros *Cibicides* sp., y *Quinqueloculina* sp., (foraminíferos) de la zona de turbulencia de Monteverde, Ecuador durante nvbre 2007. Acta. Oceanog.., Pacific., INOCAR. 14 (1):163-168.

Okuda, T y M. Valencia, R. Trejos de Suéscum 1983. Nutrientes en las aguas superficiales y subsuperficiales en el área frente al Ecuador. Acta. Oceanograf., Pacifico. INOCAR. 2(1):31-51

Walton,W. R. 1952.- Techniques for Recognition of Living Foraminifera. Cuhsman Found. For. Res., 3 (2).

ESTUDIO DE LOS POLIQUETOS BENTÓNICOS Y FAUNA ACOMPAÑANTE EN LA ZONA INTERMAREAL Y SUBMAREAL DE LA BAHÍA DE SANTA ELENA (ECUADOR) DURANTE EL AÑO 2007.

Por:

Francisco Villamar [1]

RESUMEN

Se presentan los resultados obtenidos del estudio de los poliquetos de la Bahía de Santa Elena en la zona intermareal rocosa y arenosa del Puerto de Salinas (Yacht Club), Puerto Lucia, Santa Rosa, Terminal Petrolero de la Superintendencia de La Libertad y el área de Ballenita. Del total de Poliquetos identificados la especie *Pareurythoe spirocirrata* es la más frecuente del área estudiada y representan el 9 % del total de poliquetos, prefiere vivir en la zona rocosa del área de Santa Rosa y Puerto Lucia.

Del análisis de la fauna bentónica de la zona submareal del área de la Bahía de Santa Elena, se identificaron 13 especies de poliquetos bentónicos siendo la especie *Capitella sp*. la más abundante (10%), seguido por la especie *Sabella sp*.(8%), *Paraonis sp.* (4%) y *Cirratus sp.* (4%), *Orbinia sp, Glicera sp.,Onuphis nebulosa, Ophelia sp*. y *Nephtys singularis* con el 3% respectivamente.

El mayor índice de diversidad para el área intermareal se ubicó en la estación de Salinas del Yacht Club (1.8 bits) y el índice de Margalef en el área de Salinas Yacht Club (0.9), de la misma forma el mayor índice de Uniformidad en la estación de Ballenita (0.97) y, el mayor índice de Simpson en la estación de Ballenita (0.25). La mayor riqueza de especies en el área de Salinas Yacht Club (7)

Para la zona submareal la mayor riqueza de especies se ubicó en la estación 18 del Perfil 5 con 9 especies a 10 metros de profundidad. El índice de Shannon se ubicó en las estaciones 18 (2.1 bits) y la estación 20 (1.9 bits), El índice de Uniformidad para las estaciones 4 – 7 y 11 con 1 bits, el índice de Margalef en las estaciones 18 (1.3), 3 (1.1) y, el índice de Simpson en la estación 8 (0.7).

ABSTRACT

Presented here are the results of a study of the polichaeta of Santa Elena Bay in the rocky and sandy intertidal area of Salinas Port (Yacht Club), Port Lucia, Santa Rosa, Oil Terminal of the Superintendence of La Libertad and the area of Ballenita. Of the total identified polichaeta the species Pareurythoe spirocirrata was the most frequent in the studied area and represented 9% of the total polichaeta , which prefers to live in the rocky areas of Santa Rosa and Port Lucia.

The benthic fauna analysis of the subtidal area of Santa Elena Bay, identified 13 species of polichaeta includng Capitella sp., the mostabundant (10%), followed by the species Sabella sp. (8%), Paraonis sp. (4%) and Cirratus sp. (4%), Orbinia sp, Glicera sp., Onuphis nebulosa, Ophelia sp. and Nephtys singularis with 3% respectively.

The largest diversity indices for the intertidal area was located at the Salinas Yacht Club station (1.8 bits) and at Margalef in Salinas area Yacht Club (0.9). in The greatest index of uniformity scores are associated with the Ballenita station (0.97), and the greatest Simpson index is associated with Ballenita station (0.25). The greatest wealth of species was found in Salinas area Yacht Club (7).

For the subtidal area the greatest wealth of species was located at station 18 of profile 5 with 9 species at 10 meters of depth. The Shannon index was calculated for at stations 18 (2.1 bits) and 20 (1.9 bits), the indices of uniformity for stations 4 - 7 and 11 were found to be 1 bit, the index of Margalef at station 18 was 1.3 and at station 3 1.1. The Simpson index at station 8 was 0.7.

Palabras claves: Poliquetos, macrobentos, intermareal, submareal, fauna acompañante, Bahía de Santa Elena, Ecuador

Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR, Ave.25 julio. Base Naval Sur, P.O. Box. 594. e-mail: fvillamar@inocar.mil.ec Guayaquil-Ecuador

INTRODUCCIÓN

Por su gran importancia que tiene la macrofauna bentónica se realiza este estudio de las especies de poliquetos y fauna acompañante que existen en el zona de la Bahía de Santa Elena y áreas adyacentes de la provincia de Santa Elena, contribuyendo con el conocimiento de la diversidad marina regional, especialmente de la fauna macro bentónica para tener un marco referencial de las especies existentes. Este estudio servirá para evaluar proteger y conservar las comunidades intermareales ante posibles cambios ambientales que se vayan produciendo en el futuro.

Los organismos macro bentónicos son grupos de comunidades del mar, constituido por organismos tanto vegetales como animales que viven relacionados con el fondo del mar, semienterrados, fijos o que pueden moverse sin alejarse demasiado de él, desde el límite de la pleamar hasta los fondos de las fosas más profundas (Brusca, 1973).

Estos organismos macro bentónicos incluyen a los seres que viven en estrecha relación con el fondo marino, tanto vegetales (fitobentos) como animales (zoobentos).

Los organismos bentónicos que habitan sobre la superficie de los sustratos, son llamados epibiontes (epiflora y epifauna) pueden vivir fijos al sustrato, otros pueden caminar sobre él, arrastrarse, o nadar en sus inmediaciones (nectobentos); el término epibiosis, a pesar de su sentido general, se emplea casi exclusivamente para los sustratos duros. El término hiperbentos se define a la comunidad de organismos que son retenidos con malla de 1 mm. de diámetro, clasificados como merohiperbentónicos aquellos que se encuentran en estadíos larvales o juveniles y de adultos formando parte del Necton. Los organismos epibentónicos o endobentónicos y los holohiperbentónicos pasan todo su ciclo de vida como parte de esta comunidad. (Guartatanga, S. *et. al*. 2003).

Los estudios de las comunidades bentónicas marinas costeras se realizan comúnmente en diferentes épocas del año como una aproximación para la valoración de los impactos ambientales. Por cierto son los organismos de la macro fauna bentónica los que se cuantifican para indicar el estado en que se encuentran los ambientes marinos, debido a que dichos organismos algunos son sedentarios, muchos tienen ciclos vitales largos y resisten a diferentes grados de tolerancia principalmente a los cambios climáticos. (Tena, J. *et. al.* 1993)

En la mayoría de los trabajos que versan sobre el estudio de la macro fauna bentónica, se aplican modelos de distribución. En este sentido, las relaciones animales – sustratos también pueden investigarse a partir de hipótesis basadas en la abundancia de grupos alimentarios de la macro fauna intermareal. (Tena, J. *et. al.* 1993).

La importancia del estudio de las comunidades macrozoobentónicas pueden ser consideradas como indicadoras de zonas intervenidas o contaminadas por materia orgánica o por su posición con relación al sustrato existente, estas comunidades zoobénticas en especial los poliquetos son sensibles a los cambios que ocurren en los diversos tipos de fondos, de esta manera se tiene antecedentes de lo que existe en los sustratos marinos y estuarinos por las actividades realizadas en el área de estudio, para determinar si existe relación entre la presencia de los organismos bentónicos y la calidad de los diferentes tipos de sustratos existentes.

Los organismos bénticos infaunales se encuentran organizados estructural y funcionalmente en base a gradientes de enriquecimiento orgánico, siendo la disponibilidad de alimento uno de los factores que ayudan a la composición y distribución de los poliquetos bentónicos influenciado por la interacción de los factores ambientales como la contaminación por efluentes costeros de origen antropogénico. (Tena, J. *et. al.* 1993).

ANTECEDENTES

Sobre los organismos que componen la macro fauna bentónica intermareal y submareal existen pocos trabajos publicados para el área de la Bahía de Santa

Elena, el sitio más cercano estudiado es en la zona de Monteverde por Villamar y Cruz (2006) donde se define la relativa abundancia y biodiversidad de los poliquetos bentónicos y fauna acompañante existentes en los sustratos arenosos.

Son muy pocos los trabajos publicados sobre organismos bentónicos en la costa ecuatoriana, los más importantes son los realizados frente a la Isla Puná y en la Isla Santa Clara, especialmente sobre poliquetos bentónicos, identificados por Hartman, O. (1939) con la descripción de cuatro nuevas especies.

Una lista de los moluscos subfósiles de los estanques de sal del puerto de Salinas (Ecuador) son reportados por Hofftetter (1952), menciona que en esta área existieron especies de estuarios como *Ostrea palmula* manifestando que en esta zona existió un ambiente estuarino.

Otro trabajo sobre diversidad marina que incluye al Ecuador es el de Keen, M. (1971), quien realizó un estudio sobre moluscos bentónico en el Pacífico Este, desde Manglaralto, Salango y Bahía de Santa Elena.

Estudios realizados en el Ecuador sobre organismos que componen la macro fauna en el área submareal son del Golfo de Guayaquil y Esmeraldas, trabajos que comprenden la identificación y distribución de los organismos macro invertebrados principalmente moluscos y poliquetos (gusanos). Así tenemos que Cruz, M.(1977), publica para el área de Esmeraldas, "Bivalvos de la Plataforma Continental de la Región Norte de Ecuador", identificó 56 especies de bivalvos presentados por 26 géneros y 18 familias, las relaciona con el tipo de sustrato y la profundidad. El mayor número de organismos encontrados pertenecen a las familias Nuculanidae y Corbulidae con sus respectivos géneros *Nuculana sp.* y *Corbula sp.* respectivamente.

La identificación y descripción de 75 especies de moluscos bentónicos por Cruz, M. (1983), reportados por primera vez para el área 25 especies. Da a conocer sus dimensiones y una breve descripción de cada una de las especies, presenta un mapa de localización de las estaciones en el Golfo de Guayaquil, Ecuador.

Un Catálogo de los principales poliquetos bentónicos del Golfo de Guayaquil por Villamar (1983), donde se identifican y describen 37 especies de poliquetos bentónicos, distribuidos en 18 familias y 27 géneros, de los cuales 18 especies son conocidas para el Este del Pacífico y 31 para el resto de la costa ecuatoriana, las mismas que fueron señaladas en la respectiva diagnosis. En el mismo año, Cruz, M. y F. Villamar (1983), amplía la distribución biogeográfica del equinodermo *Platasteria Latirradiata*, identificada para las playas del puerto Villamil, especie considerada como fósil viviente, reportada solo para el Pacífico Litoral Mexicano y Centroamericano. El estudio fue comparativo de la morfología externa.

La identificación de 11 especies de poliquetos para el canal del Morro por Villamar, F. (1986), hace una comparación taxonómica y la distribución en el área del Golfo de Guayaquil. Más tarde Villamar, F. (1989) identifica 13 especies de poliquetos en el área del Canal de Jambelí y el Morro (Golfo de Guayaquil). Discute su relativa distribución en los fondos estuarinos y se presentan mapas de distribución en el área de estudio.

La publicación del "Catálogo de los bivalvos Marinos del Ecuador" por Mora (1990), contribuye con la sistemática y distribución de las principales especies de moluscos de la costa ecuatoriana. Cruz, M. (1992), da a conocer la distribución de los moluscos bivalvos del Estero Salado inferior y al Oeste de la Isla Puná, relaciona las especies con el tipo de sustrato, profundidad y hábitat. La mayor diversidad de especies de Bivalvos predomina en el sedimento arenoso, mientras que la menor diversidad y mayor pobreza de especies se la observó en los canales de Jambelí y Cascajal en donde predominan los limos arcillosos provenientes del río Guayas (Ecuador).

Mediante un manual de campo de los invertebrados bentónicos marinos de moluscos, crustáceos y equinodermos de la zona litoral ecuatoriana, se dan a conocer la

distribución de 140 especies, sin incluir a los poliquetos bentónicos. (Mair,J. *et. al.*, 2002).

Los organismos del hiperbentos de la zona intermareal de las playas de Salinas (Ecuador), por Guartatanga *et. al.* (2003) considera los cambios temporales principalmente del Orden Mysidacea, observó variación en la estructura de su comunidad. Cruz *et. al.* (2003) publica lo conocido y desconocido de la biodiversidad marina en el Ecuador, mencionando 1.859 especies marinas ya reportadas para el Ecuador, incluyendo a los poliquetos bentónicos.

27 especies de poliquetos fueron identificados por Villamar, F. (2005-2006) en la zona intermareal arenosa y rocosa de las provincias de Esmeraldas y Manabí (Ecuador), muchos de ellos reportados por primera vez para el área estudiada. Villamar. F. y M. Cruz (2007) contribuyen con el conocimiento de los poliquetos y moluscos de la zona intermareal y submareal del área de Monteverde.

La contribución al estudio del microgasterópodos de la familia Caecidae, es reportado para las provincias de Manabí y Guayas por Cruz, M. (2007), además Cruz *et. al.* (2007) presentan un trabajo de identificación y distribución de la familia Aplysiidae en la zona intermareal del Ecuador.

ÁREA DE ESTUDIO

Para el estudio de los organismos macro bentónicos de la Bahía de Santa Elena se estimaron 5 áreas en la zona intermareal rocosa y arenosa que incluyen el Puerto de Salinas (Yacht Club), la zona residencial de Puerto Lucia, el pueblo pesquero de Santa Rosa, el Terminal Petrolero de la Superintendencia de La Libertad y el área residencial de Ballenita.

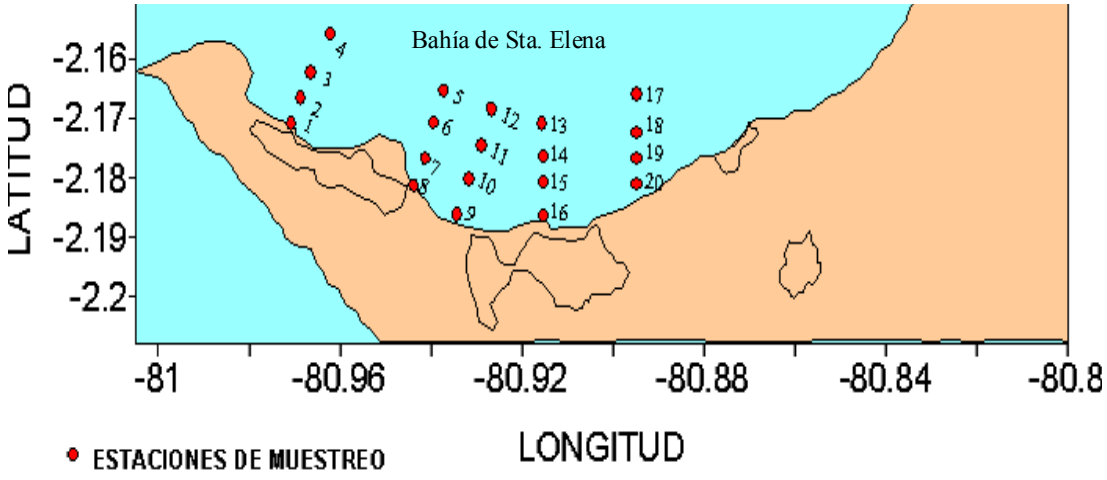


Figura 1.- Área de estudio. Bahía de Santa Elena 20 Estaciones submareales 2007.

Además, para el estudio de los organismos macrobentónicos submareales (Profundidades entre 5 m. y 20 m.) de la Bahía de Santa Elena, se realizaron 20 estaciones repartidas en 5 perfiles perpendiculares a la costa, con 4 estaciones por cada perfil. Se utilizó una embarcación con motor estacionario y un Winche con cabo de nylon incluido, para realizar los lances de la draga metálica tipo Van Veen. (Figura. 1).

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la obtención y recolección de las muestras en la zona intermareal de los sustratos duros caracterizado por rocas grandes y de los sustratos arenosos, se utilizó el método de Roger J. Lincoln & Gordon Sheals (1979), empleando para esta finalidad un cuadrante de 25 por 25 cm (1/16 m^2) y una pala metálica introduciéndola a profundidad de 15 cm. aproximadamente.

Las muestras macro bentónicas de la zona infralitoral o submareal fueron obtenidas a bordo de una embarcación con motor estacionario, equipada con winche y cabo de nylon, se utilizó una draga metálica tipo Van Veen con una capacidad de 0.1 m^3 y con área de mordida de 1/20 m^2. Las muestras fueron etiquetadas y fijadas con formol neutralizado al 10%, para ser procesadas posteriormente en el laboratorio.

En el laboratorio las muestras obtenidas tanto en la zona intermareal como submareal fueron tamizadas utilizando tamices metálicos con aberturas de mallas de 2 - 1 y 0.5 mm. Los organismos se separaron de acuerdo a sus características taxonómicas. Para su identificación se utilizaron un estéreo microscopio de 100 aumentos y un microscopio de 1.000 aumentos.

Entre la bibliografía especializada sobre macro invertebrados bentónicos se citan a Hartman (1968 – 1969), Gosner (1971), Keen (1971) y Fauchald, K. (1977). entre otros, que presentan claves para identificar las especies del macrobentos. Se utilizaron programas Word, Excel, Power Point con los que se realizaron las tablas, gráficos y figuras que se presentan en el presente trabajo.

ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Para el análisis estadístico se realizaron tablas con los datos obtenidos de las especies identificadas que contiene la información del número de individuos y porcentajes por cada estación, para determinar la diversidad de especies tanto de la zona intermareal como submareal.

La diversidad de especies fue calculada aplicando el índice de Shannon.Wiener (1949) aplicado en muchos trabajos y por ser uno de los mejores índices de aceptación y por su relativa independencia de la medida de la muestra. Además, este índice nos permite comparar con facilidad los resultados obtenidos con los índices de presencia – ausencia. (Rowe *et at*. 1972). Así mismo, se determinaron el índice de uniformidad (E), de Margalef (DMg) y el de Simpson (DSg).

RESULTADOS

ZONA INTERMAREAL

Del total de Poliquetos identificados, la familia Anphinomidae es la especie *Pareurythoe spirocirrata* la más frecuente del área estudiada y representan el 9 % del total de poliquetos, prefieren vivir en la zona rocosa del área de Santa Rosa y Puerto Lucia. (Figura. 2). (Tabla 1).

Tabla 1.- Presencia porcentual y los índices uniformidad, margalef, Simpson y Shannon de los poliquetos y fauna acompañante. Bahía Santa Elena. Zona Intermareal. 2007

ORGANISMOS	ESTACIONES INTERMAREALES MACROBENTOS					
POLIQUETOS	Salinas Yacht Club	Pto. Lucía	Sta. Rosa	Terminal SUINLI	Ballenita	TOTAL %
SILLIDAE:						
Syllis elongata	4%					4
LUMBRINERIDAE						
Lumbrineris tetraura			4%			4
NEPHTYIDAE						
Nepthys singularis					2%	2
PARAONIDAE						
Paraonis sp.		2%	2%			4
SPIONIDAE						
Polydora websteri	2%					2
AMPHINOMIDAE						
Eurythoe complanata			2%			2
Pareurythoe spirocirrata		2%	7%			9
PHYLLODOCIDAE						
Eulalia quadriculata				5%	2%	7
EQUINODERMOS:						
Equinometra vandrunti	5%				2%	7
Holothuria sp.					1%	1
CRUSTACEOS:						
Balanus sp.	12%	11%				23
Grapsus grapsus	5%	3%				8
CELENTERADOS:						
Anemonas (Café oscuro)	5%	5%	5%			15
Corales blandos (rosados)	5%	3%	6%			14
RIQUEZA DE ESPECIES	7	6	6	1	4	
% DE INDIVIDUOS	38	26	26	5	7	
IND. UNIFORMIDAD (E)	0.9	0.89	0.94	0	0.97	
IND. MARGALEF (DMg)	0.9	0.84	0.82	0	0.63	
IND. SIMPSON (DSp)	0.1	0.24	0.19	0	0.25	
IND. SHANNON (H)	1.8	1.59	1.69	0	1.35	

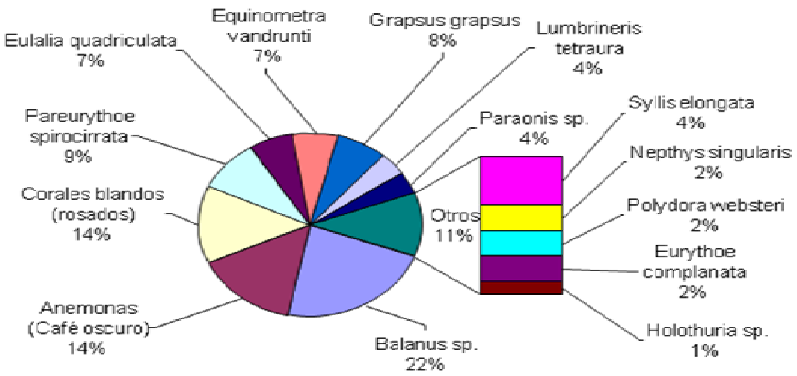


Figura. 2.- PRESENCIA PORCENTUAL DE LOS ORGANISMOS DEL MACROBENTOS INTERMAREALES DEL AREA DE LA BAHÍA DE SANTA ELENA. 2007

SALINAS (YACHT CLUB)

De todas las estaciones estudiadas, se observó que el área de Salinas fue donde se encontró la mayor riqueza de organismos macrobentónicos tanto en las rocas como debajo del muelle, se identificaron 7 especies, representan el 34% del total de individuos contabilizados para el área de estudio. (Tabla 1)

En el sustrato arenoso intermareal se identificaron poliquetos de la familia Spionidae con la especie *Polidora websteri* que representa el 2%, también la especie *Syllis elongata* de la familia Syllidae con el 4% del total de organismos contabilizados. (Figura. 2),

Predominan entre las rocas los Celenterados principalmente anémonas de color café oscuro y corales blandos de color rosado representan el 14% del total de organismos, los Crustáceos con las especies *Balanus sp.* que se encuentran fijos o encostrados en las rocas y, cangrejos *Grapsus grapsus* (23%) se los observa entre las rocas con mucho movimiento y con gran dificultad para capturarlos. (Tabla 1).

PUERTO LUCIA

En esta área se identificaron en total 6 especies, representan el 25% del total de individuos contabilizados. Entre los gusanos marinos (Poliquetos) la especie *Pareurythoe spirocirrata* de la familia Amphinomidae (2%), además, en el área arenosa se encontraron los poliquetos escavadores *Paraonis sp.* de la familia Paraonidae (2%). (Tabla 1)

En la zona intermareal entre las rocas se identificaron Celenterados principalmente Anémonas de color café oscuro (15%) y corales blandos de color rosado (14%), los Crustáceos con las especies *Balanus sp.* y *Grapsus grapsus*, (Tabla 1).

SANTA ROSA

En este puerto pesquero se identificación 4 especies de invertebrados, representan el 28% del total de individuos contabilizados. En la zona rocosa cerca de la gasolinera se identificaron las especies de poliquetos errantes *Eurythoe complanata* (2%) y *Pareurythoe spirocirrata* (7%) de la familia Amphinomidae. (Tabla 1).

En zona arenosa se identificó los poliquetos de la familia Lumbrineridae con la especie *Lumbrineris tetraura* (4%), además, de la familia Paraonidae con la especie *Paraonis sp.* (2%), área caracterizada por contener materia orgánica en descomposición. (Tabla 1).

Las anémonas y corales (7%) marinos son abundantes prefieren vivir en los charcos de agua, que quedan entre las rocas grandes, se las puede observar en la zona intermareal al bajar la marea. (Tabla 1)

LA LIBERTAD (TERMINAL SUINLI)

En esta área se observó una sola especie de poliqueto, considerada como el área de menor riqueza de especies intermareales representan el 5% del total de organismos contabilizados, predominando en la zona arenosa los poliquetos errantes de la familia Phyllodocidae con la especie *Eulalia quadrioculata* que representa el 4% del total de especies identificadas, considerada indicadora de áreas contaminadas por materia orgánica en descomposición. Esta especie prefiere vivir en sustratos tipo arenoso con temperaturas tropicales, caracterizada por tener alimentación tipo carroñera. En esta área se observó manchas de hidrocarburos del petróleo en los sustratos arenosos. (Tabla 1).

BALLENITA

Sobre la superficie de las rocas no se observó comunidades de vegetales ni de organismos que permitan el desarrollo de otras especies. Las pocas especies encontradas con densidades muy bajas entre ellas los Equinodermos con las especies *Equinometra vandrunti*. (7%) y *Holothuria sp.* (1%). (Tabla 1).

Se contabilizaron 112 especimenes que corresponde al 8% del total de organismos. En esta zona se identificaron 4 especies, predominando en el área arenosa dos especies de poliquetos, *Eulalia quadrioculata* (2%) de la familia Phyllodocidae y *Nephtys singularis* (2%) de la familia Nephtyidae con características errantes. Estas especies prefieren vivir en sustratos tipo arenoso con temperaturas tropicales, caracterizada por tener alimentación tipo carroñera. (Tabla 1).

ZONA SUBMAREAL

Para el análisis de la fauna bentónica submareal del área de la Bahía de Santa Elena se determinaron 20 estaciones en cinco perfiles. (Tabla 2).

Del análisis de los sustratos arenosos submareales se identificaron 13 especies de poliquetos bentónicos siendo la especie *Capitella sp*. abundante con el 10 %, y poco frecuente ya que solamente se los capturó en 5 estaciones de las 20 estaciones muestreadas, seguidos por la especie *Sabella sp.(8%), Orbinia sp, Glicera sp.,Onuphis nebulosa, Ophelia sp. y Nephtys singularis* con el 3% respectivamente, *Paraonis sp.* (4%) y *Cirratus sp*. (4%) (Figura. 3).

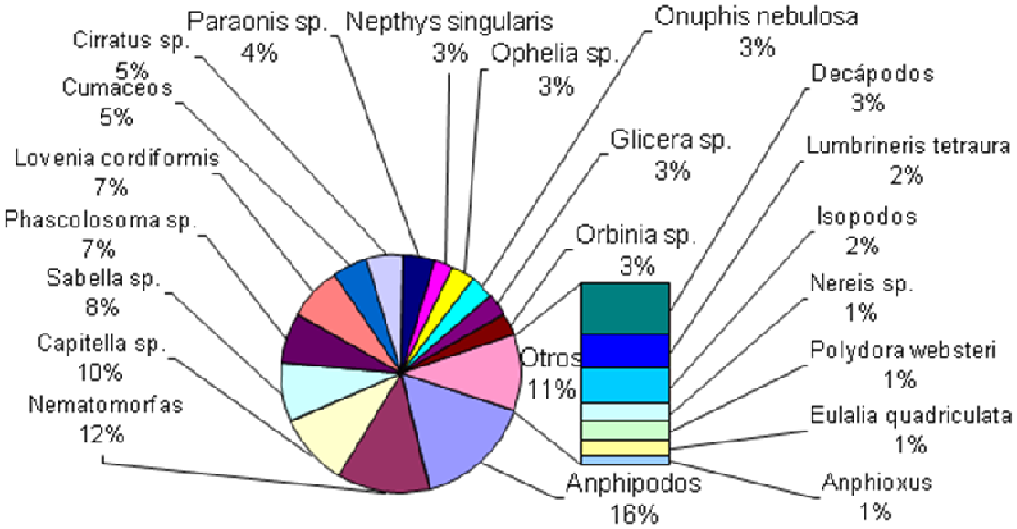


Figura 3.- Presencia porcentual de los poliquetos y fauna acompañante en la zona submareal. Los Anphipodos son los más abundantes en el área estudiada. Bahía de Santa Elena. 2007

De las 20 estaciones estudiadas, entre los 5 y 20 m. de profundidad se observó la mayor riqueza de la macrofauna bentónica en la estación 18 con 9 especies, mientras que la mayor abundancia de organismos se la encontró en las estaciones 10 y 14 (Org. X m^2). (Tabla 2).

En el perfil 1, se observó 12 especies de macro invertebrados, entre los poliquetos identificados en este perfil *Eulalia quadriculata, Onuphis nebulosa Glicera sp. Orbinia sp Paraonis sp., Eulalia quadriculata, y Nereis sp.*, con el 1% respectivamente, *Nepthys singulares* (2%), *Cirratulus sp.* (3%). Entre los Equinodermos irregulares la especie *Lovenia cordiformis* (3%). Los Crustáceos Anfípodos y Decápodos son los más importantes. Pocos Simpunculidos del género *Plascolosoma sp*. (1%), Estas especies prefieren vivir en sustratos arenosos limpios con salinidad alta. (Tabla 2, Figura. 3)

Para el perfil 2, los poliquetos identificados *Nephtys singulares y Sabella sp. Con el 1%*. Entre los Crustáceos Anfípodos e Isópodos son los más importantes. Pocos Simpunculidos del género *Plascolosoma sp*. (1%), Estas especies prefieren vivir en sustratos arenosos y tipifican un ecosistema equilibrado. En este perfil no se encontraron Equinodermos. (Tabla 2, Figura. 3)

En el perfil 3 se identificaron 10 especies, los poliquetos fueron abundantes *Capitella sp*. (4%), se identificaron otras especies *Onuphis nebulosa, Paraonis sp. Polydora websteri* con el 1% respectivamente, Entre los Crustáceos Anfípodos, Cumaceos e Isópodos son los más importantes. Los Simpunculidos con el género *Plascolosoma sp*. y los Nematomorfas (4%). En este perfil no se encontraron Equinodermos. (Tabla 2, Figura. 3).

En el Perfil 4, se identificaron 8 especies de poliquetos bentónicos siendo la especie más abundante *Capitella sp*. (5%), La presencia de esta especie representa un ambiente estable con sedimento tipo arena. Otras especies de poliquetos como *Paraonis sp*. (3%), *Ophelia sp*. (1%), *Sabella sp.* (5%), Entre los Crustáceos los más importantes son los Anfípodos (2%), Decápodos (2%) y Cumáceos (3%), pocos Simpunculidos del género *Plascolosoma sp.*, y los Nematomorfas (3%). Entre los Equinodermos irregulares la especie

Lovenia cordiformis (3%). (Tabla 2, Figura. 3).

En el Perfil 5, se identificaron 8 especies de poliquetos bentónicos siendo la especie más abundante *Cirratus sp.* (3%), La presencia de esta especie representa un ambiente estable con sedimento tipo arena limosa. Otras especies como *Lumbrineris tetraura*, Orbinia sp.,*Sabella sp.*, *Glicera sp.* y *Ophelia sp*. con el 2% respectivamente, *Onuphis nebulosa y Paraonis sp*. con el 1% respectivamente, Tabla 2, Figura. 3)

Entre los Crustáceos los más importantes son los Anfípodos (2%), Isópodos (1%), Cumaceos (2%) y Decápodos (1%), pocos Simpunculidos del género *Plascolosoma sp*. (2%), los Nematomorfas (1%) y los Cefalocordados con la especie *Amphioxus sp.* (1%). En este perfil no se encontraron Equinodermos. (Tabla 2, Figura. 3).

DISCUSIÓN

Se puede decir que la biodiversidad marina en la costa ecuatoriana se estima relativamente abundante principalmente entre las rocas y, baja diversidad en los sustratos arenosos donde existen pocos organismos intermareales.

En este estudio de las observaciones realizadas en la zona intermareal de la Bahía de Santa Elena, que corresponde a la zona de las playas arenosas y áreas rocosas, se identificaron cuatro Filum de invertebrados marinos representados por los Anélidos con ocho especies de Poliquetos errantes, Equinodermos con dos especies, Crustáceos con dos especies y Celenterados con dos especies. Los moluscos capturados no se dan a conocer en esta publicación porque tendrán un tratamiento especial y serán reportados en un documento aparte por ser numerosos.

Para el área de la Bahía de Santa Elena los poliquetos bentónicos identificados algunos de ellos son también reportados por Villamar (2006-2007) para la zona de Manabí y Esmeraldas, principalmente los poliquetos excavadores de sustratos arenosos y, otros en sustratos rocosos, posiblemente comparten con las mismas características ambientales como son las temperaturas y la salinidad del agua del mar. Entre las especies más comunes son la familia Phyllodocidae con la especie *Eulalia quadriculata*, de la familia Nephtyidae con la especie *Nephtys singulares* de los sustratos arenosos y, de la familia Amphinomidae con las especies *Pareurythoe spirocirrata* y *Eurythoe complanata* de los sustratos rocosos.
De acuerdo a Reish (1967) manifiesta que en estas áreas intermareales los gusanos poliquetos demuestran asociaciones entre ellos principalmente cuando seleccionan vivir entre sustratos arenosos y otros entre las rocas, en la Bahía de Santa Elena ocurre lo mismo produciéndose una diversificación de la composición faunística por la selección de los sustratos.

Entre los invertebrados identificados como fauna acompañante predominaron el Filum Celenterata con una especie de anémona de color café oscuro (15%) y, una especie de coral blando de color rosado (14%), especies que prefieren vivir en las pequeñas lagunas de agua que quedan al bajar la marea en el área rocosa cerca del pueblo de Santa Rosa. En esta misma área entre los equinodermos se identificaron dos especies, un Holotoroideo con la especie *Holothuria sp.* representa el 1% y, un equinoideo con la especie *Echinometra vanbrunti*, (Erizo de mar) siendo esta especie la más abundante con el 7%. Entre los Crustáceos observados predominaron en las rocas los cirripedios, siendo el de mayor frecuencia el género *Balanus sp.* (22%), el Braquiuro *Grapsus grapsus* es el cangrejo de mayor distribución en el área rocosa, con poca abundancia representa el 8%.

CONCLUSIONES:

Del total de Poliquetos identificados, es la familia Amphinomidae con la especie *Pareurythoe spirocirrata* la más frecuente del área estudiada y representan el 9 % del total de poliquetos, prefieren vivir en la zona rocosa del área de Santa Rosa y Puerto Lucia. Y de todas las estaciones estudiadas, se observó que el área de Salinas fue donde se encontró la mayor riqueza de organismos macrobentónicos tanto en las rocas como debajo del muelle, se identificaron 7 especies, que representan el 34% del total de individuos

contabilizados para el área de estudio.

En el sustrato arenoso intermareal en el área de la Bahía de Santa Rosa se identificaron poliquetos de la familia Spionidae con la especie *Polidora websteri* que representa el 2%, también la especie *Syllis elongata* de la familia Syllidae con el 4% del total de organismos contabilizados.

Predominan entre las rocas los Celenterados principalmente anémonas de color café oscuro y corales blandos de color rosado representan el 14% del total de organismos, los Crustáceos con las especies *Balanus sp.* que se encuentran fijos o encostrados en las rocas y, cangrejos *Grapsus grapsus* (23%) se los observa entre las rocas con mucho movimiento y gran dificultad para capturarlos.

Del análisis de los sustratos arenosos se identificaron 13 especies de poliquetos bentónicos siendo la especie *Capitella sp*. abundante con el 10 %, seguidos por la especie *Sabella sp*.(8%), *Orbinia sp, Glicera sp.,Onuphis nebulosa, Ophelia sp*. y *Nephtys singularis* con el 3% respectivamente. *Paraonis sp.* (4%) y *Cirratus sp.* (4%).

La mayor riqueza de especies (7) el mayor índice de diversidad (1.8 bits) y el índice de Margalef (0.9) en el área intermareal se ubicó en la estación de Salinas, de la misma forma el mayor índice de Uniformidad (0.97) y, el mayor índice de Simpson (0.25) en la estación de Ballenita (Tabla 1)

Para la zona submareal la mayor riqueza de especies se ubicó en la estación 18 del Perfil 5 con 9 especies a 10 metros de profundidad. El índice de Shannon se ubicó en las estaciones 18 (2.1 bits), y la estación 20 (1.9 bits), El índice de uniformidad para las estaciones 4 – 7 y 11 con 1 bits, el índice de Margalef en las estaciones 18 (1.3), 3 (1.1) y, el índice de Simpson en la estación 8 (0.7). (Tabla 2)

AGRADECIMIENTO

El autor desea expresar su agradecimiento al Sr. Director del INOCAR CPNV-EM Galo Garzón López y al Sr, Jefe del Departamento de Ciencias del Mar, por todo el apoyo brindado para la publicación de este trabajo científico.

BIBLIOGRAFÍA

Brusca, R. 1973. A handbook to the common intertidal invertebrates of the Gulf of California. The University of Arizona Press:1- 427.

Cruz, M. 1977. Bivalvos de la Plataforma Continental de la Región Norte de Ecuador. Instituto Oceanográfico de la Armada. Guayaquil- Ecuador, 1(1): 1-55

Cruz, M.1983.- Catálogo de los Bivalvos del Golfo de Guayaquil. Acta Oceanográfica del Pacífico. Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR. Guayaquil- Ecuador, 2(2): 735-819.

Cruz, M. y F. Villamar. (1983).- Presencia de *Platasteria Latirradiata* en Aguas Ecuatorianas. Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR. Guayaquil- Ecuador, 2(1): 169 – 177

Cruz, M.-1992.- Estado actual del recurso malacológico (Bivalvos y Gasterópodos) de la zona Infralitoral del Golfo de Guayaquil. Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR. Guayaquil- Ecuador, 7(1): 41 – 68.

Cruz, M., N. Gaibor, E. Mora, R. Jiménez & J. Mair 2003 Lo conocido y desconocido de la biodiversidad marina en el Ecuador (Continental e insular). GAYANA (Universidad de Concepción). Vol. 67, No. 2, pp. 232 – 260, ISSN 0717-652X. Página electrónica: www. SCIELO.cl.

Cruz, M.l 2007.- Nueva distribución de moluscos Meiobentónicos (Gasterópoda: Familia CAECIDAE), en la costa Ecuatoriana. Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR. 14 (1): 131-138.

Cruz, M.., Daniela Hill y Peggy Cortez .- 2007.- Biología y Distribución de la Familia APLYSIIDAE (Babosas de mar), en la zona intermareal del Ecuador. Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR. 14 (1): 155-162.

Fauchald, K. 1977. The Polychaete Worms Definitions and Keys to the Orden, Families and Genera. Natural History Museum of

the Los Angeles County. In conjunction with the Allan Hancock Foundation University of Southern California. Science Series 28:1- 180.

Guartatanga, S., Marín J., Miño S., Cornejo M. y Vincx M. .2003.,- Estudio Preliminar de los Efectos Antropogénicos en la Distribución Intermareal de la Fauna Hiperbentónica en la playa de Salinas (Chipipe – Provincia del Guayas). Revista Tecnológica. Vol. 16, No. 1: 108 – 117.

Gosner, L.K.1971.-Guide to identification of marine and estuarine Invertebrate. Ed. John Wiley - Sons, INC.:1-693

Hartman, o. 1968 – 1969.- Atlas of errantiate polychaetous annelids from California. Allan Hancock Foundation. University of Southern. California. Los Angeles. 812 p.

Hartman, O. 1939.-Polychaetous Annelids. Pt. 1 Aphroditidae to Pisionidae. Allan Hancock Pacific Expedition. 7 (1-2): 1-170

Hofftetter, T., 1952.- Moluscos subfósiles de los estanques de sal de Salinas (Península de Santa Elena, Ecuador) Comparación con la fauna actual del Ecuador. Bol. Inst. Cienc. Nat. Ecuador. 1 (1): 5 – 79, Figs. 19.

Keen, Myra. 1971. - Sea Shell of Tropical West America Marine Mollusks from Baja California to Peru. Stanford, Univ. California: 1064 p.

Mora, E. 1990,-Catálogo de los Bivalvos Marinos del Ecuador. Bol. Cient. Y Tec. INP. 10 (1);1-136.

Mair, James., Elba Mora y Manuel Cruz. 2002.- Manual de campo de los Invertebrados Bentónicos marinos: Moluscos, Crustáceos y Equinodermos de la zona Litoral Ecuatoriana. Universidad Estatal de Guayaquil y Heriot - Watt University : 1 – 108 p.

Reish, D..- 1967.- The Benthic Polychaeta and Amphipoda of Morro Bay, California. Smithsonian Press. Washington. 120 (3565):1-26.

Rowe, G., Pollini, J. Rowe. 1972.- Benthic Community Parameter in the Lower Mystic River.

Roger J., Lincoln & J. Gordon Sheals. 1979.- Invertebrate Animals. Collection and Preservation. British Museum (Natural History) Cambridge University Press. Printed in Great Britain by Butler & Tanner Ltd. Frome and London. 1 – 150 p.

Shannon, C., and W. Wiener. 1949.- The mathematical theory of communication. University of Illinois Press. Urbana. U.S.A.: 117 P.

Tena, J. Capaccione-Azzati, R. Torres-Gavila, F.J. y Porras, R. 1993.- Anélidos poliquetos del antepuerto de Valencia: distribución y Categorías tróficas. Publ. Espec. Inst. Esp. Oceanogr. Valencia. España. (11):15-19.

Villamar, Francisco. 1983.- Catálogo de los poliquetos bentónicos del Golfo de Guayaquil. Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR. 2 (2).

Villamar, Francisco. 1986.- Distribución de los poliquetos bentónicos del Golfo de Guayaquil. Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR. 3 (1).

Villamar, Francisco.1989.- Estudio de los poliquetos bentónicos en el Golfo de Guayaquil, Exterior (Canal del Morro y Jambelí). Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR. 5 (1).

Villamar, Francisco. 2006.- Estudio Taxonómico y Distribución de los Poliquetos Bentónicos en la Zona Intermareal de las Provincias de Esmeraldas y Manabí (Ecuador). Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR. 13 (1): 169 – 197.

Villamar, Francisco y Manuel Cruz. 2007.- Poliquetos y Moluscos Macrobentónicos de la zona intermareal y submareal en la Provincia del Guayas, (Monteverde, Ecuador). Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR. 14 (1): 147 – 154.

Tabal 2.- Presencia porcentual y los índices de uniformidad, Margalef, Simpson y Shannon de la macrofauna B Submareal en el area de la bahía de Santa Elena (Draga) Octubre del 2007

	ESTACIONES MACROBENTONICAS SUBMAREALES																				
	PERFIL 1				PERFIL 2				PERFIL 3				PERFIL 4				PERFIL 5				
ORGANISMOS	ESTACIONES				ESTACIONES				ESTACIONES				ESTACIONES				ESTACIONES				TOTAL
POLIQUETOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	%
NEREIDAE																					
Neris sp.	0.6																				0.6
LUMBRINERIDAE																					
Lumbrineris tetraura																			0.6	1.1	1.7
NEPHTYIDAE																					
Nepthys singularis	0.6		0.5	0.5				1.1													2.7
PARAONIDAE																					
Paraonis sp.	0.6								0.6					2.2	0.6			0.6			4.6
CAPITELIDAE																					
Capitella sp.											1.1	2.8	3.9	0.6		1.1					9.5
SPIONIDAE																					
Polydora websteri										0.6											0.6
PHYLLODOCIDAE																					
Eulalia quadriculata		0.6																			0.6
OPHELLIDAE:																					
Ophelia sp.														0.6						2.2	2.8
ONUPHIDAE																					
Onuphis nebulosa			1.1							0.6										1.1	2.8
CIRRATULIDAE																					
Cirratus sp.		1.7		0.6													1.1		0.6	1.1	5.1
SABELLIDAE																					
Sabella sp.					0.6		0.6							2.8	1.1	1.1	1.1	1.1			8.4
GLICERIDAE																					
Glicera sp.			0.6													0.6		1.7			2.9
ORBINIDAE																					
Orbinia sp.		1.1																1.1	0.6	0.6	3.4
EQUINODERMOS									1.1												1.1
Lovenia cordiformis		0.6	1.1	0.6											0.6	3.4					6.3
CRUSTACEOS																					
Anphipodos	1.7		0.6		0.6	3.4	0.6		1.7	2.2		0.6		1.1		1.1		1.1		1.1	15.8
Isopodos							0.6		0.6											1.1	2.3
Decápodos			0.6													1.7		1.1			3.4
Cumaceos										0.6			2.8	0.6			0.6	1.1			5.7
CEFALOCORDADOS:																					
Anphioxus																				0.6	0.6
SIPUNCULIDOS:																					
Phascolosoma sp.		1.1	0.6		0.6	0.6			0.6	1.1			0.6				1.7	0.6			7.5
NEMATOMORFAS:										5	1.1	2.2	1.1	2.2				0.6			12.2
RIQUEZA DE ESPECIES (S)	4	5	7	3	3	2	3	1	5	6	2	3	4	7	3	6	4	9	3	8	
% DE INDIVIDUOS	3.5	5.1	5.1	1.7	1.8	4	1.8	1.1	4.6	10.1	2.2	5.6	8.4	10.1	2.3	9	4.5	9	1.8	8.9	
PROFUNDIDAD (m)	7	9	20	11	8	10	15	15	10	11	12	10	8	8	19	7	8	10	12	18	
INDIC. UNIFORMIDAD (E	0.8	0.9	0.9	1	0.7	0.5	1	0	0.9	0.7	1	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	
INDIC. MARGALEF (DMg)	0.6	0.7	1.1	0.4	0.5	0.2	0.4	0	0.7	0.8	0.2	0.3	0.5	1	0.4	0.8	0.5	1.3	0.4	1.2	
INDIC SIMPSON (DSp)	0.3	0.2	0.1	0.3	0.4	0.7	0.3	0	0.2	0.3	0.4	0.4	0.3	0.1	0.3	0.2	0.2	0.1	0.3	0.1	
INDIC. SHANNON (H)	1.2	1.5	1.8	1.0	0.8	0.4	1	0	1.4	1.4	0.6	0.9	1.1	1.7	1	1.6	1.3	2.1	1	1.9	

VARIACION DE LA MALACOFAUNA BENTÓNICA INTERMAREAL Y SUBMAREAL DE LA BAHIA DE SANTA ELENA, ECUADOR, ENTRE EL 2006 – 2007

Por:
Manuel Cruz [1]

RESUMEN

Del análisis de 40 muestras de sedimentos submareales obtenidos a 10, 15, 20 y 25 m. de profundidad y de 30 muestras bentónicas del área rocosa de la zona intermareal, durante los años 2006 y 2007, se identificaron un total de 55 especies de moluscos en la bahía de Santa Elena, de los cuales 28 especies son bivalvos, 24 gasterópodos, 2 escafópodos y un poliplacóforo.

En el área rocosa de la zona intermareal, durante el 2006, desde el límite de la bajamar hasta la zona media aproximadamente, predominó el bivalvo *Brachidontes puntarenensis* con el 64,2% y en el 2007 esta misma especie siguió predominando con el 86%, mientras que los gasterópodos en el 2006, desde la zona media hasta el límite de la pleamar predominó *Littorina paytensis* con el 45%, esta misma especie en el 2007 predominó con el 68,9 %.

En la zona intermareal del 2007 se observó por primera vez al poliplacóforo *Ceratozona cf. angusta* en el área del muelle de la Superintendencia de La Libertad.

En la zona infralitoral o submareal la diversidad malacológica fue mayor, durante el 2006 que en el 2007. De las 20 especies de bivalvos en el 2006, *Crassinella varians* predominó con el 57%, mientras que en el 2007 fueron *Tellina tumbezensis* y *Pitar cf. helenae* con el 13,5% y *C. varian* ocupó el cuarto lugar con el 7,9%, habiéndose observado una variación significativa en el porcentaje de *C. varians.*

De los gasterópodos en el 2006, predominó *Persicula sp*. con el 13% y en el 2007 todas las especies de gasterópodos tuvieron el mínimo porcentaje de 4,3%.

Respecto a los moluscos escafópodos, el género *Cadulus sp*. durante el 2006 y 2007 predominó con el 42% y 52,5% respectivamente. De las diferencias observadas, puede mencionarse que la variación de la riqueza malacológica bentónica intermareal estudiada en el 2006 no ha tenido cambios significativas en sus comunidades representadas por Bivalvos y gasterópodos.

En la zona infralitoral o submareal donde la biodiversidad malacológica es mayor, si se observaron cambios en la abundancia y dominancia de especies en bivalvos y gasterópodos.

Palabras claves: Bahía Santa Elena, variación, moluscos, bentos, Ecuador

ABSTRACT

During the years 2006 and 2007, 40 sediment samples and 30 benthic samples were taken along the rocky intertidal zone in the Bay of Santa Elena. Samples were taken at 10, 15, 20 and 25m depths anda total of 55 species of molluskswere identified, of which 28 species are bivalves, 25 gastropods, 2 Scaphopods and one poliplacophora.
During 2006, the pelecypod Brachidontes puntarenensis predominated within the rocky intertidal zone from the low tide line to approximately the middle zone, accounting for 64.2% of the species. In 2007 this same species continued to predominateg, accounting for 86% of the species., From the middle zone tothe limit of the high tide, gastropod abundance was predominated by Littorina paytensis, which accounted for 45%of these species. In 2007 it accounted for 68.9%. The poliplacophora Ceratozona cf. Angusta was observed in the intertidal zone of the "Superintendencia de La Libertad" in 2007.

In the sub tide zone, the malacological diversity (abundance??) was greater, during years 2006 and 2007. Among 20 bivalves species, Crassinella varians predominated with 57%, while in the 2007 the predominant species were Tellina tumbezensis and Pitar cf. helenae with 13.5%. The species C. varians occupied fourth place with 7.9%, which was a change in the existingabundance of C. varians.

[1]Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR, Ave. 25 de Julio. Base Naval Sur, P.O. Box 5490 e-mail: mcruz@inocar.mil.ec Guayaquil-Ecuador

Persicula sp. predominated mong gastropods with 13% and during year 2007 all gastropods species accounted for at least 4.3% of the recorded species.
The scaphopods mollusks, Cadulus sp. during years 2006 and 2007 it predominated with 42% and 52, 5%. Respectively. Of the observed differences, can mention that the variation of the richness benthonic malacological of the inter tidal zone studied in 2006 there are not had significant changen in its communities represented by bivalves, scaphopods and gastropods.

In the sub tidal zone the malacological diversity was highest, and there were changes in the abundance and dominance of bivalves and gastropods.

Key words: *Santa Elena Bay, mollusk, benthos, Ecuador.*

INTRODUCCIÓN

Las especies de moluscos son sin duda uno de los grupos más conocidos por los coleccionistas aficionados que durante los siglos XVIII y XIX era una distracción para los caballeros acomodados de la época, estas colecciones eran tan populares como también los son en la actualidad (Barnes, R. 1984), el Phylum mollusca incluye las clases: Monoplacophora, Aplacophora, Polyplacophora, Scaphópoda, Pelecypoda, Gasterópoda y Cephalópoda (Keen, M. 1971).

Su cuerpo está dividido en tres regiones, cabeza, pie y masa visceral y se caracterizan por tener una rádula como sistema dentario a excepción de los pelecypodos (Ruppert E, y R. Barnes 1997). Los moluscos existen en casi todos los ambientes, algunas especies de gasterópodos son planctónicas como los Pterópodos y heterópodos y muchos investigadores los consideran como bioindicadores de masas de agua (Cruz, 1996, 1998, 2005), otras especies de pelecypodos infestan las estructuras de madera expuestas al medio marino y se alimentan de la celulosa de la madera (Turner, R. 1966, Cruz, M. 1986, 1992, 1996), existen otras especies que son capaces de perforar piedras o rocas en la zona intermareal y submareal de la costa del Ecuador (Cruz, M. *et al.*, 2005), muchas especies se adhieren por medio de filamentos del biso como los géneros *Mytella o Brachidontes*, conocidos como mejillones o se adhieren a los sustratos por cementación como las ostiones *Ostrea palmula* y *Crassostrea columbiensis*. En el sustrato arenoso de la zona intermareal es común encontrar enterradas al género *Donax*, *Tagelus, Solecurtus* entre otros.

La mayoría de los gasterópodos y cefalópodos son carnívoros y depredadores, mientras que otras especies son filtradoras y herbívoras como las almejas, y ostiones, pero otros grupos que también son herbívoros, raspan los sustratos duros donde crecen las algas marinas como los poliplacoforos (Ruppert y R. Barnes 2004), otros son parásitos como la mayoria de las especies de gasterópodos de la familia Pyramidellidae (Keen, M. *Op. cit.*,) o pueden ser venenosos como los gasterópodos del género *Conus.*

Generalmente cada especie, puede indicar un ambiente y es necesario conocer el nicho ecológico de la especie para interpretarlo, razón por la cual es recomendable que la interpretación de los ecosistemas sea con los organismos a nivel de especie y no a nivel de género ni de familia.

Considerando que es necesario y prioritario conocer los cambios que se están dando en los ecosistemas marinos de la costa ecuatoriana, el propósito de este trabajo es dar a conocer la variación de la malacofauna en la bahía de Santa Elena en base a dos muestreos realizados en la zona intermareal y submareal en los años 2006 y 2007.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los trabajos fueron de campo y de Laboratorio.

1.- Trabajo de campo.- Se realizaron muestreos en la zona intermareal tanto en el sustrato rocoso como en el de arena, mientras que el muestreo submareal se lo realizó a 10, 15, 20 y 25 m. a bordo de una embarcación.

Zona intermareal.-
En la zona intermareal rocosa y de fondos blandos, se muestreó una superficie de 25 x 25 cm. en tres niveles: Limite de la pleamar, limite de la bajamar y zona intermedia. Las muestras fueron tamizadas con mallas de 2, 1 y 0,5 mm., para separar los organismos blandos y delicados de los duros y grandes, luego se narcotizaron con cloruro de magnesio los que eran necesarios, se les tomó fotografía digital, posteriormente se etiquetaron y se fijaron con formol neutralizado con bórax.

Zona submareal.-
Para la obtención de las muestras bentónicas submareales a 10, 15, 20 y 25 m. de profundidad, se utilizó una embarcación de unos 10 m de eslora, equipada con polea para utilizar la draga tipo Van Veen que tiene una mordida de 20 x 25 cm. A bordo se lavó la muestra para separar los organismos blandos de los duros, etiquetarlos y fijarlos con formol neutralizado o con etanol, según la estructura de la fauna macro bentónica.

2.- Trabajo de laboratorio.
En el laboratorio de Biología marina del Instituto Oceanográfico de la Armada con la ayuda de un estéreo microscopio, la malacofauna se separó taxonómicamente a nivel de especie y se tomaron fotografías en digital.

Para la realización de las tablas y gráficos se utilizaron programas de Excel, Lotus, Freelance y Power point,Las especies preservadas pasan a ser parte de la colección científica del INOCAR.

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio es la Bahía de Santa Elena, que esta comprendida entre la Puntilla de Santa Elena localizada a -2º 11´ 6´´ de Lat. S. y 80º 59´ 15´´ Long W. aproximadamente y la Punta Leon localizada en la Lat. -1º 58´ 36´´ y 80º 45´ 45´´ Long. W., tiene un perfil costero de aproximadamente 50 km. de largo.

Durante la época seca o no lluviosa que comprende los meses de Mayo a Noviembre-diciembre, hay una influencia de aguas frías del ecosistema de Humboldt, que vienen desde el sur del país y la temperatura superficial del mar puede variar entre los 21ºC a 25ºC aproximadamente y durante la época lluviosa que puede iniciarse a fines de Diciembre hasta abril aproximadamente, la Bahía de Santa Elena recibe aguas calidas costeras proveniente del norte y la temperatura puede variar entre los 25º C a 28ºC aproximadamente.

En la Bahía de Santa Elena se encuentra el puerto de Santa Rosa, es uno de los más importante del país por el desembarco de los recursos pesqueros de la pesca artesanal. El balneario de Salinas, uno de los más modernos de la costa Ecuatoriana y la Base Naval que ocupa el extremo de la puntilla de Santa Elena que es la parte más occidental de la costa continental ecuatoriana. La superintendencia de La Libertad, donde se encuentra también el Laboratorio marino del Instituto Oceanográfico de la Armada entre otras construcciones que impulsan el desarrollo del país (Figura 1)

Figura 1.- Área de estudio. Bahía de Santa Elena, Ecuador, con una costa de aproximadamente 50 km de longitud

RESULTADOS

2006. Zona intermareal.
Durante el 2006 en la zona intermareal de la Bahía de Santa Elena, se observaron 19 especies de moluscos, seis especies de bivalvos de los cuales *Brachidontes puntarenensis* con el 64.2 % fue la especie más abundante (Figura. 2)

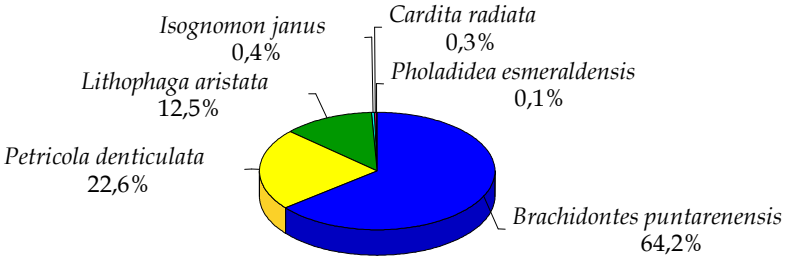


Figura.2 Abundancia relativa de las seis especies de moluscos de la clase Pelecypoda, el mytílido *Brachidontes puntarenensis* con el 64,2 % es la especie más abundante del área.

Mientras que de las trece (13) especies de gasterópodos en la zona intermareal superior, incluyendo el límite de la pleamar, *Littorina paytensis* con el 45% fue la especie más abundante del área (figura. 3)

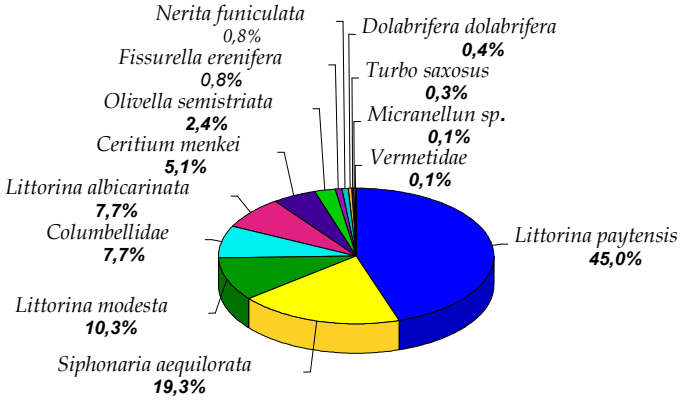


Figura. 3.- Abundancia relativa de los moluscos de la clase Gasterópoda, *Littorina paytensis* es la más abundante de las trece especies observadas.

2007. Zona Intermareal.-
Durante el 2007 se observaron diecisiete (17) especies de moluscos de los cuales cinco son Bivalvos y doce (12) son gasterópodos (Figura. 4).

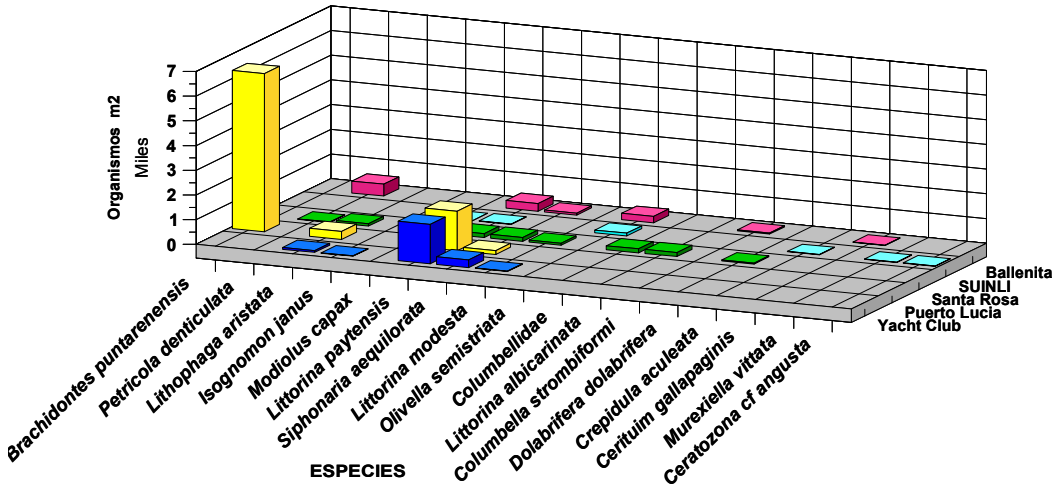


Figura. 4.- La mayor densidad relativa de los moluscos intermareales de la Bahía de Santa Elena, fue observada en el mytilido *Brachidontes puntarenensis* y el gasterópodo *Littorina paytensis*.

Durante el 2007 en la Bahía de Santa Elena, el mytilido *Brachidontes puntarenensis* con el 86 % es la especie más abundante (Figura. 5).

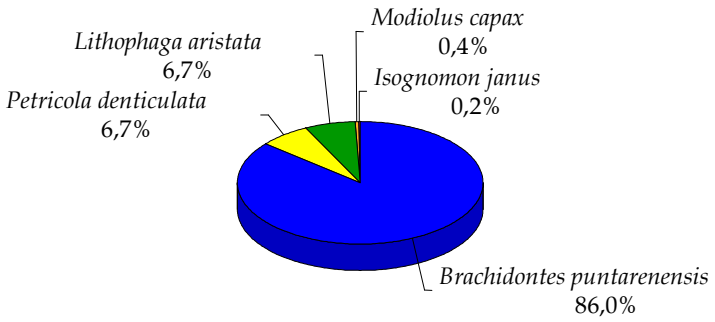


Figura.5.- Abundancia relativa de las cinco especies de moluscos Bivalvos intermareales, el mytilido *Brachidontes puntarenensis* fue observado como la especie mas abundante del área durante el 2007

Once especies de Gasterópodos fueron observados de los cuales *Littorina paytensis* en el limite de la pleamar con el 86,9 % es la especie mas abundante. Un Poliplacóforo *Ceratozona Cf. angusta*, de la zona media intermareal, ha sido observado por primera vez en el 2007 y representa el 0.2 % (Figura.6)

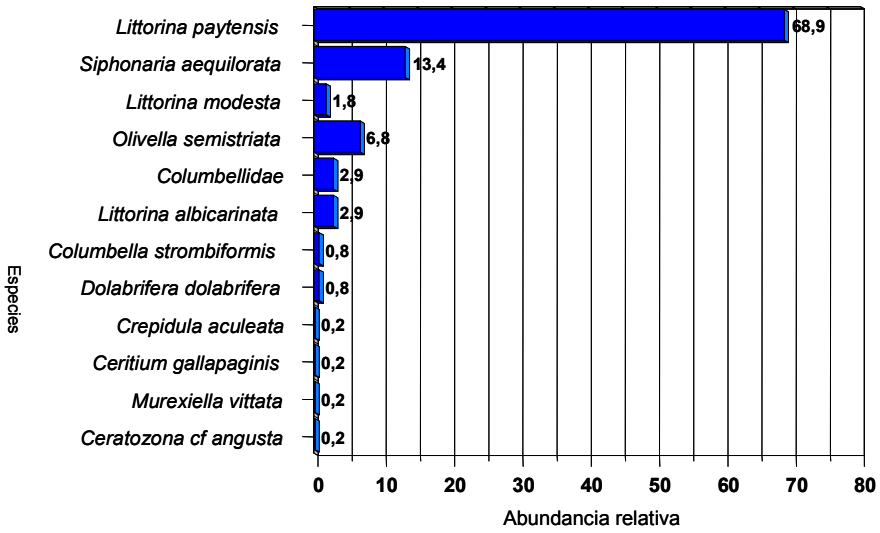


Figura. 6.- Abundancia relativa de los gasterópodos intermareales, de los cuales *Littorina paytensis* es la especie mas abundante.

Variación de la Malacofauna intermareal.-

La riqueza malacológica observada en el 2006 representada por 19 especies es casi similar a la observada en el 2007 por 17 especies, considerándose que hay ligeras variaciones en su riqueza de especies, que no significan cambios significativos en la biodiversidad intermareal.

En el 2006 el bivalvo *Brachidontes puntarenensis* con el 64.2 % (Figura. 2) y en el 2007 con el 86 % (Figura. 5), ha sido la especie mas abundante, considerándose que se mantiene la dominancia entre los bivalvos en la Bahía de Santa Elena.

En el 2006 el gasterópodo mas abundante que habita en el tercio superior de la zona intermareal incluyendo el limite de la pleamar, estuvo representado por *Littorina paytensis* con el 45 % y *Siphonaria aequilorata* con el 19.3% (Figura. 3), mientras que en el 2007 estas mismas especies como *L. paytensis* representó el 68.9 %, y *S. aequilorata* con el 13.4% (Figura. 6), siguieron manteniendo la dominancia de en el área.

En el 2007 se ha observado por primera vez al poliplacoforo *Ceratozona cf angusta* en el área intermareal del muelle de la Superintendencia de La Libertad, especie que no fue observada en el 2006. De toda la bibliografía consultada y publicada por investigadores ecuatorianos, no se menciona esta especie, por lo que seria la primera mención para la costa continental ecuatoriana.

Conclusión de la zona intermareal.-
Puede considerarse que la riqueza malacológica intermareal estudiada en el 2006 y 2007 no han tenido variaciones significativas en sus porcentajes y que las especies más abundantes de bivalvos y gasterópodos siguen siendo las mismas con pequeñas variaciones en el porcentaje.

La diversidad malacológica de especies en el 2007 ha sido ligeramente diferente por haberse encontrado especies de gasterópodos no observadas en el 2006 y por haber encontrado al poliplacoforo *Ceratozona cf. angusta* que no fue observado en el 2006

Todas estas pequeñas variaciones mencionadas se pueden considerar normales y no constituyen una variación significativa de las poblaciones y comunidades bentonitas ya que lo más importante es que se mantienen las mismas especies dominantes con variaciones en sus porcentajes.

Es importante mencionar que en el año 2007 en la zona intermareal del muelle de la Superintendencia de La Libertad de se encontró en el limite de la bajamar a un poliplacóforo *Ceratozona cf. Angusta*, especie no observada en el 2006. De la bibliografía

consultada no se ha encontrado ningún reporte de esta especie para la costa ecuatoriana, por lo que se constituye en la primera mención para la costa del Ecuador.

2006. Zona Submareal.

En el año 2006 en la zona submareal de la Bahía de Santa Elena, se observaron treinta y nueve (39) especies de moluscos, veinte (20) son bivalvos, diecisiete (17) de gasterópodos y dos (2) escafópodos (Figura 7)

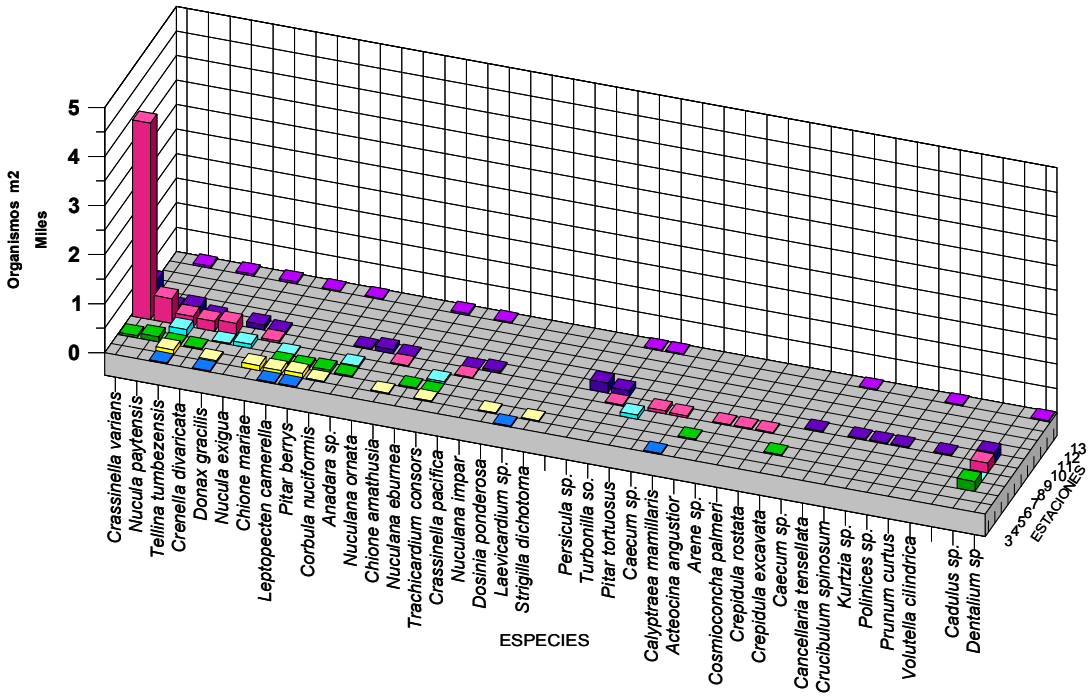


Figura. 7.- Densidad relativa de 39 especies de moluscos submareales en la Bahía de Santa Elena. *Crassinella varians* presentó la mayor densidad.

Los bivalvos submareales presentaron la mayor riqueza de especies y *Crassinella varians* con el 57 % fue la especie mas abundante (Figura. 8)

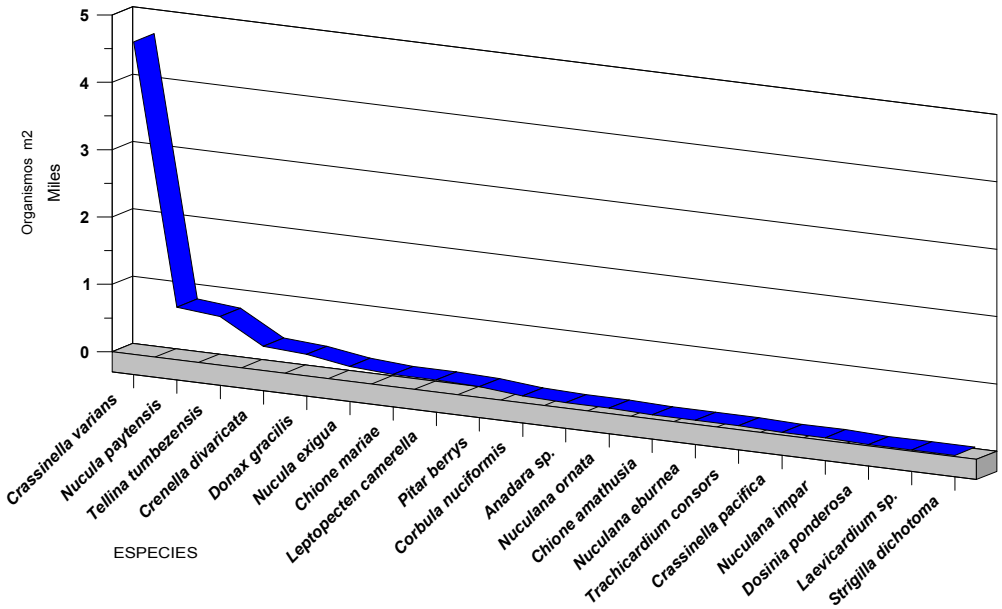


Figura. 8.- Abundancia relativa de las 20 especies de Bivalvos submareales, la especie *Crassinella varians* fue la mas abundante de la bahía, durante el 2006

De las 17 especies de gasterópodos y dos de escafópodos observados en la zona submareal de la bahía de Santa Elena, *Cadulus sp*. con el 42.5 % fue la especie más abundante en la bahía de Santa Elena y entre los gasterópodos *Persicula sp.* con el 13.7 % fue la especie más abundante (Figura 9)

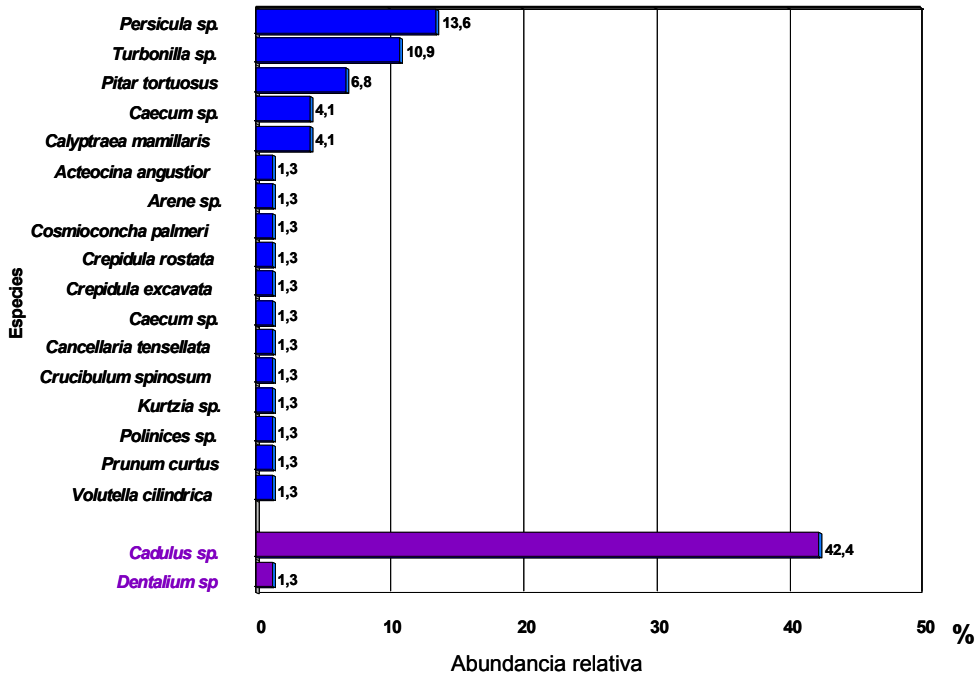


Figura. 9.- De la abundancia relativa de 19 especies de moluscos submareales, el Gasterópodo *Persicula sp.*y el Escafópodo *Cadulus sp.* son las especies mas abundantes.

2007. Zona Submareal.-

Se observaron treinta y un (31) especies de moluscos submareales en la Bahía de Santa Elena, de los cuales veintiún especies veintiuno (21) son Bivalvos, diez (10) son gasterópodos y dos (2) son Escafópodos. Las especies más abundantes que habitan en la bahía de Santa Elena son el bivalvo *Pitar cf. Helenae,* y el Escafópodo *Cadulus sp*. mientras que todas las especies de gasterópodos observados, presentaron la mínima abundancia. (Figura 10)

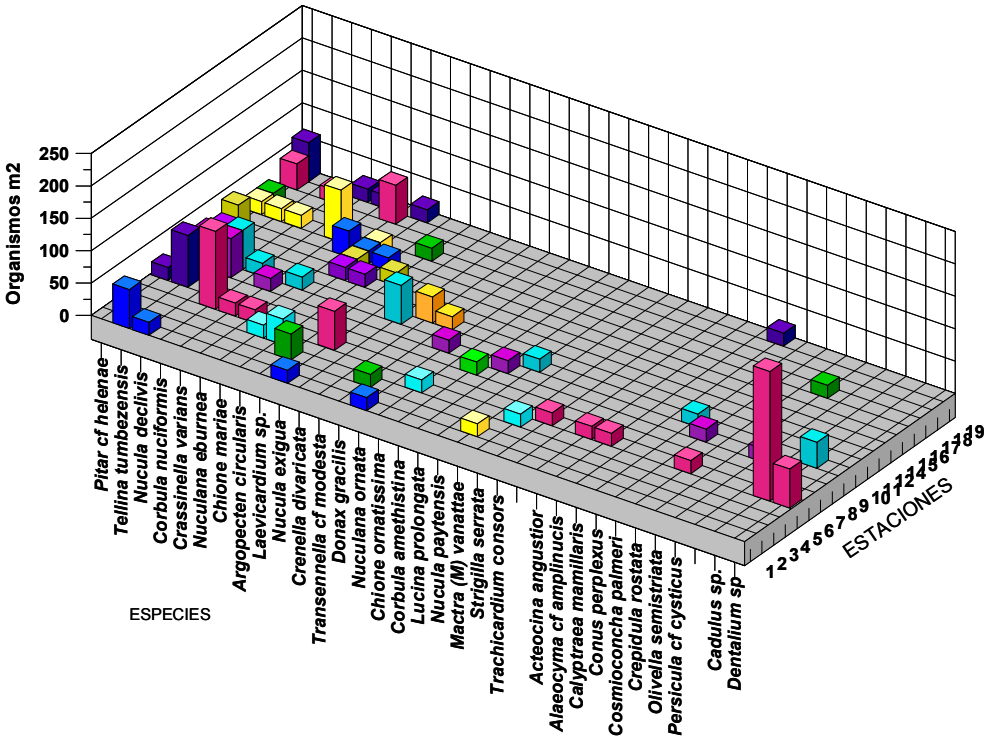


Figura 10.- Abundancia malacologica submareales de la Bahia de Santa Elena. *Pitar cf. Helenae* y el Escafópodo *Cadulus sp*. presentaron la mayor densidad.

La mayor riqueza malacológica submareal de la bahía de Santa Elena estuvo representada por los moluscos bivalvos, de los cuales *Pitar cf. helenae y Tellina tumbezensis* son las especies con la mayor abundancia relativa 13.5 % (Figura 11), pero la mayoría de los ejemplares colectados eran juveniles, interpretándose como su hábitat donde se desarrolla esta especie que esta caracterizando esta bahía.

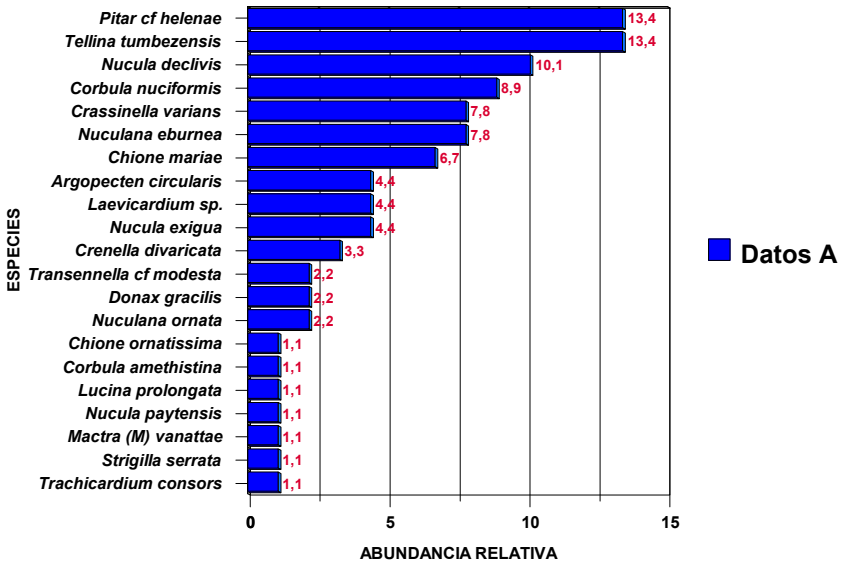


Figura 11.- La mayor abundancia relativa de las 21 especies de Bivalvos submareales la presentaron *Pitar helenae y Tellina tumbezensis*, en 2007

Entre las diez (10) especies de gasterópodos y las dos (2) de escafópodos submareales, el escafópodo *Cadulus sp.* con el 52.2% es la especie más abundante seguida de *Dentalium sp.* que representa el 13%. Los gasterópodos observados en el 2007 han disminuido su abundancia con respecto al 2006 y cada uno representa el mínimo porcentaje de 4,3 % (Figura 12)

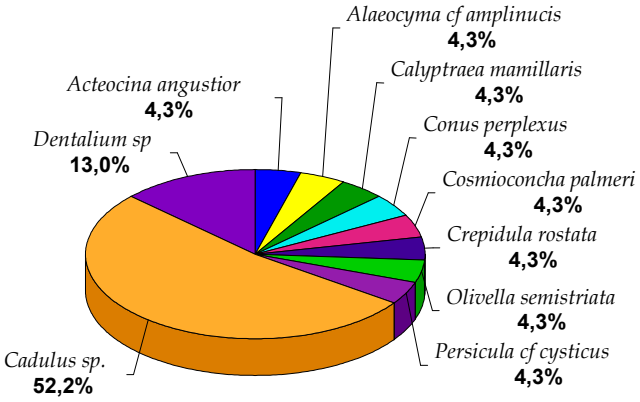


Figura 12.- Abundancia relativa de los gasterópodos y escafópodos submareales. *Cadulus sp.* y *Dentalium sp.* se presentaron mas abundantes que los gasterópodos en el 2007

Comparación de la Malacofauna submareal.-

La riqueza malacológica submareal del área de Santa Elena observada en el 2006 representada por 39 especies es bastante similar a la observada en el 2007, por (31) especies, Este pequeño cambio no representa mayores cambios que signifiquen preocupación a un cambio en la biodiversidad porque las especies más abundantes solo han cambiado sus porcentajes, pero siguen presentes en el área de forma significativa y dominantes, ejemplo: En el 2006, de las 20 especies de bivalvos, las más abundantes fueron *Crassinella varians* que se presentó con el 57%, *Nucula paytensis* con el 9.6 % y *Tellina tumbezensis* con el 8.8 %, (Fig.8), comparando esta riqueza con las 21 especies observadas en el 2007, *Tellina tumbezensis* representó el 13.5 % y *Crassinella varians* ocupó el cuarto lugar con el 7.9 % (Figura.10).

Respecto a los gasterópodos y escafópodos del 2006, el género *Cadulus sp.* con el 42.5% fue la especie más abundante y los gasterópodos estuvieron representados por *Persicula sp.* con el 13.7 % (Fig.9); en el 2007 los escafópodos y gasterópodos fueron las mismas especies las que dominan en el ecosistema submareal y *Cadulus sp.* con el 52,2 % *y Dentalium* 13% son las especies mas abundantes de la bahía de Santa Elena, mientras que todos los gasterópodos tuvieron una representación bastante similar.

DISCUSIÓN

La variación de la riqueza de especies de la malacofauna observada en la zona intermareal de la bahía de Santa Elena durante el año 2006 y 2007, puede considerarse normal y estable porque sus pequeñas variaciones debido a la presencia o ausencia de una especie puede ocurrir, debido a cambios normales o resiliencia en el ecosistema marino, en las probabilidades estadísticas de muestreo y a la distribución y dispersión de los moluscos en el fondo marino.

En este trabajo se ha considerado la dominancia de las especies como un parámetro fundamental para interpretar el equilibrio de las comunidades de moluscos en el ecosistema marino en la bahía de Santa Elena y son generalmente las mismas especies las que continúan dominando el nicho ecológico, por lo que se ha considerado que sigue manteniéndose el equilibrio ecológico en sus ambientes, aunque hay pequeñas variaciones permisibles en los porcentajes de los gasterópodos.

CONCLUSIONES

La variación de la riqueza malacológica bentónica intermareal y submareal estudiada en el 2006 y 2007 no ha tenido cambios significativas en sus comunidades representadas por Bivalvos, gasterópodos y escafópodos.

- Las ligeras variaciones de la riqueza de especies de moluscos en la bahía de Santa Elena se las considera normal debido a los cambios estacionales, resiliencia y a las probabilidades estadísticas que existe en los muestreos realizados.

- La dominancia de las especie de moluscos que existen en la Bahía de Santa Elena tanto en la zona intermareal como submareal, se mantienen aunque con ligeros cambios en sus porcentajes, que no afectan el equilibrio de las comunidades ni representan una amenaza para el ecosistema de la bahía de Santa Elena.

Es importante resaltar que en el 2007, se registra por primera vez para aguas ecuatorianas al poliplacóforo *Ceratozona cf. angusta* para la zona intermareal de la Superintendencia de La Libertad, esta especie ha sido reportada solo para el ecosistema de Centro América, donde predominan aguas tropicales, que se caracterizan por tener alta temperatura y baja salinidad.

AGRADECIMIENTO

Al Sr. Director del INOCAR, CPNV Galo GARZON L. y a los directivos del Departamento de Ciencias del Mar por el apoyo en el desarrollo de este proyecto y por su publicación. A la Dra. Elena Gualancanay por las críticas constructivas al trabajo y mi esposa la Dra. Maria Luzuriaga de Cruz por las opiniones y sugerencias.

BIBLIOGRAFÍA

Barnes, R. 1984. Zoología de los Invertebrados (tercera edición). McGraw-Hill Interamericana editores, S.A de C.V. pp. 1-826

Bonilla, D. 1967. Estudio de la familia MYTILIDAE en aguas ecuatorianas. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil.

Cruz, M. 1977. Bivalvos de la Plataforma Continental de la región Norte del Ecuador. Publicación INOCAR. Vol. 1, No. 1, pp. 1-55.

Cruz, M. 1983. Presencia de Pterópodos Tecosomados en el Golfo de Guayaquil. ACTA OCEANOGRAFICA DEL PACIFICO. Vol. 2, No. 1, pp. 179-186.

Cruz, M. 1986 Efectos de los Moluscos Incrustantes en Maderas no tratadas en los Puertos de Esmeraldas, Manta, Salinas, Posorja y Base Naval (ECUADOR). ACTA OCEANOGRAFICA DEL PACIFICO. Vol. 3, No. 1, pp. 157-183. Trabajo presentado en las IX Jornadas de Biología. Quito.

Cruz, M. 1986. Efectos de los moluscos incrustantes de maderas no tratadas en los puertos de Esmeraldas, Manta, Salinas, Posorja y Base Naval, (Ecuador). Acta Oceanográfica del Pacífico. Vol. 3, No.1, pp. 157-183

Cruz, M. 1992. Estado actual del Recurso Malacológico (Bivalvos y Gasterópodos) de la Zona Infralitoral del Golfo de Guayaquil. Acta Oceanográfica del Pacífico. Vol. 7, No.1, pp. 41-68

Cruz, M. 1992. Moluscos incrustantes de maderas en el Mar Ecuatoriano. Oceanográfica del Pacífico. Vol. 7, No.1, pp. 69-80

Cruz, M. 1996. Contribución al conocimiento de los organismos perforadores de maderas en la isla Baltra, Archipiélago de Galápagos, Ecuador. Vol. 8, No.1, pp. 76-85

Cruz, M. 1998. Gasterópodos planctónicos (Pterópodos y Heterópodos) como bioindicadores de los Eventos "El Niño" 1992 y 1997-1998 en la estación fija "La Libertad", Ecuador. Acta Oceanográfica del Pacífico. Vol. 9, No. 1, pp. 129-144

Cruz, M. 2005 – 2006.- Determinación de los períodos cálidos (El Niño) y fríos (La

Niña), en base al comportamiento mensual de los Pterópodos y Heterópodos, como Bioindicadores del ecosistema marino Ecuatoriano. Acta Oceanográfica del Pacífico. Vol. 13, No. 1, pp. 99 – 115

Cruz, M. 2007. Nueva distribución de moluscos Meiobentónicos (Gasterópoda: Familia CAECIDAE), en la costa Ecuatoriana. Acta Oceanográfica del Pacífico. Vol. 14, No.1, pp. 131-137.

Cruz, M., D. Hill y **P. Cortez** 2007. Gasterópodos opistobranquios de la Familia APLYSIIDAE (Babosas de mar), en los charcos de agua de la zona intermareales en la costa Ecuatoriana. Acta Oceanográfica del Pacífico. Vol. 14, No.1, pp. 155-161

Keen, M. 1971. Sea shells of Tropical West América. Marine molluscs from Baja California to Peru. Stanford University Press, Stanford California. Second edition. Pp. 1 – 1064.

Mair, James; E. Mora y **M. Cruz** (Editores). 2002. Manual de campo de los Invertebrados Bentónicos marinos: Moluscos, Crustáceos y Equinodermos de la zona Litoral Ecuatoriana. Universidad Estatal de Guayaquil y Heriot-Watt University. pp.: 1 - 108

Ruppert, E. y **R. Barnes.** 1997.- Zoología de los Invertebrados (sexta edición). McGraw-Hill Interamericana. Pp. 1-1114

Turner, R. 1966. A survey and illustrated catalogue of the Teredinidae ., Cambridge. Mus. Of the Comp. Zool. Harvard University. Cambidge Mass. Pp. 1-265

Villamar, F. y M. Cruz 2007. Poliquetos y moluscos macrobentónicos de la zona intermareal y submareal en la Provincia del Guayas, (Monteverde, Ecuador). Acta Oceanográfica del Pacifico. Vol. 14, No. 1, pp. 147-153.

[1]ECOLOGÍA Y DISTRIBUCIÓN DE LOS MOLUSCOS BIVALVOS PERFORADORES DE ROCAS (FAMILIA MYTILIDAE) EN LA COSTA ECUATORIANA DEL 2000 AL 2005

Por:
Manuel Cruz (1)
James Mair (2)

RESUMEN

Del análisis de mas de 90 muestreos realizados en la zona intermareal rocosa en 33 sitios de la costa Ecuatoriana, desde el año 2000 al 2005, se identificaron cuatro especies de moluscos bivalvos perforadores de rocas de la familia Mytilidae: *Gregariella coarctata, Lithophaga aristata, Lithophaga (L) attenuata y Lithophaga hastasia*.
Lithophaga hastasia, es considerada "rara" está restringida para Pedernales-Chorrera en la Provincia de Manabí, no se la volvió a encontrar en otro lugar de la costa Ecuatoriana, prefiriendo un ecosistema influenciado por aguas tropicales provenientes del norte del país. La especie *Gregariella coarctata*, se la considera "Común" prefiere la provincia de Manabí entre Punta bellaca y Manta, puede extenderse hacia el sur del Ecuador hasta Anconcito, pero está ausente al norte del país, en la Provincia de Esmeraldas y en la provincia de El Oro. Su distribución es considerada como agregada o en parche, prefiriendo un ecosistema marino influenciado por aguas Ecuatoriales o frente Ecuatorial.
Lithophaga attenuata, es considerada "Abundante", se la ha observado desde Balao, hasta Ayangue esta casi ausente en la región sur donde existe una fuerte influencia de las aguas frías de Humboldt, que puede ser un limitante para su distribución.
Lithophaga aristata es la especie "Más abundante", se la ha observado desde Punta Galera en la Provincia de Esmeraldas, hasta Punta Carnero, en el Golfo de Guayaquil, su distribución es la más amplia de todas las especies perforadoras de roca de la familia Mytilidae, su mayor concentración se localizó desde Puerto López hasta Punta Blanca, que está relacionada con la influencia de aguas Ecuatoriales
La mayor riqueza, abundancia y distribución de las especies perforadoras de roca en la zona intermareal de la familia Mytilidae, se la encontró en la Provincia de Manabí y Santa Elena entre Punta Bellaca y Punta Blanca, mientras que la menor abundancia y riqueza se la observó al norte, en la Provincia de Esmeraldas y en el sur del país, principalmente en el Golfo de Guayaquil y la Provincia de El Oro.

Palabras claves: Mytilidae, molusco, distribución, costa, Ecuador

ABSTRACT

Four species of rock borer bivalve mollusks of the Mytilidae family were identified from the analysis of 90 samples taken at 33 sites within the rocky intertidal zone along the Ecuadorian coast, from the years 2000 to the 2005. These species were Gregariella coarctata, Lithophaga aristata, Lithophaga (l) attenuata and Lithophaga hastasia.
Lithophaga hastasia is restricted to Pedernales-Chorrera in the Province of Manabí and is considered "rare." It has not been observed in any other place along the Ecuadorian coast and prefers an ecosystem influenced by tropical waters from the north of the country. The species Gregariella coarctata, is considered "Common"and is found in the province of Manabí between Punta Bellaca and Manta. The range of G. coarctata can extend from the south of Ecuador through Anconcito. This species is absent in the north of the country, in the Esmeraldas Province and the province of El Oro. Its distribution is considered patch-like, preferring a marine ecosystem influenced by Equatorial waters or the Equatorial Front.
***Key Words**: Mytilidae, mollusk, distribution, coast, Ecuador*

[1] (1) Instituto Oceanográfico de la Armada INOCAR. Avda. 25 de julio Base Naval Sur, casilla 5940 Guayaquil - Ecuador. Fax:2485166
(2) Heriot-Watt University J.M.Mair@hw.ac.uk

INTRODUCCIÓN

La familia Mytilidae conocida comúnmente como marine mussel (www.thefreedictionary.com/Mytilidae), son moluscos bivalvos de gran interés económico y gastronómico. Son animales filtradores que viven fijados al sustrato (es.wikipedia.org/wiki/Mejillón), la forma de pera y su preferencia de estar adheridos a las superficies duras por un biso, le permiten obtener una gran cantidad de oxigeno y alimento (http://shells.tricity.wsu.edu/ArcherdShellCollection/Bivalvia/Mytilidae.html). En Ecuador una de las primeras investigaciones sobre esta familia Mytilidae fue con fines comerciales y se reportaron 17 especies resaltando que la especie de mayor importancia comercial que se la vende en los mercados es *Mytella guyanensis*, cuya época de captura preferida se realiza entre junio a noviembre (Bonilla, D. 1967), mientras que existe otra especie mas pequeña de tamaño que no se la vende pero es consumida por la población que vive en las orillas del Estero Salado del Golfo de Guayaquil, se llama *Mytella strigata*, común en áreas estuarinas de la costa ecuatoriana. En la familia Mytilidae, también hay especies de moluscos que perforan roca, piedras, corales, otros moluscos etc. y es Keen, M. (1971), que de los 14 géneros y 39 especies que reporta para la Provincia Panameña, menciona una distribución regional para cada especie, sin dar nombres ni detalles de los lugares donde se la ha recolectado la especie.

Otros trabajos sobre perforadores de rocas han sido reportados de forma aislada, sin enfatizar preferencia por substratos o sitios en la costa ecuatoriana y no se ha encontrado trabajos de investigación que se refieran exclusivamente sobre los moluscos perforadores de rocas en Ecuador, algunos trabajos que reportan las especies para el lugar estudiado tenemos el de Cruz, *et al.*, 1980 que publica "Lista de la Fauna Sublitoral Bentónica del Estero Salado Inferior" en la que reporta para el Golfo de Guayaquil tres especies *Barbatia gradata, Petricola denticulata* y *Petricola parallela.*

Otros trabajos que mencionan características que tienen algunas especies de perforadoras de roca como tamaño de la protoconcha o concha larvaria de dos especies encontradas en la Plataforma continental de Manabí, de *Acar gradata (Barbatia gradata*) cuya concha larvaria mide 175 micras de largo y 150 micras de alto, mientras que *Musculos coarctata (Gregariella coarctata)* tiene una protoconcha relativamente grande, mide 625 micras de largo y 475 micras de alto (Cruz, M. 1982), se menciona que estos datos son importantes para identificar las larvas cuando están en estadio de pediveliger. Se han reportado especies que pueden vivir también en la zona infralitoral como que *Petricola parallela,* que se encuentra entre los 14 a 18 m de profundidad en el Golfo de Guayaquil y sus dimensiones fueron largo 31,5 cm. y alto 11 mm. (Cruz, M. 1983).De una colección de organismos del Instituto Nacional de Pesca (INP), recolectados desde 1960 hasta 1989, se reporta que *Lithophaga aristata* ha sido encontrada en el litoral Ecuatoriano desde Esmeraldas a Playas de Villamil. (Mora, E. 1990), sin dar detalles de su densidad, tipo de sustrato y medidas. De otros estudios realizados en la zona infralitoral de la Plataforma Continental superior interna de Manabí, desde Puerto Cayo a Salango, no se reportan bivalvos perforadores de rocas (Cruz, M. (1997). Estos perforadores también son reportados en el exterior y algunos investigadores lo relacionan las características taxonómicas de los extremos posteriores de las valvas de *Lithophaga aristata* con artefactos como tijeras o fórceps (Morton, B. 1993). Hay otros reportes que a nivel regional y a nivel de género se dan a conocer, los perforadores de rocas, pero no mencionan su distribución para el Ecuador como el de Coan, Eugene V. (1998), reporta una rara Petricola para la Provincia Panamica. También hay reportes que dan a conocer que especies como *Gregariella coarctata,* que existe en Ecuador, es capaz de perforar el coral en el mar de la India (*Subba* Rao, N.V. and K.V. Surya Rao. 1981). El género Lithophaga también es capaz de perforar el coral *Porites lobata* (Scott, P.J.B. and M.J. Risk. 1988).

Muchos reportes son esporádicos y aislados, por eso es de mucha importancia

y necesidad conocer las especies perforadoras y el rol que están cumpliendo a lo largo de la costa Ecuatoriana, hay que reunir la información fragmentada, recopilarla y ordenarla para que sea utilizada de mejor manera, en el país hay trabajos donde se menciona a los moluscos perforadores de rocas como es el de Mair, James *et al.,* (2002), en el "Manual de campo de los Invertebrados Bentónicos marinos: Moluscos, Crustáceos y Equinodermos de la zona Litoral Ecuatoriana", se reporta que *Petricola denticulata* fue observada en Salinas.

En el trabajo sobre la biodiversidad marina del Ecuador "The known and unknown about marine biodiversity in Ecuador (continental and insular)", que en base a un informe interno no publicado, se reporta solo cinco especies de moluscos perforadores para el Ecuador, y se menciona que *Petricola denticulada* con el 29 % es uno de los *pelecypodos* perforadores de rocas, con más frecuencia en la costa de Ecuador. (Cruz, M. *et al.,* 2003). No se ha encontrado ningún trabajo publicado sobre la familia Mytilidae como perforadores de rocas en la costa de Ecuador, y considerando que es importante conocer su ecología y distribución de cada una de las especies, el propósito de este estudio es conocer que especies de perforadores de rocas de la familia Mytilidae, existe en la costa de Ecuador, conocer cuál es la especie más abundante, su densidad por m2, y distribución a lo largo de toda la zona intermareal rocosa de la costa del Ecuador para identificar los sitios donde se prefieren hábitat y las características oceanográficas que están influyendo en cada especie.

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprende la zona intermareal rocosa de la costa ecuatoriana, por el norte desde Tachina localizada en 0º 59' 31'' lat. N. y 79º 36' 59'' long. W. en la Provincia de Esmeraldas hasta Punta Jambeli en el sur, localizada a 3º 12' 35'' lat. S y 80º 01' 36'' Long. W. en la provincial de El Oro. Se estudiaron 33 estaciones durante seis muestreos anuales desde el año 2000 al 2005 e incluyen periodos fríos de La Niña, calidos de El Niño y neutrales (Figura. 1)

La costa Ecuatoriana relativamente pequeña, tiene tres ecosistemas marinos bien definidos y dos estaciones: Invierno o Estación húmeda (Enero a Mayo) y verano o estación seca (junio a Noviembre).
La región norte del Ecuador tiene influencia de la corriente cálida que viene de la bahía de Panamá, son aguas tropicales de alta temperatura y baja salinidad, que al llegar al Ecuador, giran hacia el oeste por acción de la rotación de la tierra y forman la corriente nor ecuatorial.

En la región sur del Ecuador hay influencia de la corriente fría de Humboldt o Perú, que antes de llegar a la línea Equatorial gira hacia el oeste formando la corriente sur ecuatorial.

Hay una zona de mezcla de estas dos corrientes cálida del norte y fría del sur, formando el Frente Ecuatorial, que se localiza en la zona media del país, es una barrera ecológica donde se encuentra una gran diversidad de organismos.

Por su gran variedad de ecosistemas el conocer la distribución de las especies es una necesidad para el país y el mundo.

Figura 1.- Posición de las Estaciones en la costa de Ecuador.

METODOLOGÍA:

El área de estudio muestreada es la zona rocosa intermareal, cercana a los pueblos, que no esté intervenida o influenciada por el hombre ni por desechos industriales, para tener referencias lo más cercano al ambienta natural.

Para el muestreo de campo, se utilizaron cuadrados de 25 cm. por 25 cm., que se colocaban sobre las rocas infestadas por los moluscos perforadores de rocas, se tomaba foto digital antes de romper la roca con la ayuda de un martillo y un formón, posteriormente se recolectaban solo los organismos vivos, las valvas vacías no se consideraban, se medían con un calibrador de vernier y se le tomaba foto digital al organismos vivo, se lo fijaba con formol al 5 %, neutralizado con borax, se lo etiquetaba para ser analizado en el laboratorio.
En el Laboratorio, se le volvía a fotografiar detalles taxonómicos y se lo identificaba con la ayuda de un estéreo microscopio y claves taxonómicas.

Se elaboran tablas en Excel, en Lotus y los gráficos se arreglan en Freelance, para ser pasados a Power point y posteriormente pegados a Word.

RESULTADOS.

De los catorce géneros reportados para la familia Mytilidae (Keen, M. 1971) el género Lithophaga con tres especies y *Gregariella coarctata* son los bivalvos perforadores de rocas se han encontrado en la costa de Ecuador, de las cuales *Lithophaga aristata* se presenta como un gran parche entre las estaciones de Los Frailes y Ayangue (Figura. 2).

donde se localizaron las mayores densidades a lo largo de la costa Ecuatoriana.

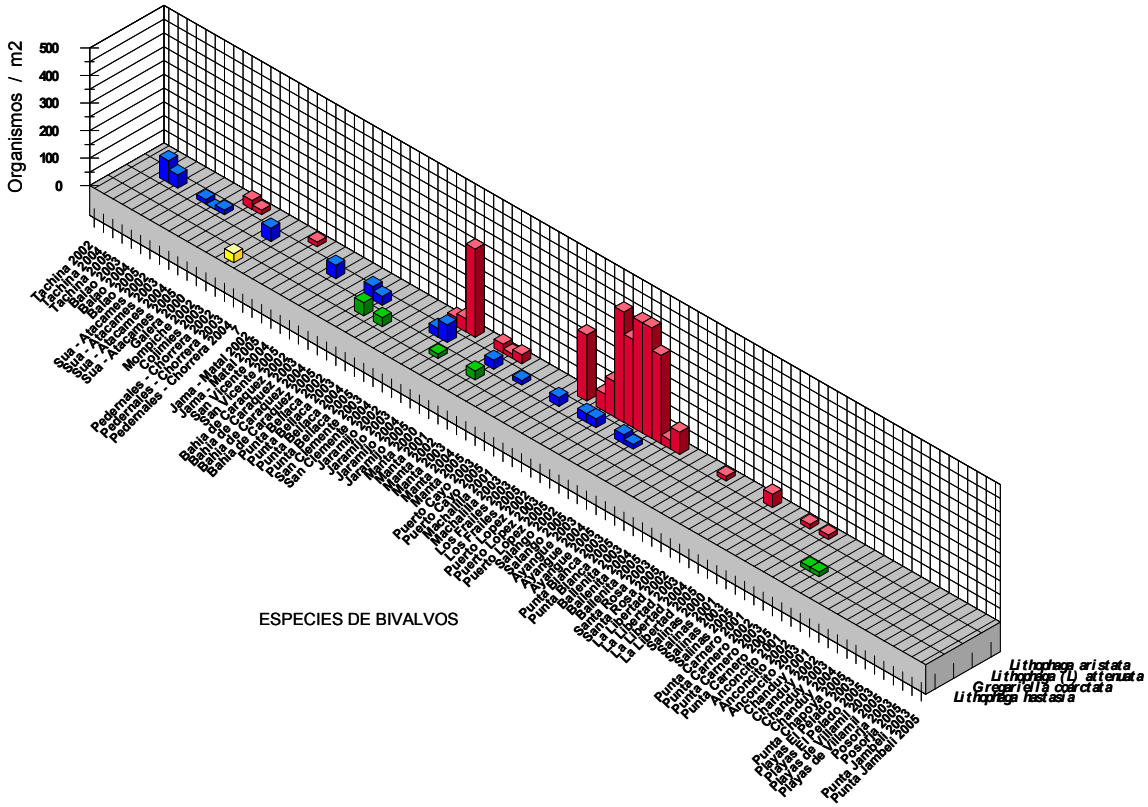


Figura. 2.- La mayor densidad de los bivalvos perforadores se observó entre las estaciones de Los Frailes y Ayangue representada por *Lithophaga aristata*

Con una abundancia del 78,8 %, convierte a *Lithophaga aristata* como la especie más abundante de la familia Mytilidae en la costa del Ecuador, mientras que la especie menos abundante es *Lithophaga hastasia* con el 0.8 % (Figura. 3),

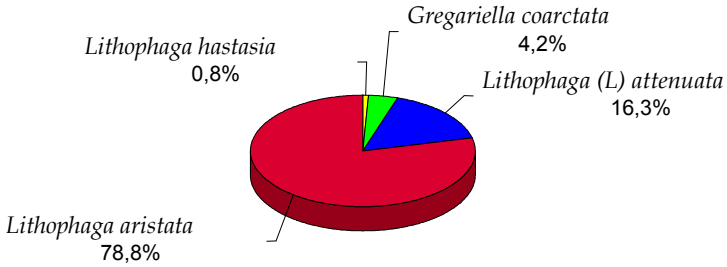


Figura. 3 ***Lithophaga aristata*** **con el 78,8** % es la especie más abundante de la costa Ecuatoriana entre los años 2000 to 2005

La especie con mayor Frecuencia de presencia en toda la costa de Ecuador desde el año 2000 hasta el año 2005, fue *Lithophaga aristata*, que representó el 48,9 % del total de observaciones.(Figura.4).

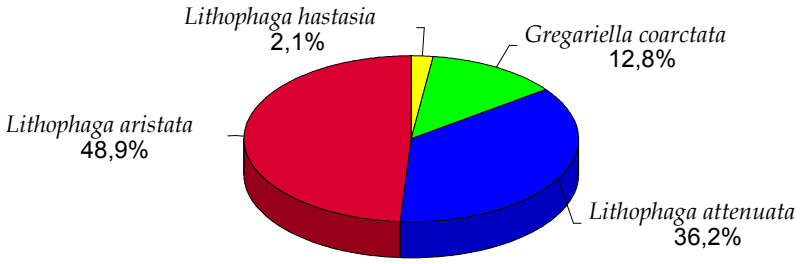


Figura 4.- *Lithophaga aristata* es la especie perforadora de rocas que ha presentado la mayor frecuencia de presencia desde el año 2000 al 2005**.**

Con la finalidad de caracterizar los diferentes ecosistemas y su relación con estas especies perforadoras de rocas, el análisis por provincias nos revela las especies que prefieren cada uno de estos ambientes en el Ecuador.

PROVINCIA DE ESMERALDAS.- Esta provincia se localiza al norte del Ecuador, tiene una influencia de aguas tropicales que se caracterizan por tener alta temperatura, baja salinidad y proviene del norte del país. En este ecosistema tropical y calido se encontraron solo dos especies de bivalvos perforadores de rocas: *Lithophaga attenuata* fue observada en el 2003 y 2004 entre Balao y Sua-Atacames, mientras que *Lithophaga aristata*, se la observó más al sur, en Galera y Mompiche en los años 2000 y 2002 (Figura.5).

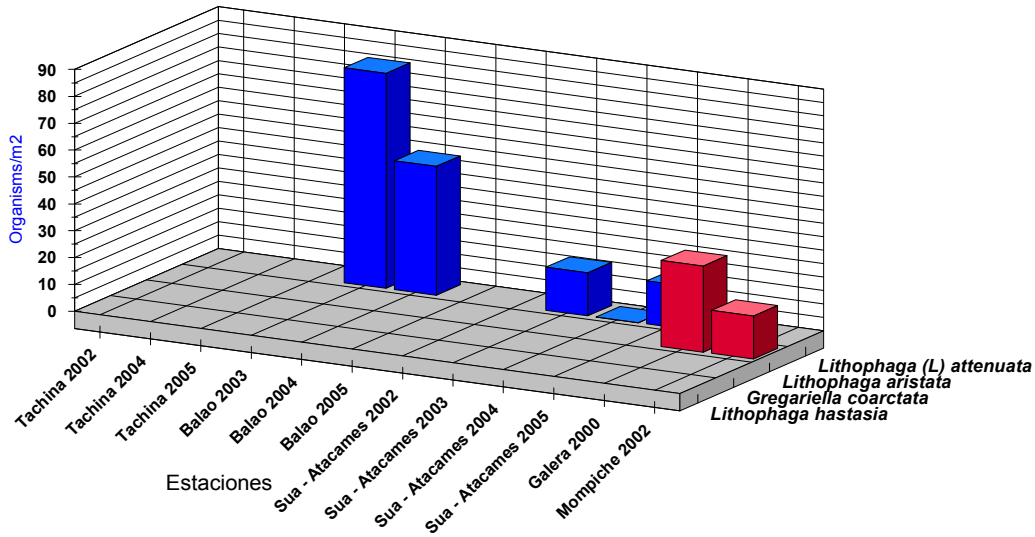


Figura. 5.- La especie con mayor densidad en la Provincia de Esmeraldas es *Lithophaga attenuata* que se encuentra distribuida desde Balao a Sua-Atacames.

De las dos especies observada en la Provincia de Esmeraldas *Lithophaga attenuata* se presentó como la más abundante con el 76,9 %, mientras que *Lithophaga aristata* representó el 23,1 %, demostrando que el hábitat que prefiere *L. attenuata* es el norte del Ecuador que está influenciado por aguas tropicales (Figura. 6).

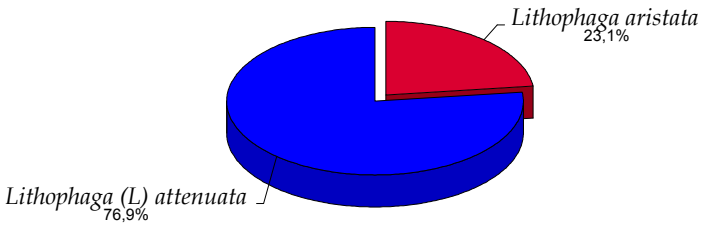


Figura. 6.- La mayor abundancia relativa de los perforadores de rocas de la familia Mytilidae en la provincia de Esmeraldas es *Lithophaga attenuata* con el 76,9 %,

PROVINCIA DE MANABÍ.- Esta provincia se localiza en la parte media de la costa Ecuatoriana, se caracteriza por tener influencia del frente Ecuatorial formado por la confluencia de dos tipos de aguas marinas diferentes: Aguas cálidas o tropicales proveniente del norte del país, de la Bahía de Panamá y aguas frías con alta salinidad proveniente del sur del país, del ecosistema de Humboldt, lo que permite que especies de dos ambientes puedan existir y adaptarse en un ecosistema marino que tiene una alta biodiversidad marina.

Existen cuatro especies de moluscos bivalvos perforadores de roca de la familia Mytilidae, de las cuales *Lithophaga aristata* se presento como un gran parche entre Los Frailes y Salando, *Lithophaga attenuata* se presentó con una amplia distribución, pero poco abundante y *Gregariella coarctata* desde Punta bellaca hasta Manta.

Es necesario manifestar que solo en esta provincia se observó a *Lithophaga hastasia* en Pedernales-Chorrera, considerado el límite sur de su distribución en el Ecuador (Figura.7).

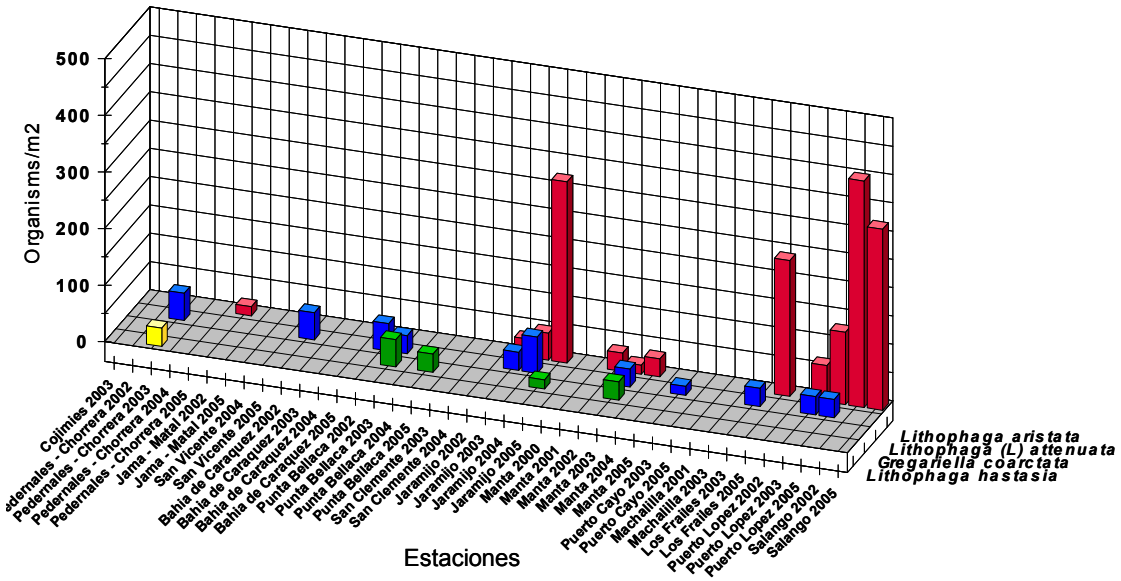


Figura. 7.- La mayor densidad de perforadores de rocas de la Familia Mytilidae en la Provincia de Manabí, se observó entre LosFrailes y Salango entre el 2000 y 2005

En la Provincia de Manabí, entre las especies de la familia Mytilidae la que presentó la mayor abundancia relativa fue *Lithophaga aristata* con el 74,1 %, mientras que *Lithophaga hastasia*, es la especie menos abundante y más escasa, representó solo el 1,4 % (Figura. 8).

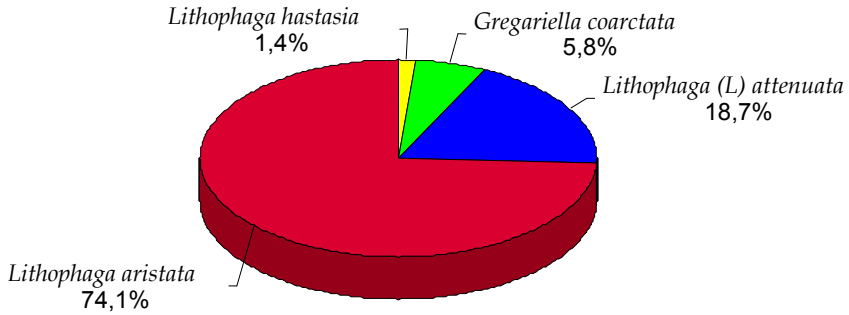


Figura. 8.- Abundancia relativa de la Familia Mytilidae. *Lithophaga aristata* con el 74,1 % fue la especie más abundante en la Provincia de Manabí entre el 2000 y 2005

PROVINCIAS DE SANTA ELENA, GUAYAS Y EL ORO.- En estas provincias localizadas en la región sur del Ecuador, reciben una influencia de las aguas frías Peruanas provenientes del sur, se encontraron solo 3 especies *Lithophaga aristata* y *Lithophaga attenuata* se las observó en la parte norte de esta provincia, mientras que a *Gregariella coarctata* solo en Anconcito.

Casi en todo el Golfo de Guayaquil y la Provincia de El Oro se observó ausencia de organismos perforadores de la familia Mytilidae (Figura. 9).

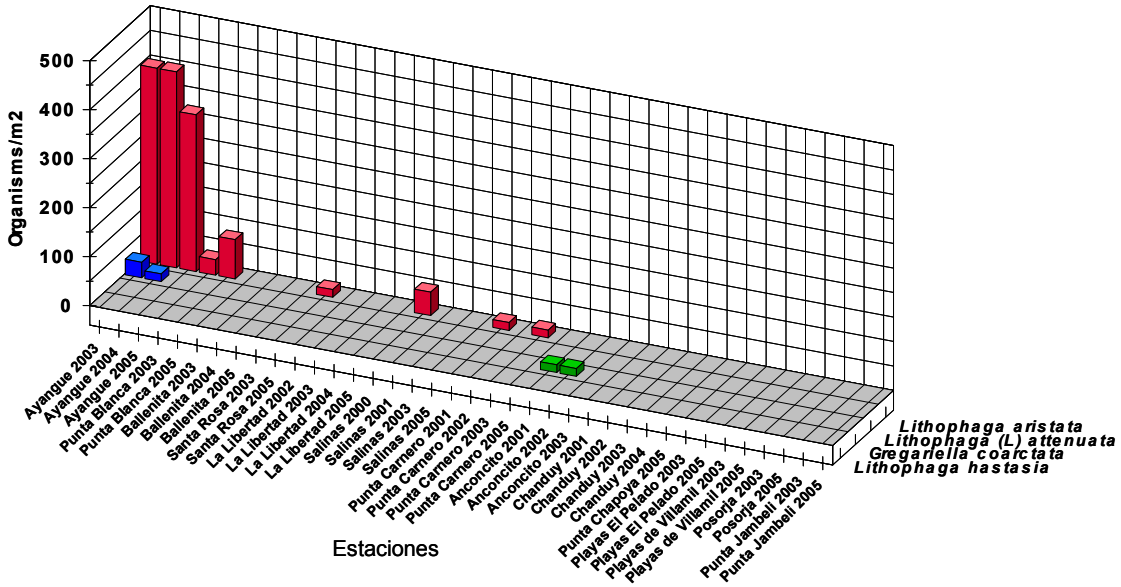


Figura. 9,- La mayor densidad de moluscos perforadores de rocas la presentó *Lithophaga aristata* entre Ayangue y Punta Blanca en la Prov. de Santa Elena

Lithophaga aristata con el 94,3 % es la especie más abundante y *Gregariella coarctata* la más escasa en estas Provincias del sur del Ecuador (Figura.10).

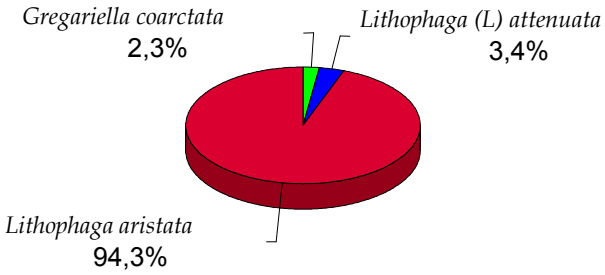


Figura. 10.- La mayor abundancia relativa la presentó *Lithophaga aristata* con el 94,3 % en las tres provincias del sur de Ecuador entre el año 2000 al 2005

DISTRIBUCIÓN, FRECUENCIA Y DENSIDAD

La Familia Mytilidae representada por cuatro especies de moluscos perforadores de rocas en la costa del Ecuador, tienen una amplia distribución y frecuencia de presencia diferentes, la especie con mayor frecuencia de presencia fue *Lithophaga aristata*, representando el 48,9 %, en segundo lugar esta *Lithophaga attenuata* con el 32,2 %, que tiene preferencia para la Provincia de Esmeraldas, en tercer lugar *Gregariella coarctata* con el 12,8 % prefiere la parte central de Manabí y la menos frecuente fue *Lithophaga hastasia* con el 2,1 % (Figura.11)

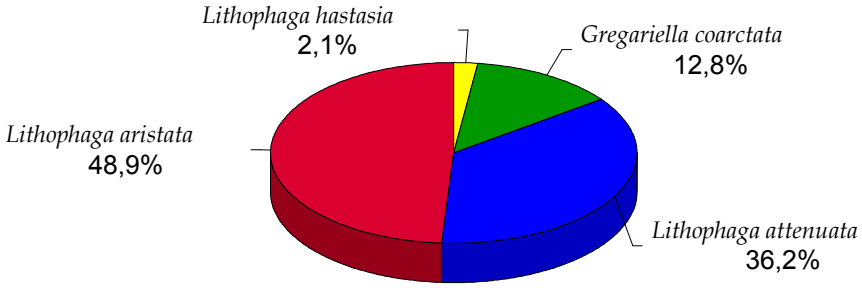


Figura. 11.- La especie con más frecuencia de presencia en la costa del Ecuador es *Lithophaga aristata* y representa el 48,9 % de las observaciones realizadas

La distribución de la familia Mytilidae, con sus cuatro especies de perforadores de rocas tiene una amplia distribución a lo largo de la costa Ecuatoriana, desde Balao en la Provincia de Esmeraldas hasta Anconcito en la Provincia del Guayas, pero cada una de las especies se presentan abundantes en diferentes localidades, caracterizando su hábitat marino. A nivel de familia podemos observar que la mayor abundancia está distribuida entre Punta Bellaca y Punta Blanca. Toda esta área esta siempre influenciada por la corriente fría de Humboldt, mientras que en la mitad norte del Ecuador se ha observado una menor abundancia de estos moluscos, área que está influenciada por aguas tropicales proveniente del norte del país y son menos productivas (Figura 12)

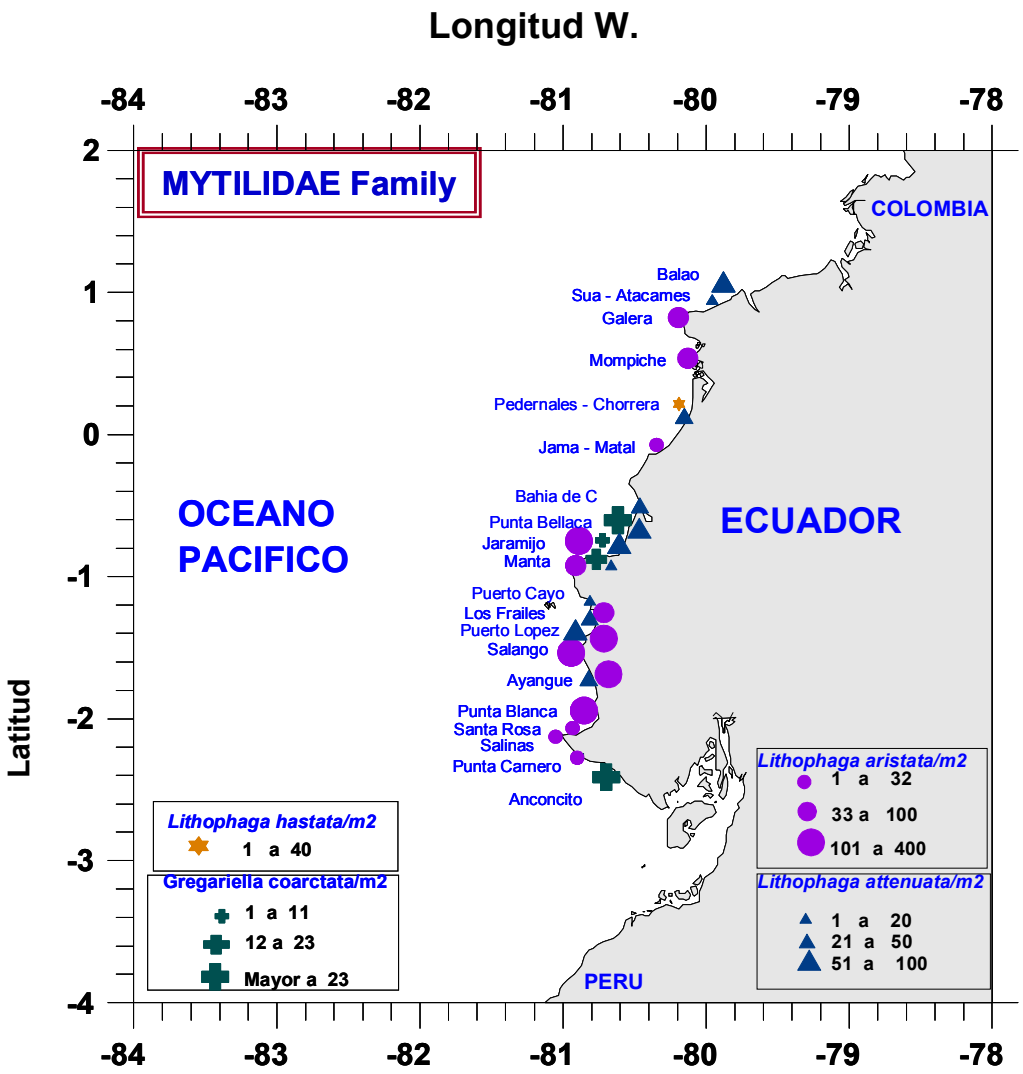


Figura. 12.- Se observa que la mayor abundancia y diversidad de especies se localiza entre Punta Bellaca y Punta Blanca

Lithophaga hastasia.- Durante los 6 años de estudio fue observada solo una vez en Pedernales-Chorrera el año 2003, con una densidad de 32 individuos por m2 y una frecuencia de presencia de 2,1 % (Figura.11) Se la considera rara y con preferencia para el norte de la Provincia de Manabí (Figura.13).

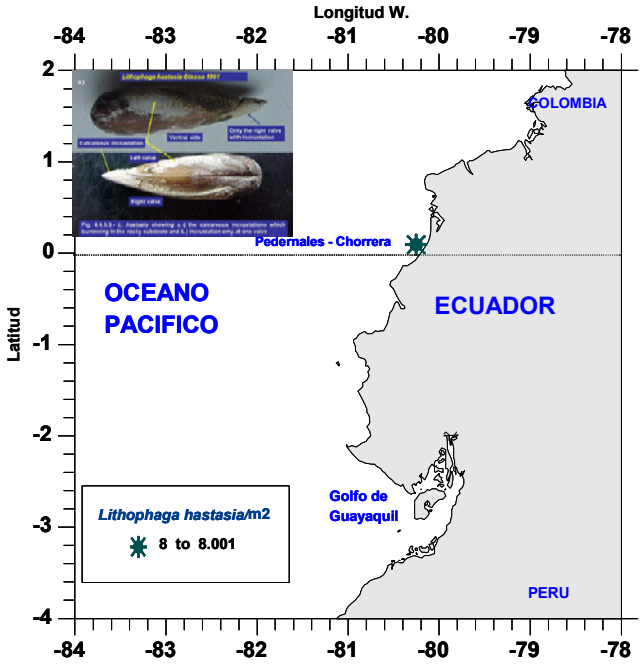


Figura. 13.- *Lithophaga hastasia* considerada la más rara o escasa de la familia *Mytilidae* en la costa Ecuatoriana, fue observada solo en la estación de Pedernales-Chorrera

Gregariella coarctata.- Esta especie fue observada en los años 2001, 2002, 2003 y 2005 desde Punta bellaca (Provincia de Manabí) hasta Anconcito (Provincia del Guayas), su mayor densidad fue de 48 organismos por m2 en Punta bellaca y su frecuencia de presencia de 12,8 % (Figura. 12)

Su mayor concentración y frecuencia estuvo en la provincia de Manabí (Figura. 14)

.

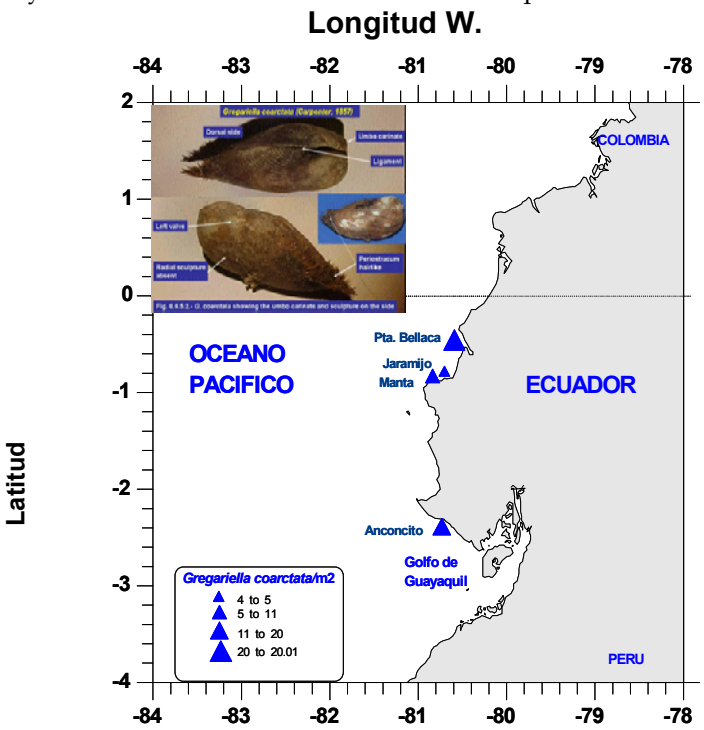


Figura. 14.- ***Gregariella coarctata*** **tiene como preferencia la parte media de la costa Ecuatoriana y Anconcito. Estuvo ausente al norte de Ecuador**

Lithophaga attenuata. Esta especie ha sido observada desde Balao en la Provincia de Esmeraldas hasta Ayangue, podría decirse, la mitad norte del Ecuador, que incluye el ecosistema del frente ecuatorial y la influencia de las aguas tropicales del norte

del país, se la recolectó el 2002, 2003, 2004 y 005. Su mayor densidad estuvo en Balao con 80 organismos por m2 en la provincia de Esmeraldas y en Jaramijó y Puerto López en la provincia de Manabí. La frecuencia de presencia representó el 36,2 %.(Figura.15).

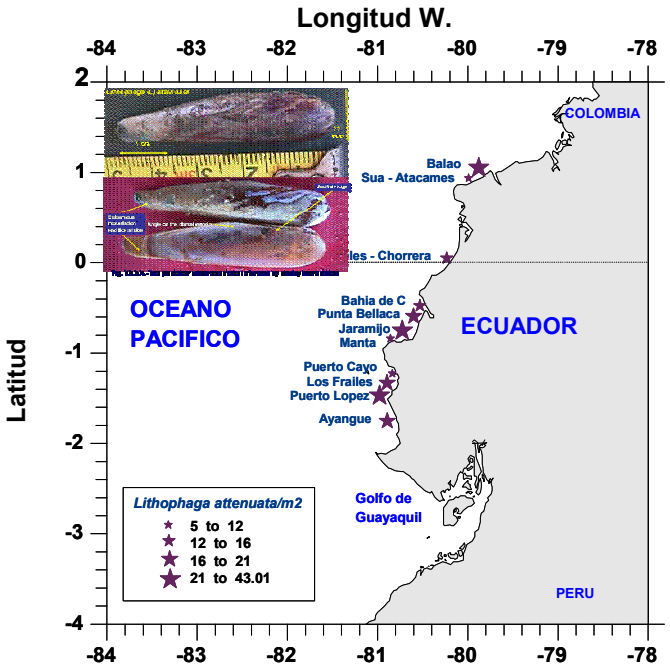


Figura. 15.- *Lithophaga attenuata* en su distribución ha demostrado preferir la Provincia de Manabí, donde su distribución es uniforme. También existe en Balao

Lithophaga aristata.- Fue observada desde Galera hasta Punta Carnero, con una gran concentración desde Puerto López a Ayangue, su mayor densidad se la observó en Salando y Ayangue con 400 organismos por m2, mostrando una preferencia por la parte media de la costa ecuatoriana

.

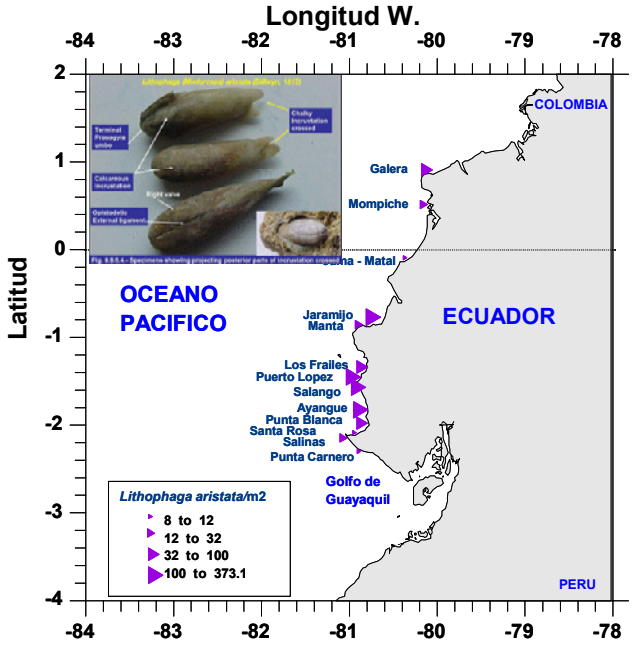


Figura. 16.- *Lithophaga aristata* presenta una amplia distribución en forma de parches, su mayor concentración se localizó entre Jaramijó y Punta Blanca

La frecuencia de presencia entre las cuatro especies identificadas de la Familia Mytilidae es de 48,9 %, esta especie es la especie más abundante y Frecuente de la costa Ecuatoriana. (Figura. 16).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES:

La especie considerada "rara" en toda la costa del Ecuador es *Lithophaga hastasia*, que esta restringida para Pedernales-Chorrera en la Provincia de Manabí, no fue observada en otro sitio y prefiere un ecosistema marino donde generalmente hay influencia de las aguas tropicales proveniente de la bahía de Panamá.

La especie considerada "Común" es *Gregariella coarctata*, que se localiza en el área de Manabí entre Punta bellaca y Manta, puede encontrarse hasta Anconcito, localizado en el Golfo de Guayaquil, externo, pero esta ausente al norte del país, en la Provincia de Esmeraldas donde existe una influencia de aguas tropicales del norte y en la provincia de El Oro, donde hay un ambiente de estuario. Se considera que la baja salinidad puede ser un limitante para esta especie. Su distribución es considerada como agregada o en parche.

Lithophaga attenuata, Es considerada "Abundante", tiene una amplia distribución en la costa Ecuatoriana, se la ha observado desde el norte del país, en Balao, Provincia de Esmeraldas hasta Ayangue, que corresponde a la Provincia de Santa Elena. Su distribución es considerada un poco uniforme en la región norte de la costa Ecuatoriana y casi ausente en la región sur donde existe una fuerte influencia de las aguas frías de Humboldt. Se considera que las bajas temperaturas y salinidad puede ser un limitante para esta especie.

Lithophaga aristata Es considerada como una especie "Muy abundante", se la ha observado desde Galera en la Provincia de Esmeraldas, hasta Punta Carnero, en el Golfo de Guayaquil, su distribución es la más amplia de todas las especies y es en forma de Parche, su mayor concentración es desde Puerto López hasta Ayangue.

Se considera que la mayor riqueza de especies, abundancia y distribución de las especies de bivalvos perforadores de rocas de la familia Mytilidae, se encuentra en la Provincia de Manabí y Santa Elena, entre Punta Bellaca y Punta Blanca, mientras que la menor abundancia y riqueza se la observó al norte, en la Provincia de Esmeraldas y en el sur del país, en el Golfo de Guayaquil y la Provincia de El Oro.

La baja temperatura y salinidad parece ser un limitante en la distribución de las especies perforadoras de rocas de la familia Mytilidae.

AGRADECIMIENTO

Lo autores agradecen al Sr. Director del Instituto Oceanográfico Sr. CPNV-EM Galo Garzón L. por el apoyo brindado en la realización de esta investigación, al jefe de Ciencias del mar, a la Dra. Elena Gualancanay por sus sugerencias al manuscrito y los compañeros del laboratorio de Biología por sus gestiones a que se cumpla el proyecto también mi reconocimiento sincero a los alumnos de Malacología de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil, que por varias ocasiones colaboraron en el muestreo de campo.
A mi esposa la Dra. Maria Luzuriaga Villarreal de Cruz por las observaciones realizadas al manuscrito.

BIBLIOGRAFÍA

Bonilla Dolores. 1967.- Estudio de la familia Mytilidae en aguas Ecuatorianas. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Químicas y Naturales, Universidad de Guayaquil. Pp. 1-50.

Coan, Eugene V. 1998. New distributional information for a rare Panamic *Petricola.* Festivus 30(5), pp. 59.

Cruz, P. M., M. de González, E. Gualancañay & F. Villamar. 1980. Lista de la fauna sublitoral del Estero salado inferior, Ecuador. Acta Oceanográfica del Pacifico, INOCAR, Ecuador 1 (1): 82-96 (Oct).

Cruz, M. 1982. Estudio sistemático de los Bivalvos recientes de la Plataforma superior doctoral. Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales.
Cruz, M. (1983). "Bivalvos del Golfo de Guayaquil". Acta Oceanográfica del Pacífico Vol. 2 #2 1983

Cruz, Manuel., Nikita Gabor, Elba Mora, Roberto Jiménez & James Mair. 2003. The known and unknown about marine biodiversity in Ecuador (Continental and Insular). Lo conocido y desconocido de la biodiversidad marina en el Ecuador (Continental e Insular). Gayana 67(2): 232-260. ISSN 0717-652X.

Mair, James; Elba Mora y Manuel Cruz (Editores) 2002 Manual de campo de los Invertebrados Bentónicos marinos: Moluscos, Crustáceos y Equinodermos de la zona Litoral Ecuatoriana. Universidad Estatal de Guayaquil y Heriot-Watt University. pp: 1-108

Mora, E. 1990.- Catálogo de Moluscos bivalvos marinos del Ecuador. Bol. Cient. Y Tec. INP Vol. X, No. 1, pp. 1-136

Morton, B. 1993. How the 'foreceps' of *Lithophaga aristata* (Bivalvia: Mytiloidea) are formed. Journal of Zoology (London) 229(4), pp. 609-621.

Keen, A. M. 1971. Sea shell of tropical west America; marine mollusks from Baja California to Perú. 2nd ed. Stanford Univ. Press: Stanford, California. Xiv + 1064 pp.; 22 pls. (1 Sept).

interna de la Provincia de Manabí. Tesis

Scott, P.J.B. and M.J. Risk. 1988. The effect of Lithophaga (Bivalvia: Mytilidae) boreholes on the strength of the coral *Porites lobata.* Coral Reefs 7(3) pp. 145-151.

Subba Rao, N.V. and K.V. Surya Rao. 1981. Occurrence of a coral boring bivalve *Gregariella coarctata* (Carpenter) (Bivalvia: Mytilidae) in the Indian waters . Bulletin of the Zoological Survey of India 4(2), pp. 213-215.

- www.inocar.mil.ec Boletín de alerta climático. No. 117, junio de 2000. Comisión Permanente del Pacifico Sur, CPPS
- www.inocar.mil.ec Boletín de alerta climático. No. 124, enero de 2001. Comisión Permanente del Pacifico Sur, CPPS
- www.inocar.mil.ec Boletín de alerta climático. No. 139, abril de 2002. Comisión Permanente del Pacifico Sur, CPPS
- www.inocar.mil.ec Boletín de alerta climático. No. 150, marzo de 2003. Comisión Permanente del Pacifico Sur, CPPS
- www.inocar.mil.ec Boletín de alerta climático. No. 169, octubre de 2004. Comisión Permanente del Pacifico Sur, CPPS
- www.inocar.mil.ec Boletín de alerta climático. No. 180, septiembre de 2005. Comisión Permanente del Pacifico Sur, CPPS
- es.wikipedia.org/wiki/Mejillón
- http://shells.tricity.wsu.edu/ArcherdShell Collection/Bivalvia/Mytilidae.html

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA CALIDAD DEL AGUA EN EL ÁREA MARINO COSTERA DE BAHÍA ACADEMIA, CALETA AEOLIAN Y PUERTO VILLAMIL- ISLAS GALÁPAGOS- JUNIO-JULIO 2007.

Por:
Carmen Palacios (1)
Luis Burgos (1)

RESUMEN

Se analiza los datos tomados en el área marino costera de tres importantes islas de Galápagos, como son: Bahía Academia- Santa Cruz, Caleta Aeolian- Baltra y Puerto Villamil- Isabela, durante los meses de junio y julio del 2007, considerando la distribución superficial de los parámetros físicos, químicos en cada una de las áreas. Se efectúa el análisis comparativo de las concentraciones promedios y la calidad microbiológica con los límites permisibles establecidos en la Legislación Secundaria Ambiental, concluyendo en general, que la calidad del agua está acorde con la vida marina, pero que a pesar de no presentar mayores problemas de contaminación, existen áreas muy puntuales que ameritan mayor cuidado y seguimiento para preservar y conservar estas islas, que son Patrimonio de la Humanidad.

Palabras claves. Calidad de agua, Bahía Academia-Santa Cruz, Caleta Aeolian- Baltra, Puerto Villamil-Isabela, Galápagos.

ABSTRACT

The data taken in the marine coastal area of three important islands within the Galapagos Islands chain was analyzed for the months of June and July of the 2007. The studied areas include: Bay Academy - Santa Cruz, Creek Aeolian - Baltra and Port Villamil – Isabela. The superficial distribution of the physical and chemical parameters in each area were considered. A comparative analysis was made between the permissible limits established by the Environmental Secondary Legislation and the measured average concentrations of physical-chemical and microbiological parameters. This study concludes, in general, that the water quality is acceptable for marine life and that there are presently no major pollution problems. However, there are important areas that deserve greater attention and care in order to conserve the islands that are Patrimony of Humanity

Key words. Water quality, Academy Bay - Santa Cruz Island, Aeolian Cove – Baltra Island, Puerto Villamil – Isabela Island, Galapagos Island.

Instituto Oceanográfico de la Armada INOCAR. Avda. 25 de julio Base Naval Sur, casilla 5940 Guayaquil - Ecuador. Fax: 2485166
cpalacios@inocar.mil.ec,lburgos@inocar.mil.ec

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las Islas Galápagos cuenta con más de 17000 habitantes, su poder económico se basa en el turismo, y debido a esto el proceso migratorio ha ido creciendo, esto conlleva a que se incremente la población en las islas. Entre las islas más importantes está Santa Cruz ubicada en la parte central de la región insular, tiene un área de alrededor de 98555 hectáreas. Su capital Puerto Ayora constituye el centro urbano del cantón, es decir, con Baltra forman el eje de las dinámicas económicas, políticas, sociales y culturales. Santa Cruz en mayor escala, y también en San Cristóbal e Isabela, han sido uno de los escenarios principales de la vida socio político y económico de la provincia.

Uno de los grandes problemas de contaminación que presenta Galápagos a nivel poblacional es la falta de sistema de alcantarillado en todas las islas pobladas. De ahí que, el aporte antropogénico que tienen estas islas es considerable, debido a que la mayoría de las descargas de aguas doméstica y de pozos sépticos, se vierten directamente al área marino costera sin ningún tipo de tratamiento previo. Además la afluencia de turistas, hace que en los muelles municipales se acoderen innumerables embarcaciones menores que incrementan la contaminación. Esta investigación tiene como objetivo analizar la calidad del agua en la línea de costa en tres importantes islas del archipiélago, considerando el periodo de tiempo entre junio a julio del 2007.

ANTECEDENTES

Rodríguez y Valencia, 2000 realizaron un artículo sobre la calidad de las aguas costeras insulares en septiembre de 1999, datos que fueron recolectados en el crucero costero insular en cinco bahías del archipiélago de Galápagos: Bahía Naufragio en isla San Cristóbal, Bahía Academia en isla Santa Cruz, Puerto Velasco Ibarra en Isla Santa María, Puerto General Villamil en isla Isabela y Bahía Darwin en isla Genovesa, tomando en consideración la distribución y comportamiento de los diferentes parámetros, tanto en la superficie como a 10 metros de profundidad. En general concluyen la presencia de aguas bien oxigenadas con valores entre 4.0 a 5.5ml/l, mientras que los macronutrientes inorgánicos (fosfato y nitrato) presentaron tanto en superficie como a 10 metros valores característicos del área y la época, con rangos entre 0.2 a 1.4ugat/l y 4.0 a 17.0ugat/l respectivamente, siendo las concentraciones más representativas las más cercanas a la costa y conforme se alejan de ellas, los macronutrientes tienden a disminuir.

INOCAR, 2001. Informe técnico del Crucero Costero Insular CO-02-01. Septiembre del 2001, se describe la caracterización de las aguas superficiales en Bahía Academia, registrándose aguas bien oxigenadas con valores entre 4.3 – 5.5ml/l, valores de fosfato entre 0.13 – 1.02ugat/l, nitrato entre 5 – 5.4gat/l, nitrito entre 0.16 – 0.32ugat/l y silicato entre 2.6 –13.8ugat/l, incrementándose los mismos ligeramente a 10 metros de profundidad. En este mismo informe se determinó que cerca de la costa las concentraciones de coliformes totales y fecales son mínimas; mientras que los mayores valores se registraron en los muelles Municipal y Pelikan Bay y en el sector de las Ninfas con 43, 150 y 11000 NMP/100ml, respectivamente.

Danulat et.al, 2003, describen sobre el turismo en la Reserva Marina de Galápagos, análisis global y condiciones en sitios de visita marinos seleccionados, presentando datos de nutrientes en dos muestreos realizados entre julio y agosto del 2003. Las islas estudiadas fueron Floreana, Isabela, Fernandina y Pinzón, teniendo como resultados que los valores de nitrito variaron entre 0.041 (punta Moreno al oeste de Isabela) y 0.429ugat/l (punta Mangle en Fernandina), el valor promedio fue de 0.253ugat/l, los mayores valores fueron determinados al este y oeste de la región céntrica de Isabela, y alrededor de la isla Santiago, en este mismo trabajo se cita a Grasshoff et.al 1983, quien manifiesta que el nivel de nitrito es normalmente muy bajo, es decir menor a 0.1ugat/l y en áreas de surgencia los valores de este parámetro se elevan entre 1 a 2ugat/l, lo que demuestra alto nivel de actividad de los

productores primarios; las concentraciones de nitrato cubrieron el rango desde 0.48 (en punta Moreno al oeste de Isabela) y 10.03ugat/l (en Champion, al lado este de Floreana). El nivel promedio de nitrato determinado en las muestras fue de 4.88ugat/l y el de fosfato varió entre 0.610 (en punta Moreno al oeste de Isabela) y 1.373ugat/l (en punta Espinosa, Fernandina).

Burgos y Palacios, 2005, en el informe de las condiciones hidroquímicas de las aguas internas y externas de Bahía Aeolean en Baltra, establecieron que los parámetros físicos-químicos tales como temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, pH, y nutrientes presentaron valores característico de aguas oceánicas relativamente prístinas; en relación a los parámetros indicadores de contaminación señalan que, a excepción de los hidrocarburos del petróleo cuyas concentraciones se muestran ligeramente elevadas especialmente en el interior de la bahía, como producto probablemente a las maniobras de abastecimiento de combustibles y al gran números de embarcaciones presentes en el área, la zona no presenta mayores problemas de contaminación.

Gamboa, 2007, en su estudio de línea de base ambiental para la construcción del Centro de Investigación Marítima de Galápagos (CIMAG) en Bahía Aeolean en Baltra, reportó temperaturas, salinidades y pH superficiales normales para la época y favorable para el desarrollo de especies marinas; también evidenció aguas con bajo contenido de nutrientes (nitrato, fosfato, nitrito y silicato), lo cual considera normal por tratarse de aguas superficiales, además observó poca influencia antropogénica, pues la carga bacteriana no reflejó aguas contaminadas ni presencia de materia orgánica, así como tampoco los hidrocarburos del petróleo.

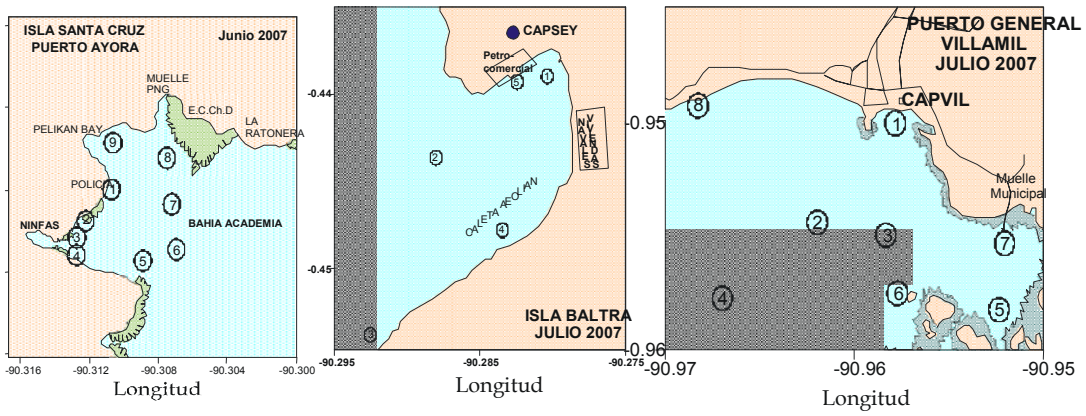
ÁREA DE ESTUDIO

Se consideraron tres áreas de estudio (Figura. 1):

Bahía Academia frente a la ciudad de Puerto Ayora en la isla Santa Cruz, donde se ubicaron 10 estaciones distribuidas, cinco (1, 2, 3, 4, 9) a lo largo de la línea de costa desde el muelle de Pelikan bay hasta el muelle Municipal, incluyendo el área de las Ninfas que se conecta por un pequeño canal a al muelle Municipal y cuatro estaciones (5, 6, 7, 8) alejadas de la costa.

Caleta Aeolian en la Isla Baltra, con 5 estaciones, cuatro de ellas bordeando la línea de costa (1, 3, 4, 5), considerando puntos de referencia como el muelle del Terminal Petrolero de Petrocomercial y la población naval de la Capitanía de Seymour, además de una estación (2) de referencia en el centro del área de estudio.

Bahía de Puerto Villamil en la Isla Isabela donde se establecieron 8 estaciones, cuatro de las cuales (1, 5, 7, 8) se localizaron en la línea de costa frente a la población hasta el muelle Municipal, y en la parte externa de la bahía se ubicaron las cuatro estaciones restantes,(2,3,4,6).



Fugura1. Ubicación de estaciones 2007

MATERIALES Y MÉTODOS

Considerando el área marino costero frente a la población de las islas y su área de influencia, se tomaron muestras de agua a nivel superficial, utilizando una botella Van Dorn de 5 litros, para determinar oxígeno disuelto, nutrientes (nitrato, fosfato), pH, DBO5, mientras que las muestras para el análisis de coliformes totales y fecales se recolectaron en forma manual utilizando frascos estériles de 120 mililitros de capacidad.

La temperatura y salinidad, fueron medidos con un salinómetro WTW, debidamente calibrado, mientras que para el pH se utilizó un potenciómetro marca WTW, calibrado con buffers certificados de diferente concentración.

Para el análisis de los parámetros químicos se aplicaron metodologías descritas en el manual de Strickland y Parsons para aguas de mar y microbiología en el Standard Method.

RESULTADOS

Bahía Academia- Santa Cruz- Junio 2007.

Las condiciones termohalinas en la línea de costa, presentaron características diferentes a las registradas en el área externa, especialmente en las aguas interiores del muelle Municipal (estaciones 3 y 4) donde la actividad que se genera hace que las descargas residuales de agua dulce produzcan el efecto de dilución, registrando valores entre 23.0°C y 32.5 UPS; mientras que en el área externa (estaciones 5 y 6) se registró 21.3°C y 34.6 UPS. En general la distribución superficial describe aguas más cálidas y menos salinas localizadas hacia la línea costera, en tanto que las más frías y más salinas hacia el exterior de la bahía Academia (Figuras. 2a y 2b). El pH varió entre 7.88 y 8.16 (característicos de aguas oceánicas), presentando una marcada tendencia de disminución de sur a norte, es decir los valores bajos se registran al norte en el área de Pelikan Bay y en el Muelle Municipal, siendo estas las áreas que presentan un deterioro paulatino de sus aguas, debido a que reciben mayor presión antropogénica, mientras que los más altos valores se localizaron en el área central frente a la Capitanía y en la Policía (Figura. 2c).

En cuanto a los parámetros químicos, la distribución superficial de oxígeno disuelto fluctúo entre 6.87mg/l (Muelle Municipal y Pelikan Bay), y 8.91mg/l (estación 3, localizado frente a la Capitanía), teniendo relación con los valores mínimos de DBO (1.1 mg/l) registrados también frente a la capitanía y el máximo (3.9mg/l) en el área de Pelikan Bay (Figuras. 2d y 2e). Las concentraciones de nutrientes fluctuaron entre 0.08 y 0.18 mg/l para nitrato, 0.050mg/l a 0.030mg/l para fosfato, registrándose en ambos parámetros las máximas concentraciones cerca a la costa, específicamente en el muelle de Pelikan Bay, pero conforme se aleja de la línea de costa hacia el área externa los valores tienden a bajar (Figuras. 2f y 2g).

Las bacterias del grupo coliformes estuvieron presente en toda el área de estudio, observándose una variación bien estratificadas, con valores entre 140 NMP/100ml (estación 6) y 0 NMP/100ml (estación 8), frente al muelle del Parque Nacional Galápagos y un valor máximo muy puntual de 380 NMP/100ml en el muelle de Pelikan bay para coliformes totales, mientras que para los fecales las variaciones fluctuaron de 0 NMP/100ml (muelle del Parque Nacional Galápagos) a 52 NMP/100ml (muelle de la Capitanía).

En este estudio se consideró otro punto de referencia como es la laguna Las Ninfas, lugar utilizado como balneario tanto por turistas como moradores del pueblo; se encuentra separado del muelle Municipal por un canal estrecho, por donde solo navegan embarcaciones menores, además está rodeado de una gran extensión de manglar considerados depuradores o filtradores de contaminantes. En este sector se registró 18.4UPS de salinidad, 5,7mg/l de oxígeno disuelto y 3,5mg/l de DBO_5, similares a las encontradas en el muelle Municipal. La carga bacteriana que se registró fue de 3200 NMP/100ml de coliformes totales y 400 NMP/100ml de coliformes fecales, valores que sobrepasan los límites permisibles para este tipo de

agua, según lo indicado en la legislación ecuatoriana (200 NMP/100ml)

Caleta Aeolian- isla Baltra- Julio 2007

La condiciones termohalinas en esta área fluctuaron entre 22.3 y 23.4°C de temperatura con los valores más altos en el área interna, los mismos que disminuyen hacia el exterior de la caleta; mientras que las salinidades se presentaron entre 34.7 a 34.9UPS, no registrando una variación significativa por lo que se considera una distribución homogénea (Figuras.3a y 3b).

El pH fue constante con un rango entre 8.2 y 8.0, valores considerados característicos de aguas oceánicas, (Figura. 3c).

El oxigeno disuelto presentó valores desde 6 a 8.1 mg/l, hallándose el máximo en la estación exterior de la caleta y los más bajos hacia el interior de la misma; mientras que la DBO_5 se mantuvo en toda el área con un rango de 0.20 a 0.80mg/l, valores considerados relativamente bajos permitiendo inferir que no existe contaminación orgánica en el área de estudio (Figuras. 3d y 3e).

Los macronutrientes estudiados se detectaron con variaciones mínimas de 0,09 a 0,05mg/l para nitrato y de 0,023mg/l a 0,030mg/l para fosfato, siendo estos valores típicos de aguas marino costeras (Figuras. 3f y 3g). En cuanto a las condiciones microbiológicas, el área presentó ausencia total de coliformes, a excepción de la estación 5 localizada en el muelle del Terminal de Petrocomercial, donde se registraron valores de 72 NMP/100 ml. para coliformes totales y 42 NMP/100 ml. para coliformes fecales.

Puerto Villamil- isla Isabela- Julio 2007

Las condiciones termohalinas registraron temperaturas entre 22.1 a 23.4°C, teniendo las aguas mas frías al interior (frente a la capitanía y muelle municipal) y hacia el sur del área, mientras que la cuña de aguas mas cálida provienen del área exterior; en tanto que las salinidades no presentaron variaciones significativas, fluctuando entre 34.5 y 34.8 UPS, que son valores típicos de aguas oceánicas (Figuras. 4a y 4b). Los valores de pH registrados, variaron entre 8.01 a 8.16 (Figura. 4c).

El oxigeno disuelto se presentó con rangos que va desde 6.85 a 8.64mg/l, los valores más bajos se localizaron frente a la capitanía y los más altos en el interior de la laguna marina frente al muelle municipal; mientras que la distribución de DBO_5 fue en sentido contrario al del oxígeno con un rango 0.25 a 0.97mg/l (Figuras. 4d y 4e). Las concentraciones de nitrato oscilaron entre 0,075 a 0,16mg/l y las de fosfato entre 0,023 a 0,039mg/l, con tendencia a incrementarse de norte a sur donde se localizaron las mayores concentraciones de nutrientes (Figuras. 4f y 4g).

Las condiciones microbiológicas registran ausencia de coliformes fecales en toda el área, de igual manera para los coliformes totales que estuvieron ausentes en el área central, mientras que se registró 10 NMP/100ml en el área cercana a la costa frente a la capitanía y al interior de la laguna marina frente al muelle municipal.

ANÁLISIS COMPARATIVO DE RESULTADOS

En la tabla No. 1 se presentan las concentraciones promedios de los parámetros físicos químicos en las áreas estudiadas.

Tabla N°.1 Valores promedios de los parámetros físicos químicos en el ámbito superficial.

Parámetros/ Promedios	Bahía Academia- Isla Santa Cruz- Jun/ 2007	Caleta Aeolian- isla Baltra- Jul/ 2007	Puerto Villamil- isla Isabela- Jul/ 2007
Temperatura (°C)	21.9	23	22.7
Salinidad (UPS)	33.8	34.8	34.7
pH	8.00	8.10	8.06
Oxígeno (mg/l)	7.57	7.10	7.40
DBO (mg/l)	1.77	0.50	0.76
Nitrato (mg/l)	0.12	0.07	0.10
Fosfato (mg/l)	0.036	0.026	0.029

Los valores promedios expresados en la tabla No.1 indican que las mediciones de temperaturas no manifiestan incidencia o presencia de aguas que estén sobre el límite máximo permisible (<32°C) descritos en el TULAS, en tanto que la salinidad presentó valores característicos de aguas marinas costeras, salvo casos puntuales como en los muelles Municipal y Pelikan Bay en Bahía Academia - isla Santa Cruz, donde existe mayor aporte de aguas residuales de la ciudad, provocando una leve dilución de sales, pero que luego se recupera al exterior de la bahía.

El pH que condiciona numerosas reacciones químicas e influye en la actividad biológica así como también en la migración de las especies, se presentó con valores promedios característicos de aguas marinas, encontrándose además dentro de los límites permisibles que se indican en el TULAS para este tipo de aguas.

Los valores promedios de oxigeno disuelto en las áreas estudiadas se encuentran sobre el mínimo permisible (5mg/l) registrado en los criterios de calidad para aguas marinas del TULAS, lo que permite inferir que la calidad del agua para estas áreas está siendo poca intervenida, además es compatible con la vida marina.

En lo referente a la demanda biológica de oxígeno (DBO_5) y realizando una comparación de los valores promedios entre las tres áreas estudiadas, el valor más alto se localizó en Bahía Academia (1.77mg/l), mientras que en las demás áreas, los valores están por debajo de 1mg/l. Es de resaltar que en el muelle Municipal, Pelikan Bay y la laguna de las Ninfas en Bahía Academia- isla Santa Cruz, fueron los puntos donde se registró el oxígeno disuelto más bajo (a pesar de mantenerse sobre los 5mg/l) y la DBO_5 más alta (mayores a 3mg/l), debido probablemente al mayor aporte antropogénico que existe en estas áreas; no obstante, el DBO_5 se presentó dentro del límite permisible (máximo de 4 mg/l), según los estándares utilizados en los Estados Unidos de Norteamérica WEF/ASCE, (Glynn 1999), para calidad de aguas aceptables para la natación.

Las concentraciones encontradas de nitrato y fosfato se consideran normales para aguas marinas, cabe recalcar que las mayores concentraciones fueron las detectadas en los muelles de Pelikan Bay y Municipal de Bahía Academia, infiriendo este criterio en base a los antecedentes descritos en esta investigación, ya que no existen valores de límites permisibles en la Legislación ecuatoriana para estos parámetros.

Los resultados obtenidos sobre el recuento de coliformes totales y fecales en las tres áreas de estudio, han permitido deducir su calidad microbiológica, registrándose desde ausencia hasta valores mínimos sobre todo en las áreas alejadas de la línea de costa,

mientras que en algunos puntos cercanos a la costa, sí se evidenció presencia de microorganismos (figura.5).

Es preocupante el hecho de que en la isla Santa Cruz se observe presencia de microorganismos patógenos a lo largo de la línea de costa, no obstante los valores se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles de 200 NMP/100ml para coliformes fecales y de 1000 NMP/100ml para coliformes totales, según lo establecido en el TULAS. Asimismo se evidenció que en la laguna de las Ninfas, existe problemas de contaminación por bacterias, ya que los valores encontrados sobrepasan el límite máximo permisible para aguas con fines recreativos (200 NMP/100ml), producto de la poca o casi nula infraestructura sanitaria en la población, que descargan directamente sus aguas residuales domésticas sin previo tratamiento. En Caleta Aeolian y Puerto Villamil se registraron concentraciones bajas de bacterias patógenas en las áreas cercanas a la población.

CONCLUSIONES

La calidad del agua en cada una de las bahías no evidencia graves problemas de contaminación, tanto a nivel de línea de costa como en la parte externa de las mismas, probablemente por la dinámica de las corrientes y por el poder de dilución y depuración del agua de mar; no obstante, se debe considerar que con el tiempo y existiendo descargas residuales muy puntuales sin tratamiento y permanentes, se podría estar provocando una contaminación mucho más severa tal como se viene observando en Las Ninfas, muelle de Pelikan Bay y en el muelle de PETROCOMERCIAL en Baltra.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento al señor Director del INOCAR por el apoyo brindado en este estudio, y a la Oc. Sonia Recalde por la traducción del abstract.

BIBLIOGRAFÍA

Rodríguez A, Valencia M, 2000. Estudio de la calidad de las aguas costeras insulares en la Provincia de Galápagos, 1999. Acta Oceanográfica del Pacifico. Vol. 10 (2000). Págs. 79- 96.

INOCAR. 2001. Informe técnico del Crucero Costero Insular CO-02-01. Septiembre del 2001.

Danulat E, Brandt M, Zárate P, Montesinos M y S Banks, 2003. El Turismo en la Reserva Marina de Galápagos. Análisis global y condiciones en sitios de visita marinos seleccionados. Diciembre de 2003. Fundación Charles Darwin y Dirección Parque Nacional Galápagos. Puerto Ayora, Santa Cruz, Galápagos. 140 pp.

Burgos L., y Palacios C., 2005. Informe de las Condiciones Hidroquímicas de las aguas de la Bahía Aeolean en Baltra-Islas Galápagos-marzo/2005.

INOCAR, 2006. Estudio Línea de Base Ambiental para la Construcción del Centro de Investigación Marítima de Galápagos (CIMAG) – Isla Baltra, septiembre- 2006.

Gamboa, 2007.- Informe de las características físicas, químicas y microbiológicas de las aguas marino costeras del área de caleta Aeolian, isla Baltra- Prov. de Galápagos, Septiembre 2006. Acta Oceanográfica del Pacífico. Vol. 14 (2007). Pp 221- 227.

TULAS, 2003. Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria. Recurso Agua, Libro VI Anexo I, Tabla 3. Criterios de calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marianas y de estuarios. Tabla 9. Criterios de calidad para aguas destinadas para fines recreativos.

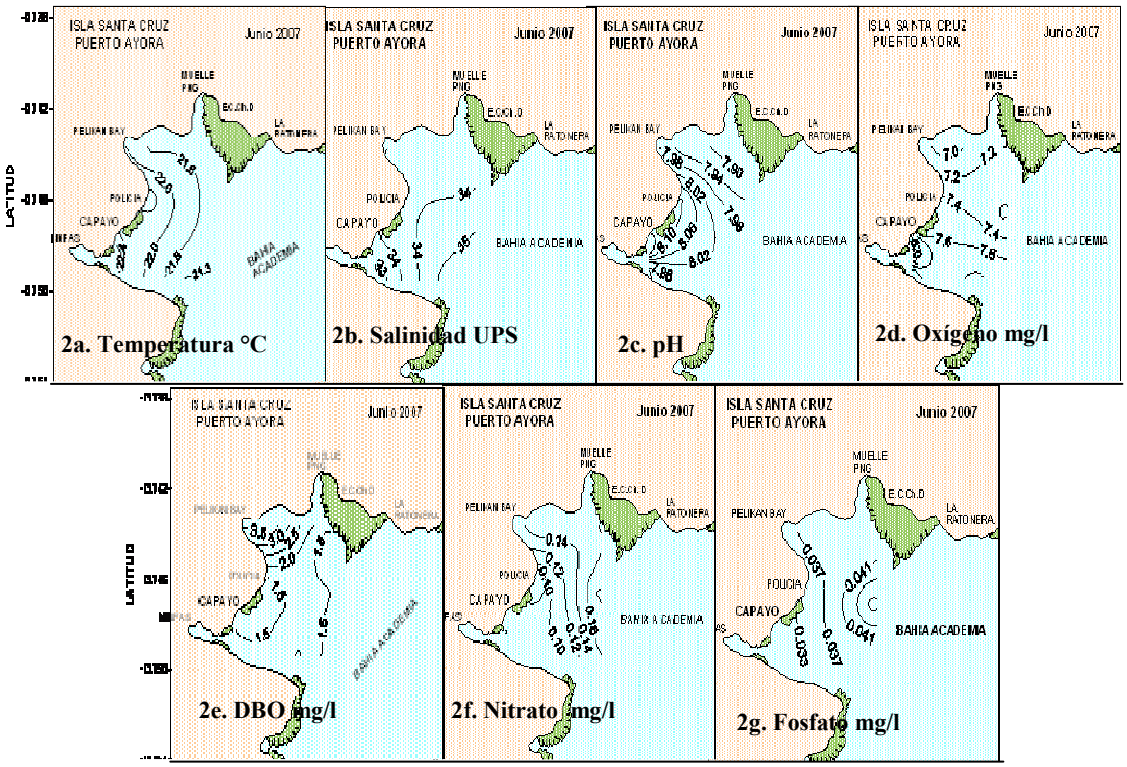


Figura. 2. Distribución superficial de parámetros físicos y químicos en Bahía Academia, Isla Santa Cruz. Junio 2007.

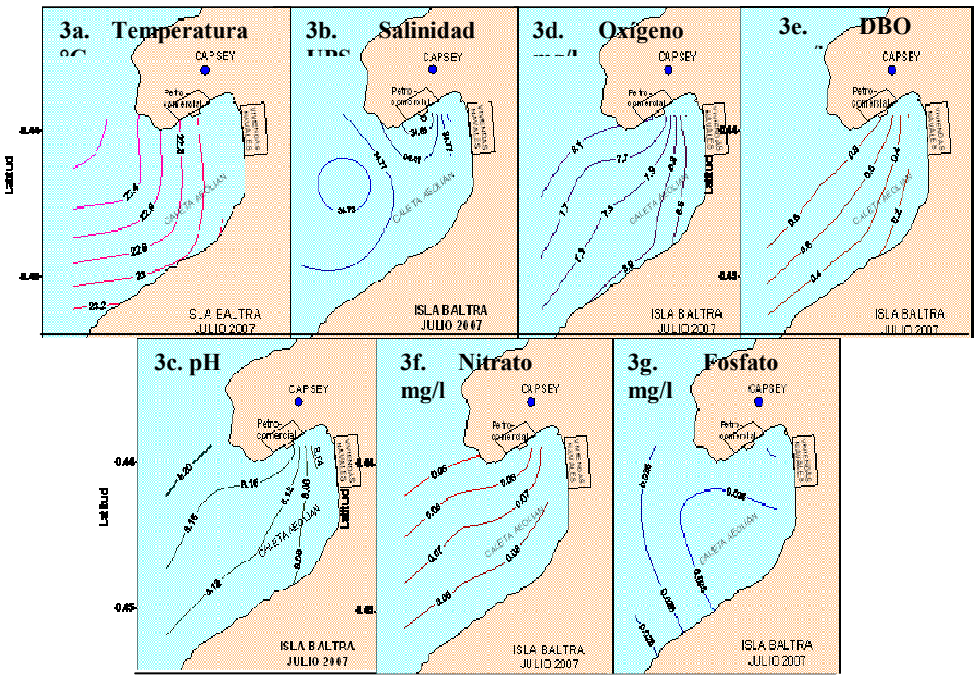


Figura. 3. Distribución superficial de parámetros físicos y químicos en Caleta Aeolian, Isla Baltra. Julio 2007.

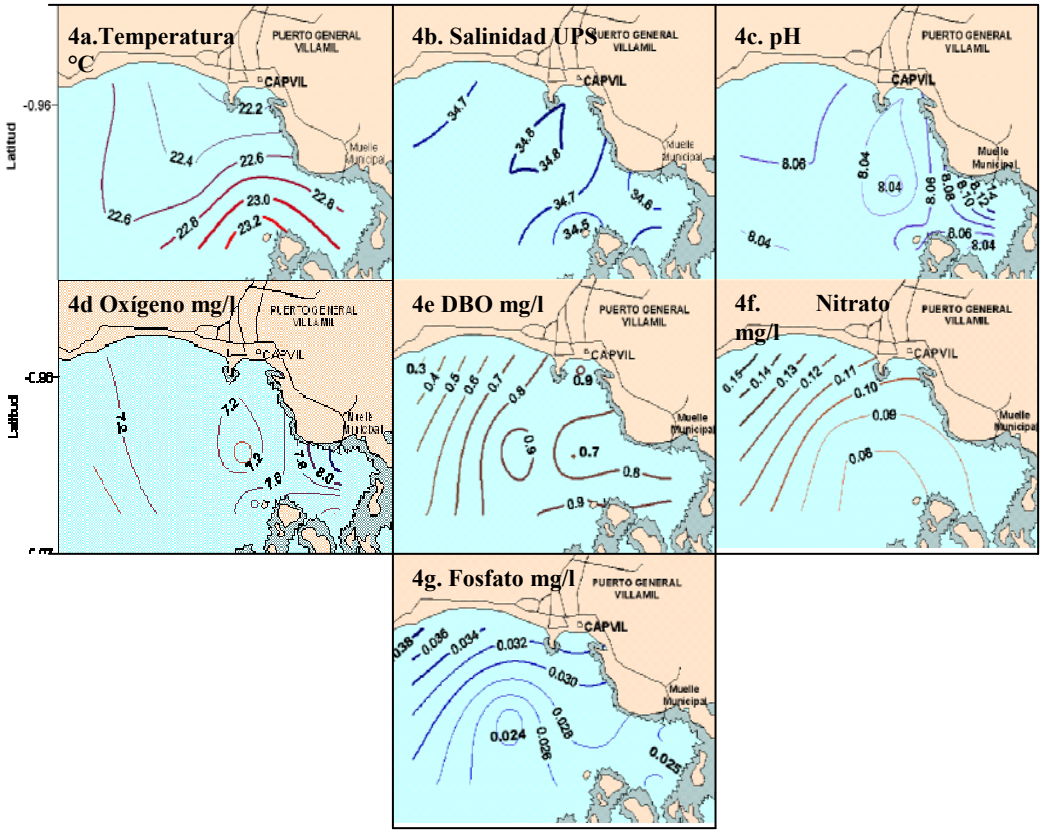


Figura. 4. Distribución superficial de parámetros físicos y químicos en Puerto Villamil, Isla Isabela. Julio 2007.

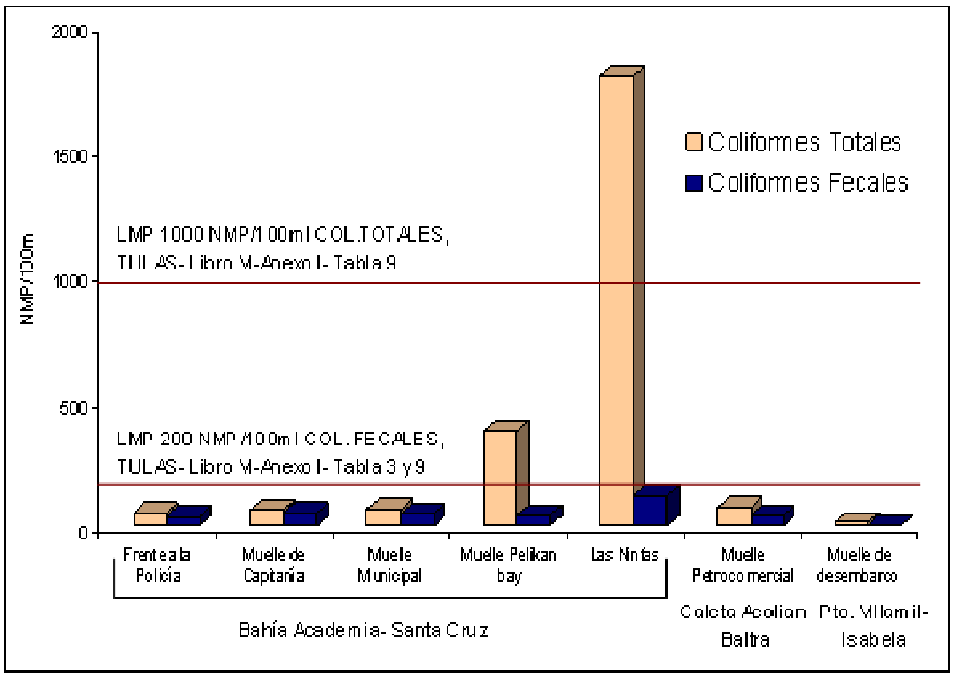


Figura. 5. Condiciones microbiológicas en las tres islas estudiadas. 2007.

CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS Y SEDIMENTOLÓGICAS DE LA BAHÍA DE SANTA ELENA

Por:
Bolívar Soledispa P. (1)

RESUMEN

En este trabajo se presentan los resultados de las investigaciones realizadas sobre sedimentos superficiales de fondo, desde el punto de vista granulométrico.

Un total de 28 muestras de sedimentos del área entre la Puntilla de Santa Elena y Punta Blanca (Provincia de Santa Elena, Ecuador), fueron analizadas, de cuyo resultado se determinó una predominancia de arena media a fina, mal seleccionada, aunque también hay bien seleccionadas; son asimétricamente negativas.

Los acantilados del sector están conformados por rocas sedimentarias, muy inestables, por eso son de fácil erosión.

Centros turísticos y poblacionales se han instalado a lo largo de la línea de costa.

ABSTRACT

This papers presents the results of the researching surface marine sediment samples, based upon granulometric analysis.

Twenty eight samples of sediments from of area between of Santa Elena and Punta Blanca (Province of Santa Elena, Ecuador, were analized showing predominance of medium to fine sand, poorly sorting, although also there are well sorting; they are negative assymetricals.

The cliffs of the sector is conformed by sedimentary rocks; very unstable, therefore are of erosion easy.

Tourist and populationals centers have locate along the line of coast.

INTRODUCCIÓN

En este artículo se presentan los resultados de la investigación sobre sedimentos de fondo, los mismos 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 búsqueda de recursos naturales como los áridos para la construcción: arena, grava y conchilla. Como parte complementaria, también se presenta información sobre la geología y geomorfología del área de estudio.

1. Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR. Avda. 25 de Julio, Base Naval Sur. Casilla 5940, Guayaquil, Ecuador. Fax: (593-4) 2485166 E-mail: geofisica@inocar.mil.ec

ANTECEDENTES

La línea de costa, entre la tierra y el mar, se constituye en una interfase geográfica y geológica muy importante. Desde la mitad del siglo pasado se observa en varias regiones del mundo, una tendencia a la migración de las poblaciones hacia la zona litoral, lo que la convierte en una de las áreas de mayor interés económico, a pesar de estar sometida a muchos riesgos particulares.

La variación de la línea de costa y los procesos geológicos, oceanográficos y climáticos que la controlan, es un tema de interés actual; sin embargo, la discontinuidad en la ocurrencia de estos cambios impide frecuentemente que se pueda apreciar fácilmente las tendencias de los mismos.

Por lo antes señalado, la División de Geología Marina, del Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR), viene realizando investigaciones sedimentológicas a la largo de la zona costera, ríos y esteros de la costa ecuatoriana. En este trabajo se presentan los resultados de un muestreo de sedimentos, llevado a cabo entre la Puntilla de Santa Elena y Punta Blanca, en la Provincia de Santa Elena, en abril/mayo del 2005, el mismo que a continuación se expone.

OBJETIVO

El objetivo es 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 el sector de la zona costera comprendida entre la Puntilla de Santa Elena y Punta Blanca, en la Provincia de Santa Elena, al oeste del país (Fig. 1), cubriendo una extensión de aproximadamente 27.5 kilómetros. El muestreo de sedimentos alcanzó el veril de los 20 metros, distante unos 7 kilómetros de la costa.

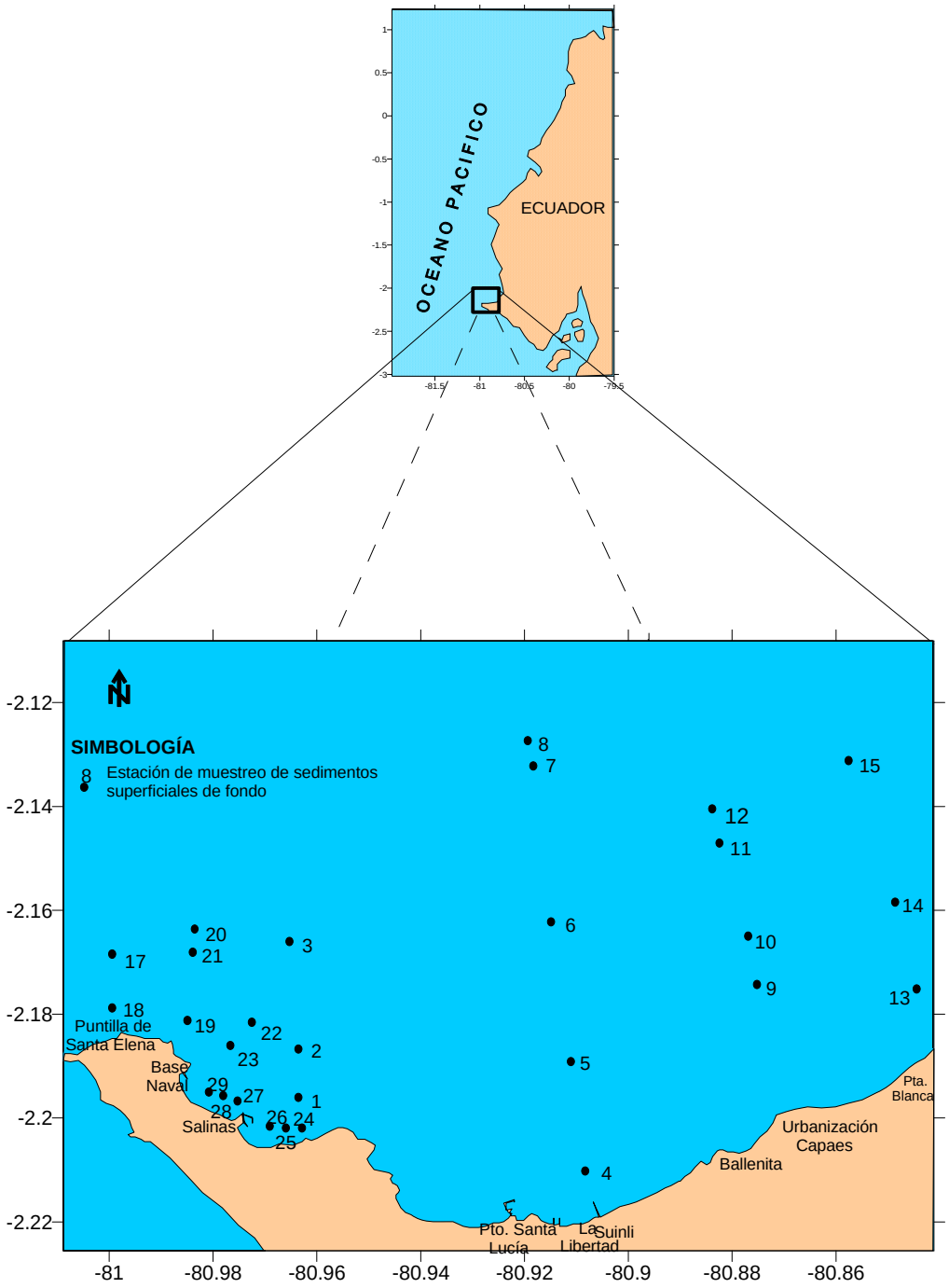


Fig. 1.- Mapa de ubicación de las estaciones de muestreo de sedimentos superficiales de fondo.

A esta zona costera del área de estudio sólo desemboca el estero La Libertad, ubicado en la población del mismo nombre; pero siguiendo el perfil costero, más hacia el noreste desembocan varios ríos y esteros tales como: San Pablo, Javita, Gramona, Palmar, entre otros, los mismos que son intermitentes, es decir, son secos en verano, y sólo adquieren un pequeño caudal en los meses de invierno, siempre y cuando llueva en forma considerable. Pero, ante la presencia de un evento El Niño, fenómeno natural en el que se presentan lluvias torrenciales, estos ríos se vuelven correntosos, lo que facilita el acarreo de grandes cantidades de sedimentos.

La dirección de las corrientes cercanas a la costa es hacia el norte en las Provincias El Oro, Guayas y Manabí. Salvo casos excepcionales, la deriva litoral se dirige hacia el norte durante el estiaje, y al sur durante la estación lluviosa (PMRC, 1988).

Varios sectores poblados se han asentado a lo largo de la zona costera, convirtiéndose algunos, en centros turísticos como son: Salinas, La Libertad, etc.

METODOLOGIA

- **De campo**

  Se colectaron un total de 28 muestras de sedimentos superficiales de fondo, distribuidas en 7 perfiles perpendiculares a la línea de costa, en cada uno de los cuales se tomaron entre dos y cinco muestras (Fig. 1).

  Para este muestreo se utilizó una draga modelo Van Veen, a bordo de la lancha Bellatrix del INOCAR, trabajo que se llevó a cabo entre los días 30 de abril y 1 de mayo/2005. Para el posicionamiento de las estaciones de muestreo se utilizó un DGPS 5700 y el software HYPACK.

- **De laboratorio**

  La granulometría de las muestras de sedimentos se determinó utilizando métodos estándar de análisis con tamices y pipetas. La fracción gruesa fue sometida al tamizaje seco, utilizando un juego de tamices U.S. Standard Testing Sieve, y un agitador mecánico Ro-Tap, durante 15 minutos (Folk, 1969). La fracción fina, en cambio, fue tratada mediante el análisis de pipeta (Folk, 1969).

  En cuanto a información geológica, se presenta un mapa de la geología regional, un mapa de la geología de la Puntilla de Santa Elena, una figura del perfil intermareal, y otra, de un espigón, y por último, varias fotografías.

MARCO GEOGRÁFICO

En la región costera del Ecuador, en el espacio de unos pocos grados de latitud, se pasa de la selva tropical, en el norte del país, a condiciones desérticas en el sur. Dentro de las condiciones de aridez predominantes en la zona central del litoral, el sur de la Provincia de Manabí, y noroeste de la Provincia del Guayas, presentan un ambiente de sequía muy marcado, que alcanza máximas proporciones en la Península de Santa Elena. Estas condiciones se interrumpen hacia el este, en la zona meridional de la Cuenca del Río Guayas, donde el clima se caracteriza por temperaturas medias, alta humedad y abundantes precipitaciones en la temporada de lluvias. Más hacia el sur predomina nuevamente la aridez, la misma que es una prolongación de las condiciones climáticas del litoral peruano (Preston, 1959).

Las playas ecuatorianas, en determinadas épocas del año, son sometidas a procesos de erosión y acreción, jugando papel principal el transporte de sedimentos, principalmente arena, ya que da lugar a dos perfiles de playa: a) El perfil de calma, que tiene lugar en verano, cuando las condiciones de agitación del mar son menos severas, produciéndose un perfil con una acumulación de arena en la parte alta de la playa (en la berma), y; b) El perfil de tormenta, que tiene lugar en invierno, cuando hay mayor agitación de las olas, dando lugar a una serie de rompientes que forman barras y fosas, llamadas también artesas, tal como se esquematiza en la Figura 2 (INOCAR, 2007).

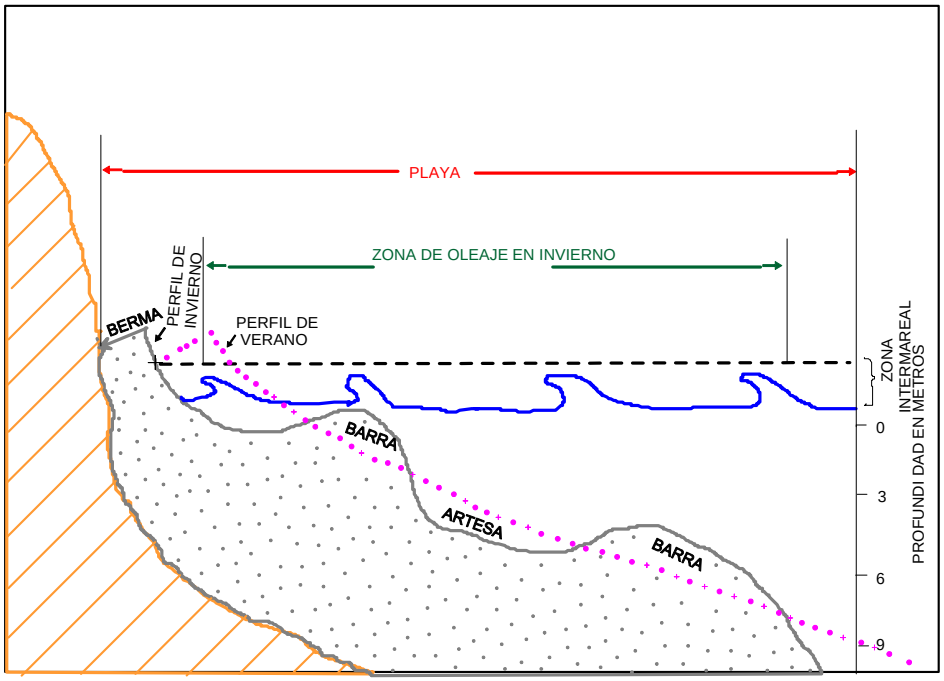


Fig. 2.- En invierno hay mayor acumulación de arena en la berma. En verano, esta arena es transportada hacia el mar.

Este material arenoso posiblemente proviene del mar, transportado por las corrientes marinas (frontales y litorales, así como las de marea). 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.

Un ejemplo del transporte frontal, y que evidencia la fuerza del oleaje ante una marejada, o ante un evento El Niño, es el arrastre de grandes cantidades de conchilla, depositada en la playa, y en ciertas ocasiones, hasta en la calle del Malecón de Salinas, tal como se puede apreciar en la Foto 1.

Foto 1.- Trabajadores municipales están sacando del Malecón de Salinas, la conchilla que ha sido transportada por las olas durante la marejada.

También hay el transporte de sedimentos paralelo a la costa, originado por las corrientes litorales. 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 (INOCAR, 2007).

Si sobre la costa se acumula más arena que la que pueden mover las olas, especialmente en época de verano, 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, especialmente durante eventos El Niño, donde hay lluvias torrenciales, así como agitación del mar (INOCAR, 1998). Estas corrientes, al igual que las corrientes frontales, son las que transportan hacia el fondo marino, el material sedimentario que es erosionado de los acantilados, los mismos que, en la zona de estudio, al igual que en otros sectores de la línea costera ecuatoriana, son bajos, verticales, muy inestables, fallados y, por lo tanto, fácilmente erosionables.

Una de estas fuentes de aporte de sedimentos hacia la Bahía de Santa Elena, son los acantilados de la Puntilla del mismo nombre, los mismos que por el fuerte oleaje que se presenta en forma constante en ese sector, están sometidos a un permanente socavamiento de su base, y por ende, a una continua erosión.

Algunas veces, este transporte de sedimentos paralelo a la costa es interrumpido por los llamados espigones, es decir, enrocados o muros de contención perpendiculares a la línea de costa, construidos para edificar obras portuarias, como por ejemplo una marina, para áreas de recreación de turistas, para la ampliación de una playa, etc (Fig. 3). Un espigón es una estructura de protección destinada a modificar la deriva litoral, de modo que da lugar a la formación de una playa, o a su mantenimiento, es decir, por ser casi perpendicular a la costa, dicha estructura es una barrera parcial o total al transporte litoral entre su extremo marítimo, y el sector donde rompen las olas. La deriva litoral así bloqueada, se acumula a lo largo del costado deriva arriba del espigón, así como en la parte marina inmediata al extremo de la misma, lo que trae como consecuencia que el suministro de arena a la costa, deriva abajo de dicho espigón, quede reducido, trayendo como resultado el retroceso de la línea costera, por la erosión originada por las olas. Con una deriva litoral constante y unidireccional, este proceso continúa hasta que se rellena de arena el lado del espigón deriva arriba; luego de lo cual dicha arena pasa de nuevo al otro lado del espigón. Pero hasta que se produzca esto último tendrá que pasar un número no determinado de años.

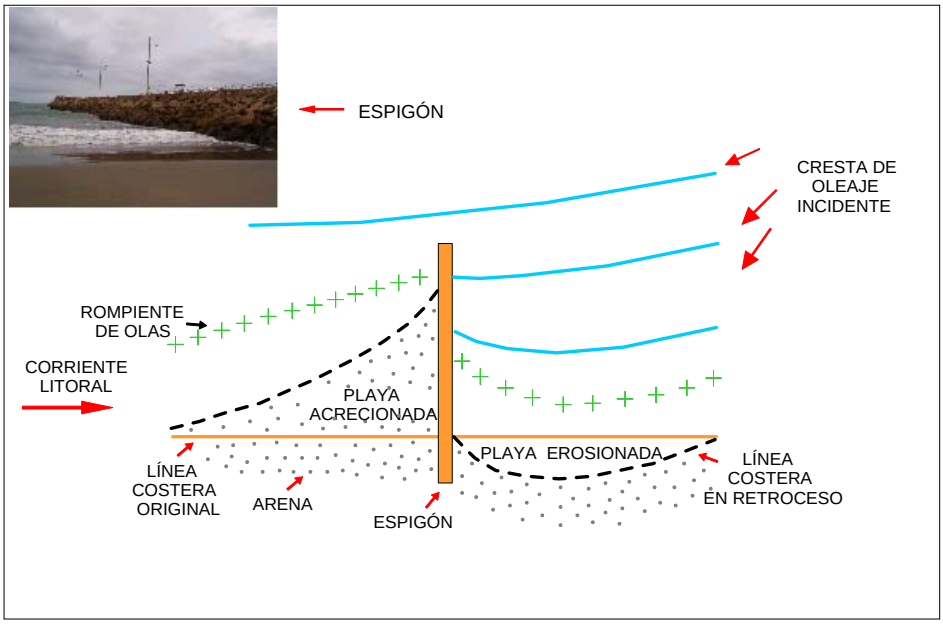


Fig. 3.- POSIBLE EFECTO EN LA MORFOLOGÍA DE UNA LÍNEA COSTERA POR LA CONSTRUCCIÓN DE UN ESPIGÓN
Se aprecia la acreción de la playa por la retención de arena deriva arriba de la corriente litoral, así como también el retroceso de la línea de costa por la erosión deriva abajo. Se observa además la refracción de las olas al aproximarse a la estructura.

En el área de estudio hay tres espigones: el del Yacht Club de Salinas, el de Puerto Lucía y el que últimamente han construido en el balneario La Libertad.

Uno de los sectores que ha sido afectado por un espigón es Salinas, en donde el rompeolas del Yacht Club originó la acreción de la playa del lado

de la Base Naval, así como la erosión de la playa del otro lado. Actualmente, es posible que en este sector, la línea costera de Salinas esté en un equilibrio aproximado, ya que la arena transportada por la corriente litoral pasa de un lado a otro del espigón. Se afirma esto porque tanto la zona de playa ubicada hacia la izquierda de la estructura (playa del lado de la Base Naval), como la playa hacia su derecha (playa del malecón), están sometidas a un proceso de acreción. En el balneario La Libertad, en estos últimos años han construido espigones, con la finalidad de ampliar la playa.

Este mismo proceso está ocurriendo en la ciudad de Manta, donde el espigón de la Autoridad Portuaria ha originado el acrecimiento de la Playa Murciélago, ubicada hacia su izquierda, así como la Playa Tarqui, incluyendo el muelle artesanal ubicado hacia su derecha. Aquí también se puede decir que la línea de costa ha alcanzado un equilibrio aproximado.

MARCO GEOLÓGICO

o GEOLOGÍA DE LA PUNTILLA DE SANTA ELENA

Desde el punto de vista geológico, en el área de Salinas, el rasgo más importante es el promontorio de la Formación Cayo, representado aquí por areniscas, chert y arcillas silicificadas.

En las partes bajas, yaciendo directamente sobre la Formación Cayo, se encuentran depósitos cuaternarios constituidos por el Tablazo Pleistocénico del estadio SE (Pedoja et al., 2006), compuesto de areniscas calcáreas y conglomerados, con abundantes fósiles (Fig. 4).

Las costas, de acantilados incipientes, se encuentran en proceso de levantamiento (Pedoja et al., 2006, indica una tasa de levantamiento de 0.2 mm/año), a juzgar por la presencia de rocas sumergidas de la Formación Cayo, y la ubicación actual de los afloramientos cuaternarios (INOCAR, 1975).

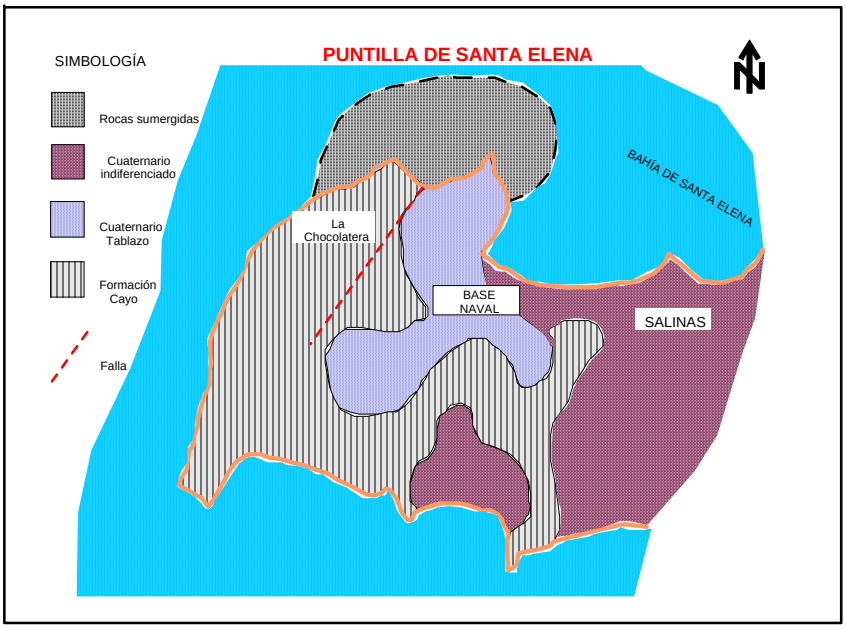


Fig. 4.- Mapa geológico de la Puntilla de Santa Elena

o GEOMORFOLOGÍA

La costa desde Ballenita hasta la Puntilla de Santa Elena es muy irregular; los acantilados son bajos, verticales, muy inestables, lo que ha traído como consecuencia que muchas viviendas construidas en la cima, se hayan destruido (Foto 2), o estén con serios daños, por no haber considerado en la planificación de construcción, el avance lento pero inexorable de la erosión.

Foto 2.- Una de las viviendas destruidas por la socavación de la base del acantilado.

Los bajos acantilados se originaron de un sistema de barrera levantada/planicie litoral, y están conformados de areniscas pobremente cementadas con carbonato, lutitas y arcillas (PMRC, 1994).

El flujo de agua subterránea facilita el colapso de los acantilados, en la forma de fallas de bloques y asentamiento de piscinas, patios y otras estructuras. Los muros de contención son inefectivos para combatir el problema, y ellos mismos colapsan (PMRC, 1994).

Son muy notorias las salientes rocosas, llamadas también plataformas de erosión, las mismas que se extienden varias decenas de metros mar adentro; se constituyen en la evidencia del avance del mar, por el retroceso de los acantilados debido a la erosión. Ejemplos de estas plataformas son las del sector Punta Blanca-Capaes y las de la Puntilla de Santa Elena (Foto 3).

Foto 3.- Plataforma rocosa que evidencia el retroceso de los acantilados.

Este proceso erosivo es el causante de la destrucción de muchas obras civiles, como por ejemplo el antiguo muro de contención del balneario La Libertad (Foto 4), así como el del Hotel Samarina, estructuras de concreto cuya base fue socavada, y por ende, desestabilizada.

Foto 4.- Antiguo muro de contención, de concreto, del balneario La Libertad, completamente destruido.

En el área de Salinas, las costas son bajas, los acantilados alcanzan alturas no mayores de 10 metros, en donde las olas han labrado tanto en las rocas de la Formación Cayo como en las del Tablazo. En los lugares en donde no afloran estas Formaciones, se han desarrollado playas que han hecho avanzar la línea de costa hacia el mar. La característica geomorfológica más importante de este sector, lo constituyen las plataformas de erosión, dos de ellas claramente observables en la Puntilla de Santa Elena, y corresponden a épocas en que el nivel del mar descendió hasta esas profundidades (4 y 10 metros), durantes las

épocas glaciares. En circunstancias favorables, estas plataformas escalonadas podrían aprovecharse para cimentar sobre ellas muelles u otras instalaciones (INOCAR, 1975).

Pero realmente su utilización es cuestionable por no existir protección de la ensenada, por cuanto en ese sector es continuo el fuerte oleaje. La construcción de espigones y el relleno de las plataformas encarecerían enormemente cualquier obra. Además, el material rocoso es aparentemente competente, resiste la erosión, pero por estar silicificado, se convierte en roca frágil, con escasa capacidad para soportar el esfuerzo de compresión: se fractura muy fácilmente cuando se toman bloques separados (INOCAR, 1975).

Hay que señalar que la base de estos acantilados, desde hace varios años viene siendo sometida a un fuerte socavamiento, produciendo un marcado retroceso de la línea de costa, cuya evidencia de este proceso erosivo son los grandes bloques rocosos caídos de la parte alta (Foto 5).

Foto 5.- Acantilados de la Puntilla de Santa Elena. Los bloques que han quedado en la playa son la evidencia del retroceso de los acantilados.

Otra de las evidencias de la fuerte erosión que afecta a esta área por acción del oleaje, son las cuevas (Foto 6), las mismas que se van formando cuando las olas en pleamar, al chocar, cubren la base del acantilado y encierran aire dentro de dichas grutas, el cual al no tener espacio, explota hacia la roca, agrietándola, con lo cual paulatinamente la va socavando (INOCAR, 2001). Las cuevas tienen aproximadamente una altura entre 2 y 4 metros, con una profundidad horizontal entre 4 y 8 metros.

También se aprecia que a lo largo de la plataforma de erosión se están formando playas de bolsillo, es decir, pequeñas playas al pie de los acantilados, producto de la acumulación de arena, la misma que está cubriendo una gran parte de las rocas que afloran en la plataforma.

FOTO 6.- La socavación de las olas hace que se formen cuevas en la base del acantilado. También se están formado playas de bolsillo por la acumulación de arena.

RESULTADOS

En el reconocimiento de ambientes sedimentarios, varios parámetros granulométricos han sido ampliamente utilizados, entre estos están: la textura, el diámetro medio, desviación estándar (grado de clasificación) (Carranza, 1980).

El concepto de textura se refiere al tamaño de los granos que conforman el sedimento, y a la proporción con la que ciertos tipos determinados de tamaño intervienen en el sedimento. El conocimiento preciso de la textura de un sedimento se obtiene mediante el análisis granulométrico (De Miró, 1972).

Las partículas de un sedimento marino pueden ser de tamaños muy variados, ya que algunos contienen grava, arena, limo y arcilla, más o menos bien clasificados. En la práctica, se determina la cantidad de material en determinados grupos de tamaño definido (De Miró, 1972).

Se elaboraron tres mapas de distribución aproximada de sedimentos: según su textura (Fig. 5), según su diámetro medio (Fig. 6), y según su grado de clasificación (Fig. 7).

El análisis granulométrico dio como resultado general que todas las muestras de sedimentos son arenosas, cuya explicación a continuación se expone:

- **SEDIMENTO ARENOSO**

  La arena es el sedimento predominante en casi todos los perfiles de muestreo, y cuyo porcentaje está comprendido entre el 77.54 Y 99.29 %. La Figura 5 representa esta distribución, ya que de las 28 muestras que fueron tomadas, 26 son arenosas.

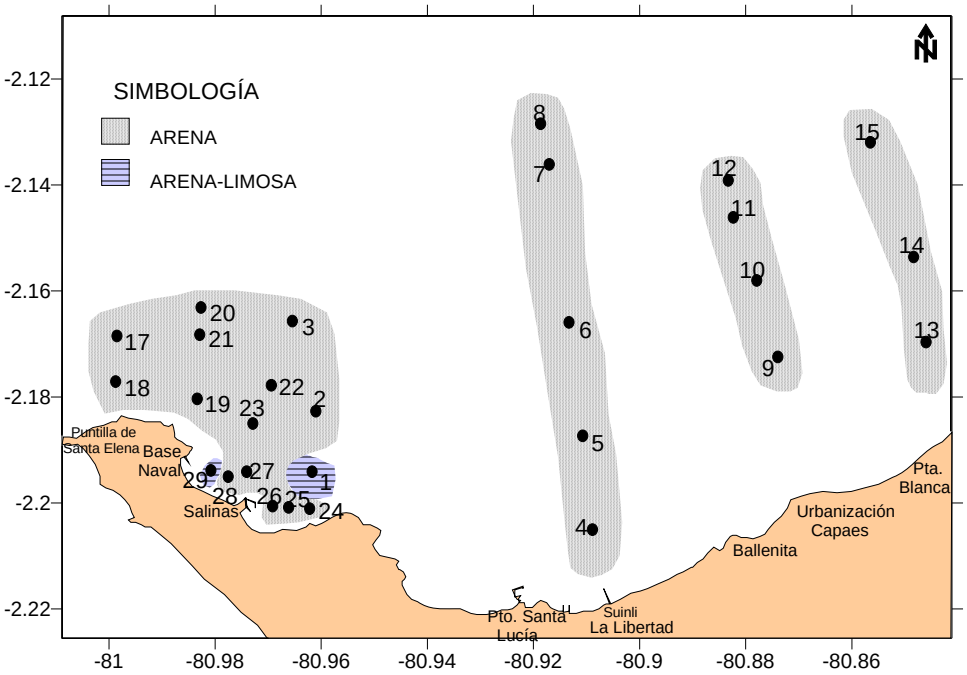


Fig. 5.- Mapa de distribución aproximada de los sedimentos según su textura.

Las estaciones 1 y 29 son las excepciones, ya que teniendo un alto porcentaje de arena (64.23%) y (74.22%), respectivamente, también tienen un considerable porcentaje de limo (27.60%) y (25.78), respectivamente.

En cuanto a su diámetro medio, es decir, al tamaño de grano de las partículas, representadas en la Figura 6, estas arenas van desde muy fino, fino, medio y grueso, graficadas en parches de diferentes tamaños; están mezcladas con grava y limo, estos últimos, en menor porcentaje.

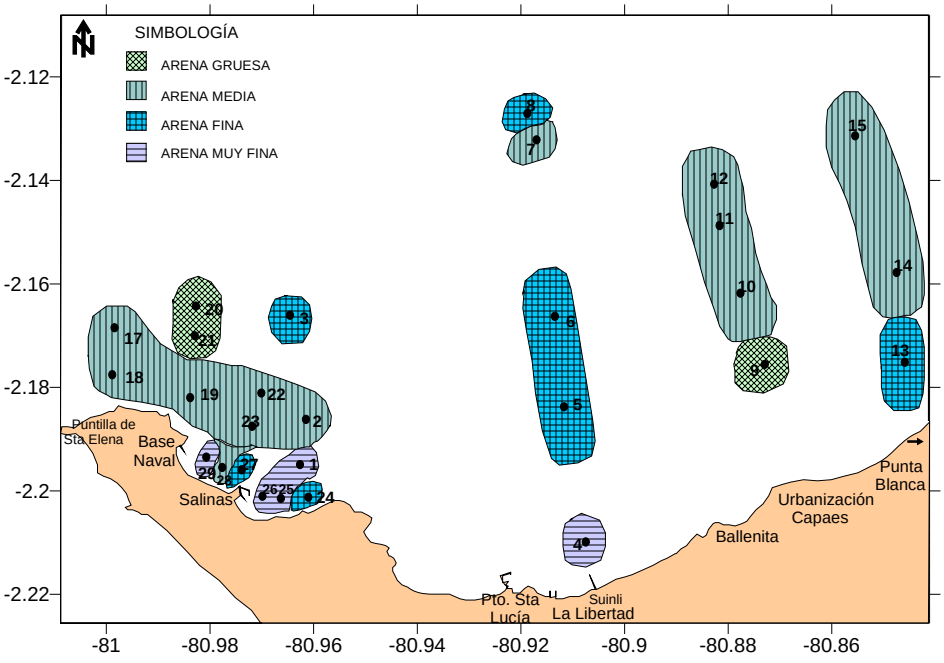


Fig. 6.- Mapa de distribución aproximada de los sedimentos de fondo según su diámetro medio.

De toda esta gama de tamaños, son las arenas de grano medio (de 1 a 2 Phi; de 0.50 a 0.25 mm), las fracciones más predominantes en este conjunto de material arenoso, representadas con parches de mayor tamaño, y se ubican tanto en la parte este, frente a Urbanización Capaes y Punta Blanca (Est. 10, 11, 12, 14, y 15), como hacia el oeste, frente a la Puntilla y frente a Salinas (Est. 2, 17, 18, 19, 22 y 23), en áreas de mayor profundidad (entre 10 y 15 metros).

La arenas son mal clasificadas, aunque también hay un porcentaje considerable de arenas moderadamente clasificadas, así como otras que son muy bien clasificadas (Fig. 7); son asimétricamente negativas, es decir, tienen un exceso de material de grano grueso; también hay muestras asimétricamente positivas, es decir, poseen un exceso de material fino.

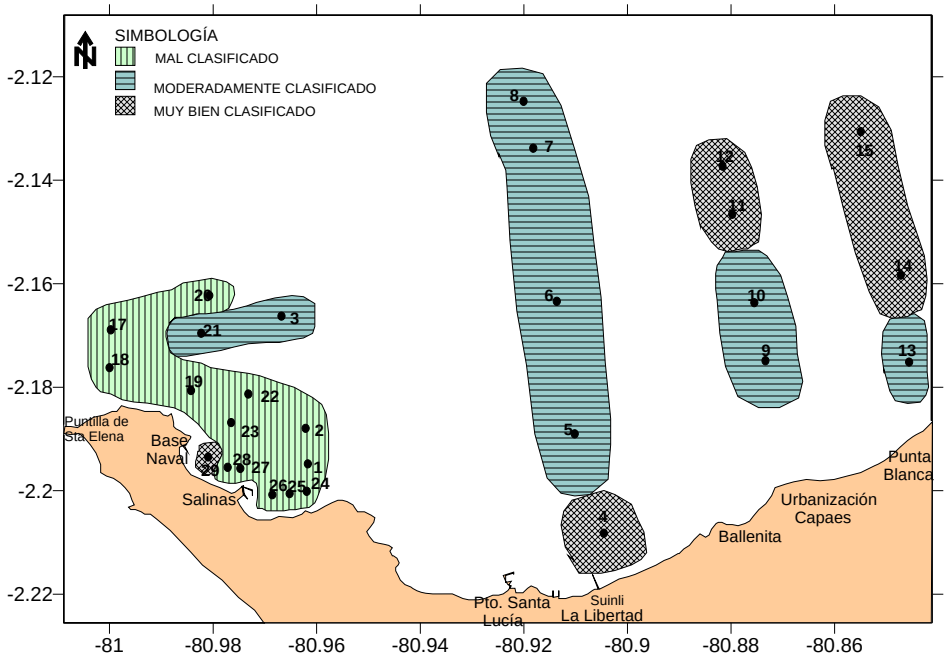


Fig. 7.- Mapa de distribución aproximada de los sedimentos, en base a su grado de clasificación.

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS SEDIMENTOS DEL ÁREA DE ESTUDIO

Con la finalidad de determinar algún cambio en la composición sedimentológica del fondo marino del área, se ha realizado un análisis comparativo del material sedimentario que cubre la Bahía de Santa Elena, en base a dos muestreos llevados a cabo en diferentes años:

- *a*) El muestreo efectuado para el estudio que se expone en este artículo, realizado en mayo del 2005 (Fig. 8-a) y;

- *b*) El muestreo realizado en noviembre de 1986 (Fig. 8-b), por la Compañía Belco Petroleum, a bordo del BAE ORIÓN, buque de investigación del Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR), y consistió en un muestreo de sedimentos subsuperficiales de fondo, desde la Puntilla de

Santa Elena hasta cerca de Ayampe, utilizando un Piston Core Sampler. Una representativa cantidad de la parte superior de estos núcleos de sedimentos, fue entregada a la División de Geología Marina del INOCAR, las mismas que fueron analizadas y cuyos resultados sirvieron para presentar el artículo de investigación titulado “Estudio Sedimentológico y Mineralógico de la Plataforma Continental Ecuatoriana en el tramo comprendido entre Salinas y Ayampe”, publicado en 1989. Utilizando esta información se elaboró la Figura 8-b, pero sólo desde la Puntilla de Santa Elena hasta El Palmar, la cual sirvió para el análisis comparativo.

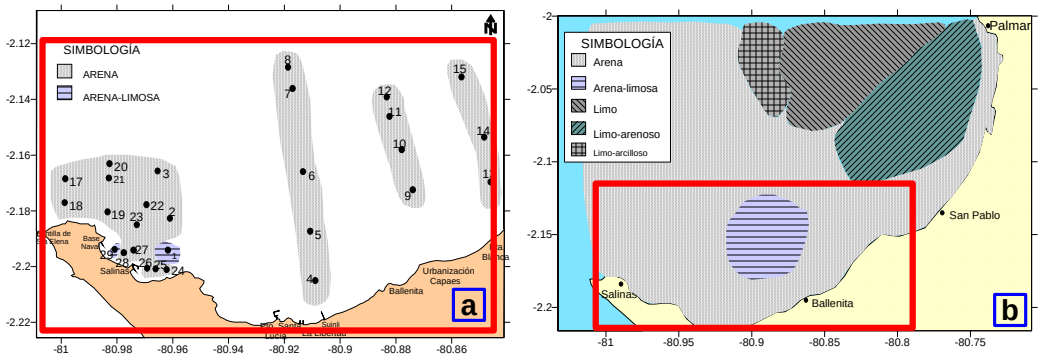


Fig. 8 (a, b).- Los recuadros en rojo indican las áreas del análisis comparativo de la textura de los sedimentos, tomados en mayo del 2005 (a); y en noviembre de 1986 (b).

DISCUSIÓN

Lo presencia de un elevado porcentaje de limo, en las muestras de sedimentos tomadas cerca de la orilla de Salinas (Est. 1 y 29), se debe posiblemente a que en invierno, especialmente antes eventos como El Niño, los pequeños esteros se cargan de agua y sedimentos en suspensión, y llegan hasta el malecón, donde salen por las alcantarillas hacia la playa, y como este sector está protegido de las fuertes corrientes de mar, por la Puntilla de Santa Elena, esto permite que los sedimentos limosos se depositen en el fondo, y permanezcan mezclados con arena.

La predominancia de arenas de mayor tamaño, como son las de grano medio, indica la gran influencia que ejercen las corrientes de mar en este sector, lavando y acarreando las partículas más finas hacia otros lugares, y dejando las más gruesas, siendo el área de la Puntilla (conocido también como la Chocolatera), un ejemplo de lo antes señalado.

Con relación a su procedencia, estas arenas, constituidas por cuarzo, fragmentos de roca y pequeños fragmentos de concha, provienen del mar, transportadas por la acción combinada de las olas, las corrientes y los vientos. 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 corriente de resaca,

ser llevados hacia el mar. A este tipo de transporte se denomina también frontal (INOCAR, 2007).

La pobre clasificación de la mayoría de las arenas del área de estudio, se debe posiblemente a los cambios de energía que experimentan las corrientes, las olas y las mareas, lo que provoca que estos sedimentos sean movilizados continuamente, principalmente por el vaivén de las corrientes de flujo y de reflujo, manteniendo siempre la mezcla, no habiendo por lo tanto una selección de los granos. Estos sedimentos mal clasificados se ubican frente a Salinas y frente a la Puntilla de Santa Elena.

Las arenas que presentan una mejor clasificación, ya que van desde moderadamente clasificada a muy bien clasificada, se ubican en el lado este del área, en los perfiles localizados desde el balneario La Libertad hasta Punta Blanca. Esta mejor clasificación se debe posiblemente a que en el sector donde están ubicadas estas arenas, las corrientes son más dinámicas, lo que permite lavar el sedimento más fino, a la vez que los clasifica.

En cuanto al análisis comparativo de los sedimentos, ambas figuras (7-a y 7-b), muestran que en la Bahía de Santa Elena hay una predominancia de arena, con la diferencia de que en la primera (muestreo de abril del 2005), el material arenoso es de grano medio y, en menor porcentaje, fino; mientras que en la segunda (muestreo de noviembre de 1986), prevalecen las de grano fino.

Por lo anteriormente expresado se puede deducir que en área de estudio, en esas fechas, no se han producido cambios significativos, en cuanto al material sedimentario que cubre el fondo, y esto posiblemente se debe a que no hay aporte de sedimentos terrígenos (limo y arcilla, incluyendo arena), porque no hay ríos que desemboquen en esta área, lo que significa que siempre habrá presencia mayoritaria de material arenoso. El río más cercano, que es el San Pablo, pero que está aproximadamente a 20 kilómetros de distancia, es intermitente, es decir, sólo transporta material limo-arcilloso en grandes cantidades cuando llueve torrencialmente, y esto sólo sucede cuando hay un evento El Niño, por lo que dicho río tiene poca o casi ninguna influencia en la sedimentación de la Bahía de Santa Elena.

En cuanto a la diferencia del tamaño de los granos que hay en los dos muestreos, podría ser que en el primero, que fue en abril del 2005, todavía en época invernal, las corrientes marinas hayan lavado la arena de grano fino, dejando al descubierto la arena de grano medio. Mientras que en el segundo muestreo, que fue en noviembre de 1986, todavía en época de verano, las moderadas corrientes marinas hayan permitido el depósito de arena de grano fino.

CONCLUSIONES

Los sedimentos que cubren la Bahía de Santa Elena son predominantemente arenosos, con granos que van de muy fino hasta muy grueso, con fragmentos

de concha; son mal clasificados, pero también los hay bien clasificados, y están distribuidos en todo el área.

Esta arena, que proviene tanto del mar, como de la erosión de los estratos arenosos de la zona de acantilados, podría convertirse en el futuro, en una fuente adicional de material, ahora que la industria de la construcción ecuatoriana está en pleno desarrollo.

Los acantilados, ubicados a lo largo de la línea costera del área de estudio, están conformados por rocas sedimentarias, muy inestables, y por lo tanto fácilmente erosionables. Muchas viviendas construidas en la cima de estos acantilados han sido destruidas por estos procesos erosivos.

La información actualizada sobre el material sedimentario sirve, entre otras aplicaciones, para complementar la elaboración de las Cartas de Ayuda a la Navegación, que edita el Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR).

Amplios sectores de la línea de costa han sido transformados en centros habitacionales y turísticos.

AGRADECIMIENTO

El autor desea expresar su agradecimiento al CPNV-EM Galo Garzón López; Director del INOCAR; al TNNV-SU Luis Morales Auz, Jefe del Departamento de Ciencias del Mar; y 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. También agradece al Dr. Jean Francois Dumont por la revisión del artículo.

BIBLIOGRAFÍA

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. 119-147.

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

INOCAR, 1975.- Anteproyecto de Bases Navales: Jaramijó, Puerto López, Salinas y Machalilla). Informe no publicado. Pag. 2 – 6.

INOCAR, 2001.- Reconocimiento geológico-oceanográfico del área de la Base Naval de Salinas, para determinar la factibilidad de la construcción de un muelle en la mencionada Base. Informe no publicado. Pag. 1-10.

INOCAR, 1998.- Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental y Levantamiento Hidrográfico requeridos para la Ampliación del Muelle del Yacht Club de Salinas. Informe no publicado. Pag. 59 - 60.

INOCAR, 1998.- Evaluación del impacto que podría ocasionar la ampliación de las instalaciones del Yacht Club de Salinas. Informe no publicado. Pag. 4-8.

INOCAR, 2007.- Características de la sedimentación marina litoral comprendida entre la Puntilla de Santa Elena y Punta Ancón, Provincia de Santa Elena, Ecuador. Acta Oceanográfica del Pacífico; Vol. 14; No. 1. Pag. 186.

INOCAR, 1989.- Estudio Sedimentológico y Mineralógico de la Plataforma Continental Ecuatoriana, en el tramo comprendido entre Salinas y Ayampe. Acta Oceanográfica del Pacífico; Vol. 5; No. 1.

Naciones Unidas, 1983.- Tecnologías para el control de la erosión costera. Pag. 86.

Programa de Manejo de Recursos Costeros (PMRC), 1994.- Características de la línea costera del Ecuador y recomendaciones para su manejo. Pag. 2.

Programa de Manejo de Recursos Costeros (PMRC), 1988.- Grandes rasgos geomorfológicos de la costa ecuatoriana. Pag. 4-5.

Pedoja, K., 2003.- Etude des terrasses marines du Nord Pérou et de i'Equateur. Thése de Doctorat Thesis, Paris VI.

Preston, J., 1959.- Información preliminar sobre los recursos, usos y problemas de la zona costera ecuatoriana; Seminario sobre ordenación y desarrollo integral de las zonas costeras. Tomo 4; ;pag. 8.

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

AGRADECIMIENTO

El autor desea expresar su agradecimiento al CPNV-EM Galo Garzón López; Director del INOCAR; al TNNV-SU Luis Morales Auz, Jefe del Departamento de Ciencias del Mar; y 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. También agradece al Dr. Jean Francois Dumont por la revisión del artículo.

ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS SEDIMENTOLÓGICAS DE LA ZONA COSTERA FRENTE AL BALNEARIO DE MANTA, ECUADOR

Por:
Bolívar Soledispa P. (1)

RESUMEN

Se estudian 17 muestras de sedimentos superficiales de fondo de la zona costera de Manta. Se presentan las características sedimentológicas en base al análisis granulométrico, parámetros estadísticos y distribución de los sedimentos.

Se establece que los sedimentos arenosos predominan en el área, y se ubican en el lado oeste y este del área de estudio. También hay limo y mezclas de este con arena.

ABSTRACT

A study of 17 surfaces marines sediments samples of the coastal zone of Manta was performed. The characteristics of the sediments based upon granulometric analysis, statistical parameters, and sediments distribution.

The sandy sediments are predominant in the studied area, and they are been located in side west and east. Also there is silt and mixture of this with sand.

INTRODUCCIÓN

La División de Geología Marina del Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR), viene llevando a cabo el proyecto sobre el estudio de los sedimentos de la zona costera ecuatoriana, con la finalidad de ubicar recursos naturales como los áridos: arena, grava, conchilla, ahora que la industria de la construcción en el país está en auge. También se determinan los cambios que se producen en la composición granulométrica del lecho marino, originado por el material sedimentario que es aportado por los ríos, cuando se producen lluvias torrenciales.

Esta información sirve para complementar la elaboración de las Cartas de Ayuda a la Navegación, que edita el Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR).

También la información obtenida es aplicada en la construcción de puertos pesqueros, petroleros, turísticos, así como en la construcción de estructuras para el reforzamiento de la línea costera.

1. Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR. Avda. 25 de Julio, Base Naval Sur. Casilla 5940, Guayaquil, Ecuador. Fax: (593-4) 2485166 E-mail: geofisica@inocar.mil.ec

Esta vez ha planificado el proyecto titulado: “Estudio de las Características Sedimentológicas de la zona costera frente al balneario de Manta, Ecuador”, el mismo que a continuación se expone.

OBJETIVO

Caracterizar el área de estudio en base a los tipos de sedimentos presentes, así como a su distribución aproximada en el mismo.

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se encuentra ubicada entre las coordenadas: Latitud 0º54´46” S y 0º57´S; Longitud 80º39´30”W y 80º45´W, al oeste del país, en la Provincia de Manabí, Ecuador (Fig. 1).

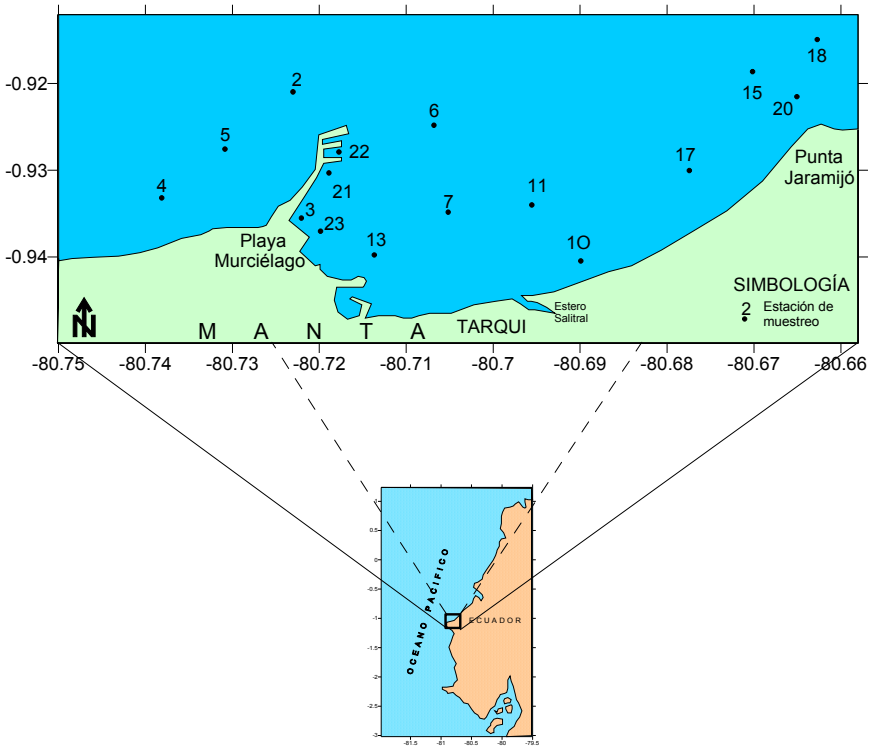


Fig. 1.- Mapa de ubicación de las estaciones de muestreo de sedimentos superficiales de fondo.

MARCO GEOGRÁFICO

La zona costera de Manta está protegida por un rompeolas de 1.5 kilómetros, con una dirección noreste.

El transporte litoral, al oeste del rompeolas, parece derivar hacia el este (hacia el rompeolas). Al este del puerto pesquero, la deriva litoral es hacia el oeste; y, frente a Tarqui, hacia el puerto. Las corrientes de resaca son notorias entre Punta Jaramijó y Manta, especialmente durante eventos El Niño, época en las cuales se han producido inundaciones de la ciudad de Manta (PMRC, 1987).

MARCO GEOLÓGICO

A nivel regional, el área de estudio es parte de una zona costera con morfologías muy variadas, de las cuales se pueden identificar 3 segmentos principales (Fig. 2)

1. Punta Charapotó-Crucita

En esta área, la planicie costera baja es aprovechada para la construcción de camaroneras y de lagunas salineras. Las residencias construidas a lo largo de la línea costera han sufrido la acción de procesos erosivos, especialmente durante los eventos El Niño de los años 1982-1983 y 1997-1998. Las playas de este sector son frecuentemente sometidas a las corrientes de resaca (PMRC, 1988).

2. Crucita-Manta

Las playas de este sector son arenosas y bajas, con excepción de las de Jaramijó, donde la playa está conformada por grava, proveniente de la punta y de su plataforma rocosa.

Los acantilados al sur de Crucita son de mediana altura y de bajo ángulo, conformados por lutitas tobáceas, a veces calcáreas, generalmente blandas y fracturadas. Hasta Manta, los acantilados son bajos pero subverticales, conformados por areniscas conglomeráticas conchíferas, de la terraza marina del interestadio SE (Pedoja et al, 2006), pero erosionables, alternando con cordones litorales arenosos y sedimentos fluviales finos (PMRC, 1988).

3. Manta-Río Cañas

En este sector hay acantilados altos, de mediano ángulo, instables, conformados por rocas blandas, es decir, arcillolitas, lutitas y pocas areniscas del Eoceno, los mismos que ocasionalmente están interrumpidos por pequeños y estrechos valles aluviales, con fuerte pendiente de sus cauces, por causa del fuerte relieve. Cabo San Lorenzo está constituido por un afloramiento de roca volcánica (basáltica). Los acantilados se vuelven más inestables por la presencia relativamente abundante del yeso, que rellena las fracturas de las rocas

sedimentarias del Terciario. Estos acantilados bordean plataformas litorales rocosas, las mismas que, por lo general están cubiertas de arena fina de poco espesor. Durante la estación lluviosa, los sedimentos de vertientes y acantilados son abundantes, debido a lo deleznable del terreno (PMRC, 1988).

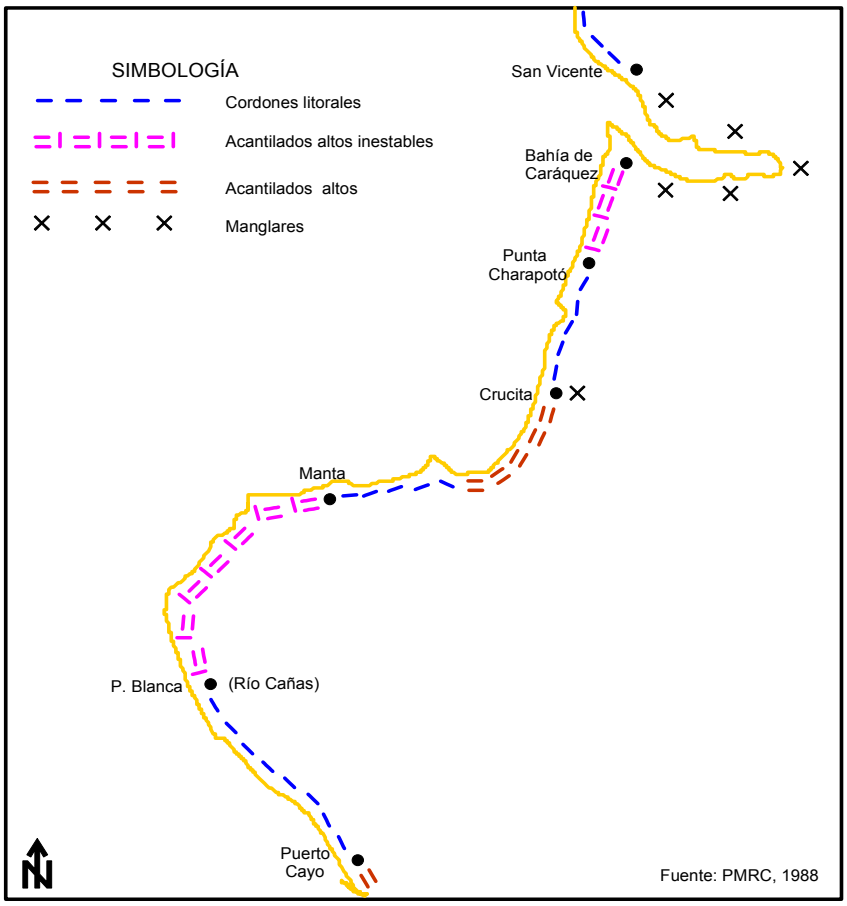


Fig. 2.- Elementos geomorfológicos más importantes del área de estudio, así como del área regional

GEOMORFOLOGÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO

Los acantilados de la zona costera de Manta, en términos generales, son inestables, fracturados, con presencia de fallas, meteorizados, subverticales, con alturas que van de 30 a 50 metros aproximadamente, con escasa vegetación. Al pie de los acantilados se aprecia material caído de la ladera, y material depositado por el mar (rodados centimétricos y decimétricos) (INOCAR, 1992).

Litológicamente, la parte superior de los acantilados está conformada por lutitas del Eoceno, con finas intercalaciones de yeso, están muy fracturadas, por lo que al golpearlas con el martillo se rompen con facilidad. En la base del acantilado se

presenta una secuencia de estratos de areniscas de grano medio a fino, poco cementadas y que, por su naturaleza, son más duras y compactas que las lutitas (INOCAR, 1992).

Una característica geológica que resalta a simple vista, es la posición estructural de los estratos de lutitas, ya que están buzando ladera abajo, es decir, hacia el mar, presentando un rumbo N60°E, con una inclinación de 16° NW, lo que facilita el deslizamiento del acantilado (INOCAR, 1992).

La playa es relativamente amplia, cubierta de arena fina, con presencia de rocas areniscas que afloran en bajamar, y, al igual que las rocas de los acantilados, éstas presentan buzamientos hacia el mar.

Costa adentro, el terreno presenta pequeñas ondulaciones, apreciándose que, rodeando este sector, hay dos esteros intermitentes, los mismos que ante lluvias torrenciales, transportan considerables cantidades de sedimentos terrígenos (INOCAR, 1992).

METODOLOGIA DE TRABAJO

- **Muestreo de sedimentos**

  Las muestras de sedimentos superficiales de fondo, en un total de 17, fueron tomadas por personal del Departamento de Hidrografía, cuya información servirá para complementar la elaboración de la Carta IOA-10401-Manta. El muestreo fue llevado a cabo el 2 de abril del 2007**,** a bordo de la lancha hidrográfica Bellatrix, utilizando una draga de caída libre, la que penetra aproximadamente 20 centímetros de la parte más superficial del fondo, colectando el sedimento que se ha depositado más recientemente. La draga es modelo Van Veen, marca WILDCO 1206; para el posicionamiento de las estaciones de muestreo se utilizó un DGPS 5700 y el software HYPACK.

- **Análisis granulométrico**

  La granulometría de las muestras de sedimentos se determinó, utilizando métodos estándares de análisis con tamices y pipetas. La fracción gruesa fue sometida al tamizaje seco, utilizando un juego de tamices U.S. Standard Testing Sieve, y un agitador mecánico Ro-Tap, durante 15 minutos (Folk, 1969). La fracción fina, en cambio, fue tratada mediante el análisis de pipeta (Folk, 1969).

RESULTADOS

Varios parámetros granulométricos han sido ampliamente utilizados en el reconocimiento de ambientes sedimentarios, entre estos están: la textura, el diámetro medio, desviación estandard (grado de clasificación) y el grado de simetría (Carranza, 1980).

Considerando lo expresado en el concepto anterior, se elaboraron cuatro mapas de distribución aproximada de sedimentos: a) en base a la textura (Fig. 3); b) al diámetro medio (Fig. 4); c) al grado de clasificación (Fig. 5) y; d) al grado de asimetría (Fig. 6). Cabe señalar que en estas figuras se ha anotado el número de la estación y su profundidad, en metros, con el fin de correlacionar el material sedimentario encontrado, con la profundidad a la que fue tomada dicha muestra.

- **DISTRIBUCIÓN SEGÚN LA TEXTURA**

  La textura, según Carranza (1980), es el parámetro que más ha sido utilizado en estudios sedimentológicos, y se refiere al tamaño de las partículas que conforman el sedimento, el mismo que depende de varios factores, entre ellos su origen y su tamaño inicial, ya que dichos sedimentos tuvieron que haber sido transportados, por lo que su tamaño dependerá de los efectos de este transporte.

  En base a este parámetro se identificaron varios tipos de material sedimentario: arena, limo, arena-limosa, limo-arenoso y arena-gravosa, graficados en la Figura 3.

  Según este parámetro, la arena es el sedimento que más prevalece en el área de estudio, ya que del total de las muestras consideradas, un 47% han sido clasificadas como tales, con porcentajes comprendidos entre 70.21 y 94.60 % de dicho material; y se localiza principalmente frente a Playa Murciélago, y al lado oeste y norte del rompeolas de Autoridad Portuaria de Manta (APM) (Est. 2, 4, 5 y 6).

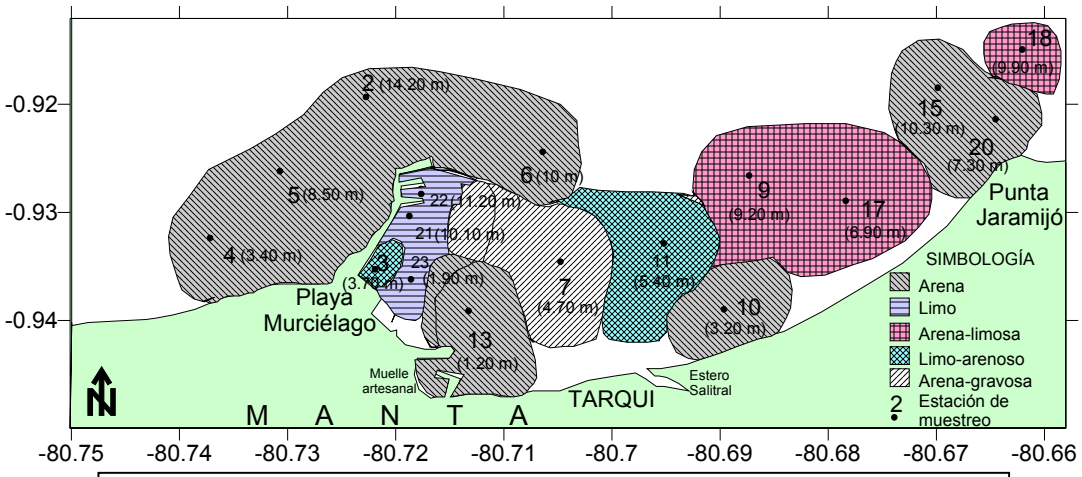


Fig. 3.- Mapa de distribución aproximada de los sedimentos según su textura, incluyendo la profundidad a la que fue tomada la muestra.

También se aprecian pequeños parches de este material en otros sectores: frente al muelle artesanal (Est. 13), casi frente al Estero Salitral (Est. 10), y

frente a Punta Jaramijó (Est. 15 y 20). Además, forman parte de estas arenas, el material de grava, limo y arcilla, pero están presentes en menor proporción.

Estas arenas provienen del mar, transportadas por la acción combinada de las olas, las corrientes y los vientos. Son las olas las que transportan la arena hacia la playa, cuando llegan en forma perpendicular a la línea de costa, denominándose transporte frontal; y a su vez, retornan hacia el mar, con el retroceso del agua (INOCAR, 1998).

Cuando las olas rompen oblicuamente, con respecto a la línea costera, se produce la otra forma de transporte de arena hacia la playa, es decir, el transporte paralelo a la costa, originado por las corrientes litorales; por lo general están limitadas a la zona de resaca, y ocupan el primer lugar entre las corrientes que mueven sedimentos de la playa. 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). Con relación al muelle artesanal, éste detiene la deriva litoral, acumulando arena en su lado oeste.

- **DISTRIBUCIÓN SEGÚN EL DIÁMETRO MEDIO**

El diámetro medio, como atributo sedimentario, se comporta parecido a la distribución por textura y puede, en igual forma, ser índice de la efectividad de selección por tamaños en cada ambiente, lo cual está en relación con la uniformidad de la energía presente. Se determina por la categoría del tamaño de las partículas que constituyen la porción más abundante del sedimento (Carranza, 1980).

Según este parámetro (Fig. 4), en el área de estudio predominan las arenas de grano muy fino, seguidas por las de grano fino, y se localizan en una franja paralela a la línea de costa, la misma que se extiende desde el muelle artesanal hasta Punta Jaramijó; también se aprecian frente a Playa Murciélago.

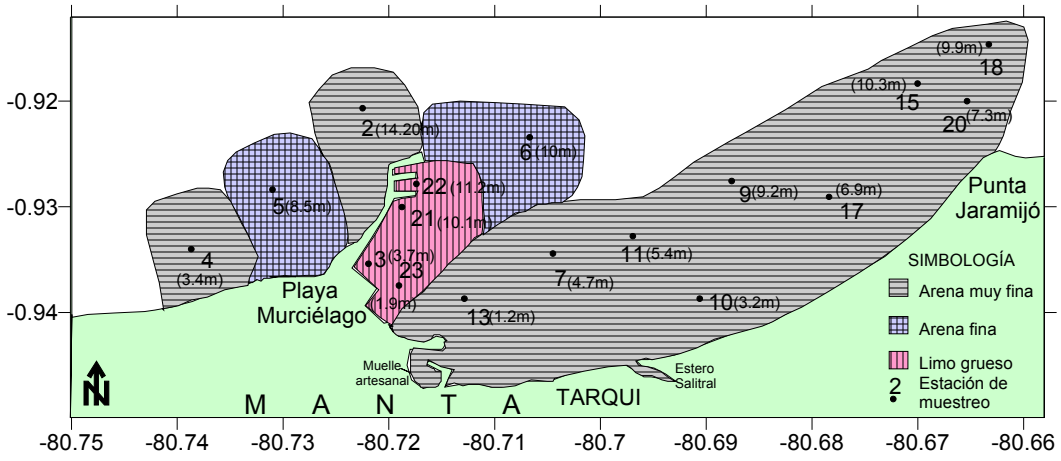


Fig. 4. Mapa de distribución aproximada de los sedimentos según su diámetro medio, incluyendo la profundidad a la que fue tomada la muestra.

- **DISTRIBUCIÓN SEGÚN EL GRADO DE CLASIFICACIÓN**

Según Krumbein y Sloos (1963), los bajos valores de clasificación de los granos (menores de 2.5Ø), indican un sedimento bien clasificado, es decir, hay una tendencia a presentar un único tamaño; mientras que los altos valores (mayores a 4Ø), indican sedimentos mal clasificados, en los que no ha habido selección por tamaños. Este parámetro depende de la efectividad de un agente selectivo, es decir, las corrientes marinas.

Según el grado de clasificación, estas arenas son mal clasificadas (Est. 2, 5, 10, 15 y 20), aunque también hay sectores con una buena clasificación de granos (Est. 4, 6 y 13), tal como se aprecia en la Figura 5.

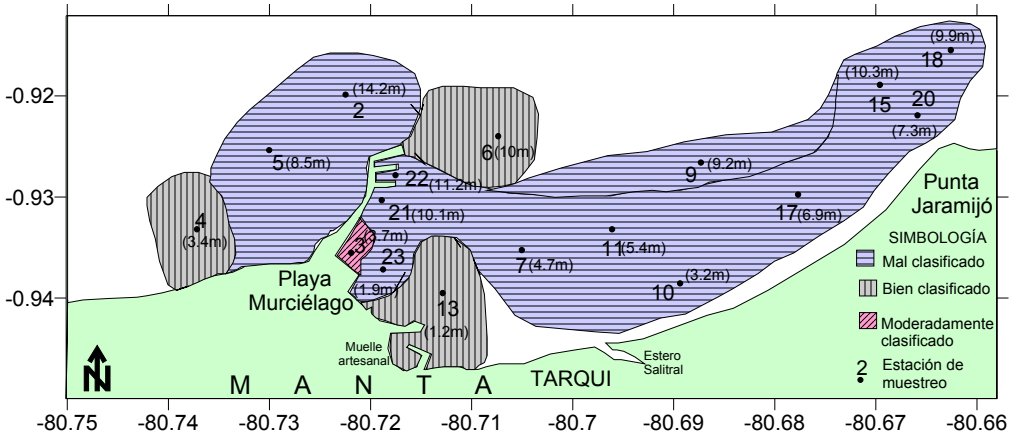


Fig. 5.- Mapa de distribución aproximada de los sedimentos según su grado de clasificación, incluyendo la profundidad a la que fue tomada la muestra.

- **DISTRIBUCIÓN SEGÚN EL GRADO DE ASIMETRÍA**

Uno de los parámetros más sensibles en el estudio de ambientes sedimentarios es el grado de asimetría, el mismo que depende de la dinámica que actualmente presentan las corrientes marinas; y en menor grado, de las características heredadas de las áreas fuentes (Villwock, 1978).

Con relación a este parámetro, estas arenas presentan asimetría positivas, es decir, tienen un exceso de material fino; aunque también hay con asimetrías negativas, o sea, un exceso de material grueso, pero en menor proporción (Fig. 6).

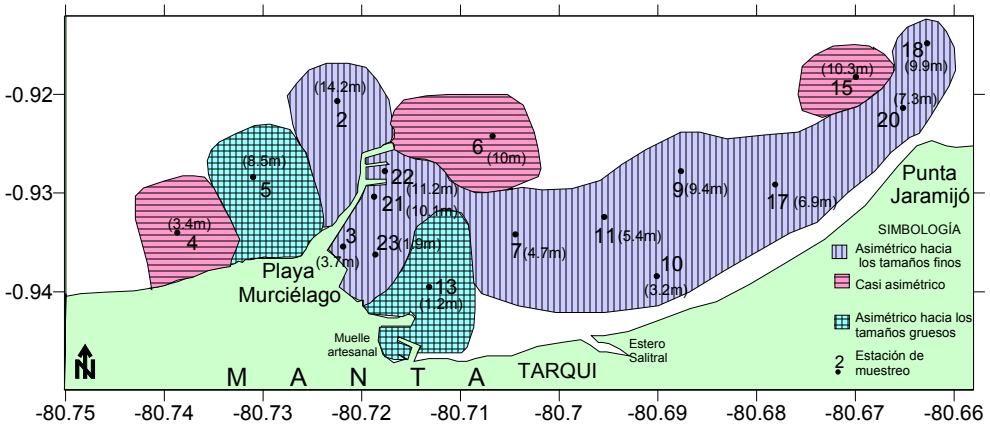


Fig. 6.- Mapa de distribución aproximada de los sedimentos según su grado de asimetría, incluyendo la profundidad a la que fue tomada la muestra.

Los otros tipos de sedimentos que, además de la arena, también cubren el lecho marino de la zona costera de Manta son:

- **LIMO**

  Esta presente en un 18% de la totalidad de las muestras, el mismo que cubre el fondo marino del lado este del rompeolas de APM (Est. 21, 22 y 23) (Fig. 3), es mal clasificado (Fig. 5), y asimétricamente positivo (Fig. 6). El porcentaje de limo en estas muestras está comprendido entre el 68.83% y 75.52%; el porcentaje restante está conformado por arena y arcilla.

- **ARENA-LIMOSA Y LIMO-ARENOSO**

  El tercer grupo lo conforman: la arena-limosa (18% del total de muestras), (Est. 9, 17 y 18) y el limo-arenoso (12% del total de muestras), (Est. 3 y 11) (Fig. 3), ambos son mezclas de sedimentos, prevaleciendo en el primero la arena; y en el segundo, el limo; son mal clasificados (Fig. 5), asimétricamente positivos (Fig. 5), y están distribuidos en todo el área de estudio.

- **ARENA-GRAVOSA**

  Este último grupo de sedimento está conformado por la estación 7, y tiene un 29,86 % de arena de grano fino, un 25.14 % de grava, el restante 45 % es

material terrígeno, es decir, limo y arcilla (Fig. 3); es mal clasificado (Fig. 5), asimétrico positivo (Fig. 6), y está ubicado frente a Tarqui.

DISCUSIÓN

El mapa de distribución de la textura de los sedimentos permite apreciar dos sectores bien definidos: el uno ubicado al oeste del Puerto de Manta, cuyo fondo está cubierto por arena, transportado principalmente por las corrientes litorales desde el oeste hacia el este; el otro, localizado al este de dicho puerto, cuyo lecho marino está cubierto por sedimentos finos y gruesos (limo y arena), probablemente aportados por los esteros, intermitentes, del sector, durante eventos El Niño. Más hacia el este, cerca de Punta Jaramijó, la presencia de depósitos de arena hace presumir que nuevamente la influencia de las corrientes litorales se hace presente.

El río Manta, que desemboca en el área, es intermitente, es decir, sólo cuando llueve torrencialmente, especialmente ante un evento El Niño, transporta grandes cantidades de arena, así como material terrígeno, por lo que se considera el mayor proveedor de la arena que rellena el puerto (PMRC, 1989). Es posible que el sedimento limoso que se encuentra en el lado este del rompeolas de APM, haya sido aportado por este río, así como por otros pequeños esteros.

El material sedimentario también proviene de los acantilados conformados por material sedimentario, inestables, fracturados, con presencia de fallas, meteorizados, los mismos que por su origen son de fácil erosión, ya que están constituidos por rocas blandas: arcillolitas, lutitas y areniscas, con finas intercalaciones de yeso, lo que los hace aún más inestables (INOCAR, 1992).

En cuanto a la buena clasificación que presentan las estaciones 4, 6 y 13, esto se debe a que en esos sectores, posiblemente las corrientes son más dinámicas, que se convierten en agentes clasificadores de granos, a la vez que lavan parte del sedimento limoso, quedando la arena en mayor porcentaje.

Con relación a la predominante asimetría positiva, es decir, las muestras presentan exceso de material fino, esto permite suponer que esos sectores están sometidos a un proceso de acreción, posiblemente porque las corrientes son moderadas. En cambio en aquellos sectores con asimetría negativas, es decir, con exceso de material grueso, se estaría produciendo erosión, debido posiblemente a que la dinámica de las corrientes es suficiente para el lavado continuo de una parte del material limo-arcilloso que pudiera depositarse, y por lo tanto mantiene a esta arena con escaso porcentaje de dichos tamaños de grano.

Una de las estructuras que resalta en el balneario de Manta son las instalaciones de Autoridad Portuaria de Manta (APM), conformado por un rompeolas orientado hacia el noreste, en el que se asienta el puerto comercial y el puerto artesanal.

Estos rompeolas, conocidos también como enrocados, espigones o muros de contención, construidos en forma perpendicular a la línea de costa, obstruyen el

transporte de sedimentos paralelo a la costa, además de que acrecionan la playa del lado de la deriva litoral, y erosionan del otro lado (Naciones Unidas, 1983).

Esto es lo originó la acreción de Playa Murciélago, en el área de estudio, con la consiguiente erosión del lado este de la estructura, proceso erosivo que posiblemente se mantuvo hasta que la arena pasó al otro lado del rompeolas, y produjo también la acreción del sector de la playa de Tarqui y áreas aledañas (Fig. 7).

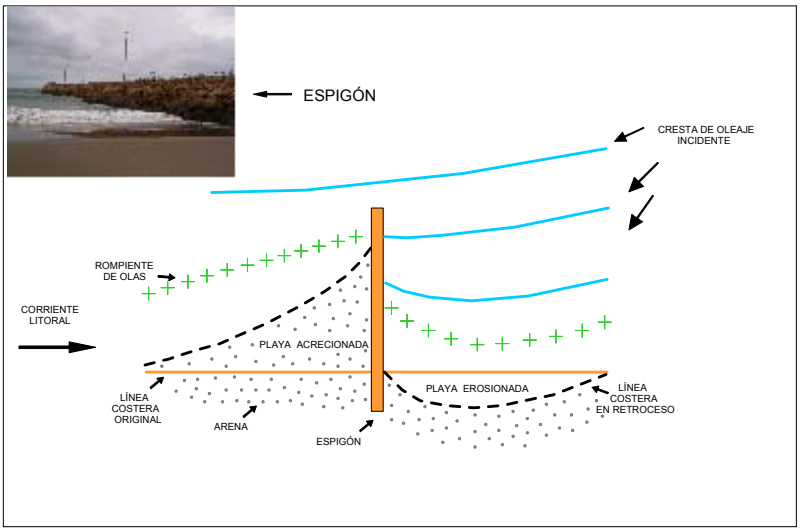


Fig. 7.- Un espigón afecta la morfología de una línea costera. Se aprecia la acreción de la playa por la retención de arena deriva arriba de la corriente litoral, así como también el retroceso de la línea de costa por la erosión deriva abajo. Se observa además la refracción de las olas al aproximarse a la estructura.

Actualmente el puerto artesanal de Manta, conocido también como La Poza, está colmatado de arena, a tal punto que sólo ha quedado un pequeño canal por donde ingresan las lanchas pequeñas de los pescadores (Foto 1).

Foto 1.- La arena ha rellenado completamente el sector conocido como la Poza.

CONCLUSIONES

Los sedimentos que cubren este sector son predominantemente arenosos, de grano muy fino a fino, mal clasificados y asimétricamente positivos. El porcentaje de limo y arcilla en algunas muestras arenosas, es considerable, lo que demuestra la gran influencia de los ríos o esteros, intermitentes, del sector, que en determinada época, especialmente ante eventos El Niño, acarrean grandes cantidades de los materiales terrígenos antes señalados.

La arena proviene tanto del mar, como de la zona de acantilados bajos, muy inestables, y por lo tanto fácilmente erosionables, que se encuentran ubicados cerca del área en mención.

AGRADECIMIENTO

El autor desea expresar su agradecimiento al CPNV-EM Galo Garzón López; Director del INOCAR; al TNNV-SU Luis Morales Auz, Jefe del Departamento de Ciencias del Mar; y 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. También agradece al Dr. Jean Francois Dumont por la revisión de este artículo.

BIBLIOGRAFÍA

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. 42-48.

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

INOCAR, 1992.- Reconocimiento geológico de las áreas preseleccionadas para la construcción del nuevo Faro Manta. Pag. 2-6.

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.

Krumbein, W., Sloos, L. L., (1963). – Estratigrafía y Sedimentación; Segunda edición traducida al español. Pag. 116.

Naciones Unidas, 1983.- Tecnologías para el control de la erosión costera. Pag. 86.

Programa de Manejo de Recursos Costeros (PMRC), 1988.- Grandes Rasgos Geomorfológicos de la Costa Ecuatoriana. Pag. 12-13.

Programa de Manejo de Recursos Costeros (PMRC), 1989.- Características Geológicas de la Costa de las Provincias de Esmeraldas, Manabí y Guayas, Ecuador. Pag. No. 15-16.

Programa de Manejo de Recursos Costeros (PMRC), 1987.- Ecuador-Perfil de sus Recursos Costeros. Pag. 127-128.

Villwock, 1978.- Aspectos da sedimentacao no regiao nordeste de Lago Dos patos: Lago Do Casamento e aco do Cocuruto-RS-Brasil; pag. 15.

ANÁLISIS DE LAS VARIACIONES MORFOLÓGICAS DE LA ISLA SANTA CLARA EN LOS ÚLTIMOS 30 AÑOS, CON ÉNFASIS EN EL ÁREA DE LA ESTACIÓN CIENTÍFICA CPFG. HÉCTOR CHIRIBOGA.

Por:
Martillo C [1]., Moreira L [2]., Pazmiño A [1]., Chunga K [3]. , Rosero J [1]., Calderón M. [1], Romero A.[1]

RESUMEN

La isla Santa Clara se encuentra ubicada a la entrada del Golfo de Guayaquil, es un Humedal de Importancia Internacional en el Marco de la Convención RAMSAR, habiendo sido declarada como sitio RAMSAR Nº 1142, el 2 de febrero del 2002. En ella se encuentra construida la estación científica CPFG. Héctor Chiriboga Guerra, donde se toman datos oceanográficos y metereológicos.
La Isla Santa Clara tiene un origen tectónico, pues es producto de un esfuerzo compresivo del Pleistoceno Superior, ocasionado por el sistema de fallas transcurrentes Caracas-Guayaquil.
Debido a procesos geológicos y ambientales, la isla Santa Clara ha sufrido una erosión muy acelerada calculado en 1'824.710 m^3 entre los años 1980 a 2000, alrededor de toda la isla, y de 80,000 m^3 alrededor del sector donde se encuentra actualmente la estación científica Chiriboga.
En el presente documento se analiza los cambios morfológicos que ha sufrido la isla Santa Clara en los últimos 30 años, para lo cual se utilizó información histórica topográfica y de restitución fotogramétrica, así como información actualizada tomada en campo con GPS diferencial, a partir de la cual se generaron modelos digitales del terreno (MDT) y perfiles topográficos que permitieron analizar y cuantificar las variaciones temporales en la isla.

ABSTRACT

Santa Clara, an island located at the entrance to the Gulf of Guayaquilwas declared a Wetland of International Importance by the Ramsar Convention and named RAMSAR site No. 1142, on February 2, 2002. The scientific station CPFG was built on this island and is where Chiriboga Hector Guerra, collected meteorological and oceanographic data.
Isla Santa Clara has a tectonic origin, it is the product of a compresive force of the Pleistocene Superior, caused by a the Caracas-Guayaquil transform fault system .
Due to geological and environmental processes, Santa Clara has experienced very rapid erosion estimated at 1,824 710 m3 between the years 1980 to 2000 around the whole island, and about 80,000 m3 around the area where the scientific station Chiriboga is currently located .
The present paper analyzes the morphological changes that have befallen island Santa Clara in the past 30 years. Information used includes topographic and historic restitution of photogrammetric images and updated information taken in the field with differential GPS. , Digital terrain models (DTM) and topographical profiles for analyzing and quantifying temporal variation on the island were generated from the GPS data.

(1)Unidad Técnica de la Comisión Nacional sobre el Derecho del Mar (UTCNDM), Guayaquil, Ecuador.
(2)Perenco, Quito, Ecuador
(3) Universitá degli Studi dell'Insubria. Via Valleggio 11, 22100, Como, Italia

INTRODUCCIÓN

La Isla Santa Clara se encuentra ubicada en el sector meridional del Golfo de Guayaquil (Figua.1).
La Isla Santa Clara tiene dos consideraciones muy importantes para el Estado Ecuatoriano:

Es la Isla más cercana al límite marítimo Sur que permite generar una zona de 200 MN que sustenta claramente el acuerdo de Santiago de 1952.

Es una isla especialmente sensible desde el punto de vista biológico, pues es un sitio de anidación especial de las aves conocidas como: Piqueros Patas Azules, Fragatas y Pelícanos, por lo que ha sido declarada sitio RAMSAR[1] en el 2002.

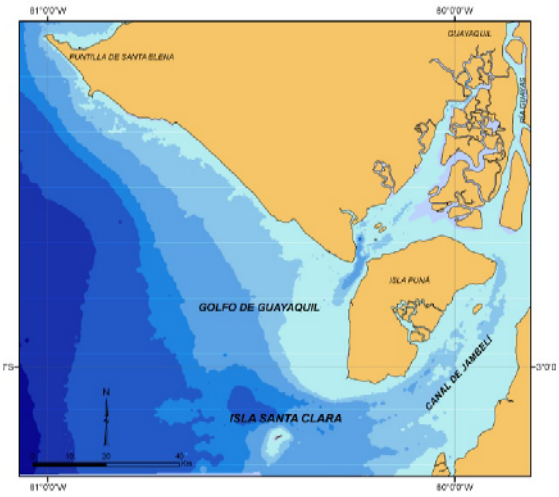


Figura. 1: Ubicación **de la Isla Santa Clara**. La isla Santa Clara pertenece a la provincia de El Oro y se encuentra en el extremo suroccidental del Golfo de Guayaquil, a una distancia de 24,5 km del límite marítimo que tiene el Ecuador con Perú.

La isla Santa Clara tiene un proceso de erosión muy acelerado, por lo que ha sido motivo de algunos estudios geológicos, destacándose los de Vera (1981), Benítez (1995), Moreira (2001), Dumont y Santana (*2005*).

El proceso de erosión continuo ha traído como consecuencia el cambio morfológico de la isla, que podría traer en última instancia la desaparición total de ella.

En el presente documento se analiza los cambios morfológicos que ha sufrido la isla en los últimos 30 años; teniendo mayor consideración en el área donde se asienta la estación científica Héctor Chiriboga Guerra.

Marco Geológico

La isla Santa Clara se encuentra ubicada en el extremo suroccidental del Golfo de Guayaquil, a 25 Km del extremo Sur del canal de Jambelí.

El canal de Jambelí es la morfología actual del graben de Jambelí que actúa como cuenca desde el Mioceno inferior que contiene un paquete sedimentario que alcanza los 12 Km de espesor (Martillo, 2002).

El sistema de fallas predominante de la región es de tipo transcurrente con rumbo general NE-SO. Pertenecen al gran sistema regional de fallas activas Caracas-Guayaquil. Tiene una compleja estructura tipo "cola de caballo" en el Golfo de Guayaquil, y es este sistema de fallas permitió su apertura en transtensión desde el Mioceno (Moreira, 2001).

La dinámica estructural controlada por el sistema de fallas Caracas-Guayaquil, ha generado zonas de subsidencia y de levantamiento. La isla Santa Clara es la manifestación de un alto estructural producido por la compresión durante el Pleistoceno Superior, que invirtió el movimiento de ciertas fallas de orientación promedio N45ºE, las cuales son asociadas al sistema de fallas segmentadas transcurrentes que dominan el ambiente sismotectónico de la región en estudio.

La estructura Santa Clara es el resultado de un evento compresivo que causó el levantamiento de la Cordillera Zambapala localizada al sur de la Isla Puná (Moreira, 2001).

[1] Los datos para el MDT del año 2007 fueron obtenidos a partir de trabajos en campo con técnica DGPS cinemático post proceso.

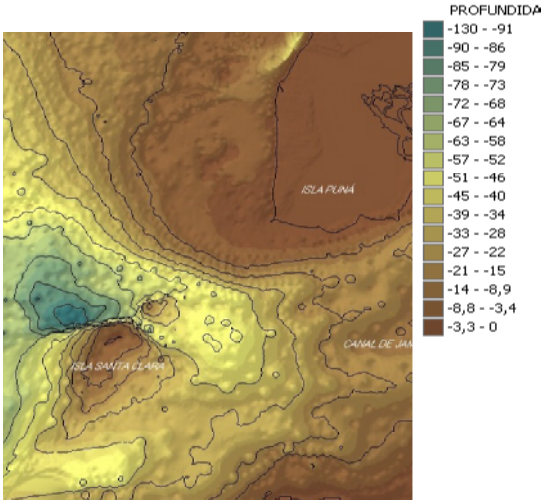


Figura. 2: Modelo **Digital del Terreno (MDT)**. Se muestra el alto estructural correspondiente a la Isla Santa Clara, formado por un evento compresivo en el Pleistoceno Superior asociado a la megafalla Guayaquil-Dolores.

Geología Local

La isla Santa Clara se encuentra formada por capas sedimentarias bien estratificadas de la Formación Puná Superior, que incluye dos unidades diferentes: la base formada por areniscas marinas verdosas y limolitas de ambiente marino sublitoral; y la parte superior formada por areniscas amarillas y conglomerados con conchas transportadas de ambiente litoral a deltaico (Vera, 1982; Benítez, 1995; Moreira, 2001; Santana y Dumont et al, 2000; Dumont, 2005). (Figura. 3).

De acuerdo al análisis de secuencias estratigráficas presentado por Moreira (2001), se puede identificar cambios en el ambiente de sedimentación, intercaladas por épocas de erosión (Figura. 4).

Los cambios de ambiente de sedimentación de la Isla Santa Clara muestran una regresión, con crecidas periódicas propias de un ambiente de estuario–delta dominado por mareas, como es el caso del complejo Río Guayas-Golfo de Guayaquil.

La falla Piqueros es la más importante en la Isla Santa Clara. Tiene rumbo N40ºE y buzamiento 50º al Sureste con movimiento dextral-normal (Figura. 5), a la cual se encuentran asociadas fallas secundarias (Dumont, 2005).

La isla presenta muchas fracturas y agrietamientos, provocados por la erosión y deslizamientos de masas de tierra, que son las que controlan la morfología actual de la isla.

Los deslizamientos más comunes son de los de tipo rotacional (Foto 1), aunque también se presentan los de tipo caída (falls). Sus planos de fallas tienen rumbo general Noreste siguiendo la dirección megafalla Guayaquil.

La caída de material, producto de los deslizamientos, se presentan de forma común en los lados Norte y Sur de la isla, manteniendo en la parte central una plataforma que permanece estable a lo largo del tiempo (Figura. 6)

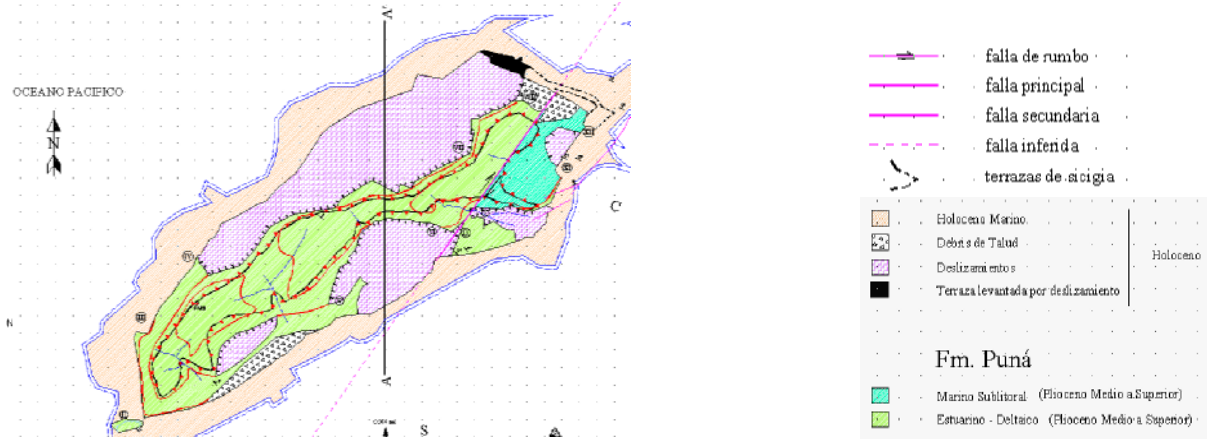
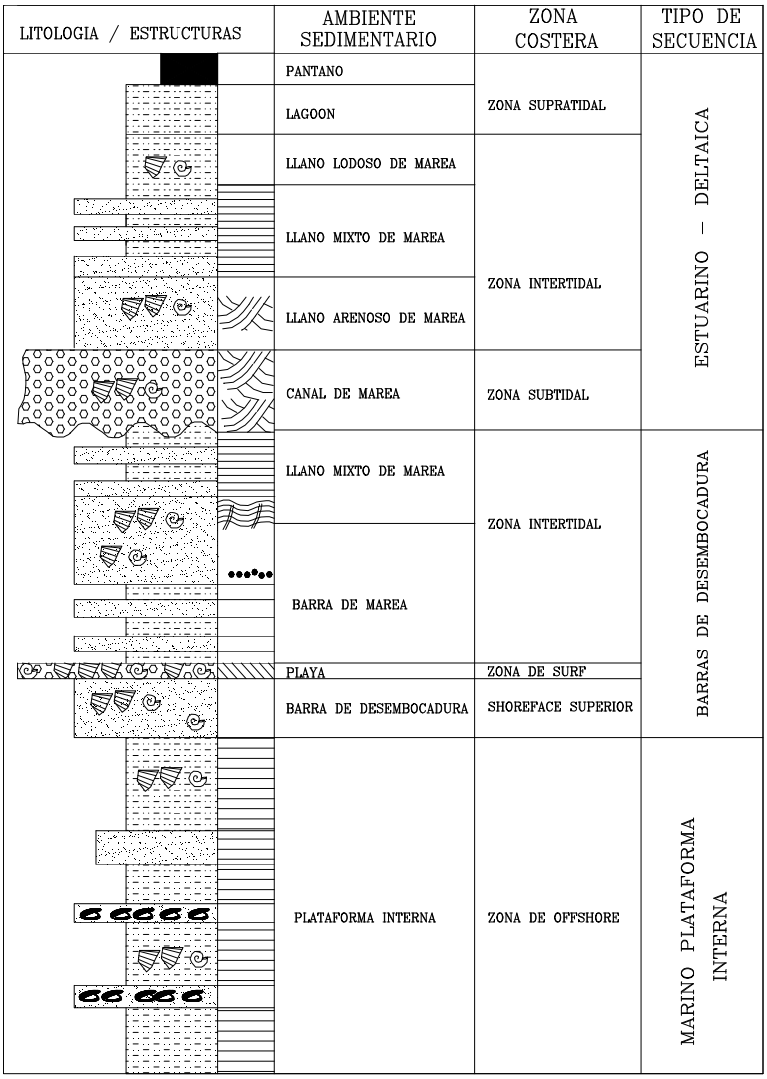


Figura. 3: Mapa geológico de la Isla Santa Clara (Moreira, 2001). La isla se encuentra formada por las rocas de ambiente marino sublitoral y estuarino deltaico de la Fm. Puná (tonalidades verdosas). En la parte central de la isla se encuentra una plataforma que conserva las estructuras sinsedimentarias. Alrededor de la plataforma central (sectores Norte y Sur de la isla) se encuentra material coluvial, producto de los deslizamientos (color rojo).



Figura, 4: Modelo **estratigráfico.** (Moreira, 2001). Se observa secuencia progradante. Los cambios de ambiente de sedimentación de la Isla Santa Clara muestran una regresión, con crecidas periódicas propias de un ambiente de estuario – delta dominado por mareas.

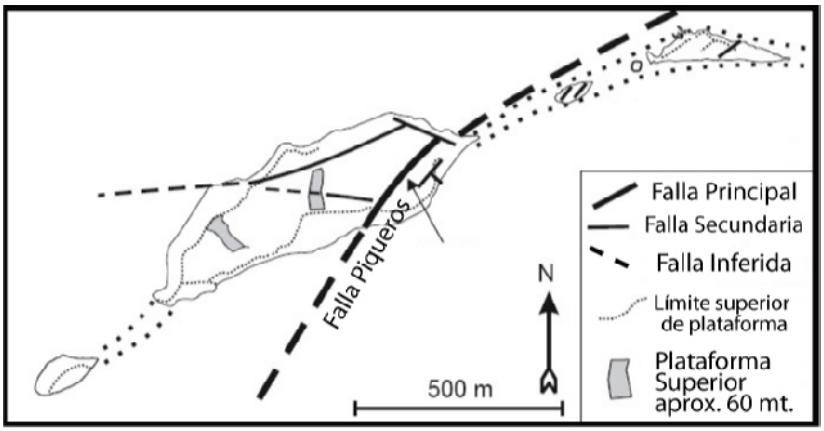


Figura. 5: Modelo estructural de la isla Santa Clara. (Modificado de Dumont, 2005). Se muestra la Falla Piqueros, y las fallas asociadas. Se observa que el rumbo general de las estructuras es hacia el Noreste, provocando zonas de debilitamiento en los sectores Norte y Sur, donde se producen la mayor cantidad de deslizamientos.

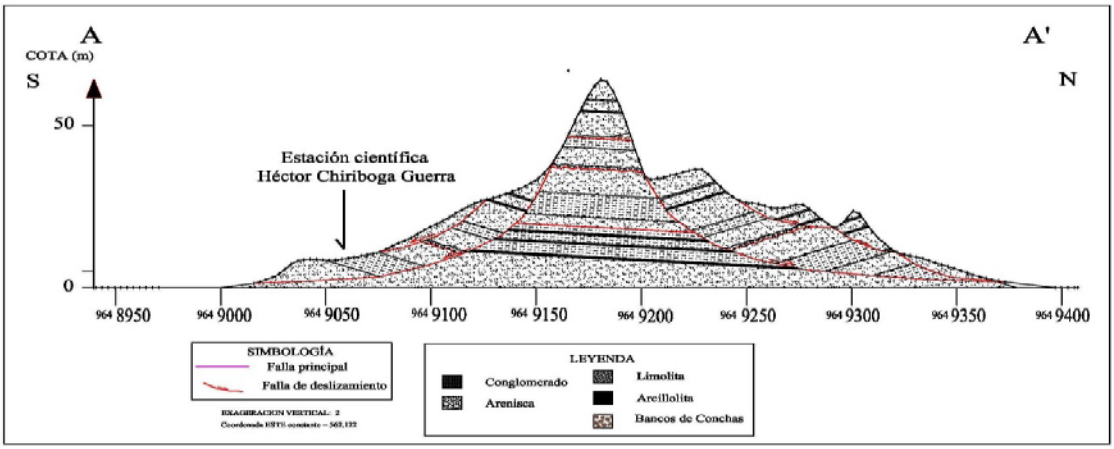


Figura. 6: Corte Geológico (Modificado de Moreira, 2001). Se observa la composición litológica de la isla Santa Clara (limolitas, arcillositas, areniscas y conglomerados). El perfil también muestra los deslizamientos de tipo rotacional que se producen en la isla. Se puede observar que la estación científica Héctor Chiriboga Guerra se encuentra sobre material coluvial, producto de los deslizamientos.

Foto 1: Plano de falla de deslizamiento. Se observa el plano de falla de un deslizamiento rotacional en el sector Noroeste de la Isla Santa Clara. Se puede destacar el borde de la plataforma central del islote mayor, así como el material coluvial que se va acumulando producto de la erosión eólica e hídrica (escorrentía superficial).

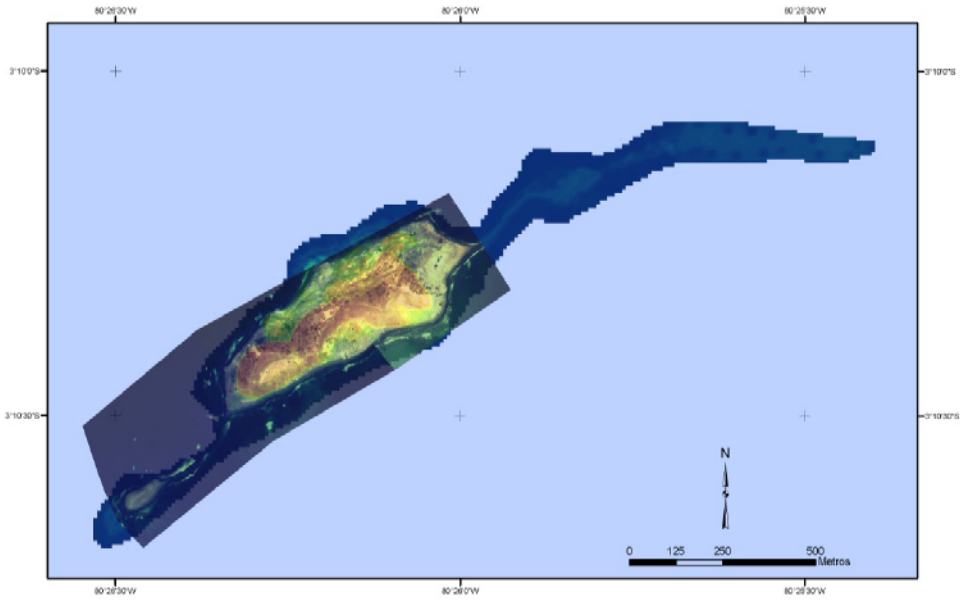


Figura. 7: Vista general de la Isla Santa Clara. Se puede apreciar que está formada (en bajamar) por una isla principal y dos islotes unidos por bajos que descubren en bajamar, teniendo orientación general N50E.

Geomorfología Local

Morfológicamente la Isla Santa Clara, conocida también como la "Isla del Muerto" por tener forma de ataúd, se encuentra formada actualmente por una isla principal y tres islotes que se "unen" por un bajo que descubre en bajamar formando un solo cuerpo (Figura. 7)

Considerando su morfología en bajamar, tiene una longitud de 2400 m, orientada en forma general en sentido N50ºE. El ancho de la isla es variable, teniendo un máximo de 300 m en la parte central de la isla más grande (Isla Santa Clara en sentido estricto)[2].

La altura máxima es de 50 msnm, donde se presenta una meseta, que va erosionándose con el tiempo.

Producto de la erosión y de los continuos deslizamientos que se presentan en la isla, hay pendientes muy elevadas que forman taludes verticales, rodeadas de conos de deyección (Figura. 8).

Las pendientes (Figura. 9) van desde los 0º alrededor de la línea de costa (color amarillo verdoso) consideradas como pendientes bajas, hasta los 75º en la zona alrededor de la meseta central, consideradas como pendientes altas (color lila).

Los valores medios de pendiente (15º a 30º) se encuentran en la parte baja de las paredes de la planicie, que son las zonas donde se encuentran los conos de material coluvial, producto de los deslizamientos (Foto 2).

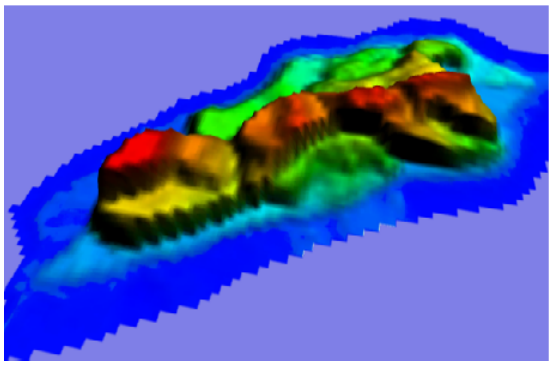


Figura.8: Modelo **Digital del Terreno**, mostrando la morfología de la Isla Mayor de Santa Clara. Se puede apreciar la meseta central con una altura máxima de 50 msnm (colores rojizos), y las zonas de deslizamientos alrededor de la misma (colores verdosos).

[2] El análisis multitemporal se lo ha realizado sólo a la isla más grande.

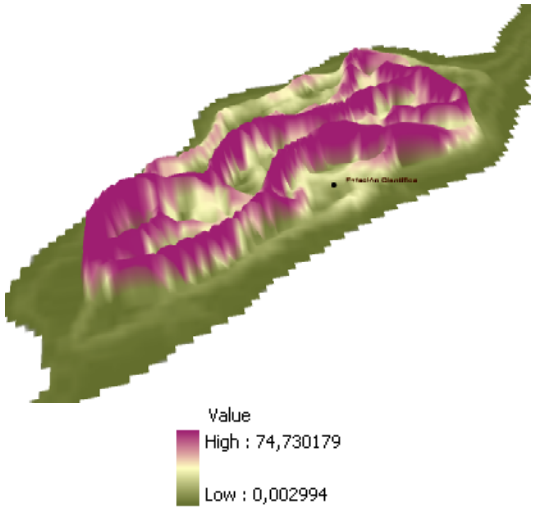


Figura. 9: Mapa **de pendientes** visualizado en tres dimensiones. Se puede observar que las zonas con pendientes bajas son aquellas que están alrededor de la línea de costa y las que se encuentran en la planicie superior; mientras que las pendientes de valores medios y altas se encuentran en los taludes alrededor de la meseta central.

Foto 2: **Taludes** alrededor de la estación científica Santa Clara. Se notan las zonas de pendientes altas, medias y bajas, alrededor de la estación científica Héctor Chiriboga.

Agentes de erosión de la isla Santa Clara

Los agentes que ocasionan la fuerte erosión en la Isla Santa Clara son:
Su litología, formada por arenisca media a fina, limolitas, arcillolitas y coquinas, que no permiten la filtración del agua de lluvia, haciendo que estas busquen la porosidad secundaria o formen profundas grietas en la superficie hasta encontrar su línea de base.

La presencia de estructuras sinsedimentarias, diaclasas, y fallas que actúan como planos de deslizamientos;
La ausencia de suelo que hace que toda el agua de lluvia se escurra superficialmente, llevando consigo todo el material suelto (Foto 1).
Agentes oceanográficos como el oleaje que socava la base de la isla, y la deriva litoral, que transporta el material deslizado. (Moreira, 2001).

Análisis de los cambios morfológicos

Moreira (2001), determinó cambios morfológicos en la isla Santa Clara, tomando como base el mapa topográfico de Vera (1980), y un levantamiento realizado en el año 2000, en donde determinó una reducción neta de 1'824.710 m^3, que implica el 32,87% del volumen del mapa topográfico de 1980.(Moreira 2001)

Sin embargo, con el fin de determinar la dinámica que tienen los taludes de la Isla Santa Clara, específicamente en el bloque donde está construida la Estación Científica CPFG Héctor Chiriboga, se ubicó una estación GPS **(vértice IMUE)** en este sitio y se realizaron trabajos de campo con GPS doble frecuencia (Trimble 5700), método diferencial y post proceso en oficina, durante los años 2006 y 2008, de los que se han obtenido coordenadas X, Y y Z de estaciones ubicadas en la Isla.

Se ubicaron otras dos estaciones GPS para monitoreo, una en el área más estable de la isla que es donde está el faro, en el sector sur de la meseta central **(vértice IMU1),** y otra en el flanco Noroeste del bloque que aún queda de la Isla **(vértice IMU2)**.

Para el posicionamiento se realizó una triangulación Geodésica GPS con dos Vértices de la Red Costera del INOCAR haciendo uso de GPS Geodésicos doble frecuencia, 2 Trimble 4700 en las Bases del continente. Los vértices de referencias en el continente se ubicaron en: HUALTACO, ubicado al pie del hito fronterizo que lleva el mismo nombre; y en MACHALA, ubicado en el fuerte Militar de Infantería de Machala y un tercero ubicado en un sitio estable de la isla.

Foto 3.- Zona de deslizamientos. Se destaca la zona de deslizamiento sobre la que se encuentra asentada la estación científica Chiriboga. Se ha calculado una velocidad de 0,60 m al año en dirección Sureste mediante métodos de triangulación geodésica.

Las observaciones se realizaron durante una sesión de 5 horas en Julio del 2006 con una precisión media horizontal y vertical de 6 mm.; y otra de 3 horas en Mayo del 2008 con una precisión media horizontal y vertical de 15 mm.

De la comparación de los datos finales ajustados, obtenidos entre las dos fechas indicadas, se obtuvieron los siguientes resultados:

1. **Vértice IMUE** junto a la estación**.** Desplazamiento de 0.285 m. en X, -1.58 m. en Y y -0.441 m. en Z.

2. **Vértice IMU1** cercano al faro**.** Desplazamiento de 0.006 m. en X, 0.024 m. en Y y 0.008 m. en Z.

3. **Vértice IMU2** sector Oeste de la Isla**.** Desplazamiento de 0.022 m. en X, 0.078 m. en Y y -0.084 m. en Z.

Según los datos medidos el desplazamiento del talud, donde está ubicada la estación científica de la isla Santa Clara (**Vértice IMUE)**, es significativo. El vector de desplazamiento tiene una magnitud de 1.096 m. en los 22.7 meses y su acimut norte es de 164˚ (RV= S16˚E); es decir su desplazamiento es hacia Sureste con una velocidad promedio de 0,60 m por año (Foto 3).

Se debe subrayar el hecho de que estos valores de desplazamientos horizontales y verticales, son puntuales para el vértice en que se ha hecho el estudio y aunque los desplazamientos son evidentes y visibles en este sector, estos pueden ser variables en los sitios circundantes.

En los casos del **Vértice IMU1** junto al faro y el **Vértice IMU2** del sector Oeste de la isla podrían considerarse nulos, ya que se encuentran dentro del error que pueden tener los equipos de medición.

Análisis de perfiles

Moreira (2001) realizó la comparación de los perfiles topográficos a lo largo del eje A-A´ (Fig. 3) obtenidos de los MDT de la topografía de los años 1980 y 2000.

Con aquel análisis se puede observar claramente la variación morfológica que sufrió la isla en 20 años, producto de los deslizamientos y la erosión continua a la que se encuentra expuesta (Fig. 10).

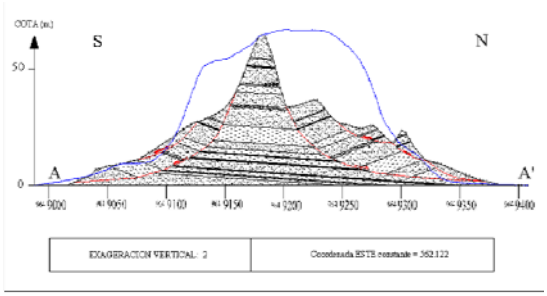


Figura. 10: Cambios morfológicos años 1980 **y** 2000 (Moreira, 2001). En azul se muestra el perfil del año 1980, montado sobre el perfil del año 2000. Se puede apreciar la variación morfológica sufrida a lo largo del perfil A-A´, producto de la erosión y los continuos deslizamientos que se producen en la isla Santa Clara.

Para determinar los cambios morfológicos producidos alrededor de la estación científica Chiriboga, se consideraron los años 1978 y 2008, que da el criterio de variación en 30 años, y de los cuales se poseía información

La información del año 1978 fue obtenida a partir de un mapa topográfico de toda la isla Santa Clara, generado por el INOCAR por procesos fotogramétricos. Dicho mapa

topográfico fue vectorizado para luego generar un modelo digital del terreno (MDT), a través de la interpolación IDW.

La información del año 2008 se la obtuvo mediante trabajo en campo mediante la técnica DGPS cinemático post proceso (precisión centimétrica)

.

Los trabajos de campo fueron realizados en marzo del 2008; a partir de dichos datos se generó un MDT con el método de interpolación IDW.

Para el análisis de cambios morfológicos Se generaron un total de ocho perfiles topográficos (Figura. 11).

La comparación entre los perfiles de los MDT de 1978 y del 2008, se pueden visualizar en el Cuadro 1.

Los perfiles correspondientes al MDT de 1978 se encuentran de color amarillo, mientras que los perfiles del año 2008 están de color rojo.

Los perfiles 1 y 2 muestran un cambio poco perceptible de morfología. Sin embargo en ambos casos se puede notar erosión de la parte más alta del perfil del 78, y depositación en las partes más bajas en el perfil del 2008.

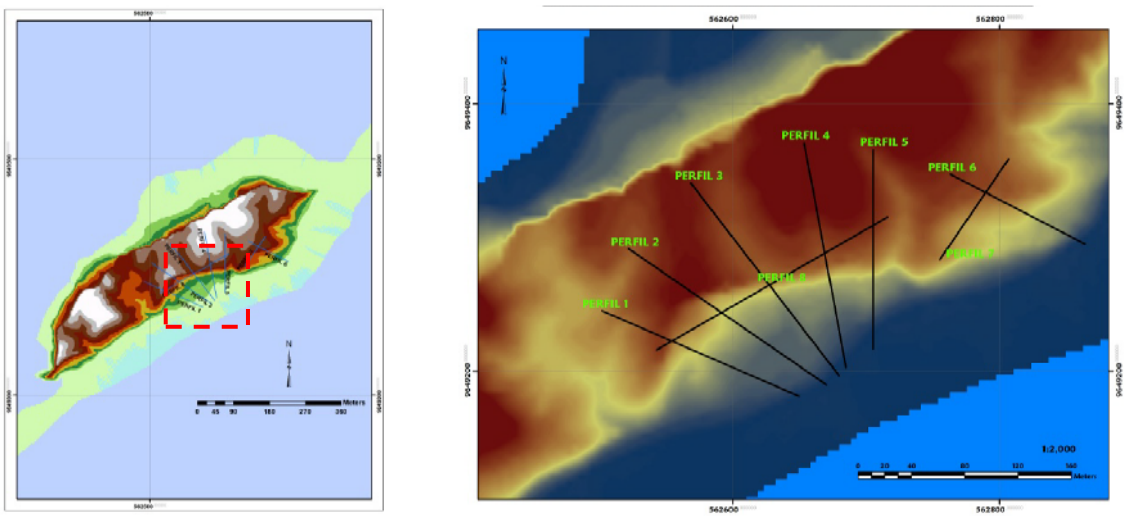


Figura. 11.- Ubicación de Perfiles sobre el MDT sobre la restitución de fotografías aéreas del año 1978. Se generaron seis perfiles alrededor de la estación científica Héctor Chiriboga, y dos alrededor de un deslizamiento al noreste de la estación.

Por lo tanto el sector entre los perfiles 1 y 2 se puede considerar una relativa estabilidad de los taludes pues no han sufrido mayor erosión en los últimos 30 años.

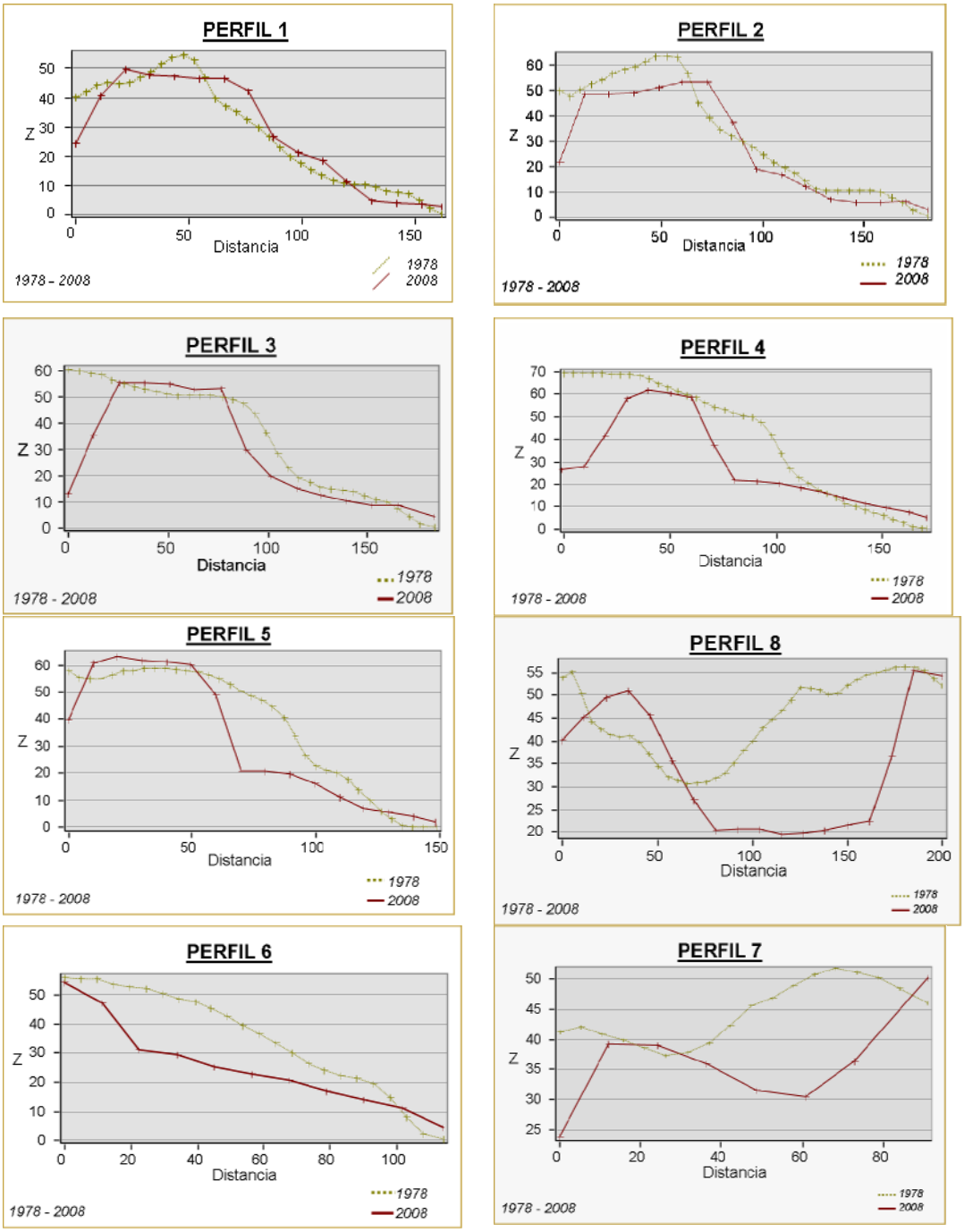
Entre los perfiles 3 y 5 se puede notar el alto grado de erosión que sufre la isla Santa Clara alrededor de la estación científica.

Adicionalmente se puede observar el cambio morfológico que han sufrido los taludes, pasando de superficies suaves y de pendientes medias, a superficies abruptas y pendientes altas.

El volumen desplazado, en el sector de la estación científica, ha sido calculado en 80,000 m^3, que tomando la densidad promedio de las rocas en la isla de 2 gr/cm^3 (Moreira, 2001), se han desplazado más de 160,000 Ton en 30 años.

El perfil 8 muestra el cambio morfológico en el sentido transversal al de los perfiles del 1 al 5.

Se puede observar la erosión de aproximadamente 30 m (pasando de la cota de 50m a la cota de 20 m), formando una gran hondonada en 30 años. Considerándose una tasa de erosión constante (cosa que no sucede en la realidad), se tendría que la velocidad de erosión promedio en el sector noreste de la estación científica es de 1 m/año.



Cuadro 1: Perfiles topográficos de los años 1978 y 2008, alrededor de la estación científica Héctor Chiriboga. Las variaciones morfológicas en el sector entre los perfiles 1 y 2 son mínimas comparadas con las variaciones en la zona entre los perfiles 3 y 5. En el perfil 8 (transversal a los perfiles del 1 al 5) se puede observar la hondonada de 30 m producida entre los perfiles del año 1978 y 2008. En los perfiles 6 y 7 se observa de manera clara el plano de falla (perfil rojo del 2008) de un deslizamiento producido al noreste de la estación científica en la isla Santa Clara.

Los perfiles 6 y 7 fueron realizados en sentido NW-SE y NE-SW respectivamente alrededor de un gran deslizamiento en curva que se presenta al Este de la estación científica.

En ambos perfiles se puede observar el cambio morfológico en ese sector durante los últimos 30 años, donde pasa de una cota de 50m a una de 20m.

Con el fin de analizar los cambios morfológicos producidos en periodos de tiempo más cortos se realizaron perfiles entre información topográfica de los años 2007 y 2008.

Los perfiles fueron obtenidos a partir de MDT, de los años 2007[3] y 2008, la ubicación de ellos coinciden con los perfiles de 1978 (Figura. 11).

Los perfiles se muestran en el Cuadro 2. En la columna de la izquierda se presentan los cinco perfiles del año 2007 y en el de la derecha los cinco perfiles del año 2008, alrededor de la estación científica.

De forma general, en todos los perfiles se pueden observar las pendientes altas, medias, y bajas, descritas en la geomorfología local.

La zona que se encuentra entre los perfiles 2 y 4 presenta los taludes más altos y con mayores pendientes. Los cambios morfológicos encontrados en los perfiles, se encuentran en la zona de pendientes medias y bajas y se encuentran encerrados con un círculo de puntos. Entre los aspectos a destacarse se encuentran:

Perfil 1: Cambio de la pendiente entre la cota 10 m y 20 m. Se puede observar que la pendiente se suaviza en el perfil del año 2008, alrededor de la cota de los 18 m, mostrando un aumento en la altura producto del material deslizado o rodado proveniente de las partes altas.

Perfil 2: En el perfil del año 2008 se observa un aumento de la pendiente entre la cota 5 m y 15m, con respecto al perfil del año 2007, producto de los movimientos de material a causa de la escorrentía superficial y deslizamientos.

Perfil 3: Se ha determinado un cambio de pendiente entre la cota 5 m y 10 m, en el perfil del año 2008, se observa una acumulación de material que no se observa en el perfil del año 2007, mostrando un aumento del material en dicha zona.

[3] Los datos para el MDT del año 2007 fueron obtenidos a partir de trabajos en campo con técnica DGPS cinemático post proceso.

Perfil 4: En el perfil del 2008 también se observa un aumento de material entre la cota 10 m y 20m, comparado con el del 2007.

Perfil 5: Se identificó un cambio en la pendiente entre la cota 15m y 20m, sugiriendo una depositación o aumento de material entre los años 2007 y 2008, producto de los deslizamientos.

CONCLUSIONES

La combinación entre factores geológicos con los ambientales es lo que ha ocasionado el proceso de erosión acelerado de la isla Santa Clara.

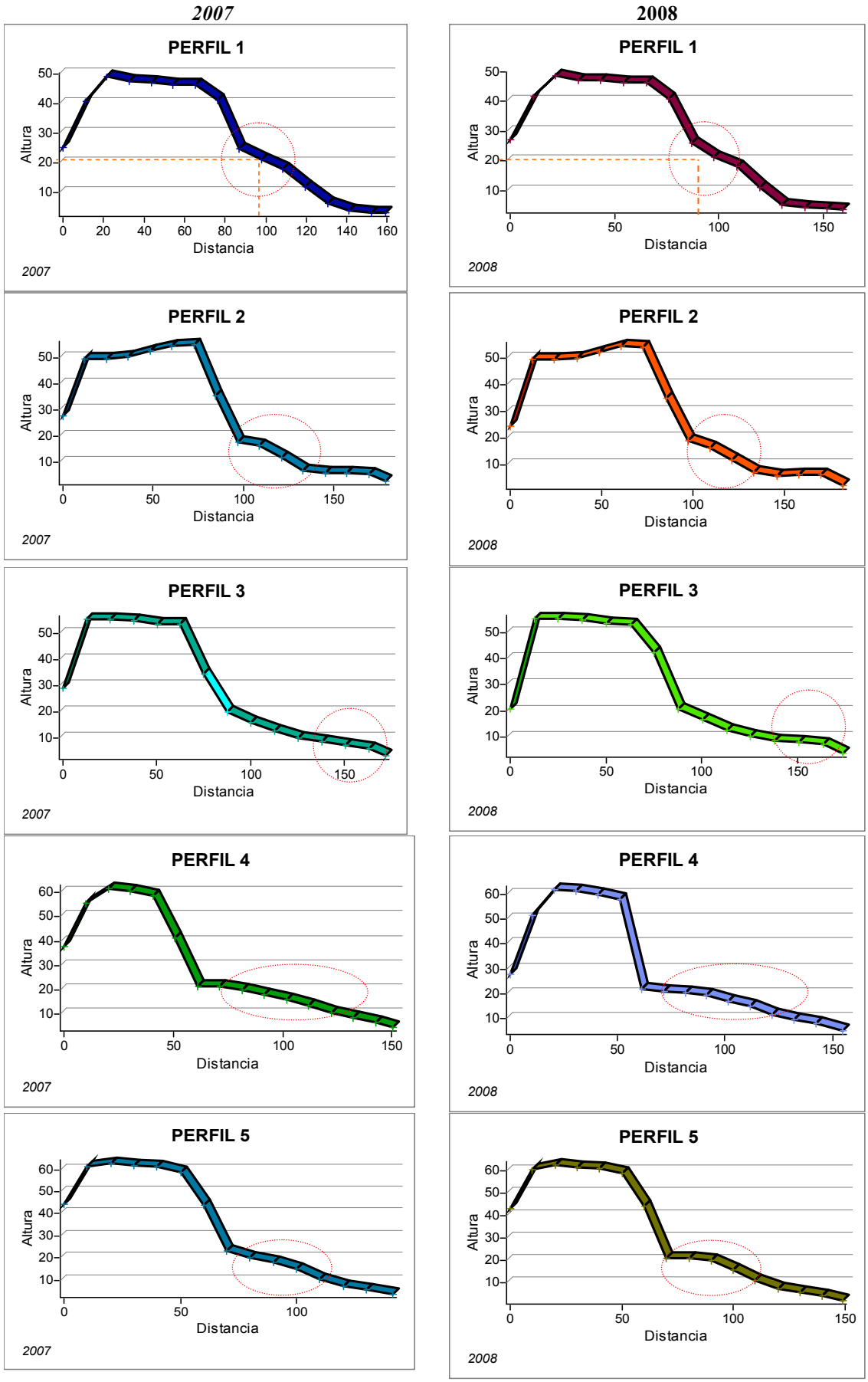
La falla principal en la isla Santa Clara es la Piqueros, que sigue el rumbo general del sistema de la fallas Guayaquil.

La falla Piqueros, junto con las fallas asociadas, debilitan las paredes norte y sur de la meseta central de la isla, generando en esos sectores las zonas principales de deslizamientos.

Los deslizamientos generan material coluvial que luego son transportados hacia el mar por la escorrentía superficial, producto de las lluvias; para posteriormente ser transportado por la deriva litoral.

En el proceso de erosión se ha estimado que toda la isla Santa Clara, en veinte años (1980-2000), perdió más de 1'824.710 m^3, que implica el 32,87%; y que alrededor de donde actualmente se encuentra la estación científica CPFG. Héctor Chiriboga se han desplazado más de 160,000 Ton en 30 años. Esta dinámica ha ocasionado cambios en las pendientes y en sus perfiles. En 30 años, las pendientes han pasado de suaves y homogénea, a abruptas (pendientes mayores a 70º) y discontinuas (con paredes verticales de más de 40 m de altura).

El sitio donde se encuentra la estación científica, es una zona de pendiente baja, formado por material coluvial, que se encuentra desplazándose hacia el Sur a una velocidad promedio de 0,60 m por año.



Cuadro 2: **Perfiles de los años 2007 y 2008**, alrededor de la estación científica. Los mayores cambios se

notan en el sector de pendientes bajas donde se encuentra construida la estación Héctor Chiriboga.

BIBLIOGRAFÍA

Benítez, S., 1995. Evolution géodynamique de la province Côtière Sud-Ecuatorianne Au Crétacé Superior – Tertiaire. Géologie Alpine, 71:208p.

Dumont, J.F., Santana, E., 2005. Morphological and microtectonic analysis of Quaternary deformation from Puná and Santa Clara Islands, Gulf of Guayaquil, Ecuador (South America). Tectonophysics.

Martillo, C. 2002. Geología Marina en el área de Bajo Alto-Provincia de El Oro, y su aplicación al manejo costero. Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL).

Moreira, L., 2001. Enfoque geodinámico de la isla Santa Clara del Golfo de Guayaquil. Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL).

Vera R., 1981. Estudio Geológico detallado de la Isla Santa Clara". Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL).

Santana, E., Dumnot, F.D., 2000. La isla Santa Clara, testigo morfoestructural de la evolución geodinámica plio-cuaternaria del Golfo de Guayaquil. Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR.

IMPORTANCIA DEL MANEJO DE DATOS OCEANOGRAFICOS

Por: Leila Zambrano [1]

INTRODUCCIÓN

Para la realización del presente trabajo se utilizó información proveniente de la segunda revisión del COI Manuales y Guías No.5. La primera edición fue publicada en 1975 y la primera revisión en 1997, observamos que su objetivo principal es la gestión de los datos y de la información oceanográfica.

Esta publicación aspira a ser una herramienta para la formulación de políticas a nivel nacional para ayudar con la toma de decisiones relacionadas con el establecimiento de instalaciones nacionales para la gestión de datos e información oceanográfica.

Sabemos que los Océanos tienen contacto directo con la atmósfera y agrupan las tres cuartas partes de la superficie de la tierra, provocando en estos grandes procesos físicos, químicos y biológicos que ayudan a mantener su estructura y movimiento, y así estimular la investigación para el buen uso de los recursos.

En nuestro país el origen de los proyectos de investigación en las diferentes disciplinas marinas lo cristalizamos a través de la obtención de los datos oceanográficos, su desarrollo, y divulgación por medio de entidades encargadas, puesto que plasman los resultados con la finalidad de ser usados en las diferentes investigaciones.

Es así que, haciendo uso de la información que tiene la Comisión Oceanográfica Internacional (COI) de la UNESCO, cuyo propósito es el de promover la cooperación y coordinación internacional en programas de investigación, apoyando a la red de Intercambio Internacional de datos oceanográficos (IODE), se ha tratado de hacer este documento, el mismo pretende dar a conocer de una mejor manera la naturaleza, recursos del océano y las zonas costeras, para así aplicar los conocimientos y mejorar la gestión, el desarrollo sostenible y la protección del medio ambiente marino.

LA IMPORTANCIA DEL MANEJO DE DATOS EN OCEANOGRAFIA

Muchas de las actividades que emprendemos tienen que ver con la investigación científica del mar y los datos obtenidos en dichos estudios son los que sustentan estas actividades y las que nos ayudan a comprender los procesos que ocurren en nuestro entorno, esta contribución de datos nos ayudara a responder preguntas tales como la probabilidad de tener inundaciones costeras, predicción de los efectos del calentamiento global y desastres naturales, ya que esto no solo nos afecta a nosotros en nuestra calidad de vida sino que también se afectaría a las futuras generaciones.

Los datos en oceanografía se obtienen por diversos medios entre ellos: redes de arrastre, instrumentos de medición que son bajados por los buques, sistemas a la deriva, así como con la exploración de los océanos desde el espacio por medio de satélites

Todos sabemos que el 97% de la tierra esta cubierta de agua y se encuentra en los océanos, estos desprenden vapores a la atmósfera mismos que regresan a la tierra en forma de lluvia, nieve y granizo; todos dependemos de los océanos y por eso se necesita conocer, investigar y explorar sus sistemas y procesos.

Para la elaboración de esta investigación, nos ayudamos de la oceanografía que es la que estudia de forma multidisciplinaria las características del océano, que a su vez se apoya en la biología, química, geología y al uso de los sensores remotos junto con otras ciencias.

Así pues la oceanografía física estudia las condiciones, procesos físicos, las propiedades hidrodinámicas de los océanos

[1] Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR.Avda. 25 de Julio, Base Naval Sur. Casilla 5940, Guayaquil-Ecuador. Email: spondybus@inocar.mil.ec

y como resultado de estos estudios obtenemos mapas de variación espacial y temporal de las condiciones reales para luego plantear la hipótesis y poder explicar lo observado; fundamentándose con conocimientos de mecánica de fluidos, óptica, acústica, termodinámica y recientemente con la oceanografía satelital.

Actualmente se explora la superficie de la tierra desde el espacio usando las ondas electromagnéticas emitidas, reflejadas y difractadas que son los sensores remotos, así como también se fundamenta con la cartografía GIS, hidrología y la oceanografía operacional la cual se define como la actividad descriptiva a largo plazo para medir los océanos y la atmósfera.

Debido al alto costo económico que significa mantener este tipo de mediciones de largo plazo es que se le ha dado mucha importancia en el desarrollo de estas plataformas de investigación puesto que, se requieren de nuevas tecnologías para manejar un flujo enorme de datos, en la Figura 1 observamos un esquema de todos los procesos que implican esta plataforma.

Figura 1: Diagrama de Flujo de Información

¿Qué es y cuáles son los Centro de Datos Mundiales?

Hasta finales de la década de los ochenta la coordinación de datos e información oceanográfica a nivel nacional era una gestión centralizada es decir el Consejo de Nacional de Centro de Datos Oceanográficos (NODC), principalmente consistía en la recopilación de datos de los cruceros de investigación y estos a su vez son almacenados en los centros de datos pero de forma atrasada.

Dependiendo del tipo de datos la presentación de los mismos podría tener un retraso de días o años, una vez que los centros de acopio reciben los datos empieza el trabajo de evaluación de la calidad de los mismos a través de una serie de pruebas y procedimientos

En la actualidad el desarrollo de la oceanografía operacional y el establecimiento del sistema mundial de observación de los océanos (GOOS) es diferente, puesto que, desde el tipo de parámetros y el volumen de los datos ha

crecido considerablemente y los centros han elaborado sus propios sistemas de gestión de datos, es por esto que todos los centros de investigación de los océanos a nivel nacional tienen que estar debidamente coordinados por un plan de gestión de datos, el NODC debe participar en la redacción de estos planes

Debido a la gran cantidad de datos, variables, centros de investigación y plataformas de observación es casi imposible para el NODC concentrar todos sus esfuerzos y asumir la responsabilidad de la gestión de los datos, es por eso que se han creado los centro de distribución de datos, estos pueden ser permanentes o estar basados en proyectos y por tiempo limitado.

Por lo que se recomendó establecer un Comité de Coordinación Nacional de Datos e Información, integrado por las personas que recopilan y gestionan los datos, siendo sus tareas las siguientes:

Identificar todas las actividades de investigación y la necesidad de gestionar datos a nivel nacional e internacional de todos los sistemas de observación, como por ejemplo la participación de las Universidades y organizaciones sean estas públicas o privadas y proyectos de investigación ya sea nacional o regional.

En la responsabilidad de la distribución de datos, se deben de poner de acuerdo para una buena realización de la gestión de datos.

La utilización de métodos Standard para todas las instalaciones y gestión de datos.

Entre los años 1958 a 1987 se celebro el año internacional de geofísica y como resultado de este evento el Consejo internacional de ciencias creo el Centro de Datos mundiales, cuya finalidad es la de proteger la amplia gamma de datos que serán usadas por las próximas generaciones.

Actualmente tenemos que en el planeta existen tres centros mundiales de Datos Oceanográficos: los mismos que están localizados en Rusia, Estados Unidos y China y un centro de datos mundial para las ciencias medioambientales marinas que está ubicado en Bremen Alemania.

Centro Mundial de Datos Oceanográficos: Silver Spring (USA)
Mantenido por la NOAA, nos ofrece una gran variedad de datos oceanográficos obtenidos durante las rutinas de los programas de observación internacional, así tenemos datos oceanográficos, observación del clima, datos de cruceros, datos de XBT, Botellas Nansen Batítermógrafos, etc., los que están a disposición del público investigador en general.
http://www.nodc.noaa.gov/General/NODC-dataexch/NODC-wdca.html

Centro Mundial de Datos Oceanográficos: Obninsk (Russia)
Mantenido por el servicio federal Ruso, este centro tiene datos del monitoreo del medio ambiente e hidrometeorologia, en el mismo hay 15771 datos de cruceros de investigación de 64 países, con mas de 1.090.000 estaciones, los datos están disponibles al publico en formatos digital
http://www.meteo.ru/nodc/index_e.html

Centro Mundial de Datos Oceanográficos: Tianjin (China)
Sostenido por el centro nacional de datos oceanográficos y el estado, los mismos provienen de los proyectos que tienen los buques de oportunidad y las plataformas marinas, tanto nacionales como internacionales. Se tienen datos de olas, estaciones costeras, temperatura, salinidad, geofísicos marinos, sedimentos marinos, geoquímicas, meteorológicos, datos antárticos, nódulos de manganeso; datos biológicos marinos, contaminación marina. Los usuarios pueden hacer uso de esta información, puesto que esta disponible en el internet.
http://wdc-d.coi.gov.cn/english/eindex.html

Centro Mundial de Datos Medioambientales Marinos: Bremen (Alemania) Auspiciado por el centro de ciencias medioambiental marino (MARUM) y la Universidad Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Investigation (AWI), este recopila analiza y difunde los datos relacionados con el cambio mundial en el medio ambiente, oceanografía, geología,

paleoceanografía, y biología. Estos datos son georeferenciados utilizando el sistema de información PANGEA, los usuarios pueden acceder a estos datos a través del Internet.
http://www.pangaea.de/info

Adicionalmente a estos centros, a continuación se citan algunos que servirían en la búsqueda de datos fidedignos (Referencia: SCOR Segunda Cumbre Internacional de Proyectos de Investigación Marina, 2006):

World Data Centre for Atmospheric Trace Gas, USA
URL: http://mercury.ornl.gov/cdiac

World Data Centre for Climate, Germany
URL: http://wdc-climate.de

World Data Centre for Marine Geology and Geophysics, USA
URL:
http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/aboutmgg/aboutwdcmgg.html

World Data Centre for Marine Geology and Geophysics, Russia
URL:
http://www.rfimnr.ru/projects/wdcmgg.html

World Data Centre for Paleoclimatology, USA
URL:
http://www.ncdc.noaa.gov/paleo/datalist.html

Estos Centros Mundiales de Datos Oceanográficos (WDCOs siglas en inglés), reciben datos de los Centros Nacionales (RNODCs sigla en ingles), de otras organizaciones marinas y de científicos que voluntariamente suministran la información, los mismos proveen copias de los datos y publicaciones de las que ellas disponen.

Una de las responsabilidades que tiene el WDCO es la de vigilar el desarrollo del sistema internacional de intercambio de datos y reportar las incongruencias a la secretaria de la COI e IODE para que tomen acciones y hacer las correcciones que el caso amerite.

MANEJO DE DATOS

Es la recopilación de todos los datos de las diferentes investigaciones internacionales que se han realizado, este almacenamiento esta unido al procedimiento de control de calidad de la información con el propósito de tener una base de datos histórica y confiable

Cabe resaltar que el manejo de los datos tiene una importancia única porque no solo es un receptor de datos sino que también nos ayuda a aplicar técnicas para poder tener un mejor entendimiento en la observación de los océanos a gran escala y a través del tiempo.

Los datos son observables y son valores que resultan de la investigación o monitoreo estos pueden ser numéricos como la temperatura, salinidad o nominales como la lista de especies de una región; el termino información es usado para la media de datos que han sido procesados y/o interpretados para la generación de productos.

Así tenemos que la Metadata, es la descripción general de la estructura de cómo están compuestos los datos (nombre del científico, hora de la toma de la muestra, donde y como se recolectaron los datos, entre otros).

MANEJO DE INFORMACION

Por medio de las bibliotecas marinas que tienen un rol importante, se promueve la difusión de la información del medio marino, la administración de esta información es fundamental para el conocimiento.

Los centros de manejo de datos son los abastecedores de los Centros de Manejo de Información Marina, y estos a su vez distribuyen a nivel internacional los productos realizados entre todos los centros, tales como bases de datos de citas, bibliografía, reportes científicos de todo nivel, catálogos de colecciones específicas, etc. estas a su vez promueven las redes de sociedades de ciencias afines, entre los productos que la COI tiene a disposición tenemos los siguientes:

Ocean Expert: fue creado en 1997 bajo el auspicio del IODE, aquí se almacenan los datos de profesionales de las ciencias marinas y de agua dulce (científicos, técnicos y estudiantes), siendo su objetivo principal la creación de un medio de referencia para ser usado por toda la comunidad científica, esta tiene información de personas e instituciones relacionadas con aspectos marinos, de agua dulce o de manejo de datos. Actualmente contiene información de 10390 expertos, 5449 Instituciones, 293 eventos y 63 puestos de trabajo.
http://www.oceanexpert.net/

Ocean Portal: Es un directorio de alto nivel de los datos e información oceánicos relacionados con los sitios Web su finalidad es ayudar a los científicos y expertos a la localización de los recursos que necesitan.
http://www.iode.org/oceanportal/

Ocean Teacher: El propósito es suministrar herramientas de educación para los datos e información oceanográficos, esta herramienta no solamente ha sido usada en los cursos de formación sino que también ha sido empleada para la auto formación y desarrollo profesional continúo. Desde el año 2006 se lo ha utilizado en la capacitación respecto a la oceanografía operativa (GOOS) así como en la meteorología marina (OMM y CMOMM), esta compuesto por dos módulos que son:
http://www.iode.org/oceanportal/detail.php?id=327

Biblioteca Digital.- contiene un amplio rango de información, datos, programas informáticos, control de calidad, análisis de los documentos de referencia.

Módulos de formación: son un conjunto de documentos y notas que junto con las bibliotecas virtuales se utilizan en los cursos de capacitación en grupos.

Ocean Docs: es un repositorio electrónico de las publicaciones científicas relacionadas con las ciencias marinas e investigación, el objetivo principal de este almacenamiento es promover la investigación de las ciencias marinas a nivel mundial, facilitar la publicación de los resultados de las investigaciones con especial atención a los países en vías de desarrollo y garantizar la seguridad del archivo

¿Qué es IODE?

Es un programa de la COI, que fue establecido en 1961 para mejorar la investigación, explotación y el desarrollo marino, facilitando el intercambio de datos oceanográficos e información y satisfacer las necesidades de los usuarios de datos y productos de información entre los Estados miembros participantes. Para tener una mejor coordinación del manejo de los datos a nivel mundial, se crearon los grupos ODINs, estos grupos son una red de datos e información oceanográfica por su siglas en ingles (Ocean Data and Information Network).

La primera región en donde se implemento esta estrategia fue en África (ODINAFRICA), luego en el océano Indico (ODINCINDIO), después en los países europeos en vías de desarrollo (ODINECET), la del Pacifico Oeste (ODINWESTPAC) y finalmente la del Mar Negro (ODINBLACKSEA), estas son plataformas que pretenden desarrollar capacidades para integrar a los estados.

Dentro del programa de observación de los océanos (GOOS), está el programa de manejo costero COI (ICAM), WMO/OIC JCOMM y programas regionales como NEPAD y CPPS.

Estos son los principales objetivos del programa:

(I) Facilitar y promover el intercambio de datos marinos, incluyendo la metadata, los productos y la información en tiempo real.

(II) Garantizar a largo plazo la gestión y servicios de toda la información de los datos marinos

(III) Desarrollar y promover el uso de las normas y métodos para el intercambio mundial de los datos e información marina.

(IV) Ayudar a los estados miembros en la adquisición de la capacidad necesaria para la gestión de los datos e información marina y la participación de los Institutos en la red IODE.

(V) Apoyo en los programas operativos marinos de la COI y la OMM, a los científicos internacionales en el asesoramiento y la gestión de datos.

Esta red esta organizada con programas a nivel global y regional, los cuales están dispuestos a brindar ayuda e información a los centros de datos establecidos en cada país miembro de la COI, (ver Figura 2).

A nivel Global:

ASFA: Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts, es una base de datos muy importante en el ámbito de los recursos acuáticos, la misma tiene mas de 5000 publicaciones seriadas, informes y traducciones, por lo que es muy visitada por los científicos.
http://www.csa.com/factsheets/aquclust-set-c.php

GODAR: Global Oceanographic Data Archaeology and Rescue, el objetivo principal es la proporcionar datos de salinidad y de rescatar los datos que puedan estar en riesgo de perderse.
http://www.nodc.noaa.gov/General/NODC-dataexch/NODC-godar.html

GOSUD: Global Ocean Surface Underway Data, es un proyecto piloto y su actividad es la de reunir, procesar, archivar y difundir en tiempo real las variables monitoreadas por los buques de oportunidad
http://www.ifremer.fr/gosud/

MARINE XML: Extensible Markup Language es una herramienta que esta diseñada para mejorar el funcionamiento de la página web, permitiendo una mejor adaptación de la identificación.
http://www.iode.org/marinexml/

MEDI: Esta herramienta todavía esta en construcción, aunque hay algunos datos inventariados como es el caso de los datos de la región de África occidental.
http://ioc.unesco.org/MEDI/search.html

A nivel Regional::

ODINAFRICA: Red de Datos e Información Oceanográfica para África, siendo 25 países los integrantes: Algeria, Angola, Benin, Camerún, Comoras, Congo, Cote D'Ivoire, Egipto, Gabón, Ghana, Guinea, Kenya, Madagascar, Mauritania, Mauritius, Moroco, Mozambique, Namibia, Nigeria, Senegal, Seychelles, Sudáfrica, Tanzania, Togo, Tunisia.

ODINCINDIO: Red de Datos e Información Oceanográfica para la región del Océano Indico Central, siendo 16 los estados miembros: Bangladesh, India, Indonesia, Irak, República Islámica del Irán, Kuwait, Malasia, Maldivas, Myanmar, Omán, Pakistán, Qatar, Arabia Saudita, Sri Lanka, Tailandia, Emiratos Árabes Unidos

ODINCARSA: Red de Datos e Información Oceanográfica para el Caribe y América del Sur, perteneciendo los siguientes países Argentina, Bahamas, Barbado, Belice, Brasil, Chile, Colombia, Cuba, Dominica, Ecuador, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Perú, Sta Lucía, Trinidad y Tobago y Venezuela.

ODINWESTPAC: Su objetivo es desarrollar productos y servicios entre los 20 estados miembros del Pacifico Occidental: Alemania, Australia, China, Fiji, Francia, Indonesia, Japón, Malasia, Nueva Zelanda, Filipinas, RPD de Corea, República de Corea, Samoa Occidental, Singapur, Islas Salomón, Tailandia, Tonga, Reino Unido, EE.UU, Vietnam.

ODINECET: Esta es una red de los países europeos pero con economía en transición, el mismo vincula la capitación y el apoyo operativo en escala regional, misma que esta compuesta por seis estados miembros de la COI: Bulgaria, Croacia, Estonia, Polonia, Rusia, Ucrania, Letonia.

ODINBlackSea: Esta compuesta por 6 países de la región del mar Negro, la cual apoya cualquier iniciativa regional, siendo sus integrantes Bulgaria, Georgia, Rumania, Rusia, Turquía, Ucrania.

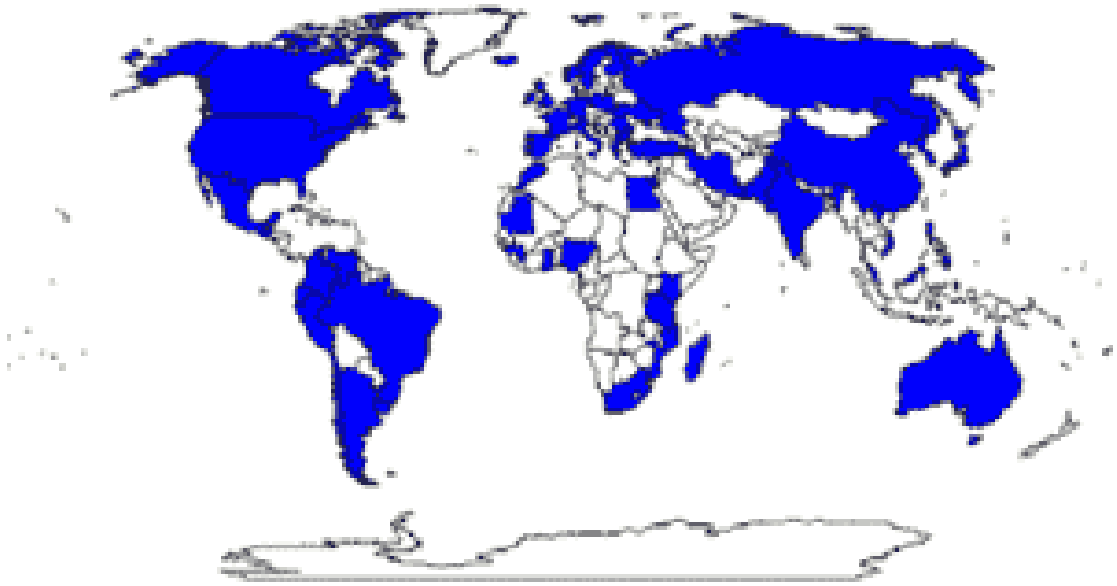


Figura 2: Ubicación Geográfica de los estados miembros

MANEJO DE DATOS OCEANOGRÁFICOS EN ECUADOR

Ecuador es un país que tiene una costa en donde predominan diversos ecosistemas marinos de mucha importancia, así encontramos litorales rocosos y arenosos, arrecifes de coral, en fin una gran variedad y diversidad de recursos marinos renovables y ecosistemas costeros y oceánicos por lo que es indispensable crear una simbiosis entre el ambiente marino y el medio físico de las especies a nivel nacional e internacional.

Por esta razón es que Ecuador es miembro activo de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) y pertenece a la red IODE, que es la autorizada en el intercambio de datos oceanográficos, permitiendo de este modo que los investigadores se beneficien con el acceso de los mismos.

Los datos obtenidos de las mediciones en Oceanografía física son tomados por medio de métodos electrónicos como el CTD que mide Conductividad, Temperatura, Salinidad y Presión, siendo un aporte a la investigación de los procesos internos en las capas oceánicas; la hidroacústica, dinámica poblacional y desplazamiento de sustancias contaminantes en el Océano, en los procesos de interacción océano – atmósfera, así como en el Estudio Regional Fenómeno "El Niño" (ERFEN). Así mismo con los datos químicos se analiza la evolución del mar, composición, y reacciones químicas que existe entre los animales y las plantas, así como la afectación de la actividad humana

BIBLIOGRAFÍA

Guide for establishing a National Oceanographic Data Centre (Second revised edition). IOC Manuals and Guides No. 5 (Second revised edition), UNESCO 2008

Intercambio Internacional de Datos Oceanográficos IODE Universidad de la Salle Comisión Colombiana del Océano Ingeniería Ambiental y Sanitaria. Bogotá 2005
Figura 1 y 2 tomado de:
http://www.dhn.mil.ve/Cendoc/educacion.html