ARMADA DEL ECUADOR
BIBLIOTECA
INSTITUTO OCEANOGRAFICO

EL NIÑO1982–83, SU FORMACION, SU DESARROLLO Y SUS MANIFESTACIONES EN AGUAS ECUATORIANAS

Por:
HERNAN R. MOREANO (1)
EDUARDO ZAMBRANO (1)
ROCIO T. de SUESCUM (1)
NELSON PAREDES (1)

RESUMEN

"El Niño" 1982–83 respondió a un patrón de formación diferente a aquel que había sido característico para los fenómenos anteriores, a tal punto que sobrevino en forma sorpresiva y como una consecuencia de las fluctuaciones climáticas relacionadas con la Oscilación Sur. Su desarrollo se inició en Junio de 1982 y no llegó a la costa ecuatoriana sino hasta Octubre, aunque en Agosto ya se sentían sus primeras manifestaciones como la tendencia del Frente Ecuatorial a desplazarse hacia el Sur y la profundización de las isotermas y la termoclina. En Noviembre el fenómeno estaba en pleno desarrollo en las aguas nacionales y en Enero llegaba a la máxima intensidad, para posteriormente notarse un ascenso paulatino de las isotermas y termoclina, aunque las temperaturas superficiales permanecían invariables. En Abril se vuelve a las condiciones iniciales y es solo en Junio que se manifiestan signos definitivos de debilitamiento del fenómeno debido al retiro de las aguas cálidas hacia el occidente como consecuencia del flujo advectivo de las corrientes de Humboldt y Sur Ecuatorial. Los desplazamientos del Frente Ecuatorial y de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) no coincidieron; el primero lo hizo en Octubre de 1982, mientras que la ZCIT comenzó su desplazamiento en Noviembre, llegando en Enero de 1983 a ubicarse sobre la línea ecuatorial y posteriormente más al Sur, lo que fue motivo para que las precipitaciones aumentaran paulatinamente, alcanzando altos valores en los meses de Enero a Julio. La Biota Marina experimentó cambios agudos al observarse a fines del año 1982 una abundancia de dinoflagelados y una disminución drástica de huevos y larvas de las especies pelágicos como macarela, sardina redonda y sardina del Sur, de manera que los stocks se redujeron de forma notable. El impacto que El Niño 1982–83 tuvo en el clima costero y sobre todo el perjuicio socio–económico que sufrió el país en general, fue de tal magnitud, que supera a aquellos causados por fenómenos anteriores en los últimos 35 años, período en que se mantienen registros en el Instituto Oceanográfico.

ABSTRACT

El Niño 1982–83 had a different pattern from those occurred before. It came unexpected and as a consecuence of the climate variations related with the Southern Oscillation. The Phenomenon started to develop in June 1982; reaching at the ecuadorian coast in October, although in August a Southern motion of the equatorial front and deepening of isoterms and thermocline was noted. By November El Niño was fully development in ecuadorian waters and at the beginning of January 1983 its intensity was maximum, from then a slight upward motion of isoterms and thermocline ocurred but SST remained unchanged. By April El Niño was back to its inicial conditions, but it was only in June that it started to weaken because

(1) Instituto Oceanográfico de la Armada. Dpto. C.C. del Mar. P.O. Box. 5940. Guayaquil - Ecuador.

of the advective flow of the Humboldt and South equatorial currents. The Southward displacement of the equatorial front and of the Intertropical Convergence Zone (ITCZ) did not concide, because the former started its southward motion in early October, meanwhile the ITCZ did it in November, by January was just on the equator and latter a little southern which gradually increated rainfall, reaching high values from January to July 1983. The Marine biota suffered serious changes at the end of 1982 when a great deal of dinoflagelates appered and a drastic decrease of eggs and larvae was noted of species like macarela, sardina redonda and sardina del sur. The impact that El Niño 1982–83 had on the coastal climate and the social and economical damage that the country experienced was so great that it exceeded those caused by previous phenomenon in the last 35 years, period since the Oceanographic Institute keeps records.

INTRODUCCION

En la segunda quincena de Octubre de 1982, la costa ecuatoriana sentía las primeras lluvias de lo que sería uno de los inviernos más crudos en las últimas décadas. Esta particularidad no se había observado desde el año 1972, cuando las lluvias aparecieron durante el último trimestre del año como una consecuencia del fenómeno "El Niño". Para Noviembre de 1982, las lluvias se habían generalizado y alcanzaban valores significativos, en todas la costa nacional, a tal punto que para el mes siguiente las precipitaciones eran tan fuertes que comenzaron los desbordes de los ríos e inundaciones de ciudades, poblados y de gran parte de las zonas agrícolas sobre todo de aquellas provincias ubicadas en el centro del litoral ecuatoriano. Decenas de vidas y miles de hectáreas de sembríos de maíz, arroz, caña de azúcar y otros productos se perdían por el temprano invierno y lo abundante de las lluvias, situación que se agravaba aún más por la destrucción de puentes, caminos vecinales y carreteras que componen la red vial de la costa lo que dificultaba las comunicaciones y el normal abastecimiento e intercambio de productos, en fin el impacto y perjuicio social–económico que sufría la nación como causa de las circunstancias climáticas que vivía el litoral ecuatoriano a fines de 1982 tenían características de catástrofe al punto que el gobierno tuvo que declarar el estado de emergencia en todas esas provincias.

¿Era este comportamiento de la climatología costera una consecuencia de un nuevo fenómeno de "El Niño"?

Esta era la pregunta que se hacían los oceanógrafos, pues Klaus Wyrtki de la Universidad de Hawai en su carta circular "El Niño Outlook for 1983" pronosticaba que no ocurriría dicho fenómeno en 1983 y probablemente tampoco en 1984, pues los niveles del mar y el comportamiento de la termoclina en el Pacífico Occidental no manifestaban cambios significativos. Sin embargo Forrest Miller (Southwest Fisheries Center–La Jolla California) en su carta de temperatura superficial del mar de Octubre de 1982, sugería la posibilidad de la ocurrencia del fenómeno. Por su parte el Dr. Donald Hansen de la NOAA (comunicación personal) informaba que una sección de temperatura realizada por el R/V "Researcher" a principios de Noviembre de 1982, a lo largo del meridiano 85°W y entre los paralelos 10°S y 4°N presentaba características propias del fenómeno. El 18 de ese mismo mes un grupo científico del Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR), zarpaba en un crucero a bordo del BAE "ORION" y al cabo de 10 días de investigación comprobaban que las condiciones oceanográficas del mar ecuatoriano eran muy semejantes a aquellas observadas durante los años de ocurrencia del fenómeno, como por ejemplo en 1972–73 y 1976. El Frente Ecuatorial estaba desplazado muy al Sur de su posición normal, la termoclina se había profundizado considerablemente, alcanzando las isotermas de 25°C y 15°C los 50 m. y 220 m., respectivamente; las altas temperaturas superficiales del mar producían anomalías positivas de 2°C en la costa norte y de hasta 4°C en el Golfo de Guayaquil y las salinidades presentaban valores relativamente bajos en superficie, además durante este crucero la deriva del buque fue de norte a sur, todo lo cual sugería que al menos las aguas comprendidas entre la costa y Galápagos provenían de la cuenca de Panamá. Durante los meses de Enero y Febrero de 1983 el mismo grupo científico realizó una nueva campaña oceanográfica, observando que para la primera quincena de Enero de 1983 las condiciones oceanográficas del mar ecuatoriano se habían agravado con respecto a aquellas observadas dos meses atrás, pues la isoterma de 25°C se había profundizado entre los 70 y 100 m., midiéndose en la superficie temperaturas de hasta 29.5°C.

Sin embargo dos semanas más tarde se presentaban los primeros signos de cambios, con una tendencia de las isotermas de 25°C y 15°C a elevarse, a pesar de que las temperaturas superficiales permanecían tan altas como a comienzos de mes. En Febrero la situación oceanográfica era invariable y las consecuencias de ello sobre los recursos vivos y el clima costero eran alarmantes. La biomasa del fitoplancton evidenciaba cambios drásticos, encontrándose una disminución de las diatomeas y una abundante y amplia distribución de los dinoflagelados oceánicos de aguas cálidas, más aún la distribución y abundancia de huevos y larvas de peces pelágicos eran inferiores a los observados en 1981, existiendo valores muy bajos sobre todo de macarela, sardina del sur y sardina redonda. Paralelamente a esta situación de los recursos vivos, las precipitaciones arreciaban en todo el litoral obteniéndose valores records en muchas localidades, por ejemplo en Salinas en Enero y Febrero se obtuvo una precipitación total de 589,4 mm. contra un valor normal para la suma de esos dos meses de 48,7 mm.

El Grupo de Trabajo No. 55 del SCOR (Comité Científico para Investigaciones Oceánicas) ha definido a "El Niño" como una afluencia de aguas cálidas hacia las costas de Ecuador y Perú que pueden avanzar tan al sur como los 12°S y que poseen anomalías positivas de temperatura de por lo menos una desviación estandar, permaneciendo esta anomalía no menos de cuatro meses. Para Febrero de 1983, las aguas de la costa sudamericana habían alcanzado y aún superado las condiciones establecidas dentro de la definición del fenómeno, es así que en las Reuniones del Comité Científico del ERFEN y del Grupo Mixto de Trabajo COI/CPPS llevadas a cabo en Cali–Colombia del 16–19 y del 21 al 25 de Febrero, 1983, se reconoció que las costas de Sudamérica sufrían las consecuencias de un nuevo fenómeno de "El Niño".

EL NIÑO 1982–1983. SU FORMACION

El presente fenómeno sobrevino en forma sorpresiva, ya que no fue precedido por ninguno de las cuatro fases establecidas para su formación como lo menciona Klaus Wyrtki en su carta circular "El Niño Outlook for 1983", esto es de 18 meses de vientos alisios con fuerza superior a lo normal, fuerte Afloramiento Ecuatorial, elevación del nivel del mar y profundización de la termoclina en el Pacífico Occidental. Según el Centro de Análisis Climático (CAC) de los Estados Unidos, El Niño 1982–83 se presentó a consecuencia de las fluctuaciones climáticas relacionadas con la Oscilación Sur (OS), la cual se describe en términos de la diferencia entre las anomalías de la presión superficial entre Darwin–Australia y Tahiti en el Pacífico Central. La presión para estas dos estaciones (Fig. 1), mostraba que la Oscilación Sur a partir de Abril–Mayo de 1982, entraba en una fase negativa, lo que significa que las anomalías de presión en Darwin eran positivas y en Tahiti negativas.

Las altas presiones en Darwin trajeron como consecuencia una alarmante sequía sobre la región Indo–Australiana y una reducción de las precipitaciones (valores bajo lo normal) para los meses de Junio, Julio y Agosto sobre una considerable área de Indonesia. Así mismo al Sureste de Australia se produjeron sequías que se agravaron por las altas temperaturas, especialmente durante Agosto. Complementariamente, las bajas presiones de Tahiti provocaron un decaimiento de los vientos alisios y un aumento de las precipitaciones con valores superiores a los normales en el sector del Pacífico Central Ecuatorial.

Asociada a la fluctuación que experimentaba la OS aparecieron anomalías a escala global en el sistema de vientos de bajo nivel, siendo particularmente relevantes las anomalías provocadas por vientos procedentes del oeste que se localizaban cerca de la línea ecuatorial desde Indonesia hasta la línea de fecha (Rasmusson et al 1983) (Figs. 2, 3 y 4). Estas anomalías alcanzaban valores máximos entre 5 y 10 metros s^{-1} al nivel de los 850 mb. (1.455 m.) y todo este sistema avanzó hasta los 160°W en los meses subsiguientes.

Es ampliamente aceptado que en el Pacífico Ecuatorial las oscilaciones de baja frecuencia juegan un rol importante en el transporte de energía, dentro de ellas, las ondas ecuatoriales atrapadas de Kelvin son las responsables de este transporte desde el Pacífico Occidental hacia el Oriental y se ha atribuido a este mecanismo el origen de las situaciones anómalas propias de "El Niño". Un excelente parámetro para detectar la presencia de estas oscilaciones constituyen las variaciones del nivel del mar, sobre esta base Wyrtki (1983) al analizar estos niveles en varias estaciones ubicadas a lo largo del Pacífico Ecuatorial concluye que

las ondas de Kelvin causantes del presente fenómeno se generaron aparentemente en Junio de 1982, como consecuencia del decaimiento de los vientos alisios y por la presencia del sistema de vientos del oeste. Cabe anotar que como resultado de la propagación de las ondas Kelvin los niveles del mar alcanzaron valores anormalmente altos, por ejemplo, para los primeros días de octubre de 1982 en Puerto Ayora (Sta. Cruz–Galápagos) y La Libertad se obtuvo niveles de 18 cm. y 17.3 cm. respectivamente, sobre el nivel medio del mar calculado para esos puertos.

Vale la pena señalar que en el presente fenómeno el incremento de temperatura superficial es de Oeste a Este, mientras que en aquellos de 1972–73 y 1976 fue lo contrario. En definitiva, la formación del presente fenómeno respondió a una interacción océano–atmósfera de gran escala que no siguió el patrón de formación que tuvieron los fenómenos 1972–73 y 1976.

SU DESARROLLO

Para Octubre de 1982, el índice de la Oscilación Sur continuaba bajando y las grandes anomalías de los vientos del Oeste seguían extendiéndose hacia el Este, sobrepasando incluso la línea de fecha (Fig. 5). Paralelamente a las altas precipitaciones que se registraban en el Pacífico Central, el área de anomalías positivas de temperatura superficial crecía tomando dimensiones apreciables al punto de existir una ancha banda a lo largo del Pacífico Ecuatorial ubicada entre los meridianos 95°W y 140°W con anomalías en exceso de 3°C (Fig. 6).

La rápida invasión de aguas cálidas a la costa del Ecuador motivó la eliminación de la inversión estable de la atmósfera provocada por la corriente fría de Humboldt, apareciendo por consiguiente las primeras lluvias en el litoral ecuatoriano. Posteriormente (Noviembre de 1982) existiría el desplazamiento hacia el Sur de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) con lo que se aumentó la inestabilidad en la baja atmósfera y determinó el incremento de las lluvias. En Guayaquil, las precipitaciones fueron de 108 mm. y 182.1 mm. para Noviembre y Diciembre de 1982 respectivamente, y de 617.5 mm. 304.6 mm., 779.6 mm. 645.1 mm., 622.1 mm., 583.2 mm., 320.1 mm., para los meses de Enero a Julio de 1983 respectivamente. Todos estos valores excedían enormemente a las medias multianuales para esos meses.

Durante Noviembre y Diciembre de 1982, las anomalías positivas de temperatura superficial (Figs. 7-8) eran más pronunciadas en el sector ecuatorial del Pacífico Oriental, extendiéndose desde los 80°W hasta los 140°W, lo cual vino acompañado de una notable profundización de la termoclina y una elevación apreciable del nivel del mar. Hasta los primeros días de Enero de 1983 la situación permaneció invariable, sin embargo, días más tarde el nivel del mar empezaban a descender, las corrientes superficiales entre Galápagos y la Costa se desplazaban hacia el Oeste con fuerza de hasta 2 nudos y las isotermas de 25°C y 15°C se elevan en un rango de 20 m. y 50 m. respectivamente, a pesar de que las temperaturas superficiales se mantenían invariables. Este comportamiento podría tomarse como el primer signo de cambio, indicando que "El Niño" 1982–83 había llegado a su máxima intensidad, aunque en los meses siguientes luego de un ligero debilitamiento en Febrero, el fenómeno volvía a intensificarse, mostrando solo en Julio y Agosto signos de debilitamiento definitivo.

SUS MANIFESTACIONES EN AGUAS ECUATORIANAS

Mirando las isotermas superficiales de Agosto de 1982 (Fig. 9) el Frente Ecuatorial se encontraba bien definido, con una orientación este–oeste y con la isoterma de 25°C ubicada alrededor de los 0° de latitud. Hacia el S.E. las temperaturas desminuían drásticamente, encontrándose valores de hasta 20°C, a la altura del Golfo de Guayaquil, influenciada por el flujo costero que aún mantenía la Corriente de Humboldt. Las salinidades y temperaturas superficiales (Fig. 10) caracterizaban al frente termohalino para esta época manteniéndose las aguas de baja salinidad hacia el Norte de Manta, y hacia el Sur las más salinas provenientes de la Corriente de Humboldt.

La situación descrita parecía que se ajustaba a una condición típica para la época, sin embargo miran-

do las temperaturas (Fig. 11) y salinidades (Fig. 12) superficiales para Septiembre de 1974 año considerado como típico, el Frente Ecuatorial presentaba una orientación SE–NW, la isoterma de 20°C estaba muy alejada de la costa y la de 23°C se encontraba alrededor de los 0° de latitud, estas características estaban naturalmente relacionadas a una circulación anticilónica más activa, lo que determinaba que la Corriente de Humboldt fuese más intensa. Contrariamente el Frente Ecuatorial en Agosto de 1982, se manifestó con una orientación Este–Oeste evidenciándose su giro anticlónico más débil y próximo a la costa. Es decir, que este mes, existía la tendencia de las aguas de la cuenca de Panamá a desplazarse hacia el Sur y la termoclina a profundizarse, llegando la isoterma de 15°C hasta los 130 m. (Fig. 13) mientras que en Septiembre de 1974 esta se mantuvo entre los 50 m. y 75 m (Fig. 14). Las altas salinidades que presenta la sección del meridiano 82° 30'W (Fig. 15) se atribuyen a una intensificación de la Subcorriente Ecuatorial. Las condiciones oceanográficas de las aguas ecuatorianas para Agosto de 1982, no solo respondían al desplazamiento norte–sur del Frente Ecuatorial sino también a un posible incremento en el transporte y velocidad de la Subcorriente Ecuatorial.

Para Noviembre de 1982 el Frente Ecuatorial esta ausente de las aguas ecuatorianas (Figs. 16 y 17) y de acuerdo con la información proporcionada por el Dr. Donald Hansen, este se encontraba ubicado aproximadamente en los 10°S. La termoclina se había profundizado considerablemente de manera que la isoterma de los 15°C alcanzaba los 220 m. (Fig. 18), la capa de mezcla era del orden de los 30 m. y 40 m. La temperatura superficial oscila entre los 25°C y 27.5°C produciendo anomalías de 2°C y 4°C en la costa Norte y Sur respectivamente. Finalmente existía un núcleo de alta salinidad (Fig. 19) muy marcado alrededor de los 120 m. de profundidad debido a un apreciable transporte de la Subcorriente, pues para Octubre de 1982, Hayes & Mangun (1983), estimaron que el mismo era de 18 Sverdrups.

Dos meses más tarde las aguas ecuatorianas mostraban un mayor calentamiento comparado con Noviembre de 1982. Las temperaturas superficiales oscilaban entre los 27.5°C y 29.5°C y en ciertos casos llegaban hasta los 30°C. La isoterma de 25°C se había profundizado notoriamente alcanzando niveles que fluctuaban entre los 70 m. y 100 m. (Figs. 20 y 21), mientras que la isoterma de los 15°C se mantenían en los 220 m; sin embargo a fines de Enero de 1983, aparecía el primer signo de cambio al notarse un ascenso de las isotermas de 15°C y 25°C en el orden de los 50 m. y 20 m. respectivamente. El descenso y ascenso de las isotermas respondían al desplazamiento de la onda interna de Kelvin que había sido generada en el Pacífico Occidental tanto por el decaimiento de los Alisios como por la acción de los vientos occidentales y bien vale la pena examinar en este punto la forma como respondió el nivel del mar en la costa ecuatoriana frente a dicha onda.

La información del mareógrafo de La Libertad (02° 12'S y 080° 55'W), muestra que el nivel del mar (Fig. 22) varió poco de Enero a Agosto de 1982, concordando de esta manera con el comportamiento de otras estaciones mareográficas ubicadas en el Pacífico Ecuatorial, pero en los primeros días de Octubre de 1982 el nivel del mar comienza a elevarse drásticamente alcanzando el día 6 de Octubre un valor de 19 cm. sobre el nivel medio, posteriormente existen decrementos e incrementos pero nunca son inferiores a los 15 cm. En Enero 5 de 1983 el nivel del mar alcanzó su máximo valor con 47 cm. sobre el nivel medio; lo que podría estar asociado con el arribo de la cresta de onda Kelvin a la costa ecuatoriana. De esta fecha en adelante se nota un paulatino descenso del nivel, teniendo otro pico significativo el 3 de Febrero, talvez como consecuencia de las fuertes marejadas que se sintieron en esos días en toda la costa sudamericana, resultante del mal tiempo predominante en un centro de baja presión ubicada frente a las costas de California. Para mediados de Febrero de 1983 el nivel se mantiene en el orden de los 10 y 20 cm. decreciendo hasta el 6 de Marzo (5 cm); y es a partir de esta fecha que vuelve a elevarse, siendo esta elevación más drástica a partir del 20 de Marzo, manteniéndose alta hasta fines de mes; posteriormente en Abril y Mayo alcanzó valores un tanto similares a aquellas de Enero y no es sino hasta Junio que experimenta un rápido descenso; todo esto como consecuencia de que la costa recibía otra onda de baja frecuencia generada en el Pacífico Occidental. Para Agosto, el nivel del mar registra por primera vez después de 10 meses, valores negativos y vuelve a ascender en la primera semana de Septiembre como consecuencia de una invasión de aguas de 26°C entre la costa y el meridiano 84°W que inundó inclusive el Golfo de Guayaquil, días más tarde el nivel del mar vuelve a ser negativo, manteniendo esta característica hasta fines de año.

Es importante comentar sobre el comportamiento de las corrientes superficiales en el Pacífico Ecuatorial Tropical durante los ascensos y descensos del nivel del mar. Durante los ascensos, es decir, entre Octubre–Diciembre de 1982 y Marzo–Mayo de 1983, las corrientes siempre se orientaron hacia el Este, mientras que durante los descensos, es decir, entre Enero–Febrero y Junio–Agosto, las corrientes siempre se desplazaron al Oeste. Esto se obtuvo en base a las derivas del BAE "Orión" (Figs. 23 y 24) en sus cruceros de Noviembre y Enero, y en base al comportamiento de varias boyas a la deriva ubicadas en el sector por la NOAA (Dr. Hansen, comunicación personal). Consecuente con la dirección de las corrientes al Oeste se observa en la (Fig. 25), la tendencia a ascender de las isotermas subsuperficiales.

Si entre Enero y Febrero de 1983, el fenómeno había experimentado signos de debilitamiento, al menos en los niveles subsuperficiales, no es sino hasta Junio, que se manifiestan signos más definitivos, pues la acción de las corrientes superficiales desplazaban rápidamente a las aguas cálidas hacia el occidente, de manera que, para la segunda semana de Julio se registraban afloramientos de aguas subsuperficiales en el Golfo de Guayaquil y al Oeste de las Galápagos, midiéndose temperaturas superficiales del orden de los 19°C y altos valores de nutrientes, a su vez se notaba una tendencia de la termoclina a ascender; pues la isoterma de 15°C se ubicaba entre los 180 y 150 mts. de profundidad.

Tan pronto como las temperaturas superficiales disminuían, los índices de precipitación en la costa nacional decrecían sustancialmente. En Guayaquil por ejemplo, del total de 320.1 mm. que llovió en Julio de 1983, solamente 50 mm. se registraron en la segunda quincena de este mes, como consecuencia no sólo de las bajas temperaturas superficiales del agua, sino también del desplazamiento hacia el Norte del sistema de baja presión que se había mantenido sobre la costa alrededor de 10 meses, situación que se aprecia en el registro de presiones de Salinas (Fig. 26).

Para Agosto de 1983, el flujo de ambas corrientes superficiales continuaba activo, la termoclina seguía ascendiendo y el clima costero experimentaba las características de la estación seca; sin embargo, para la segunda semana de Septiembre se produce una invasión de aguas de 26°C desde la costa hasta el Meridiano 84°W que inunda el Golfo de Guayaquil (Fig. 27), cesando el afloramiento, esta situación produce nuevas precipitaciones a la costa, aunque no realmente intensas y con unos pocos días de duración, pues en corto tiempo la corriente de Humboldt se encargó de desplazar dichas aguas hacia el occidente, reestableciéndose el afloramiento. Para Noviembre el mar ecuatoriano presentaba condiciones típicas para la temporada, pues la termoclina ocupaba los niveles normales, el flujo de las corrientes superficiales era muy definido y las temperaturas superficiales mostraban las áreas de afloramiento en el Golfo y al Oeste de las Galápagos, es decir, que para este mes el fenómeno había concluído al menos en el área marítima comprendida entre el Archipiélago y la costa.

EFECTOS EN EL CLIMA DE LA COSTA ECUATORIANA

Moreano (1983), analizó el rol que el océano juega en el control del clima de la costa ecuatoriana, de manera que la invasión de aguas cálidas de que era objeto la costa ecuatoriana, tuvo indudablemente efectos casi inmediatos sobre el clima del litoral, al punto que para Septiembre de 1982, Salinas experimentaba una temperatura media del aire superior en 0.9°C a la media multianual para ese mes, para Octubre y Noviembre las anomalías ascendían a 2.6°C y 3.9°C respectivamente (Fig. 28) observándose un comportamiento similar en todo el litoral. Este aumento de la temperatura del aire como resultado del calentamiento del océano, produjo que la inversión estable propia de la estación seca, desaparezca, lo que trajo consigo una inestabilidad en la baja atmósfera y consecuentemente las primeras lluvias aparecieron en varios sitios de la costa a mediados de Octubre; sin embargo los valores aún no era significativos pues la ZCIT se mantenían en su posición norte, semanas más tarde comenzaría a desplazarse hacia el sur, llegando en Enero a ubicarse prácticamente sobre la línea ecuatorial. Esta situación asociada a las altas temperaturas del mar motivó un continuo aumento de las precipitaciones y así lo demuestran las isoyectas para Noviembre, Diciembre de 1982 y Enero de 1983 (Figs. 29, 30, 31), a la par la frecuencia e intensidad de los vientos S–SW decrecían, aumentando en cambio los períodos de calma y las frecuencias de vientos del norte. Así mismo la humedad relativa alcanzaban valores más altos.

La situación climática se mantuvo invariable durante los meses siguientes a pesar de que la condición oceanográfica experimentaba cambios significativos desde los niveles subsuperficiales, la ZCIT se mantenía en su posición sur y las temperaturas superficiales del mar continuaban siendo altas.

Durante el presente fenómeno se han experimentado notables y drásticos efectos en las condiciones océano–atmósfera sobre todo en las precipitaciones, que en un alto porcentaje se presentaron en forma de chubascos y tempestades respondiendo a una intensa actividad convectiva en la atmósfera. En Guayaquil por ejemplo se registraron 147.9 mm. en 24 horas (Marzo 24/83) lo que constituye un récord para el año, el récord multianual aún lo mantienen el año 1973 con un total de 204.7 mm. para un solo día (Enero 9/73). En cuanto al total mensual, el mes de Marzo de 1983 registró 779.6 mm. valor que supera los 701.3 mm. de Enero de 1973 constituyéndose en el récord mensual multianual. En cuanto al total entre el período Noviembre–Julio, el año 1982–83 ha registrado un total de 4.162.2 mm. siendo este valor también un récord pues el anterior era de 1.808.4 mm. en igual período en los años 1972–73. Un comportamiento similar se observa en la mayoría de ciudades y poblaciones de la costa, (Fig. 32) lo que lleva a la conclusión de que la presente estación invernal es la más fuerte de los últimos 35 años. Período en el cual se mantienen registros en el INOCAR. La tabla I, resume las precipitaciones registradas en la red de estaciones meteorológicas que mantiene el INOCAR en la costa y en la región insular.

EFECTOS EN LA BIOTA MARINA

Los elementos nutritivos (Nitrato, Nitrito y Fosfatos) sufren una notable reducción de sus valores durante la ocurrencia de "El Niño", así para Noviembre de 1982 estos valores habían experimentado reducciones entre 60o/o y 90o/o de sus valores típicos para aguas ecuatorianas, siendo esta reducción superior a la registrada durante "El Niño" de 1976. La distribución vertical de los nutrientes presenta una capa superficial donde se localizan las bajas concentraciones, la misma que en años normales es bastante delgada de aproximadamente 25 m. de espesor, pero durante "El Niño" de 1976 se incrementó hasta los 45 m. de profundidad y en Noviembre de 1982 ésta había descendido hasta los 70 m. A continuación se ubica una capa de transición la cual se había profundizado entre los 70 m. y 150 m., aproximadamente el doble de lo observado durante "El Niño" de 1976 asociada con el hundimiento de la termoclina, lo cual debió repercutir negativamente en la distribución y composición de la biomasa fitoplanctónica.

Si bien en la mayor parte del año 1982 las condiciones biológicas del océano no habían presentado mayores cambios, es a partir de Noviembre que se observan valores bajos de clorofila en el Golfo de Guayaquil, incrementándose hacia el océano abierto. Para Enero las concentraciones eran del orden de 0.1 mg/m^3 en el Golfo y entre Cabo Pasado y la Puntilla de Santa Elena. Las bajas concentraciones se mantenían en la columna de agua hasta los 50 m. de profundidad en la que se registraba un ligero incremento de 0.3 mg/m^3 en toda el área investigada. Complementariamente a las bajas concentraciones de clorofila, el fitoplancton presentaba cambios importantes en su composición, predominando los dinoflagelados en relación a la población de diatomeas, las que son normalmente abundantes en la costa sur del Ecuador (Jiménez, 1983).

Se encontraron en forma masiva los dinoflagelados *Pyrophacus horologium* y *Blepharocystas splendor-maris* especies que también estuvieron presentes durante los fenómenos de 1972–73 y 1976, así mismo eran muy abundantes las especies de *Ceratium* típicas de aguas cálidas.

En relación con el ictioplancton, los desoves de sardinas *(Sardinops sagax)*, macarela *(Scomber japonicus)* y Sardinas Redonda *(Etrumeus teres)*, en Diciembre de 1982 y Enero de 1983 fueron de diferente intensidad, encontrándose que el desove de sardina fue escaso en ambos meses igualmente que el de macarela y sardina redonda, pero en Enero estuvo totalmente ausente.

Este comportamiento sugiere que la reproducción de todas estas especies estuvo limitado por las condiciones ambientales determinadas por "El Niño", debiéndose anotar que en condiciones ambientales normales el ciclo de los desoves regulares alcanzan su valor máximo en Febrero, sin embargo en el caso actual dichos desoves estaban ausentes.

Las capturas de peces pelágicos también fueron afectados por los cambios que se presentaban en el mar ecuatoriano a tal punto que para Julio y Agosto la sardina redonda se concentraba más hacia la costa y hacia el sur, pero para Septiembre y los meses siguientes esta especie desaparece de la costa nacional hecho coincidente con la presencia del fenómeno "El Niño"; circunstancia que obligó a la flota nacional a concentrar las capturas en la única especie disponible, la macarela, que estuvo concentrada en área muy restringuida en el Golfo de Guayaquil, haciéndose más vulnerables y accesibles a la flota. Esta alta concentración pudo haber incidido negativamente tanto en el proceso reproductivo como en la sobrevivencia de huevos y larvas debido a un fuerte canivalismo.

Si la disminución en las pesquerías causaba graves efectos en la industria pesquera ecuatoriana, también lo hacían sobre las colonias de aves en las Islas Galápagos (D. Egred, comunicación personal), pues al estar las Islas invadidas por aguas cálidas –pobres en plancton y peces– las posibilidades de encontrar comida para los píqueros, albatros, fragatas, pingüinos, cormoranes, etc,, eran muy escasas, circunstancias que han incidido sobre su ciclo reproductivo, de manera que dichas colonias sufrieron agudos efectos durante la ocurrencia del fenómeno.

DISCUSION

La información disponible hasta el momento demuestra que el presente fenómeno respondió a un patrón de formación diferente a aquel que había sido característico para los fenómenos anteriores, a tal punto que sobrevino en forma sorpresiva y como una consecuencia de las fluctuaciones climáticas relacionadas con la OS. La onda Kelvin generada en el Pacífico Occidental llegó a la costa ecuatoriana a principios del mes de Octubre/82, provocando una elevación del nivel del mar y un descenso y ascenso de la termoclina. Las temperaturas superficiales de mar aumentaron paulatinamente, manteniéndose de Enero a Julio entre 27.5 y 30°C, las que asociadas al desplazamiento de la ZCIT y a cambios en la comunidad del fitoplancton y a la disminución de huevos y larvas de las especies pelágicas produjeron altos valores de precipitación en toda la costa ecuatoriana y un gran impacto en la industria pesquera nacional respectivamente.

A pesar de la serie de desastres que provocó "El Niño 1982–83", en toda la costa ecuatoriana, talvez el único hecho favorable y que merece la pena destacarlo es que la mayor parte de la información oceanográfica y meteorológica estuvo disponible para su análisis en tiempos realmente cortos, contrariamente a lo sucedido en los fenómenos anteriores, al punto que fue posible redactar un buen número de trabajos antes de que "El Niño 1982–83" concluya, sin embargo su ocurrencia ha creado una serie de interrogantes, fundamentalmente por no seguir el patrón de formación conocido y porque sus efectos sobre el clima costero, sobre las pesquerías y en general sobre la condición socio–económica del país han sido de tal magnitud que han tenido características de catástrofe, y si bien el fenómeno sobrevino como una consecuencia de las fluctuaciones climáticas del OS, en cambio no esta bien entendido porqué causas el índice de presión TAHITI–DARWIN, que se mantuvo dentro de los valores normales a fines de 1981 y comienzos de 1982, descendió a valores negativos considerablemente bajos en los meses subsiguientes, lo que trajo como consecuencia la disminución de los vientos alisios y la generación de las ondas Kelvin. Esto conduce a preguntar por ejemplo ¿El descenso del índice TAHITI–DARWIN obedeció a un cambio en el patrón de circulación de la atmósfera sobre todo el océano Pacífico o a escala global? si es así ¿Hasta que punto están relacionados estos cambios con las actividades del hombre (Incremento del CO2 en la atmósfera) o con situaciones naturales como por ejemplo las variaciones de energía del sol o la presencia de una considerable cantidad de cenizas volcánicas inyectadas últimamente a la atmósfera por los volcanes Sta. Elena y El Chichón?. Sobre este punto bien vale la pena referirse a lo que actualmente se conoce en relación con los efectos sobre los cambios climáticos originados por la actividad del hombre y las variaciones del sol.

En el caso del CO2 se ha reafirmado la relación que existe entre el incremento del CO2 en la atmósfera y el "efecto de invernadero", lo que incrementaría la temperatura en la superficie de la tierra en el orden de los 3°C (± 1.5°C) y cambiaría la climatología global, sin embargo, entender la respuesta del clima frente a un cambio específico de CO2 en la atmósfera es muy difícil de lograrlo, mientras no se comprenda

los cambios climáticos como un efecto de las variaciones naturales.

En relación con la variabilidad solar todas las tentativas estadísticas que se han empleado para correlacionar las variaciones solares no han sido suficientemente claras como para establecer las conecciones entre ellas y la respuesta de la atmósfera, en otras palabras, no existe al momento la suficiente evidencia que correlacione la rotación solar o los ciclos de las manchas solares con los patrones de tiempo. De tal manera que es muy difícil al menos por ahora conocer la correlación que hubo entre el descenso del índice TAHITI–DARWIN y la variabilidad solar o con un cambio específico del CO2, sin embargo tampoco se puede negar que aquella existe.

La forma sorpresiva como sobrevino el fenómeno implica que para el futuro se mejoren y se amplien los sistemas de vigilancia y recolección de información meteorológica y oceanográfica a lo largo del Pacífico Tropical, de manera de disponer de evaluaciones contínuas que permitan conocer con anticipación la ocurrencia del fenómeno y en este sentido la implementación de modelos de circulación oceánica y atmosférica será de considerable ayuda para el fin que persigue la comunidad científica Internacional.

En relación a los sistemas de recolección de información, el Ecuador deberá continuar observando dentro de una base trimestral las secciones a lo largo de los meridianos 82° 30'W., 85° 00'W., y 92° 30'W, con perfiles de temperatura, conductividad, de corrientes superficiales y subsuperficiales (importante rol que tiene la corriente de Cronwell en el manejo de la termoclina en el mar nacional) empleando si es posible los sistemas pegasos que podrían ser provistos por NOAA.

El lanzamiento de XBT desde la motonave Bucanero en la ruta Guayaquil–Galápagos, iniciado en Mayo de 1983 demostró ser de considerable utilidad, a un costo relativamente bajo, gracias a un Convenio entre los Gobiernos del Ecuador y Estados Unidos, con la participación de INOCAR y NOAA respectivamente, por lo que es importante que el mismo se mantenga y aún se amplie a rutas oceánicas más extensas la información proporcionada por estos sensores es de notable contribución para entender mejor los procesos oceanográficos que ocurren en el Pacífico Oriental.

El nivel del mar demostró ser otro de los parámetros claves para el desarrollo y control del último fenómeno, de manera que esta información debe ser obtenida en el futuro inmediato casi en tiempo real, lo cual demanda que por lo menos un mareógrafo en las Islas y otro en la costa (La Libertad), sean capaces de transmitir sus datos vía satélite; igual tratamiento debe darse a la información meteorológica sobre todo a la de la estación de Puerto Baquerizo a la cual es necesario agregarle un equipo de radio sonda. Finalmente el lanzamiento de boyas a la deriva (de propiedad de NOAA) desde Buques nacionales demostró ser de gran ayuda en la determinación de los flujos superficiales de manera que este programa debe mantenerse e intensificarse.

Las actividades de observación y adquisición de datos previsto para el Ecuador estarán integrados a no dudarlo a aquellas de carácter regional y global como lo son los programas, TOGA (Tropical Ocean Global Atmosphere) que se iniciará a partir de un futuro cercano y de EPOCS (Equatorial Pacific Ocean Climate Study) en pleno desarrollo. Solo un trabajo coordinado y armónico de todos los interesados en el pronóstico del fenómeno podrán contribuir a lograr los resultados que se persiguen.

AGRADECIMIENTO

Los autores desean expresar su reconocimiento al Director del Instituto Oceanográfico, al Comandante, Oficiales y Tripulantes del BAE "ORION" por su constante apoyo y colaboración para las investigaciones del Medio Ambiente Marino.

De igual manera deseamos expresar nuestro agradecimiento al Dr. Donald Hansen (NOAA) y al Centro de Análisis Climático de los Estados Unidos por sus oportunas informaciones. A los señores CPFG–EM. Patricio Padilla, M. Sc Jorge Calderón y al Dr. Roberto Jiménez por la revisión crítica del manuscrito y sus atinadas sugerencias; a los señores Ernesto Zavala y Víctor Mesías por la preparación de los gráficos y a la Sra. Alba M. de Seminario y Srta. Brenda Cely, por transformar un manuscrito ilegible en un documento claro y comprensible.

BIBLIOGRAFIA

Cac, 1982a.– Special climate diagnostic bulletin. 20 Septiembre 1982:The Global Climate Fluctuation of June August 1982. Climate Analysis Center. NOAA National Weather Service - Washington, pp. 6.

Cac, 1982b.– Special climate diagnostic bulletin. 10 November 1982: A Mayor Warm Episode in the Eastern Equatorial Pacific Ocean. Climate Analysis Center NOAA National Weather Service - Washington, pp. 6.

Cac, 1983a.– Special climate diagnostic bulletin. 14 February 1983: Ecuatorial Pacific Warm Episode Reaches Mature State. Climate Analysis Center NOAA National Weather Service - Washington, pp. 11.

Eos, 1982.– Transaction. American Geophysical Union. 17 Agosto 1982. Vol. 63, No. 33, 609.

Eos, 1982.– Transaction. American Geophysical Union. 14 Septiembre 1982. Vol. 63, No. 37, 777.

Hayes S.P., and L.J. Manguin, 1983.– Velocity/CTD Measurements at 110° W and 95° W, Octuber - November, 1982. Tropical Ocean - Atmosphere Newsletter 16.

Jiménez R., 1983.– Informe Biológico presentado en la Tercera Reunión del Comité Científico del ERFEN. Febrero de 1983, Cali - Colombia (Manuscrito no publicado).

Moreano H., 1983.– Interacción Océano - Atmósfera sobre la zona costera del Ecuador. Act. Ocean. Pacif. INOCAR, Vol. 2, No. 1, pp. 1 - 11.

Rasmusson E.M., P. Arkin, T. Carpenter, J. Koopman, A. Krueger, R. Reynolds, 1983.– A Warm Episode in the Estern Equatorial Pacific. Ocean. Tropical Ocean – Atmosphere Newsletter 16.

Wyrtki, 1983.– Sea Level in the Ecuatorial Pacific. in 1981. Tropical Ocean – Atmosphere Newsletter 16, pp. 6 - 7.

CIUDADES	PRECIPITACIONES (PTN) MENSUALES PERIODO 1982 – 1983 (milímetros)														P T N TOTAL PERIODO	P T N TOTAL 1983	P T N NORMAL ANUA	P T N MAXIMA MENSUAL	P T N MAXIMA 24 HORAS
	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D					
ESMERALDAS	140.0	82.3	208.2	458.6	339.2	88.9	50.8	268.9	163.4	40.5	68.7	122.1	52.8	31.6	2116.0	1893.7	784.6	458.6 Feb–83	116. Feb–83
MANTA	18.9	62.6	377.4	173.4	163.8	428.5	424.5	177.0	218.6	15.4	20.7	0.0	0.8	22.1	2104.3	2022.5	261.5	428.8 Abr.–83	98. Abr.–83
SALINAS	1.4	60.0	390.2	199.2	298.8	585.9	700.6	544.2	77.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	2860.5	2799.1	198.3	700.6 May.–83	221. May.–83
GUAYAQUIL *	107.9	182.1	617.5	304.6	779.6	645.1	622.1	583.2	320.1	5.1	9.0	0.4	0.0	93.2	4269.9	3979.9	941.8	779.6 Marz.–83	148. May.–83
PUNA	117.0	307.4	564.7	382.5	608.3	394.0	308.3	398.9	591.2	7.6	4.0	0.0	1.0	60.8	3746.3	3321.9	716.0	608.9 Marz.–83	210. Marz.–83
PTO. BOLIVAR	75.9	319.1	516.3	449.8	555.1	759.5	350.4	458.6	214.6	3.9	11.2	12.3	6.5	76.3	3809.5	3414.5	575.2	759.5 Abr.–83	136. Feb.–83
SAN CRISTOBAL (Galápagos)	47.4	551.7	554.5	239.1	456.8	373.6	484.8	611.8	262.1	7.1	4.2	5.5	3.2	10.3	3612.1	3013.0	460.5	611.8 Jun.–83	207. May.–83

* En la estación Guayaquil se obtuvieron precipitaciones con intensidad de 20 mm/10 min. y 70 mm/hora en Mayo, 1983.

TABLA I: Resumen de precipitaciones en las ciudades costeras e insulares durante el período Noviembre, 1982 - Diciembre, 1983. (Fuente: División de Meteorología — INOCAR)

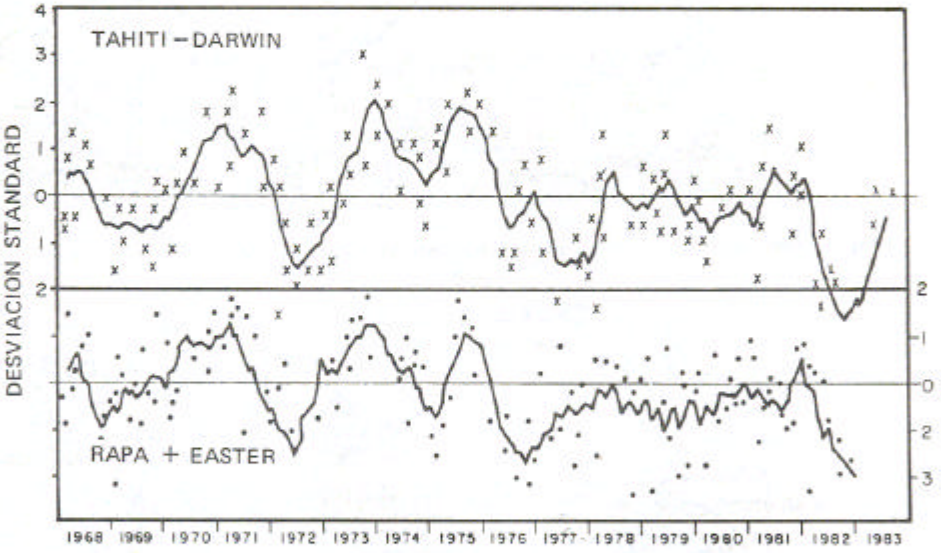


Fig. 1. Indice de Oscilación Sur. Desviación estandar de las diferencias de anomalías de presión superficial. Arriba: Tahití menos Darwin. Abajo: Rapa menos Isla de Pascua. Las "X" y "+" son los valores mensuales individuales. La curva sólida es la media corrida de cinco meses. (Centro de Análisis Climático USA).

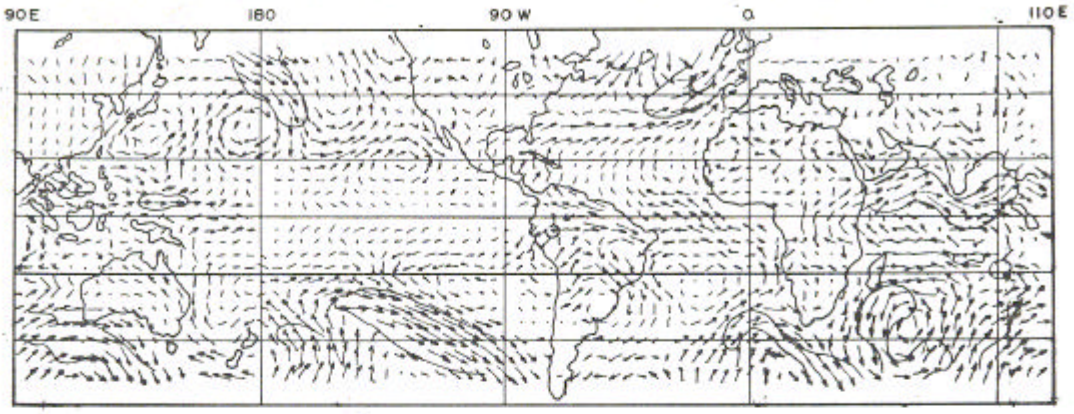


Fig. 2. Anomalías de vientos al nivel de 850 mb. para Junio de 1982. (Centro de Análisis Climát... USA

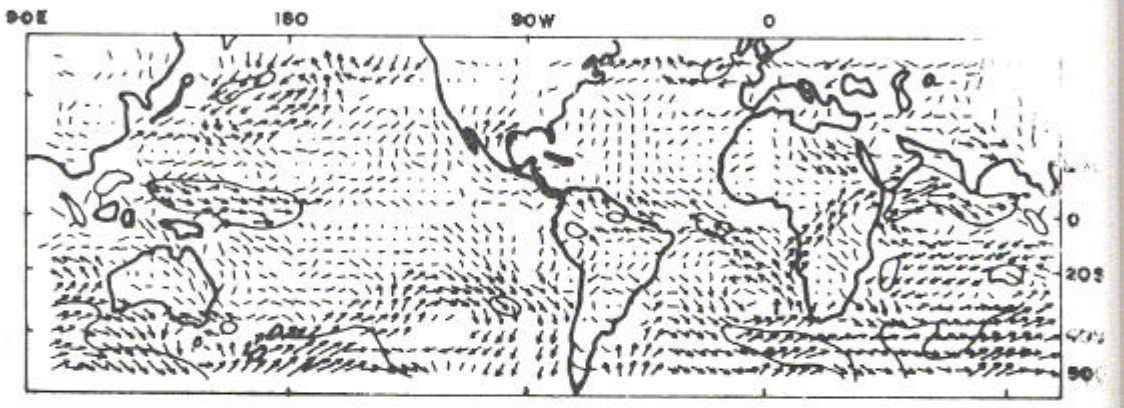


Fig. 3. Anomalías de vientos al nivel de 850 mb. para Julio de 1982. (Centro de Análisis Climático USA)

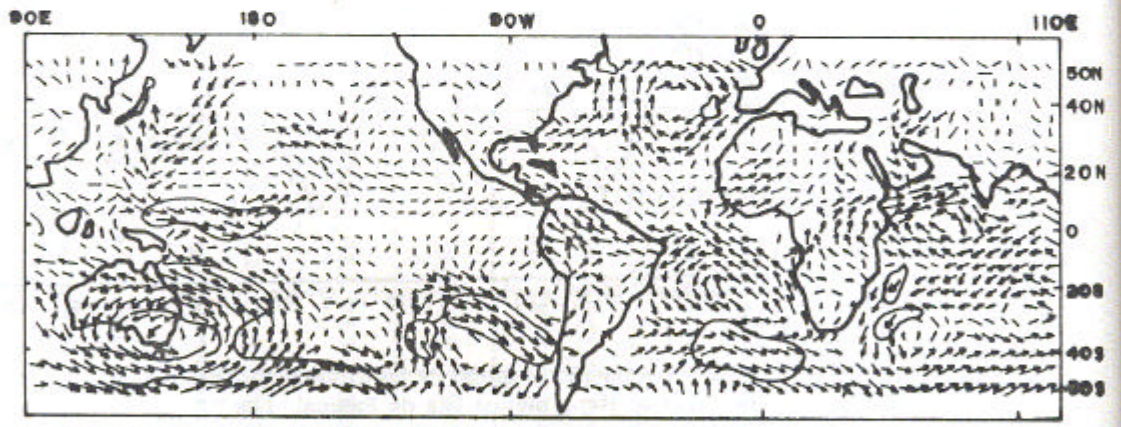


Fig. 4. Anomalías de vientos al nivel de 850 mb. para Agosto de 1982. (Centro de Análisis Climáti

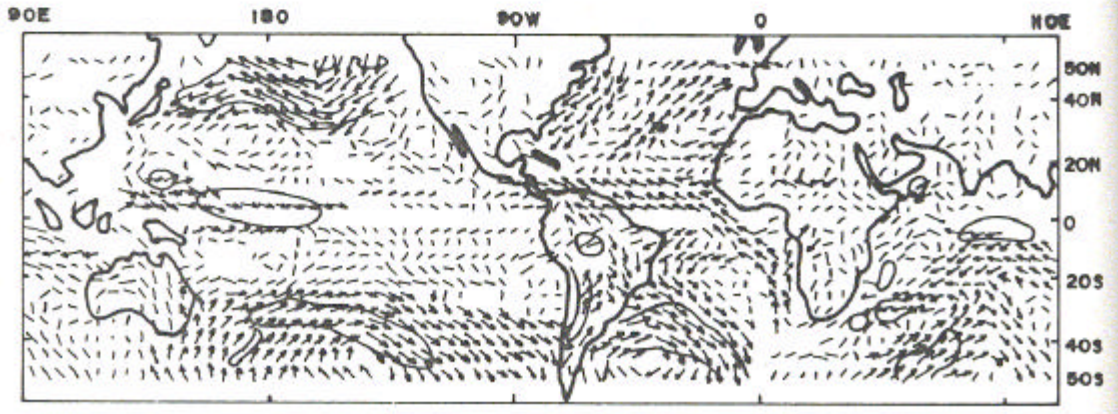


Fig. 5. Anomalías de vientos al nivel de 850 mb. para Octubre de 1982. (Centro de Análisis Climáti

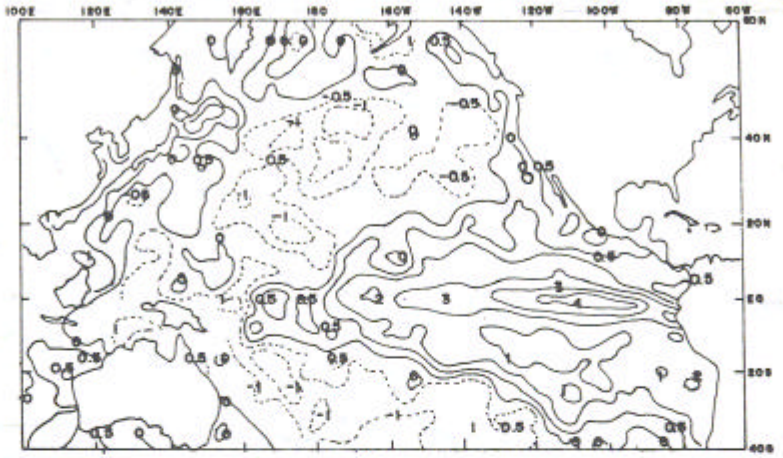


Fig. 6. Anomalías de temperatura superficial del mar para Octubre de 1982. (Centro de Análisis Climático USA).

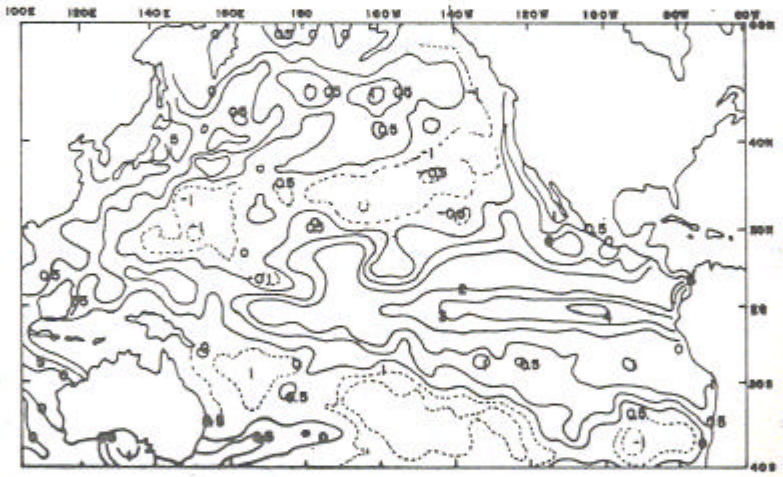


Fig. 7. Anomalías de temperatura superficial del mar para Noviembre de 1982. (Centro de Análisis Climático USA).

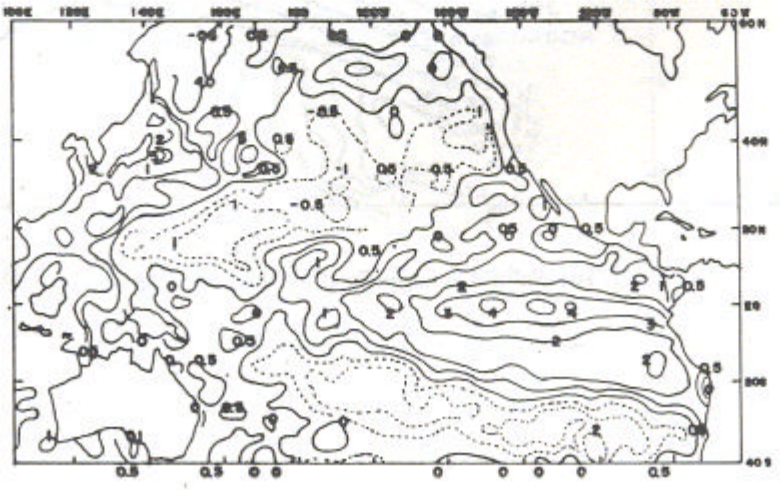


Fig. 8. Anomalías de temperatura superficial del mar para Diciembre de 1982. (Centro de Análisis Climático USA).

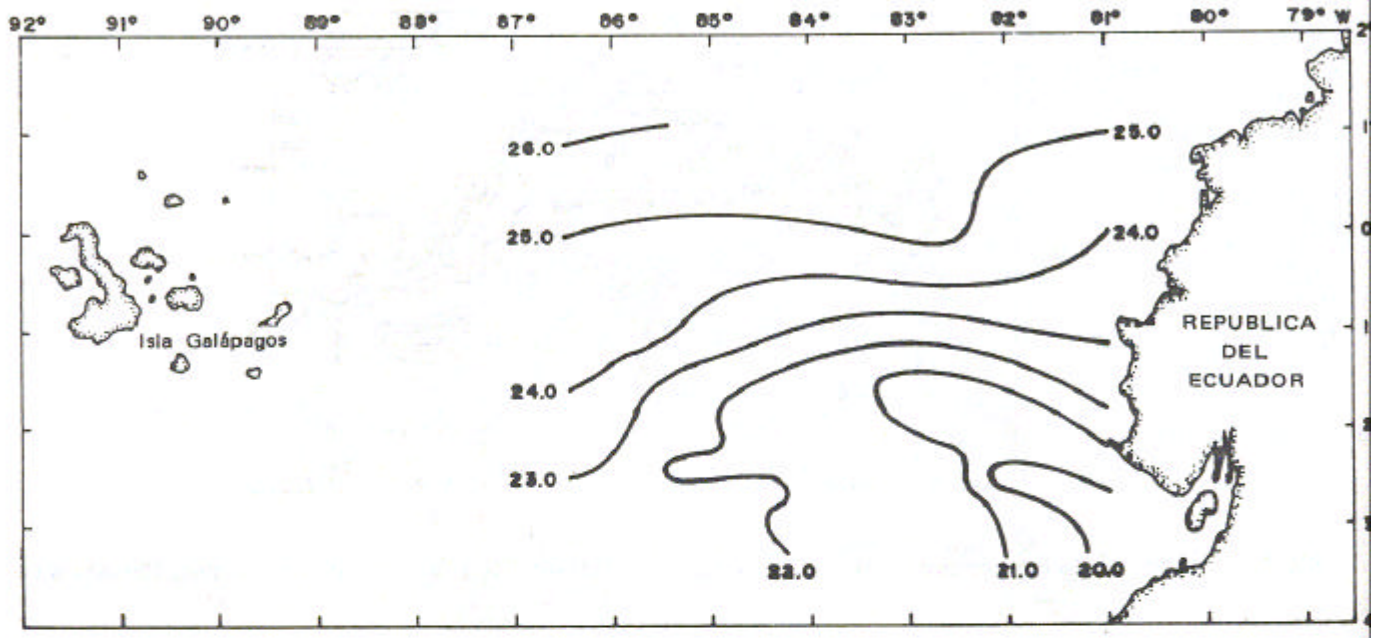


Fig. 9. Temperatura superficial del mar para Agosto de 1982.

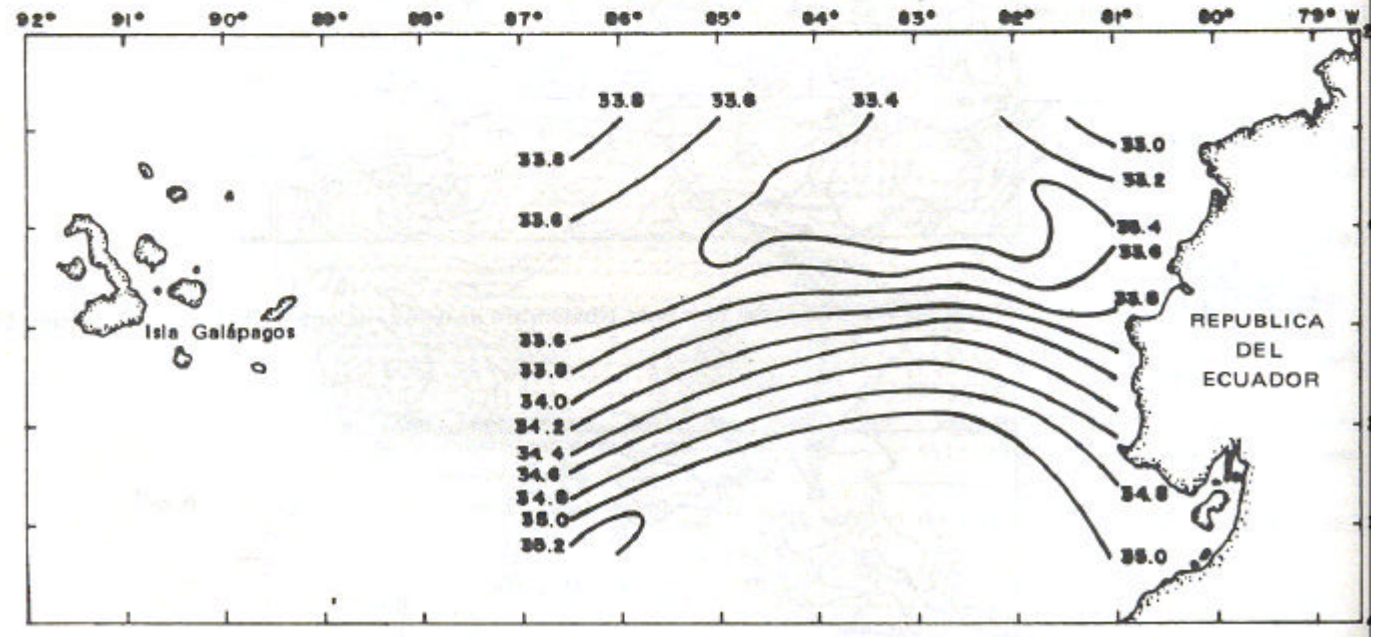


Fig. 10. Salinidad superficial del mar para Agosto de 1982.

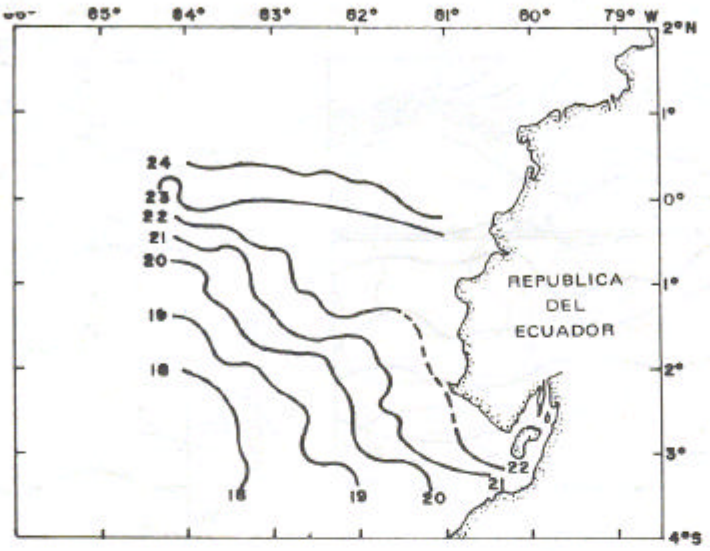


Fig. 11. Temperatura superficial del mar para Septiembre de 1974.

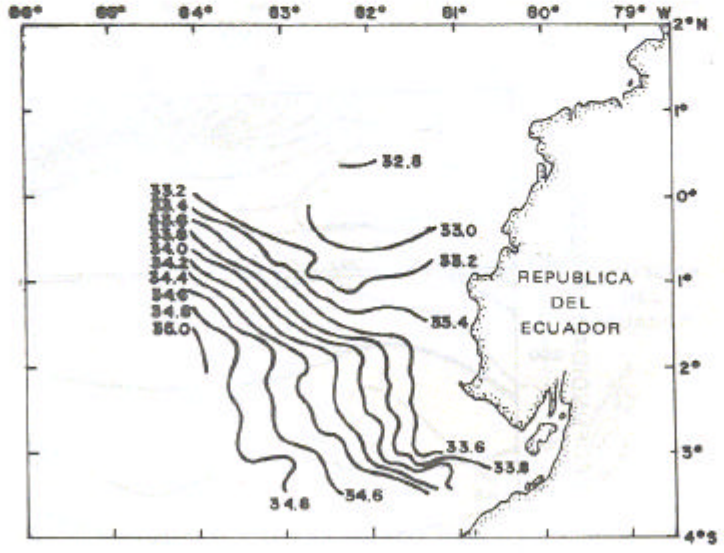


Fig. 12. Salinidad superficial del mar para Septiembre de 1974.

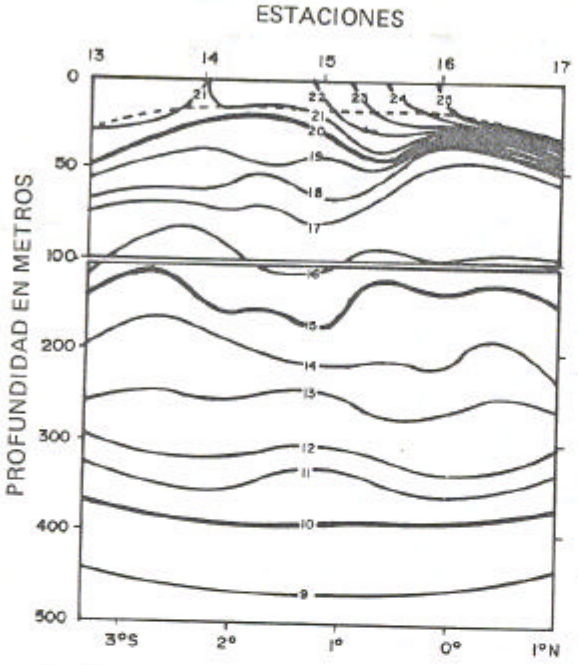


Fig. 13. Sección de temperatura a lo largo del meridiano 82.5°W para Agosto de 1982

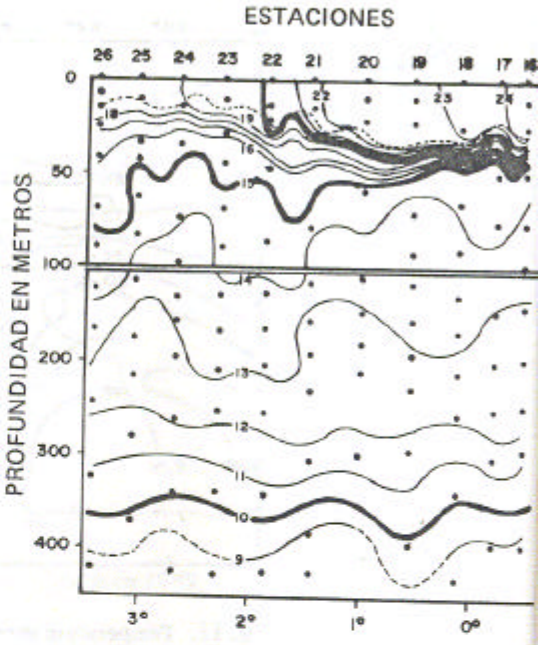


Fig. 14. Sección de temperatura a lo largo del meridiano 82.5°W para Septiembre de 197

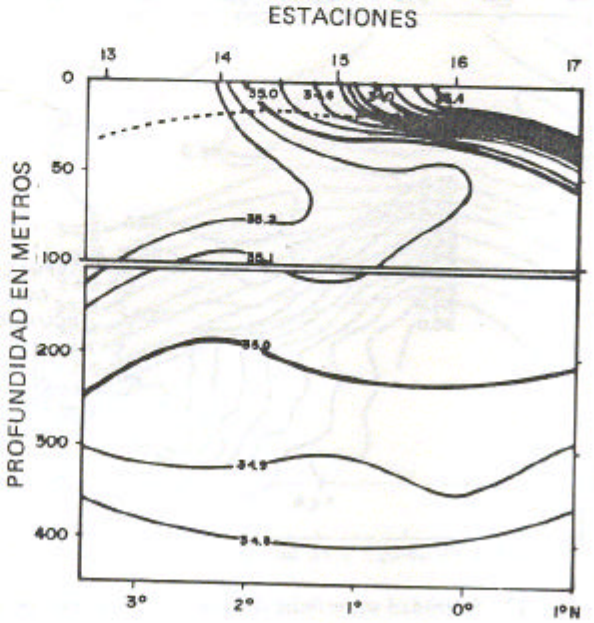


Fig. 15. Sección de salinidad a lo largo del meridiano 82.5°W para Agosto de 1982.

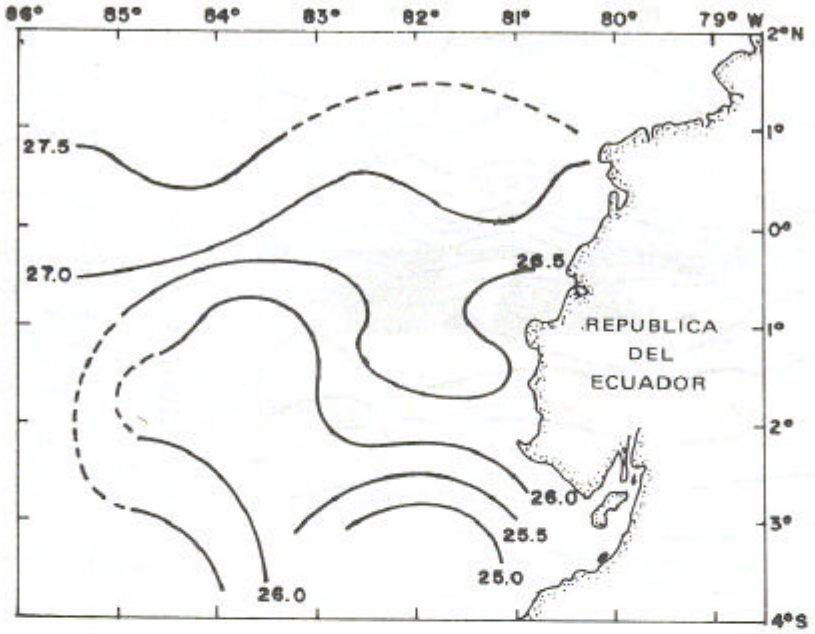


Fig. 16. Temperatura superficial del mar para Noviembre de 1982.

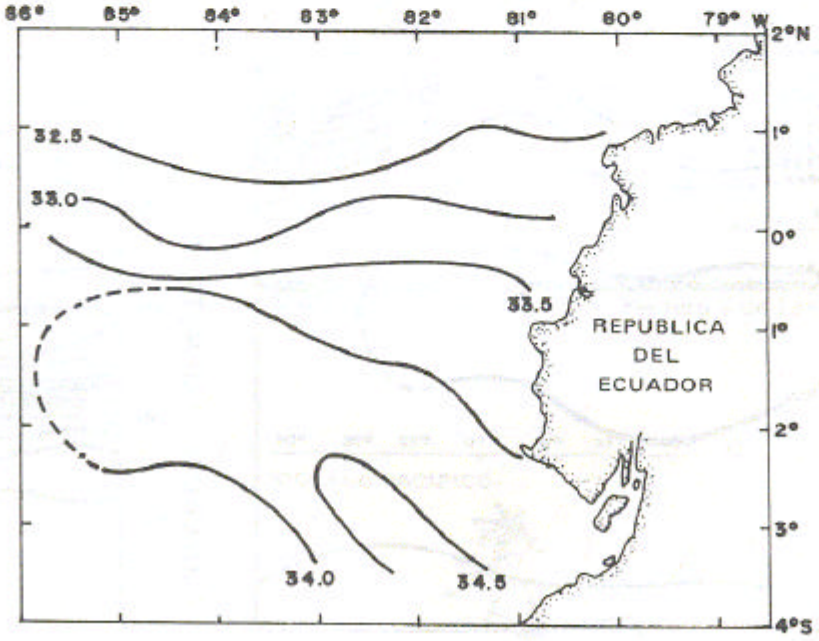


Fig. 17. Salinidad superficial del mar para Noviembre de 1982.

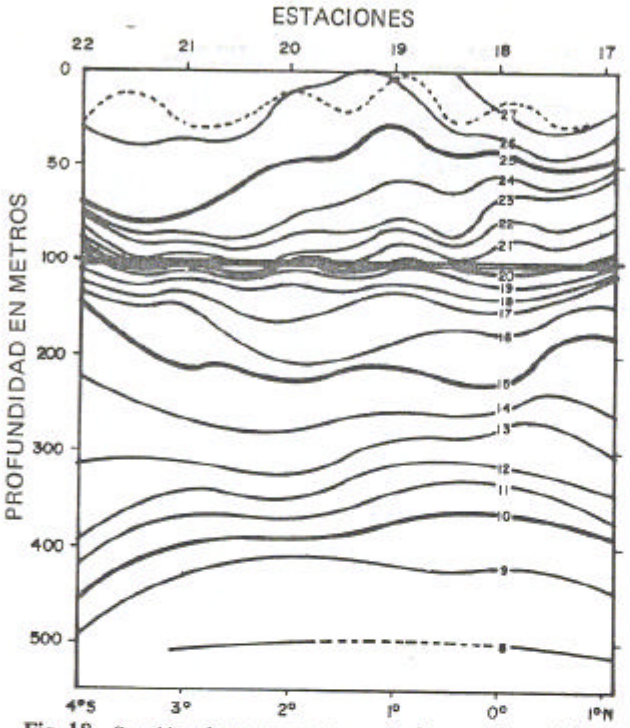


Fig. 18. Sección de temperatura a lo largo del meridiano 85°W para Noviembre de 1982.

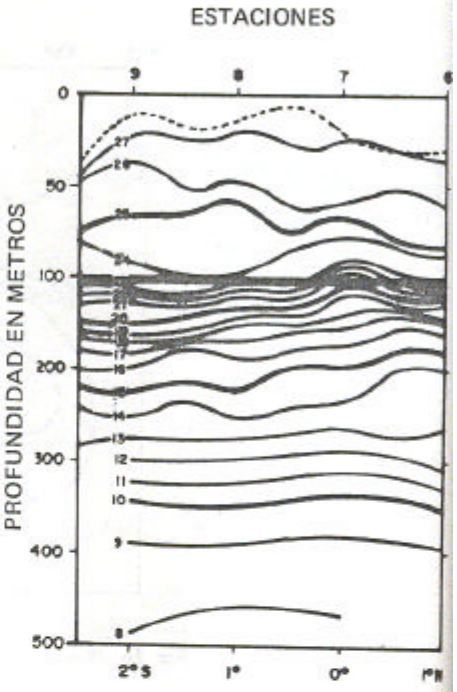


Fig. 20. Sección de temperatura a lo largo del meridiano 85°W para Enero de 1983.

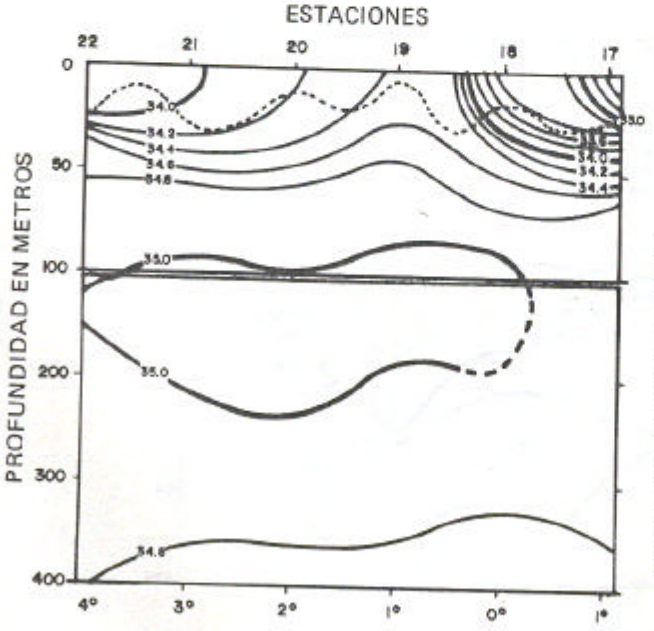


Fig. 19. Sección de salinidad a lo largo del meridiano 85°W Noviembre de 1982.

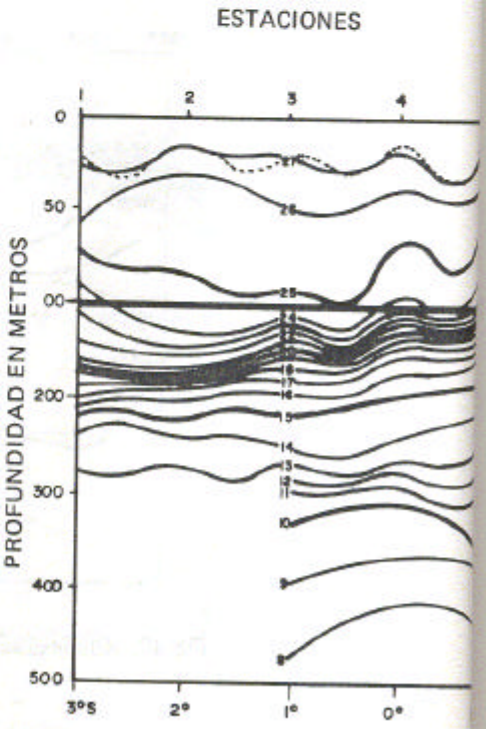


Fig. 21. Sección de temperatura a lo largo meridiano 82.5°W para Enero de 19



Fig. 22. Variación del nivel medio del mar durante los años 1982—1983 en la Estación La Libertad.

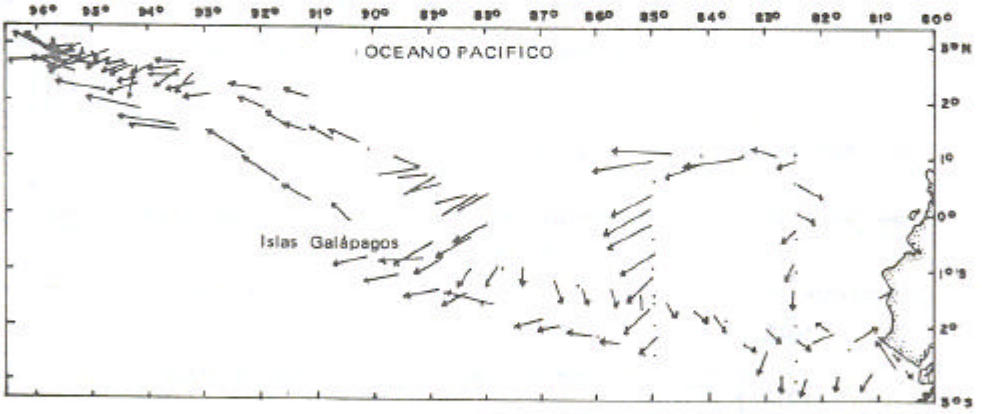


Fig. 23. Deriva del BAE "ORION" durante Enero 14 a Febrero 2 de 1983.

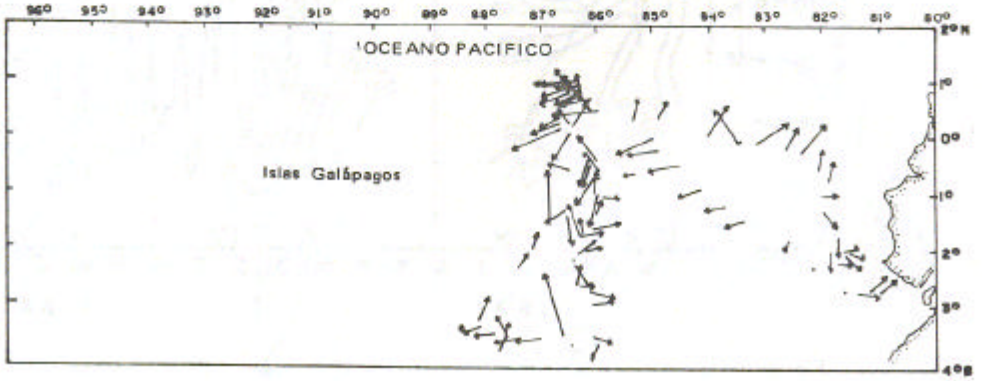


Fig. 24. Deriva del BAE "ORION" durante Febrero 6 al 19 de 1983.

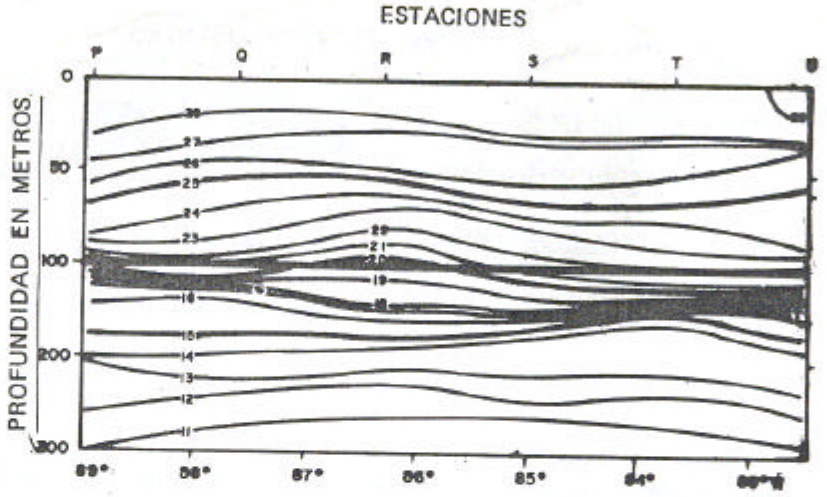


Fig. 25. Sección de temperatura Galápagos—Guayaquil, durante Enero 31 a Febrero 2 de 1983.

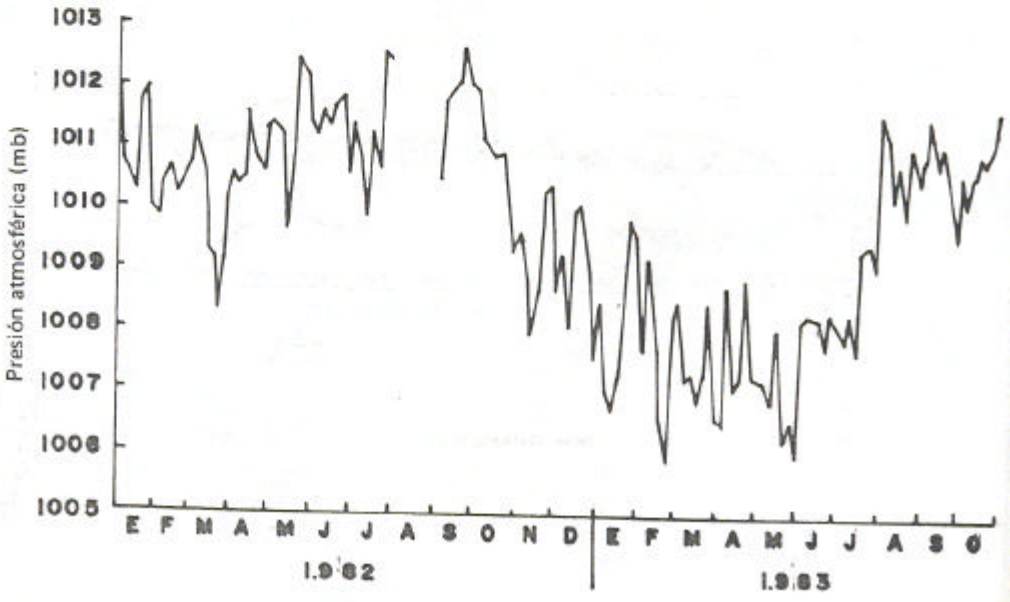


Fig. 26. Variación de la presión atmosférica en Salinas. Los valores han sido promediados para cinco días, obsérvese la considerable disminución de presión entre Octubre y Noviembre de 1982 y el rápido ascenso entre Junio y Julio de 1983.

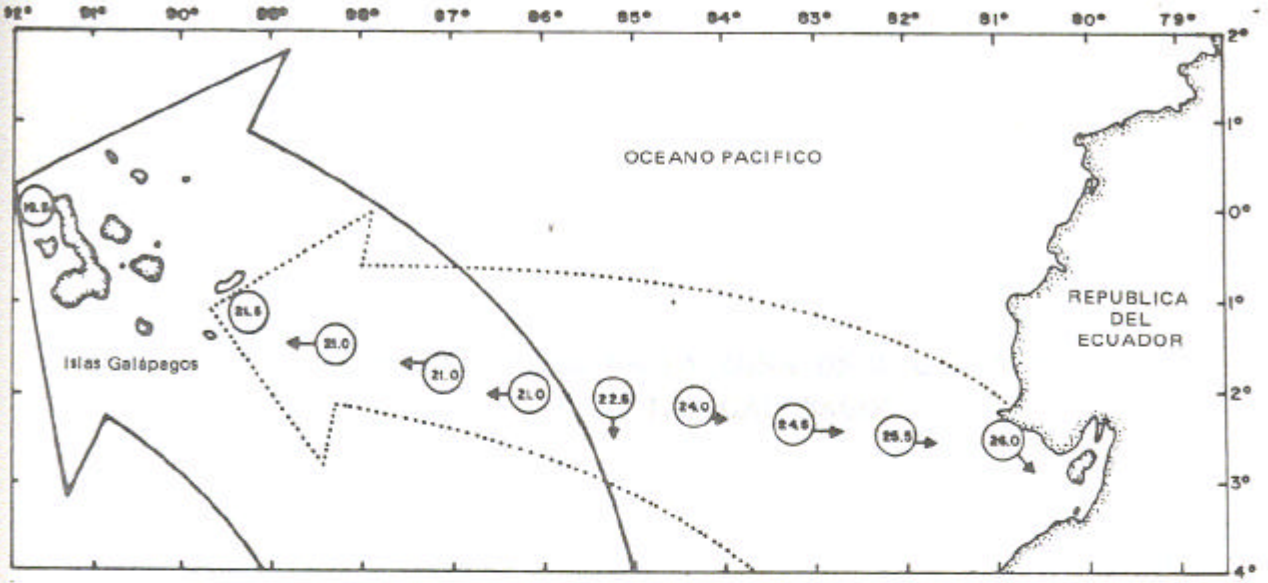
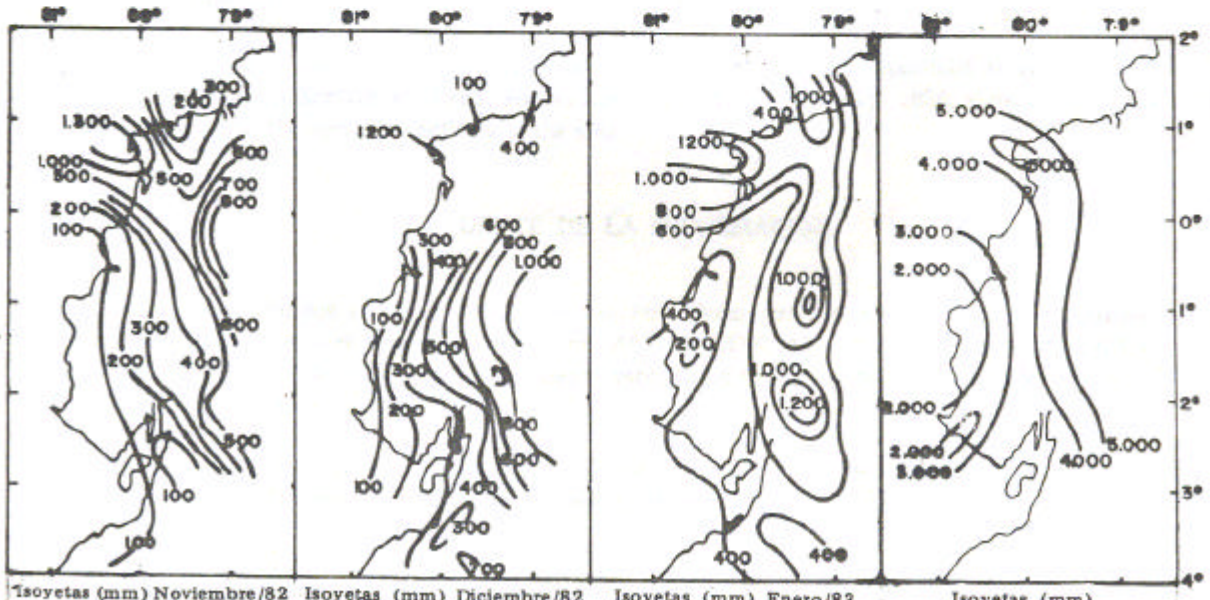


Fig. 27. En Agosto de 1983, la corriente de HUMBOLDT se desplazaba desde el Golfo de Guayaquil hacia Galápagos, para Septiembre de 1983, la corriente está alejada de la costa y más bien existe un flujo de aguas con temperaturas entre 24° y 26°C hacia el Golfo. Los números de los círculos indican la temperatura superficial del mar y las flechas pequeñas indican la dirección y magnitud de la deriva de la M/N Bucanero



Fig. 28. Anomalías de temperatura del aire para Salinas. Las flechas indican los años de ocurrencia de "El Niño".

SALINIDAD DISTRIBUCION DE LAS PRECIPITACIONES (mm)



Isoyetas (mm) Noviembre/82 Fig. 29 | Isoyetas (mm) Diciembre/82 Fig. 30 | Isoyetas (mm) Enero/83 Fig. 31 | Isoyetas (mm) Nov. 82 - Jun. 83 Fig. 32

VARIACION HIDROQUIMICA DE LA ZONA DE AFLORAMIENTO ALREDEDOR DE LAS GALAPAGOS

Por:
ROCIO TREJOS de SUESCUM (1)
MANUEL VALENCIA (1)

RESUMEN

El presente trabajo establece la variación estacional y geográfica del comportamiento de los diferentes estratos verticales en las zonas estudiadas, en Septiembre de 1985 y Febrero de 1986, mediante el análisis de los diferentes parámetros físicos y químicos.

Se establece la presencia de aguas ecuatoriales sub–superficiales aflorando hacia la capa superficial, en mayor intensidad en Septiembre de 1985 y en mínima actividad, en Febrero de 1986; manifestándose así la variación estacional en la actividad de la surgencia de la zona.

ABSTRACT

The present paper establishes the geographycal and seasonal variation about the conduct of the different vertical layers present on the studied area, on September, 1985 and February, 1986; by means of the analysis of the different physical and chemical parameters.

The presence of sub–superficial equatorial waters, raising to the superficial layer was established, in higher intensity on September, 1985, and in minor activity on February, 1986, showing in this way the seasonal variation in the upwelling activity of the area.

FUENTE DE LA INFORMACION

Los datos utilizados corresponden a dos Cruceros Oceanográficos efectuados por el Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador, a bordo del BAE "ORION" 13 - 23 de Septiembre de 1985 y 6 - 15 de Febrero de 1986, utilizándose para el presente estudio las muestras obtenidas en la Sección 92° W y el Canal Bolívar, (Galápagos).

El número de estaciones y su ubicación son coincidentes en las dos épocas (Fig. 1). Los niveles de muestreo son de 0 a 700 metros, con profundidades variables, previamente establecidas.

(1) Instituto Oceanográfico de la Armada. INOCAR. P.O. Box. 5940. Guayaquil - Ecuador.

UBICACION DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO

FECHA	ESTACION	LATITUD	LONGITUD
13–IX–85 6–II– 86	1	04° 00.4' S	92° 01.7' W
13–IX–85 6–II–86	2	03° 00' S	92° 00.0' W
14–IX–85 7–II–86	3	01° 59.9' S	92° 00.0' W
14–IX–85 7–II–86	4	01° 00.0' S	92° 00.0' W
14–IX–85 7–II–86	5	00° 28.0' S	91° 18.0' W
14–IX–85 7–II–86	6	00° 13.0' S	91° 30.0' W
15–IX–85 8 –II–86	7	00° 00.0' S	92° 00.0' W
15–IX–85 8–II–86	8	01° 00.0' S	92° 00.0' W

DISCUSION DE RESULTADOS

SECCION 92° LONGITUD OESTE Y CANAL BOLIVAR (GALAPAGOS)

SEPTIEMBRE DE 1985.– Consideramos como capa de agua superficial la que se encuentra entre superficie del mar y la base de la termoclina identificada con la isoterma de los 15° C.

En la sección 92° W, para esta época, la termoclina se ubica alrededor de los 50 metros de profundidad en la parte Sur. Las aguas frías, (19° C) y Salinas, (35.4 °/oo), tienen un espesor de más o menos 40 y 50 metros, y presentan relativamente alta concentración de oxígeno disuelto (4.5 ml/l valor promedio de la masa) y elevada concentración de elementos nutritivos tales como: fosfato 1.3 ug–at/l; nitrito 0.5 ug–at/l; nitrato 10 ug–at/l y silicato 40 ug–at/l. Figs. No.s 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8.

Al analizar los cortes verticales de los diferentes parámetros en la sección 92° W y Canal Bolívar, estos muestran diferencias entre las zonas Norte y Sur, en el alcance de profundidad de los movimientos de agua y el punto de máximo afloramiento.

La gran actividad del afloramiento en esta época está representada superficialmente por el agua fría que ocupa todo el canal y la parte Sur de la sección 92° W, y está limitada por la isoterma de 15° C. Aunque el agua que aflora en el canal proceda solamente de una profundidad de 100 metros, es suficiente para producir un gran enriquecimiento en las sales nutrientes.

La presencia de las aguas ecuatoriales subsuperficiales que han emigrado hacia la superficie, presentan un comportamiento homogéneo de acuerdo a la concentración de las sales nutrientes: fosfato 1.5 ug–at/l, nitrito 0.6 ug–at/l, nitrato 10 - 15 ug–at/l y silicato 40 ug–at/l, (estación 4 y 5); siendo además propias del área de máximo afloramiento. Figs. Nos. 9, 10, 11, 12.

Es indudable que la mayor productividad primaria debería esperarse en la zona de afloramiento, por el aporte de sales nutrientes, pero el mismo hecho de que se presenten en esta época valores elevados de éstos indica falta de utilización, posiblemente a causa de la velocidad ascensional, superior a la difusión y reproducción del fitoplancton; Manriquez, et. al, (1979); por lo tanto la máxima producción biológica debe llevarse a cabo en los bordes del afloramiento y no en el núcleo.

El afloramiento ubicado en la zona (Est. 5), se corrobora por la distribución vertical de oxígeno disuelto, la misma que presenta valores correspondientes a aguas de surgencia a partir de los 40 metros. No considerándose el valor máximo de oxígeno de la capa de mezcla (0 – 20 m.) por estar influenciado por la intensidad de los vientos, propia de la época. Fig. 13.

En la distribución vertical se nota claramente el enriquecimiento que aporta el afloramiento a la zona Sur de la sección 92° W, lo cual probablemente se debe a la circulación prevaleciente en la zona.

El área Norte de la sección 92°W (1°N), presenta una gradiente vertical fuerte de temperatura y leve de salinidad y sirve como indicador del límite con el agua existente en el Sur. Se encuentran aguas cálidas (23° C) y con salinidades (34.9 °/oo ligeramente bajas. El espesor de la capa de mezcla es menor llegando hasta una profundidad de 20 metros. El oxígeno disuelto alcanza concentraciones ligeramente menores (alrededor de 5 ml/1). Los elementos nutritivos tienden a disminuir presentando valores de 0.9 ug–at/1 para fosfato, 0.2 ug–at/1 para nitrito, nitrato 3.0 ug–at/1 y 12.9 ug–at/1 para silicato. Todas las características descritas se ajustan a las de aguas ecuatoriales superficiales, indicándonos que en este punto de muestreo (estación 8) se localizó el límite Sur del frente ecuatorial que para esta época normalmente se lo encuentra desplazado hacia el Norte. Okuda, et. al, (1983).

El agua subsuperficial, es un cuerpo Heterogéneo, limitado por su parte superior por la isoterma de 15° C, ubicada a una profundidad de alrededor de 60 metros en el Sur y Norte de la sección 92° W, por su parte inferior se conoce que está limitada por el mínimo de salinidad, el cual no se ha determinado en estos cruceros por la insuficiente profundidad muestreada (600 metros). El comportamiento de las sales nutrientes y el oxígeno disuelto se presenta muy variable, tal como se puede apreciar en los cortes verticales; pero es notorio que entre los parámetros hay correlación, cualquier variación de uno de ellos incide en los otros lo que es una consecuencia de que este cuerpo de agua corresponde a las aguas de la contracorriente ecuatorial y otras aguas de características químicas muy diferentes, que están en contacto lateral pero poco mezcladas, conservando su individualidad. Esta situación es causada por el complejo comportamiento de las condiciones existentes en esta área, pudiendo sugerirse la presencia de aguas intermedias antárticas (AIA) Zuta, et. al (1970), que son más ricas en sales nutrientes que el agua ecuatorial subsuperficial; la variable química que más acusa esta diferencia son los nitratos, sobre todo en el nivel de los 600 metros; variaciones muy pequeñas en la penetración de estas aguas producen variaciones grandes en la concentración de nitrato, en los fosfatos también hay diferencia pero es algo menor y menor aún en los silicatos, siendo su variación análoga a la de los fosfatos pero mucho más atenuada.

FEBRERO DE 1986.– Para Febrero de 1986, encontramos masa de agua superficial bien definidas formadas por agua ecuatorial superficial, localizada desde los 4° lat. S, hasta los 0°, se han detectado aguas cálidas de alrededor de 22° C y salinidad de alrededor de 35.9 °/oo; con valores medio para la capa superior de oxígeno 4.0 ml/1, fosfato 1.0 ug–at/1, nitrito 0.4 ug–at/1, nitrato 10 ug–at/1 y silicato 25 ug–at/1. Figs. Nos. 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20.

En el 1° lat. N., encontramos aguas tropicales superficiales caracterizadas por temperaturas superiores a 24° C y salinidades inferiores a 34. °/oo, el oxígeno disuelto alrededor de 4.5 ml/1, fosfato de 1 ug–at/1, nitrito de 0.2 ug–at/1, nitrato de 5 ug–at/1 y silicato de 10 ug–at/1.

A diferencia de Septiembre de 1985, época en la que se ubicó una capa de agua superficial bien definida indicando afloramiento; en Febrero no existieron características tan definidas. Durante este período

do las mismas estaciones 4 y 5 encontramos valores de 1.0 ug–at/1 para fosfato; nitrito de 0.6 ug– trato 10 ug–at/1 y silicato 15 - 20 ug–at/1. Figs. Nos. 21, 22, 23, 24.

A pesar de que el oxígeno disuelto se mantiene en alta concentración (7.0 ml/l.) en superf las razones expuestas para Septiembre - 85, la interacción océano–atmósfera se limita a la capa su debido a la menor intensidad de los vientos Alisios propia de la época, ya que los valores bajos de se ubican desde los 10 metros de profundidad. Fig. 25.

En lo referente a la capa de agua subsuperficial, se encuentra copada por agua ecuatorial su cial con comportamiento muy parecido a lo observado en el mes de Septiembre; además se aprecia sión, aunque leve, de aguas intermedias antárticas (AIA), alrededor de los 600 metros; comprobá to por la elevada concentración de elementos nutritivos y el oxígeno disuelto que es una de las que caracterizan la presencia de las citadas aguas.

CONCLUSIONES

De las observaciones realizadas en el mes de Septiembre, se desprende que existe un afloram intensa actividad formada por aguas ecuatoriales subsuperficiales propias de la subcorriente ecuator tras que en el mes de Febrero esta actividad decrece significativamente.

Por otra parte el análisis de la información indica que en el mes de Septiembre existe una c o flujo superficial hacia el Sur de la estación No. 5.

En la capa de agua subsuperficial se mantiene una homogeneidad química en los dos perío consecuencia de que las masas de agua entre una y otra época se desplazan poco estacionalmente.

AGRADECIMIENTO

Los autores dejan constancia de su agradecimiento a los Señores Directores del Instituto Oc co de la Armada del Ecuador, cuyo decidido apoyo hizo posible la realización del presente trabajo.

Al Biólogo Eduardo Zambrano, por la lectura del manuscrito, a los Señores Víctor Mesía Zavala y Francisco Arce, Dibujantes Técnicos del INOCAR, por su valiosa colaboración en la e de los diversos mapas y gráficos.

BIBLIOGRAFIA

M. Manriquez, F. Fraga y C. Mouriño, 1979.— Oceanografía Química de la Región de Afloramiento del Noroeste de Africa.- III Campaña ATLOR VII, Noviembre de 1975.— Res. Exp. Cient. B/O CORNIDE No. 8.

Okuda Taizo, R. Trejos de Suéscum, M. Valencia y A. Rodríguez, 1983.— Variación estacional de la posición del Frente Ecuatorial y su efecto sobre la fertilidad de las aguas superficiales ecuatorianas.— Acta Oceanográfica del Pacífico.— INOCAR. Vol. II No. 1.

Okuda Taizo, Manuel Valencia y Rocío de Suéscum, 1983.— Nutrientes en las aguas superficiales y subsuperficiales en el área frente al Ecuador.— Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR, Ecuador, 2 (1).

Zuta Salvador y Oscar Guillén, 1970.— Oceanografía de las Aguas Costeras del Perú.— Boletín del Instituto del Mar del Perú.— Vol. II No. 5.

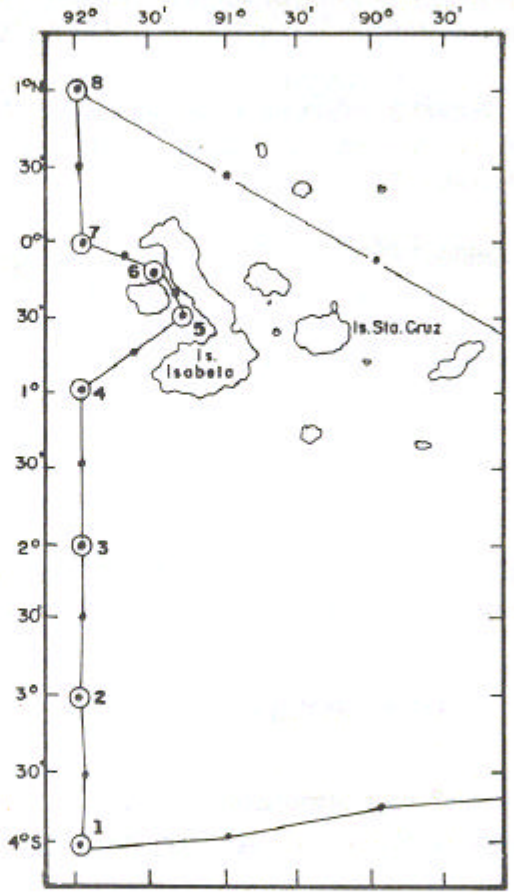


Fig. 1.— Posición de las estaciones en Galápagos. Sept./85 - Feb./86.

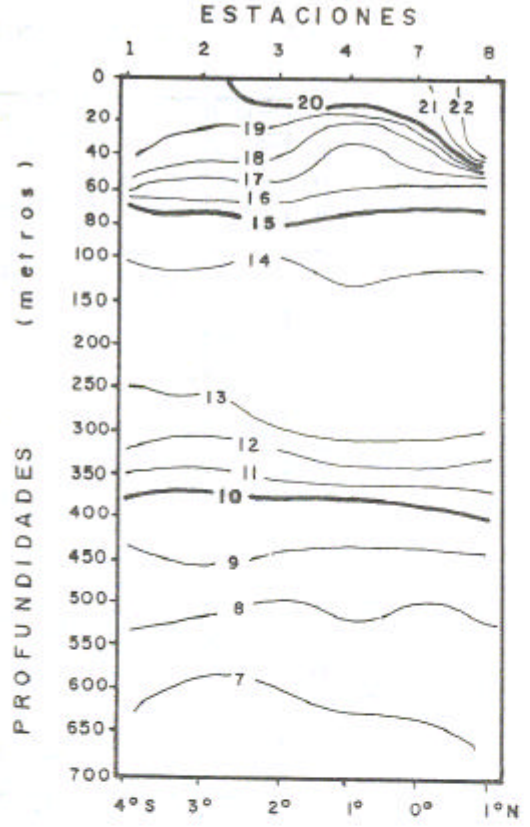


Fig. 2.— Distribución vertical de Temperatura ° C en la sección 92° longitud W. Sept./85.

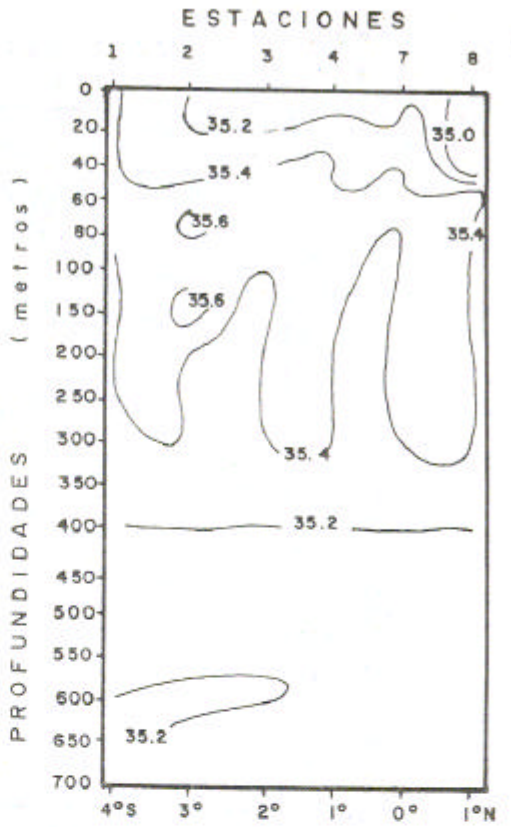


Fig. 3.— Distribución vertical de Salinidad S °/oo en la sección 92° longitud W. Sept./85.

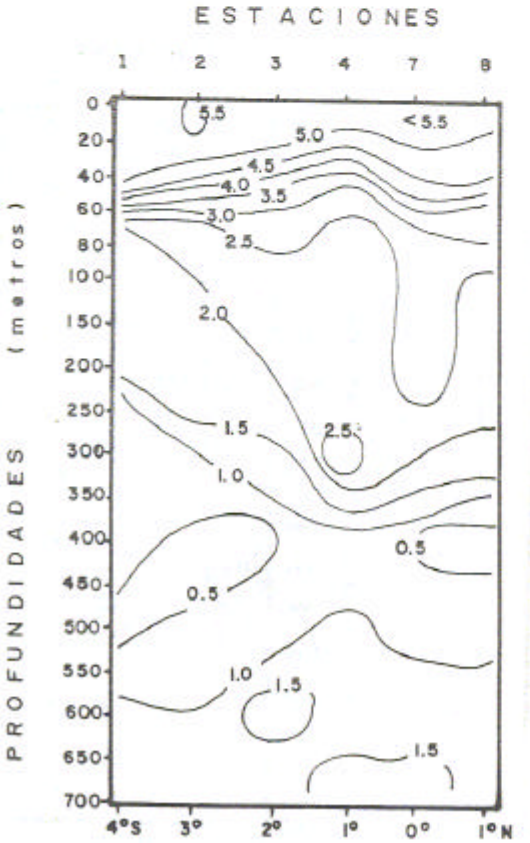


Fig. 4.— Distribución vertical de Oxígeno Disuelto ml/l, en la sección 92° longitud W. Sept./85.

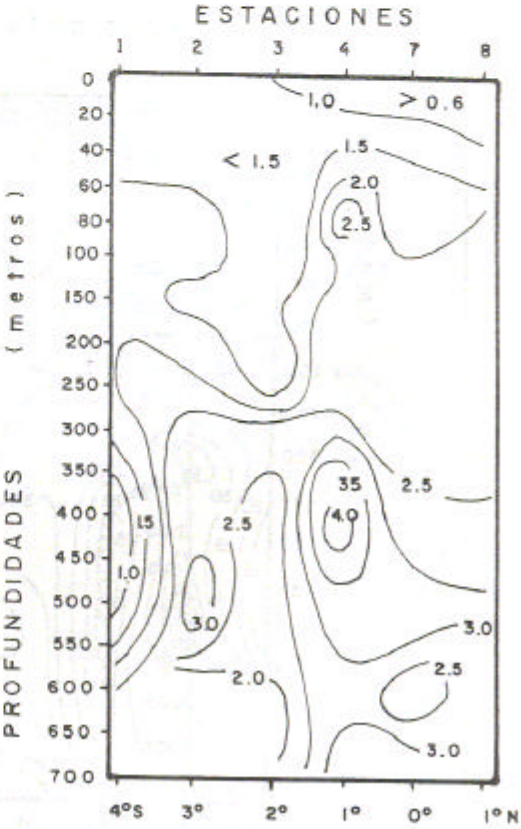


Fig. 5.— Distribución vertical de Fosfato (ug—at/l), en la sección 92° longitud W. Sept./85.

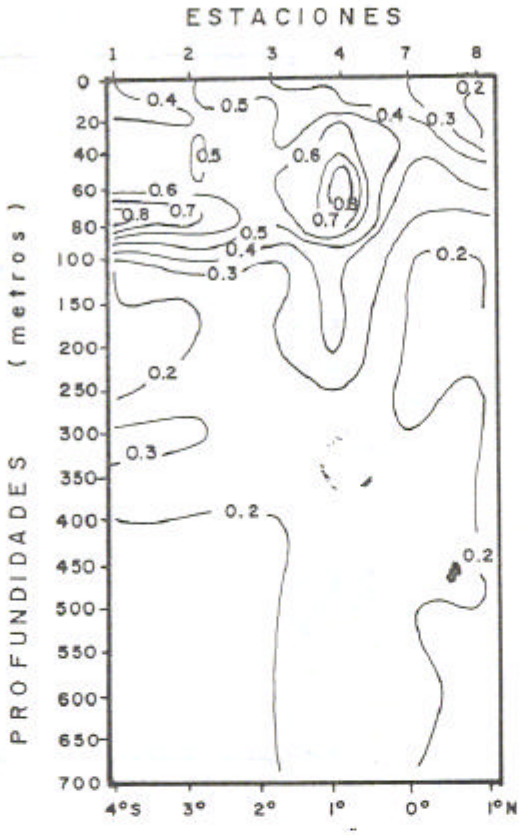


Fig. 6.– Distribución vertical de Nitrito (ug—at/l), en la sección 92° longitud W. Sept./85.

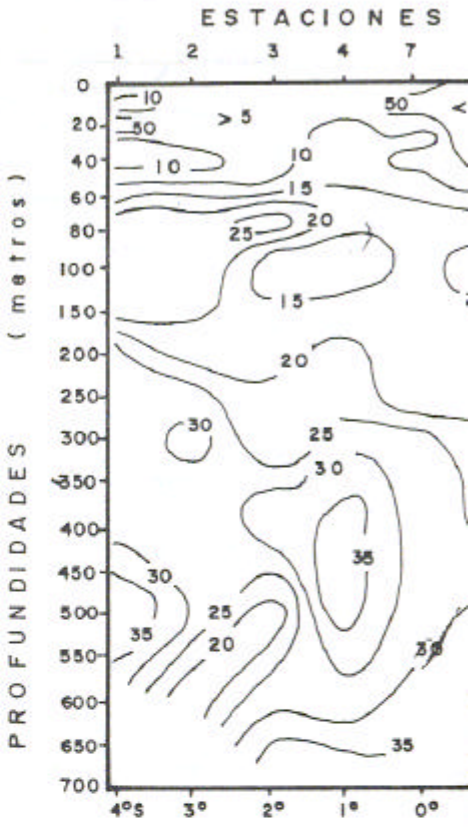


Fig. 7.– Distribución vertical de Nitrato en la sección 92° longitud W. Se

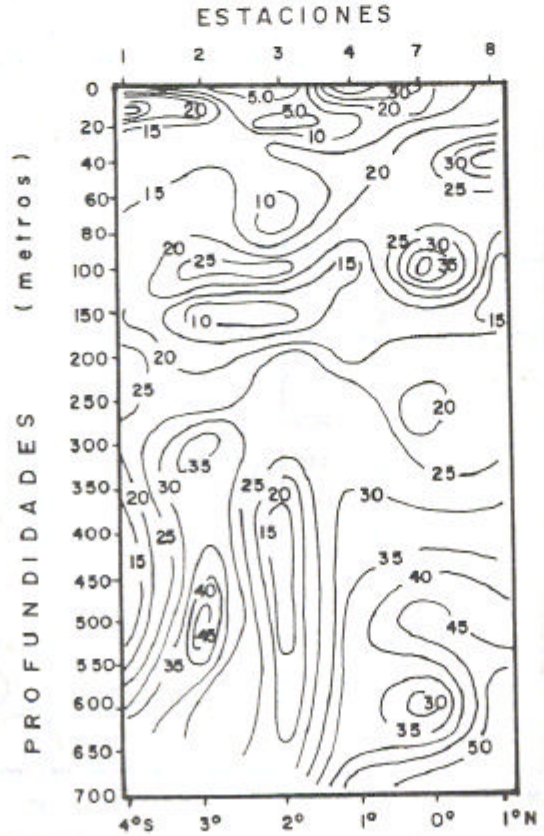


Fig. 8.– Distribución vertical de Silicato (ug—at/l), en la sección 92° longitud W. Sept./85.

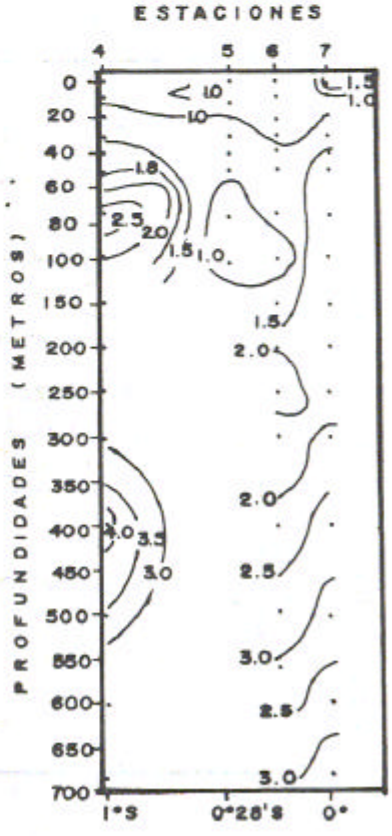


Fig. 9.– Distribución vertical de Fosfat en el área del Canal Bolívar

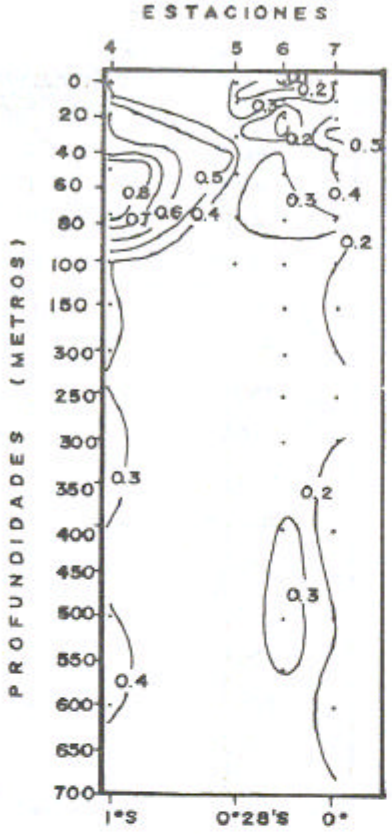


Fig. 10.– Distribución vertical de Nitrito (ug–at/l) en el área del Canal Bolívar, Sept./85.

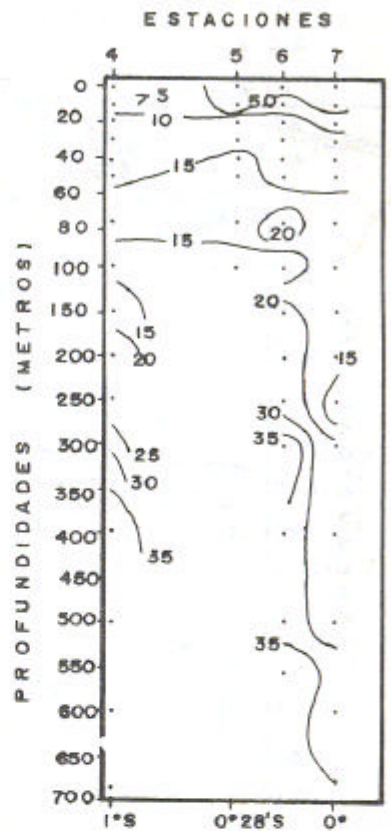


Fig. 11.– Distribución vertical de Nitrato (ug–at/1), en el área del Canal Bolívar, Sept./85.

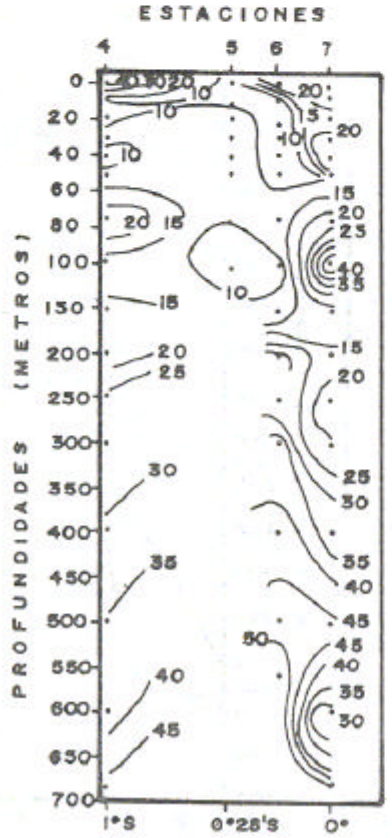


Fig. 12.– Distribución vertical de Silicato (ug–at/l), en el área del Canal Bolívar, Sept./85.

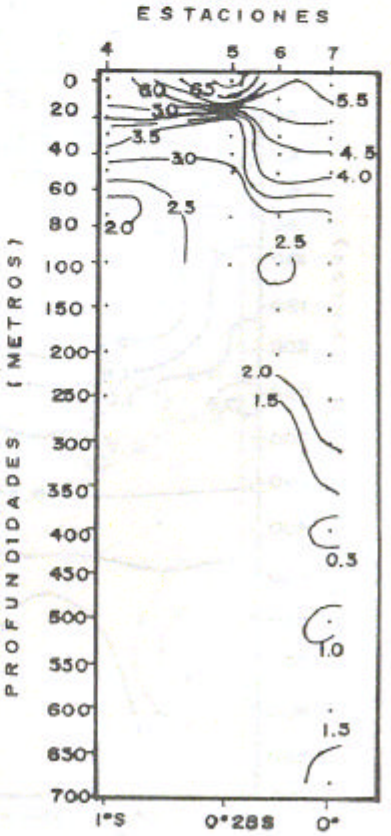


Fig. 13.– Distribución vertical de Oxígeno Disuelto m/l, en el área del Canal Bolívar, Sept./85.

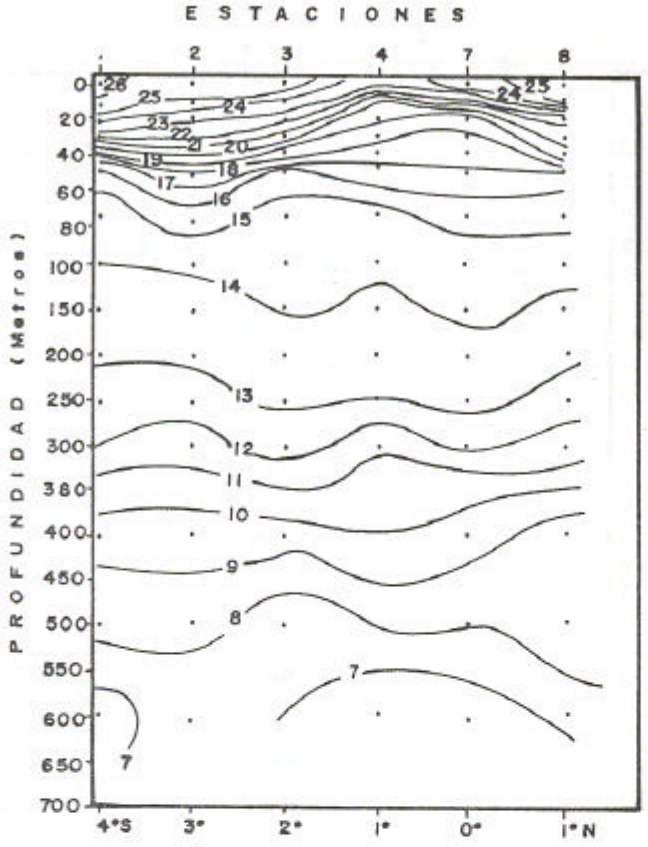


Fig. 14.– Distribución vertical de Temperatura °C, en la sección 92° longitud W. Feb./86.

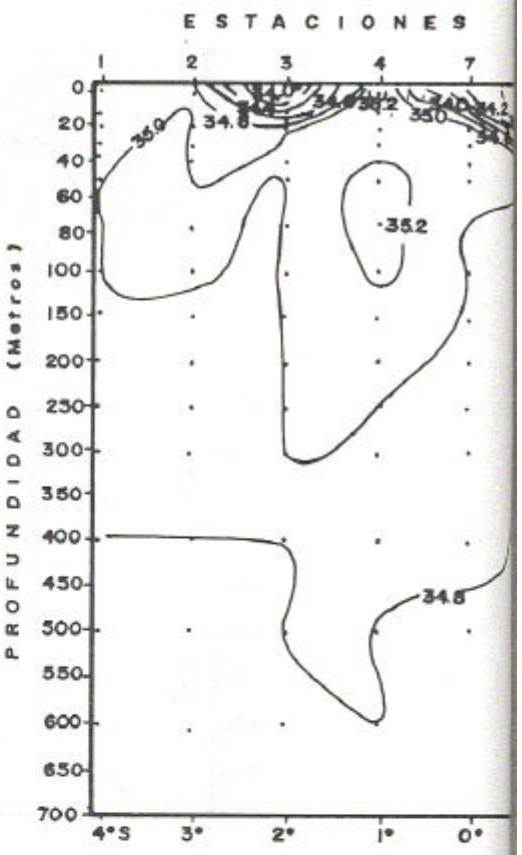


Fig. 15.– Distribución vertical de Salinidad la sección 92° longitud W. Feb./8

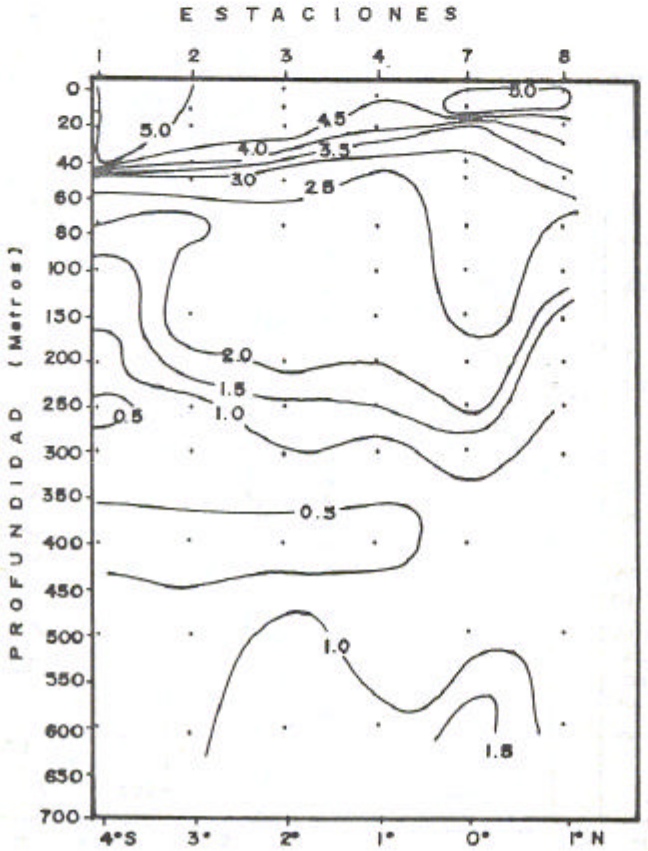


Fig. 16.– Distribución vertical de Oxígeno Disuelto

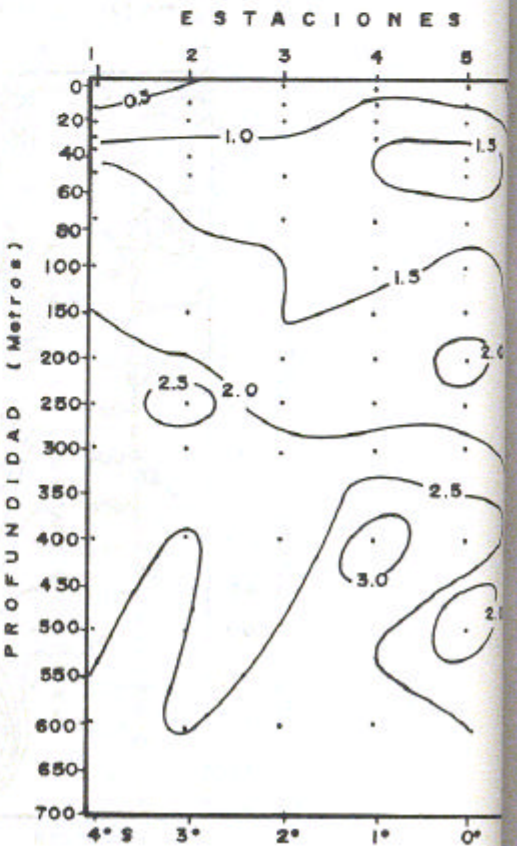


Fig. 17.– Distribución vertical de Fosfat

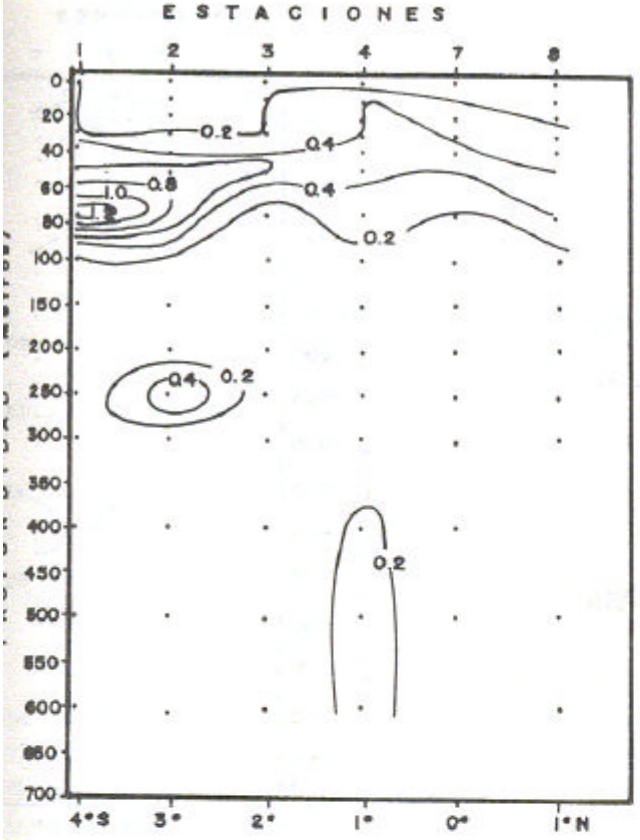


Fig. 18.– Distribución vertical de Nitrito (ug–at/l), en la sección 92° longitud W. Feb./86.

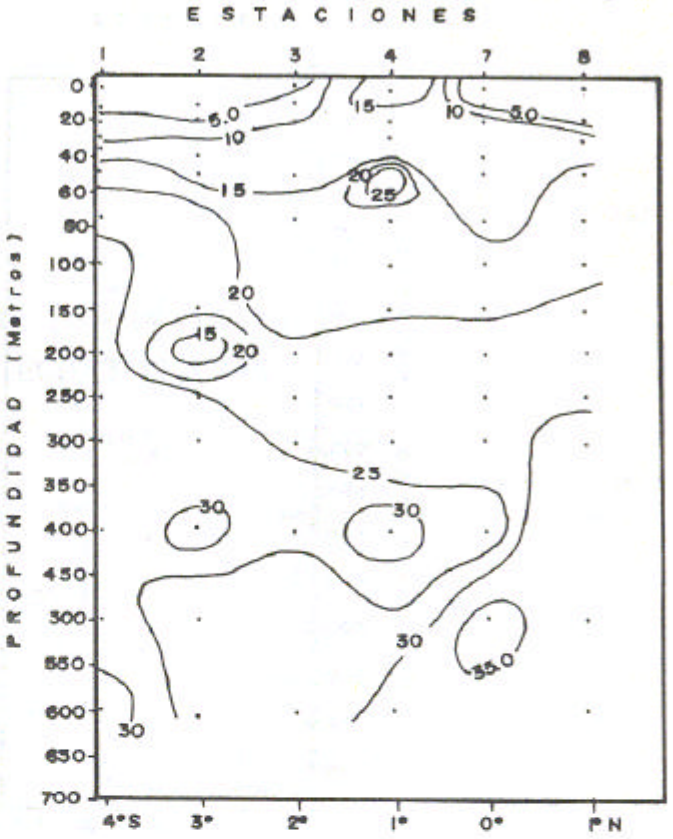


Fig. 19.– Distribución vertical de Nitrato (ug–at/l), en la sección 92° longitud W. Feb./86.

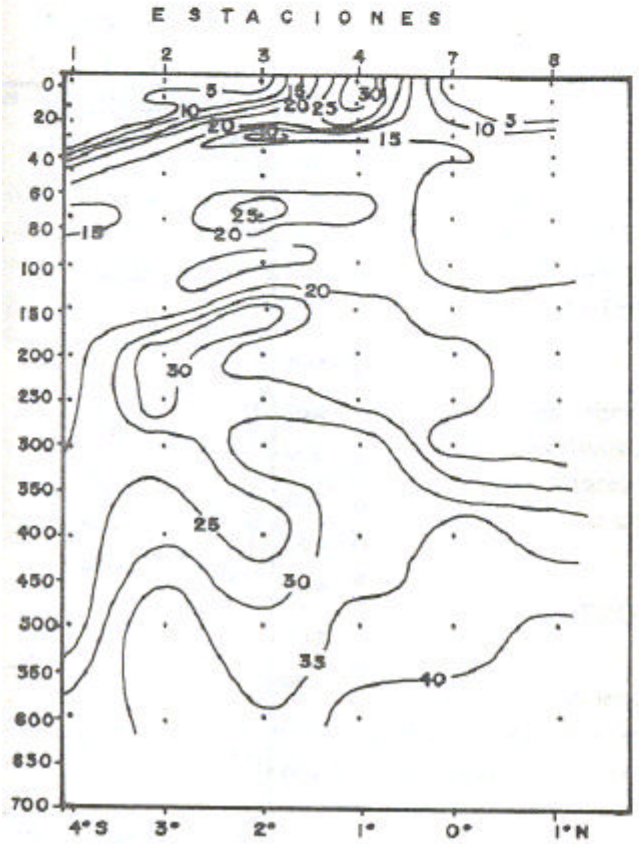


Fig. 20.– Distribución vertical de Silicato (ug–at/l),

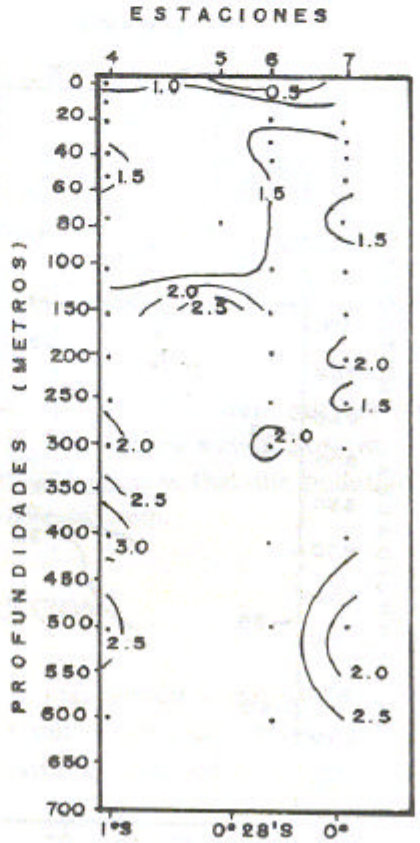


Fig. 21.– Distribución vertical de Fosfato (ug–at/l),

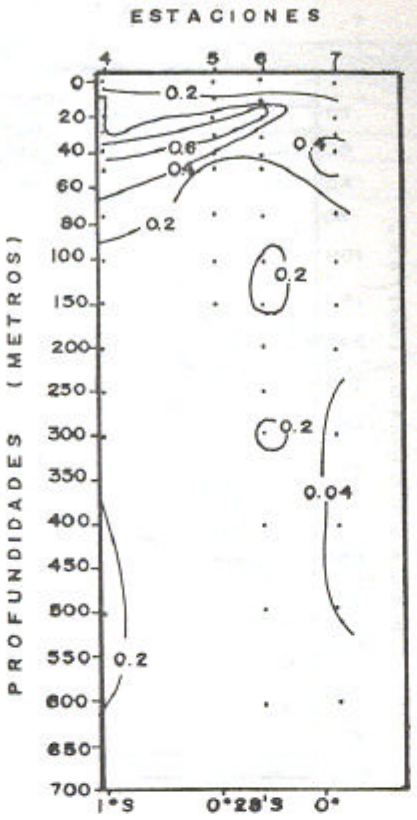


Fig. 22.– Distribución vertical de Nitrito (ug—at/l), en el área del Canal Bolívar. Feb./86.

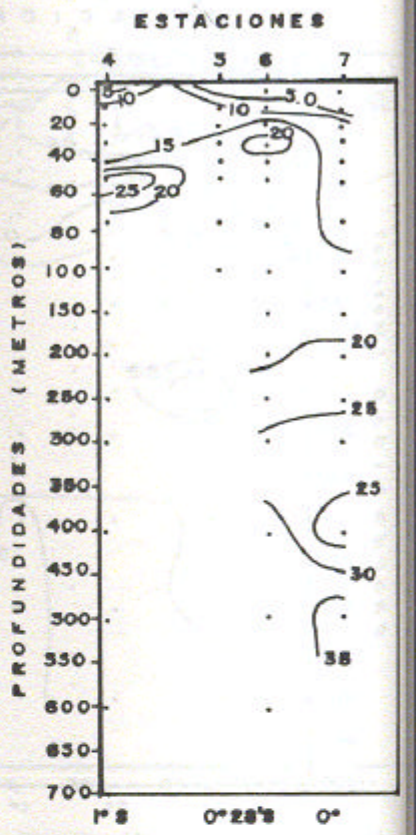


Fig. 23.– Distribución vertical de Nitrato en el área del Canal Bolívar.

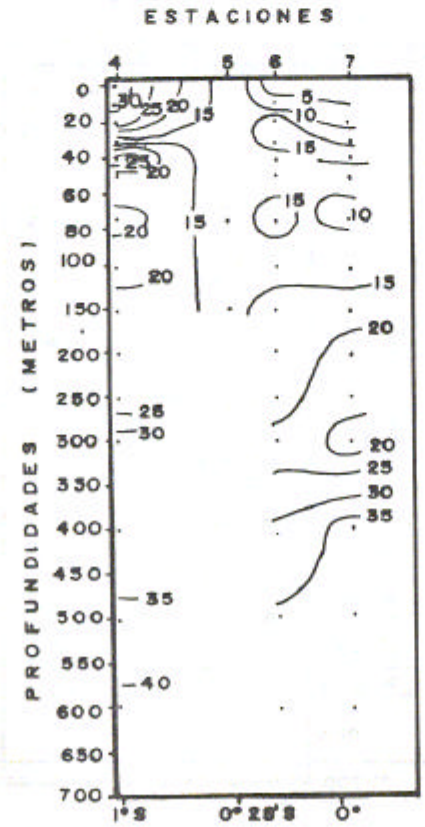


Fig. 24.– Distribución vertical de Silicato (ug—at/l), en el área del Canal Bolívar. Feb./86.

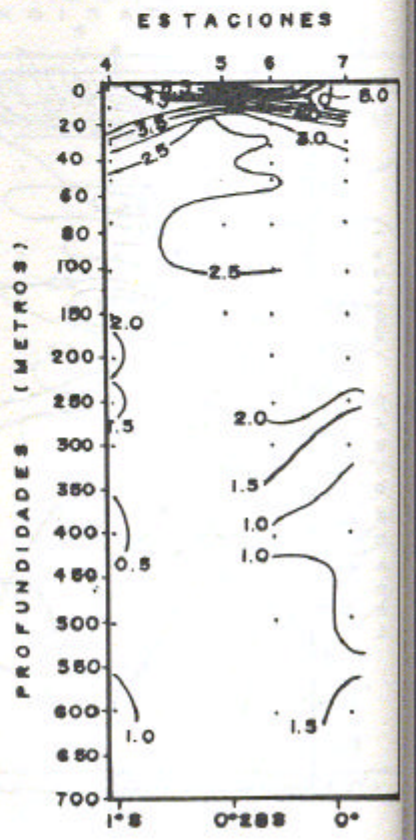


Fig. 25.– Distribución vertical de Oxígeno m/l en el área del Canal Bolívar.

CONTAMINACION MARINA POR PETROLEO EN AGUAS COSTERAS ECUATORIANAS

Por:
MANUEL VALENCIA (1)
ROCIO TREJOS de SUESCUM (1)

RESUMEN

El presente trabajo realiza un enfoque general acerca de la problemática de la contaminación marina por petróleo, el comportamiento de este contaminante en el mar, así como las fuentes más probables de contaminación por petróleo. Además se presenta un enfoque específico de la concentración y distribución de hidrocarburos del petróleo, disueltos y dispersos en aguas del mar, frente a las principales poblaciones costeras de las provincias del Guayas y El Oro, tomando en consideración dos muestreos, Diciembre de 1985 y Abril de 1986. Se concluye que, aún cuando no se han detectado concentraciones masivas de hidrocarburos disueltos y dispersos en las aguas estudiadas, sin embargo, la presencia del contaminante, en todas ellas, en mayor o menor grado, indica que la contaminación existe, en forma crónica, con el consiguiente daño ecológico que se pudiera ocasionar al ecosistema costero.

ABSTRACT

The present paper realizes a general analysis about the oil marine pollution; it also studies the oil conduct in the sea, as well as the most probably oil pollution sources. In addition to these, a specific analysis about the distribution and concentration of petroleum hydrocarbons, dissolved and dispersed in sea water, in front of the most important cities of Guayas and El Oro provinces are presented; considering two sampling expeditions: December 1985 and Abril 1986, performed by the Staff of INOCAR Chemical Oceanography Division.

Finally, the paper gives as a conclusion, that even though there were not detected massive concentrations of dissolved and dispersed oil hydrocarbons in the studied sea waters, however, the existence of the pollutant in all of them, in major or minor concentration, indicates that the pollution exists in chronical form, with the consequent ecological damage to the coastal ecosystem.

INTRODUCCION

El petróleo ha sido la causa de, probablemente, la más común y ciertamente la más espectacular de los incidentes de contaminación marina, ya sea como resultado de accidentes de barcos o buques–tanques, o de la explotación de recursos hidrocarburíferos mar afuera. Casi todas las regiones del mundo muestran

(1) Instituto Oceanográfico de la Armada. Div. Oceanografía Química. P.O. Box. 5940. Guayaquil - Ecuador.

alguna evidencia de contaminación por petróleo, en mayor o menor grado, lo cual ha hecho que tod gobiernos del Orbe se interesen por realizar acciones tendientes a evitar o minimizar tal problema.

En la contaminación marina por petróleo intervienen varios factores desencadenantes, ya sea parte continental o en el medio marino mismo; pero en último término, es el mar el reservorio final, diferentes hábitats los que sufren el impacto de la contaminación por petróleo.

Aún cuando, por su naturaleza misma, existen otros contaminantes más peligrosos que el petr el desmesurado crecimiento del consumo de este energético y sus derivados ha convertido a esta sus cia en uno de los más amenazadores agentes para el medio marino. Por otra parte, el aumento del t mo ha incrementado la necesidad de flotas petroleras y buques–tanque cada vez más grandes, lo que au ta las probabilidades de catástrofes de incalculables consecuencias.

Además, el problema de la contaminación marina se agudiza cuando nos damos cuenta que el no reconoce fronteras, ya que debido a las variables oceanográficas (vientos, corrientes, etc.), una ma de petróleo puede ocasionar daños no sólo en el sitio en donde se produjo, sino a muchas millas de di cia, pudiendo afectar al ecosistema marino y costero de países vecinos, con las consiguientes implicac internacionales, lo cual conlleva a la necesidad de legislar Acuerdos Internacionales entre los países enfrentar unidos el problema en cuestión.

COMPORTAMIENTO DEL PETROLEO EN EL MAR

Cuando ocurre un derrame en el mar, el petróleo está sujeto a las condiciones ambientales del l tales como: temperatura del agua, la cual está condicionada por la cantidad de radiación solar del mo to, y la latitud del sitio; el viento, las corrientes, el oleaje, etc., lo que ocasiona una variedad de pro físico–químicos que gobiernan la distribución del petróleo derramado, inmediatamente que se intro en el medio marino.

El proceso dominante es una expansión en la superficie, formándose una mancha más o meno cular, de coloración marrón obscuro en la parte central e iridiscente en los bordes y cuyo espesor v minuyendo a medida que aumenta la expansión. Luego, por acción de la dinámica oceánica (viento rrientes, olas), la mancha se disgrega en otras menores, que pueden ser circulares o alargadas, con ca rísticas similares a la mancha primaria.

Dependiendo de la naturaleza del petróleo derramado y de la mayor o menor agitación del m petróleo se emulsificará con el agua de mar, proceso que se lleva a cabo durante días a semanas despu la introducción del petróleo en el ambiente marino.

Simultáneamente con los procesos antes descritos, cierta cantidad del petróleo se disuelve y di sa, dependiendo esto del área superficial de la mancha. Por otra parte, el contaminante sufrirá la eva ción de sus fracciones más ligeras y después la de las fracciones de punto de ebullición más elevado, dando, en último término un residuo espeso, lo cual, eventualmente causa el hundimiento de tales res y su incorporación a los sedimentos o la formación de residuos de alquitrán (tar-balls), en las playas. proceso es, a menudo, más significativo dentro de las primeras semanas del derrame.

Además, el petróleo derramado está sujeto a procesos fotoquímicos de oxidación, acción de los ultravioleta, y bacterias marinas. Al respecto se han identificado más de 90 especies de micro–organi tanto de océano abierto, costero y estuarinos, capaces de degradar al petróleo por oxidación biológic acción no es significativa sino hasta una semana después de la descarga.

Dependiendo de la presencia de micro–organismos apropiados y reconociendo a los otros fa físicos y químicos, el factor que más influye en la biodegrabilidad de los hidrocarburos del petróleo,

ce ser su configuración molecular. Los alcanos son atacados por más especies microbianas y más rápidamente que los compuestos aromáticos o nafténicos.

Los residuos de alquitrán (tar balls), están distribuidos a través de la columna de agua, desde la superficie hasta el fondo marino. Algunos son formados tan pronto el aceite es descargado como residuo del lavado de tanques, otros se forman a partir del aceite crudo a lo largo del período de permanencia del petróleo en el mar.

Durante el proceso de oxidación biológica se produce un alto consumo del petróleo disuelto en el agua, el que, como sabemos, es un producto vital para la vida marina; de manera que, desde el punto de vista de la protección del medio marino, la recuperación pronta y total del petróleo derramado es el más idóneo método para hacer frente a un problema de contaminación marina por petróleo. (Fay, 1971).

DURACION DE LOS PROCESOS QUE AFECTAN AL PETROLEO EN EL AGUA

PROCESO	COMIENZO	DURACION
Expansión	Instantáneo	Una semana
Disolución	A los pocos minutos	Un día
Evaporación	A los pocos minutos	Dos días (intensa)
Dispersión	A las pocas horas	Un día
Emulsificación	A las pocas horas	Uno ó dos días (formación)
Sedimentación	Al segundo día	Más de un año
Biodegradación	A los pocos días	Más de un año
Foto–oxidación	A las diez horas	Una semana ó más.

DISTINCION ENTRE MANCHAS DE PETROLEO Y PELICULAS QUE DEBEN SER CONSIDERADAS COMO NATURALES

1.– Una mancha de petróleo o residuos de aceite es fácil de observar a simple vista.

Si la mancha no ha sido disgregada a residuos de alquitrán por acción de los agentes ambientales, podría presentarse bajo las siguientes características:

A.- Una zona central de color café obscuro o negro.
B.- Una película más fina con reflejos iridiscentes y que circúnda a la anterior.
C.- Una zona opaca que bordea la mancha y en la que, a menudo, se encuentra residuos de alquitrán. (Valencia, 1976).

DESCRIPCION DE DIFERENTES PELICULAS SUPERFICIALES

Es difícil distinguir las películas formadas por algunos tipos de productos del petróleo, de aquellas consideradas como naturales. Por ejemplo, cuando la mancha es ocasionada por derrames de productos destilados, (Diesel oil, fluidos lubricantes, gasolina, etc.); la cual se presenta como una película fina débilmente coloreada; una película de este tipo elimina las ondas capilares como lo hace una mancha marina natural. Las siguientes guías ayudarían al observador a hacer una distinción correcta entre películas finas y naturales.

A.- Cuando los vientos son mayores de ocho nudos, las manchas naturales son dispersadas fácilmente por las fuerzas dinámicas del mar y el aire. Bajo ciertas condiciones las manchas naturales visibles en la superficie serán raras y se asumirá que las películas visibles son contaminación ocasionada por hidrocarburos.

B.- Bajo condiciones de viento, relativamente tranquilas, un porcentaje considerable de la s ficie del mar, en el área observada, puede cubrirse con una capa superficial natural y esto s dencia por zonas en donde no se observa rizos.

Las manchas contaminantes pueden ser confundidas con las naturales bajo tales condi de poco viento. En tales casos deberían ser aplicadas las siguientes reglas de juicio:

Si se observan condiciones como las indicadas en la sección.1, la mancha debe ser consid como contaminante de origen petrolero.

Si el mar está relativamente tranquilo, y la mancha no es, obviamente de origen petrole bería ser considerada como una película de origen natural.

Cuando no sea posible distinguir entre una mancha natural y una de petróleo, la cantid contaminante sería tan pequeña que no debería ser considerada como contaminación. (Fay, 1971) - COI, Manual and Guides, 1981.

DESCRIPCION DE UNA MANCHA NATURAL

"Una zona marina superficial visible, en la cual no se observan rizos capilares".

"Es una película de material orgánico, biológicamente producido, demasiado fina para ser ap da, excepto por su habilidad para evitar la formación de rizos". Esta propiedad produce una ligera refl lo cual permite apreciar la mancha visiblemente diferente a las aguas circundantes, las cuales presentan

"La mancha natural es, generalmente, más luminosa en apariencia, que el agua rizada, pero pue vista como una zona más obscura cuando se la mira hacia el sol". COI- Manual and Guides, 1985.

PROBABLES FUENTES DE CONTAMINACION MARINA POR PETROLEO

La contaminación marina por petróleo puede originarse a través de varias fuentes:

A.– **Transporte marítimo**

- Descargas de sentinas y lubricantes
- Operaciones en terminales
- Buques tanques con LOT
- Buques tanques sin LOT
- Accidentes de buques tanques
- Accidentes de otros buques
- Navegación de cabotaje y pesqueros (Aguas costeras)

B.– **Otras fuentes.**

- Producción costa afuera
- Refinerías costeras
- Descargas de industrias
- Descargas domésticas citadinas
- Desagues urbanos
- Desagues de ríos
- Emanaciones naturales
- Atmósfera

Los accidentes y el lavado de tanques general fuel oil y otros productos refinados al medio m

Las refinerías costeras que utilizan agua salada para su sistema de refrigeración, liberan aceite a esas aguas e indirectamente al medio marino en donde son arrojadas. La descarga sin tratamiento, de aguas negras, tanto municipales como industriales liberan cantidades relativamente importantes de aceite y derivados del petróleo al ambiente marino costero, especialmente en la cercanía de las medianas y grandes ciudades; asimismo, los ríos pueden servir de vectores de contaminación marina por hidrocarburos del petróleo y lógicamente otras substancias nocivas, en su desembocadura. (COI, 1985).

AREA DE ESTUDIO

Aguas costeras frente a las principales ciudades y poblaciones de las provincias de Guayas y El Oro. (Mapas Nos. 1, 2, 3, 4, 5).

PARAMETROS ANALIZADOS

Hidrocarburos del petróleo, disueltos y dispersos. Residuos flotantes de alquitrán.

METODOLOGIA APLICADA

1.– **Metodología de Muestreo:**

a.– Hidrocarburos del petróleo, disueltos y dispersos.

– A un metro de profundidad, usando muestreadores adecuados para el efecto. (Fig. 2).

Se vierten 50 cm^3 de tetracloruro de carbono, (N–Hexano), en una botella limpia, de vidrio obscuro, de capacidad de 3 a 4 litros. Se cierra la botella con un tapón de rosca recubierto con teflón. Mientras el barco avanza lentamente, se lanza el muestreador, sin tapa, por la borda, preferiblemente desde la proa y lo más lejos posible del barco. La botella destapada se hundirá inmediatamente y se llenará de agua a la profundidad preestablecida. Al recuperarla se vierte un poco de agua a fin de evitar una posible dilatación térmica; se ajusta bien el tapón, se rotula y se guarda en lugar fresco. (Fig. 4).

b.– Residuos flotantes de alquitrán.

– El muestreo se realiza mediante arrastre superficial, utilizando muestreadores adecuados para tal efecto. (Fig. 3).

– El muestreador debe remolcarse durante una milla náutica, aproximadamente, a velocidad que permita a la red deslizarse suavemente.

– El muestreador debe aparejarse de tal manera que se deslice por el costado del buque y no sea perturbado por la estela del mismo.

– Debe comprobarse la sujección de los cables de remolque. Debe fijarse un colector apropiado al extremo de la red. El remolque debe efectuarse desde un punto situado bastante a proa, de preferencia, desde un botalón. Es aconsejable arrastrar la red por el lado de sotavento y evitar el rumbo contra el viento para no hacer el arrastre a lo largo de surcos o entre surcos.

– Una vez terminado el remolque, se recoge el muestreador, y con ayuda de agua se limpia la red, recibiendo su contenido en el colector. Se traslada el contenido a un frasco de cristal, se rotula y se guarda en congelación. Si la red contiene una excesiva cantidad de materia extraña se vaciará en un recipiente limpio, que contenga agua y se recuperarán los conglomerados de al-

AREA: ENGABAO – PLAYAS

DICIEMBRE DE 1985.– Se observa un máximo de 100 ug/1, ubicado en la cercanía de la población de General Villamil, (Playas), lo cual puede ser ocasionado por las actividades de numerosas embarcaciones surtas en el lugar y que cuotidianamente navegan por esas aguas. Los valores fluctúan entre ese máximo y un mínimo de 20 ug/1, con concentraciones intermedias repartidas indiscriminadamente en toda la zona. Mapa No. 14, Cuadro No. 5.

ABRIL DE 1986.– En esta ocasión, el máximo de 150 ug/1, fue localizado en las cercanías de Engabao, lugar de fondeo de numerosas embarcaciones menores; las concentraciones van disminuyendo a medida que aumenta la distancia costa afuera, excepto en los perfiles de las estaciones No. 4 y 7 en donde se observa el fenómeno contrario. Mapa No. 15, Cuadro No. 6.

En forma general, la concentración aparece mayor en esta época, con respecto a la anterior, ya que de un promedio de 47.5 ug/1 en 1985, encontramos 81 ug/1, como promedio, en 1986; lo mismo sucede con los máximos y mínimos, los que en 1985 son de 106 y 15, respectivamente, mientras que en 1986 se elevan a 152 y 32.

AREA: PLAYAS – POSORJA

DICIEMBRE DE 1985.– De un máximo de 100 ug/1, frente a Playas, se obtiene un mínimo de 10 ug/1 en las estaciones más alejadas de la costa y frente a Posorja. Se observa gradiente de disminución en la distribución del contaminante, a medida que las estaciones se alejan de la costa y conforme se avanza en dirección Playas–Posorja. Mapa No. 16 y Cuadro No. 7. El origen de la presencia de los hidrocarburos encontrados parece provenir de las numerosas embarcaciones de pesca, medianas y menores que diariamente navegan por esas aguas.

En esta zona las corrientes se dirigen paralelas a la costa, (dirección 300º); la máxima velocidad fue de 0.80 nudos, frente a Playas. Mapa No. 17.

ABRIL DE 1986.– El máximo detectado, 130 ug/1, fue localizado en aguas del Canal del Morro, observándose concentraciones menores a medida que se aleja del Canal. Mapa No. 18, Cuadro No. 8. Se observa dos zonas bien diferenciadas, una de más altas concentraciones, frente a Posorja, en el Canal del Morro; y otra de menores concentraciones en la porción ubicada entre Data de Posorja y Playas. Las corrientes presentaron dirección hacia el Suroeste y las velocidades fluctuaron entre 0.25 y 0.80 nudos. Los vientos fueron del Sur con velocidad de 3 a 6 m/s. Mapa No. 19.

PROVINCIA DE EL ORO.– AREA: PUERTO BOLIVAR.

DICIEMBRE DE 1985.– Los máximos valores, 60 ug/1, se ubicaron frente a los muelles de Autoridad Portuaria, lugar de acoderamiento de numerosos buques, y a la entrada del Estero de Jambelí, paso obligado de todas las embarcaciones que se dirigen al balneario del mismo nombre. Puede observarse que la concentración es mayor en el Estero y va disminuyendo hacia la salida del mismo, al incrementarse el volumen del receptor. Mapa No. 20, Cuadro No. 9.

En la zona del canal, las corrientes superficiales tienen una velocidad media de 0.30 nudos y se orientan de acuerdo al estado de la marea, siguiendo el contorno del canal, el máximo valor encontrado fue de 0.40 nudos, en la boca del canal. En lo que se refiere a los vientos, en general, en toda el área, la velocidad fluctuó entre 2 y 4 m/s siendo su dirección Noroeste. Mapa. No. 21.

ABRIL DE 1986.– Aún cuando el máximo detectado en esta época desciende a 25 ug/1, éste fue localizado en los mismos lugares que en la época anterior, es decir, en los alrededores de los muelles de Auto-

ridad Portuaria y a la altura de Boca Jambelí, lo cual indica que la fuente del contaminante persist
No. 22. Cuadro No. 10.

Las corrientes están influenciadas por las mareas, cambiando su dirección de acuerdo al esta
mismas. Los vientos fueron predominantes del Sur, con velocidad entre 1 y 2 m/s. Mapa No. 23.

II.– RESIDUOS FLOTANTES DE ALQUITRAN:

Arrastres sistemáticos en todas las áreas, no arrojaron evidencia de la presencia de esta clase
minante en ninguna de ellas; probablemente porque el origen de los residuos flotantes de alquitrán
mente se encuentran luego de ocurrido un derrame considerable, lo cual no se ha suscitado en l
estudiadas, en los lugares indicados. Mapas Nos. 8, 11, 17 y 21.

CONCLUSIONES

El presente estudio arroja evidencia de la presencia de hidrocarburos del petróleo, disueltos
sos, en todas las áreas y en las dos épocas consideradas, en mayor o menor concentración, lo que
conclusión, que aún cuando las concentraciones actuales no son alarmantes, sin embargo, hay q
en cuenta la cronicidad de las mismas por el potencial peligro que esto significa para el Ecosistema.

El análisis de la distribución horizontal nos indica que el problema es eminentemente coster
las máximas concentraciones se han localizado en las estaciones de muestreo más cercanas a la
minuyendo a medida que se alejan de la misma. Además, el análisis del comportamiento de los pa
físicos y meteorológicos, indican que son factores importantes que influencian en la distribución
taminante.

AGRADECIMIENTO

Los autores desean expresar su agradecimiento a los señores Directores del INOCAR, por
apoyo brindado para la realización de este trabajo.

Al PNUMA–CPPS, por el apoyo material brindado para las labores de muestreo y análisis.

Al Biol. Eduardo Zambrano, por la medición y análisis del comportamiento de los parám
cos y meteorológicos.

Al Sr. Dibujante Técnico Víctor Mesías, por la concepción artística de los diversos gráfic
jos del presente trabajo.

BIBLIOGRAFIA

COI, Manual and Guides, 1985.– Procedure for sampling the Sea - surface microlayer.

COI - CPPS, 1985.– Plan de Acción para la Protección del Pacífico Sudeste y Areas Costeras Adyacentes.

James A. Fay, 1971.– Mass. Institute of Technology. Physical Processes in the Spread of oil on a water surface. Conference on prevention and control of oil spills, sponsored by American Petroleum Institute, Enviromental Protection Agency and United States Coast Guard.

Nemirovsky I.A., Nesterova M.P., 1979.– The study of the oil pollution in the waters of the Pacific Ocean. XIV Pacific Science Congress.

Valencia Manuel, 1976.– INOCAR. Adaptación para el mar ecuatoriano del Plan Operacional para el desarrollo del Proyecto Experimental de vigilancia de la contaminación del mar ecuatoriano, como parte del IGOSS.

HIDROCARBUROS DISUELTOS Y DISPERSOS

Est. No.	Concentración Ug/l U. Criseno	FECHA (GMT)			P O S I C I O N		INFORMACION AMBI		
		DIA	MES	AÑO	LAT. S.	LONG. W.	Viento		Cor
							Dir.	Vel.	Dir.
1	184	07	XII	85	2° 09' 00"	80° 51' 00"	—	—	—
2	20	"	"	"	2° 08' 20"	80° 51' 20"	290°	1.5 m/s	185°
3	11.2	"	"	"	2° 06' 00"	80° 51' 20"	290°	2.5 "	165°
4	10	"	"	"	2° 09' 50"	80° 52' 40"	300°	1.5 "	340°
5	8.2	"	"	"	2° 11' 00"	80° 52' 40"	300°	2.5 "	270°
6	32	"	"	"	2° 12' 30"	80° 52' 40"	—	—	—

* Nudos

CUADRO 1.– Localidad: Punta Blanca - Ballenita (Ecuador) Diciembre/85.

HIDROCARBUROS DISUELTOS Y DISPERSOS

Est. No.	Concentración Ug/l U. Criseno	FECHA (GMT)			P O S I C I O N		INFORMACION AMBIE		
		DIA	MES	AÑO	LAT. S.	LONG. W.	Viento		Cor
							Dir.	Vel.	Dir.
1	70	24	IV	86	2° 09' 00"	80° 51' 00"	—	—	—
2	60	"	"	"	2° 08' 00"	80° 51' 20"	260°	3.5 m/s	360°
3	140	"	"	"	2° 06' 00"	80° 51' 20"	280°	5.0 "	355°
4	80	"	"	"	2° 09' 50"	80° 52' 40"	320°	6.0 "	340°
5	147	"	"	"	2° 11' 00"	80° 52' 40"	—	—	—
6	606	"	"	"	2° 12' 30"	80° 52' 40"	—	—	—

* Nudos

CUADRO 2.– Localidad: Punta Blanca - Ballenita (Ecuador) Abirl/86.

HIDROCARBUROS DISUELTOS Y DISPERSOS

Est. No.	Concentración Ug/l U. Criseno	FECHA (GMT)			P O S I C I O N		INFORMACION AMBIE		
		DIA	MES	AÑO	LAT. S.	LONG. W.	Viento		Cor
							Dir.	Vel.	Dir.
7	82.5	07	XII	85	2° 13' 40"	80° 52' 40"	—	—	—
8	30	"	"	"	2° 12' 50"	80° 54' 30"	300°	1.5 m/s	330°
9	10	"	"	"	2° 11' 10"	80° 54' 30"	285°	2.5 "	195°
10	15	"	"	"	2° 10' 50"	80° 55' 55"	290°	3.0 "	200°
11	15	"	"	"	2° 12' 30"	80° 55' 50"	285°	3.5 "	290°
12	1.050	"	"	"	2° 13' 40"	80° 55' 50"	—	—	—
13	1.110	"	"	"	2° 11' 50"	80° 57' 20"	—	—	—
14	7.8	"	"	"	2° 10' 32"	80° 57' 00"	290°	3.5 "	200°
15	10	"	"	"	2° 09' 59"	80° 57' 00"	280°	5.0 "	225°
16	9.8	"	"	"	2° 10' 10"	80° 57' 55"	260°	4.5 "	195°
17	5	"	"	"	2° 11' 40"	80° 57' 55"	260°	4.5 "	265°
18	140	"	"	"	2° 13' 00"	80° 57' 50"	—	—	—
19	62	"	"	"	2° 11' 40"	80° 59' 00"	—	—	—
20	9	"	"	"	2° 09' 00"	80° 59' 00"	245°	5.0 "	245°
21	7.8	"	"	"	2° 09' 00"	80° 59' 00"	260°	4.0 "	225°

* Nudos

CUADRO 3.– Localidad: Ballenita - La Libertad - Salinas (Ecuador) Diciembre/85.

HIDROCARBUROS DISUELTOS Y DISPERSOS

Est. No.	Concentración Ug/l U. Criseno	FECHA (GMT)			POSICION		INFORMACION AMBIENTAL			
		DIA	MES	AÑO	LAT. S.	LONG. W.	Viento		Corrientes	
							Dir.	Vel.	Dir.	Vel.*
7	940	24	IV	86	2° 13' 40"	80° 52' 40"	—	—	—	—
8	134	"	"	"	2° 12' 50"	80° 54' 30"	280°	4.0 m/s	65°	0.20
9	130	"	"	"	2° 11' 10"	80° 54' 30"	310°	5.0 "	60°	0.20
10	70	"	"	"	2° 10' 50"	80° 55' 55"	300°	6.0 "	135°	0.25
11	60	"	"	"	2° 12' 30"	80° 55' 50"	320°	4.5 "	50°	0.25
12	220	"	"	"	2° 13' 40"	80° 55' 50"	—	—	—	—
13	90	"	"	"	2° 11' 50"	80° 57' 20"	—	—	—	—
14	60	"	"	"	2° 10' 32"	80° 57' 00"	—	—	—	—
15	50	"	"	"	2° 09' 59"	80° 57' 00"	—	—	—	—
16	38	"	"	"	2° 10' 10"	80° 57' 55"	320°	6.0 "	90°	0.35
17	54	"	"	"	2° 11' 40"	80° 57' 55"	—	—	—	—
18	80	"	"	"	2° 13' 00"	80° 57' 50"	—	—	—	—
19	50	"	"	"	2° 11' 40"	80° 59' 00"	—	—	—	—
20	40	"	"	"	2° 10' 10"	80° 59' 00"	—	—	—	—
21	36	"	"	"	2° 09' 00"	80° 59' 00"	—	—	—	—

* Nudos

CUADRO 4.– Localidad: Ballenita - La Libertad - Salinas (Ecuador) Abril/86.

HIDROCARBUROS DISUELTOS Y DISPERSOS

Est. No.	Concentración Ug/l U. Criseno	FECHA (GMT)			POSICION		INFORMACION AMBIENTAL			
		DIA	MES	AÑO	LAT. S.	LONG. W.	Viento		Corrientes	
							Dir.	Vel.	Dir.	Vel.*
1	44	10	XII	85	2° 35' 00"	80° 26' 30"	—	—	—	—
2	55	"	"	"	2° 36' 30"	80° 27' 30"				
3	—	"	"	"	———	———	—	—	—	—
4	—	"	"	"	———	———	—	—	—	—
5	20	"	"	"	2° 38' 50"	80° 25' 15"	—	—	—	—
6	12	"	"	"	2° 37' 30"	80° 24' 30"				

* Nudos

CUADRO 5.– Localidad: Engabao - Playas (Ecuador) Diciembre/85.

HIDROCARBUROS DISUELTOS Y DISPERSOS

Est. No.	Concentración Ug/l. U. Criseno	FECHA (GMT)			POSICION		INFORMACION AMBIENTAL			
		DIA	MES	AÑO	LAT. S.	LONG. W.	Viento		Corrientes	
							Dir.	Vel.	Dir.	Vel.*
1	152	25	IV	86	2° 35' 00"	80° 26' 30"	—	—	—	—
2	94	"	"	"	2° 36' 30"	80° 27' 30"	—	—	—	—
3	—	"	"	"	———	———	—	—	—	—
4	—	"	"	"	———	———	—	—	—	—
5	83	"	"	"	2° 38' 50"	80° 25' 15"	—	—	—	—
6	94	"	"	"	2° 37' 30"	80° 24' 30"	—	—	—	—

CUADRO 6.– Localidad: Engabao - Playas (Ecuador) Abril/86.

HIDROCARBUROS DISUELTOS Y DISPERSOS

Est. No.	Concentración Ug/l U. Criseno	FECHA (GMT)			P O S I C I O N		INFORMACION AMBI		
		DIA	MES	AÑO	LAT S.	LONG. W.	Viento Dir.	Vel.	Cor Dir.
7	106	10	XII	85	2° 38' 06"	80° 23' 33"	—	—	—
8	80	"	"	"	2° 39' 06"	80° 24' 24"	260°	5.0 m/s	270°
9	15	"	"	"	2° 40' 29"	80° 25' 06"	260°	4.0 "	260°
10	17.8	"	"	"	2° 42' 30"	80° 23' 36"	270°	3.5 "	315°
11	10.2	"	"	"	2° 41' 30"	80° 22' 36"	—	—	—
12	—	"	"	"	2° 40' 18"	80° 25' 55"	—	—	—
13	20	"	"	"	2° 42' 03"	80° 19' 54"	—	—	—
14	12.6	09	XII	85	2° 43' 12"	80° 20' 42"	260°	4.0 "	310°
15	9.2	"	"	"	2° 44' 18"	80° 21' 33'	260°	4.0 "	320°
16	9.2	"	"	"	2° 45' 48"	80° 19' 12"	255°	4.0 "	315°
17	18.9	"	"	"	2° 44' 42"	80° 18' 24"	250°	4.0 "	315°
18	15	"	"	"	2° 43' 45"	80° 17' 32"	—	—	—
19	20	"	"	"	2° 44' 46"	80° 15' 00"	—	—	—
20	25.2	"	"	"	2° 45' 36"	80° 14' 20"	255°	4.0 "	—
21	12.4	"	"	"	2° 46' 30"	80° 13' 35"	250°	5.0 "	—
22	9.8	"	"	"	2° 43' 48"	80° 12' 42"	250°	5.5 "	—
23	15	"	"	"	2° 43' 06"	80° 13' 30"	245°	5.0 "	—

* Nudos

CUADRO 7.– Localidad: Playas - Posorja (Ecuador) Diciembre/85.

HIDROCARBUROS DISUELTOS Y DISPERSOS

Est. No.	Concentración Ug/l U. Criseno	FECHA (GMT)			P O S I C I O N		INFORMACION AMBI		
		DIA	MES	AÑO	LAT. S.	LONG. W.	Viento Dir.	Vel.	Co Dir.
7	52	25	IV	86	2° 38' 06"	80° 23' 33"	—	—	—
8	32	"	"	"	2° 39' 06"	80° 24' 24"	—	—	—
9	60	"	"	"	2° 40' 29"	80° 25' 06"	190°	3.0 m/s	230°
10	50	"	"	"	2° 42' 30"	80° 23' 36"	160°	5.0 "	195°
11	52	"	"	"	2° 41' 30"	80° 22' 36"	130°	6.0 "	270°
12	50	"	"	"	2° 40' 18"	80° 21' 55"	—	—	—
13	53	"	"	"	2° 42' 03"	80° 19' 54"	—	—	—
14	46	"	"	"	2° 43' 12"	80° 20' 42"	180°	4.0 "	220°
15	40	"	"	"	2° 44' 18"	80° 21' 33"	180°	4.0 "	240°
16	60	"	"	"	2° 45' 48"	80° 19' 12"	—	—	—
17	84	"	"	"	2° 44' 42"	80° 18' 24"	—	—	—
18	80	"	"	"	2° 43' 45"	80° 17' 32"	—	—	—
19	86	"	"	"	2° 44' 46"	80° 15' 00"	—	—	—
20	102	"	"	"	2° 45' 36"	80° 14' 20"	—	—	—
21	134	"	"	"	2° 46' 30"	80° 13' 35"	—	—	—
22	95	"	"	"	2° 43' 48"	80° 12' 42"	—	—	—
23	76	"	"	"	2° 43' 06"	80° 13' 30"	—	—	—

* Nudos

CUADRO 8.– Localidad: Playas - Posorja (Ecuador) Abril/86.

HIDROCARBUROS DISUELTOS Y DISPERSOS

Est. No.	Concentración Ug/l. U. Criseno	FECHA (GMT)			POSICION		INFORMACION AMBIENTAL			
		DIA	MES	AÑO	LAT. S.	LONG. W.	Viento		Corrientes	
							Dir.	Vel.	Dir.	Vel.*
1	27	05	XII	85	3° 16' 52''	80° 00' 30''	—	—	135°	2.5
2	22.5	"	"	"	3° 16' 49''	80° 00' 58''	080°	2.0 m/s	045°	0.30
3	19.2	"	"	"	3° 16' 48''	80° 00' 30''	080°	1.5 "	065°	0.25
4	9.2	"	"	"	3° 15' 47''	80° 00' 43''	030°	2.0 "	320°	0.15
5	22.5	"	"	"	3° 15' 53''	80° 00' 31''	000°	2.0 "	270°	0.20
6	66	"	"	"	3° 15' 05''	80° 00' 12''	010°	2.0 "	300°	0.20
7	16.5	"	"	"	3° 14' 48''	79° 59' 58''	030°	3.0 "	225°	0.15
8	13.5	"	"	"	3° 14' 44''	80° 00' 25''	010°	3.5 "	315°	0.30
9	15	"	"	"	3° 14' 41''	80° 00' 49''	010°	5.0 "	330°	0.30
10	66	"	"	"	3° 13' 48''	80° 01' 11''	020°	5.0 "	340°	0.20
11	30	"	"	"	3° 13' 53''	80° 00' 54''	030°	4.5 "	315°	0.30
12	7.5	"	"	"	3° 13' 56''	80° 00' 22''	000°	3.5 "	315°	0.30
13	4.5	"	"	"	3° 11' 40''	79° 40' 00''	010°	5.0 "	330°	0.30
14	6	"	"	"	3° 12' 10''	80° 00' 22''	020°	4.0 "	320°	0.40
15	7.5	"	"	"	3° 12' 19''	80° 01' 28''	025°	4.0 "	345°	0.35

* Nudos

CUADRO 9.– Localidad: Puerto Bolívar (Ecuador) Diciembre/85.

HIDROCARBUROS DISUELTOS Y DISPERSOS

Est. No.	Concentración Ug/l U.Criseno	FECHA (GMT)			POSICION		INFORMACION AMBIENTAL			
		DIA	MES	AÑO	LAT. S.	LONG. W.	Viento		Corrientes	
							Dir.	Vel.	Dir.	Vel.*
1	18.8	22	IV	86	3° 65' 20''	80° 00' 30''	calma	—	45°	—
2	6.0	"	"	"	3° 14' 49''	80° 00' 58''	calma	—	190°	—
3	16.2	"	"	"	3° 16' 48''	80° 00' 30''	170°	1.0 m/s	350°	—
4	22.3	"	"	"	3° 15' 47''	80° 00' 43''	calma	—	260°	—
5	27.8	"	"	"	3° 15' 53''	80° 00' 31''	calma	—	360°	—
6	27.0	"	"	"	3° 15' 05''	80° 00' 12''	calma	—	120°	—
7	27.0	"	"	"	3° 14' 48"	79° 59' 58"	120°	2.0 "	260°	—
8	21.1	"	"	"	3° 14' 44''	80° 00' 25''	170°	2.0 "	280°	—
9	26.0	"	"	"	3° 14' 41''	80° 00' 49''	calma	—	150°	—
10	20.3	"	"	"	3° 13' 48''	80° 01' 11''	120°	2.0 "	165°	—
11	17.6	"	"	"	3° 13' 53''	80° 00' 54''	200°	1.0 "	90°	—
12	19.8	"	"	"	3° 13' 56''	80° 00' 22''	calma	—	65°	—
13	26.4	"	"	"	3° 11' 40''	79° 40' 00''	—	—	—	—
14	20.8	"	"	"	3° 12' 10''	80° 00' 22''	—	—	—	—
15	15.2	"	"	"	3° 10' 9''	80° 01' 28''	—	—	—	—

* Nudos

CUADRO 10.– Localidad: Puerto Bolívar (Ecuador) Abril/86.

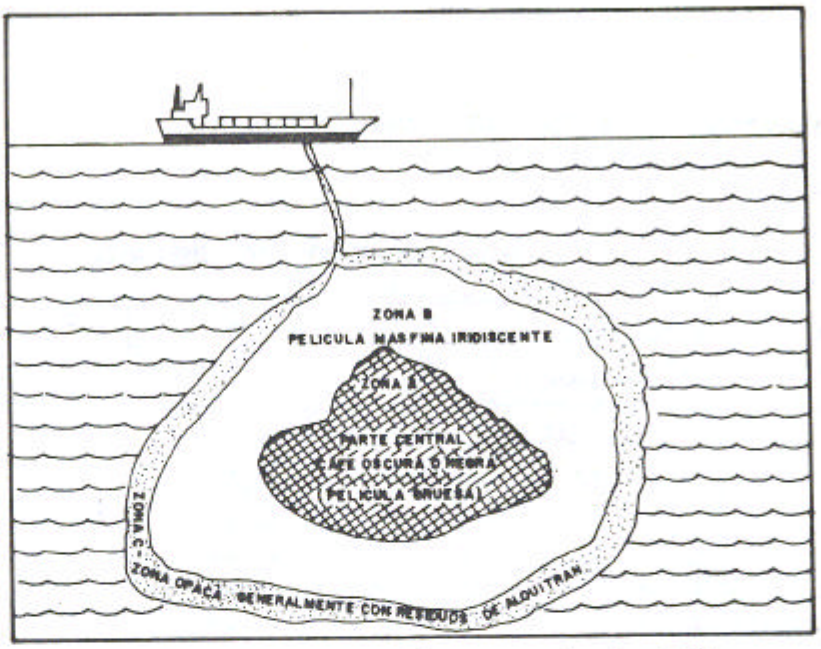


Fig. 1.– Características de una mancha de petróleo.

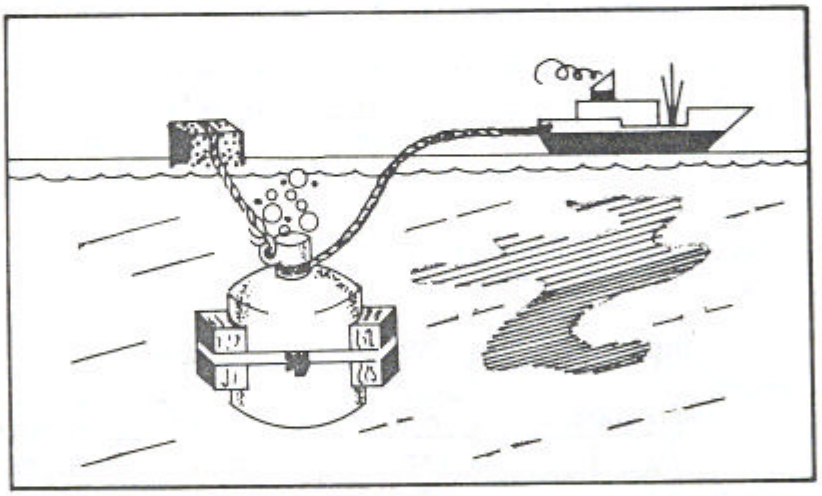


Fig. 2.– Muestreador para residuos de hidrocarburos disueltos y dispersos en el agua de mar.

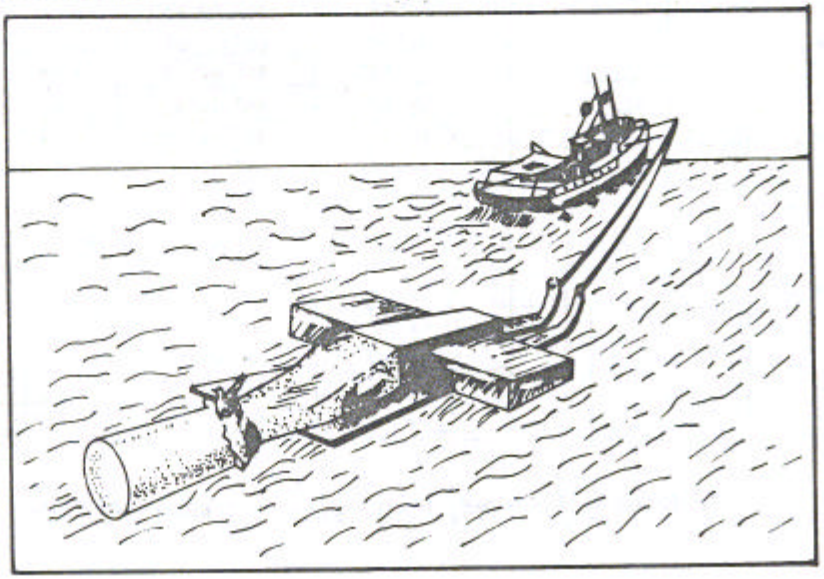
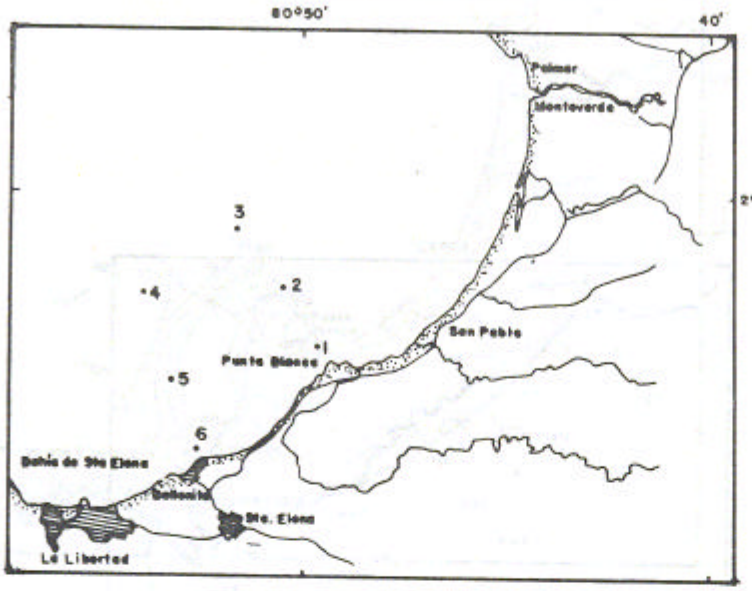
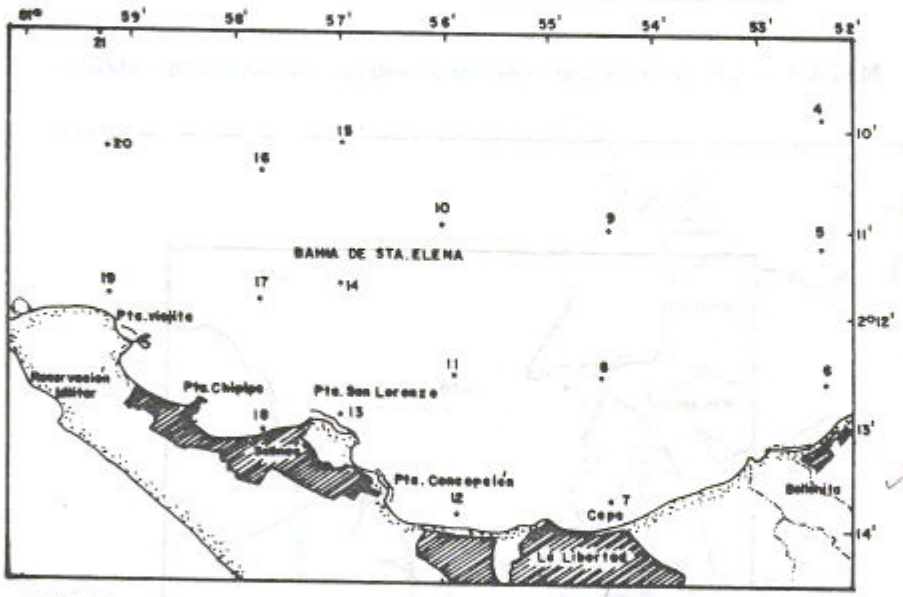


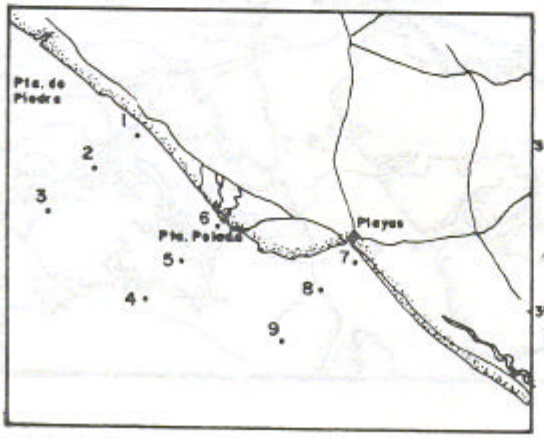
Fig. 3.– Muestreador de residuos flotantes de alquitrán en la superficie del mar.



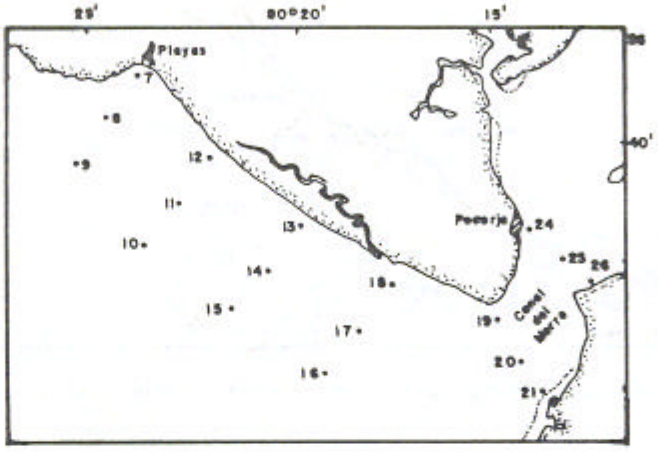
MAPA 1.– Ubicación de estaciones de muestreo. Diciembre/85 - Abril/86.



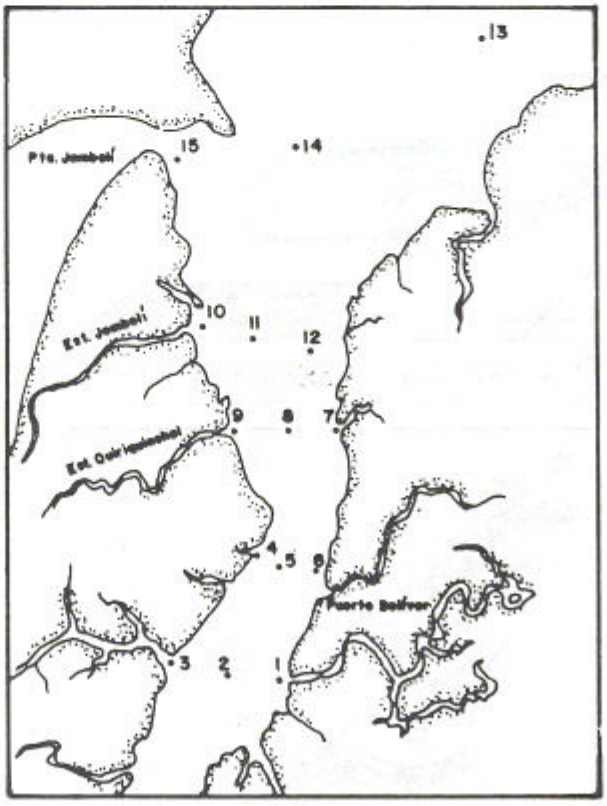
MAPA 2.– Ubicación de estaciones de muestreo. Diciembre/85 - Abril/86.



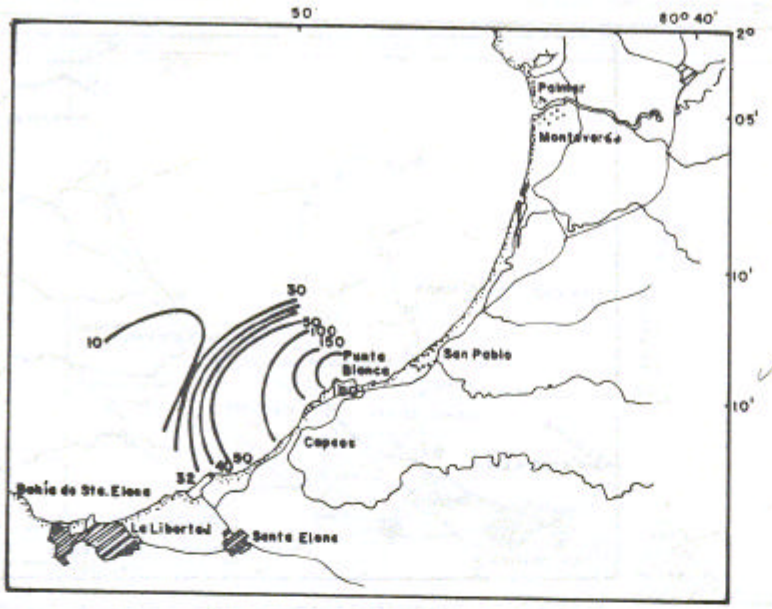
MAPA 3.– Ubicación de estaciones de muestreo. Diciembre/85 - Abril/86.



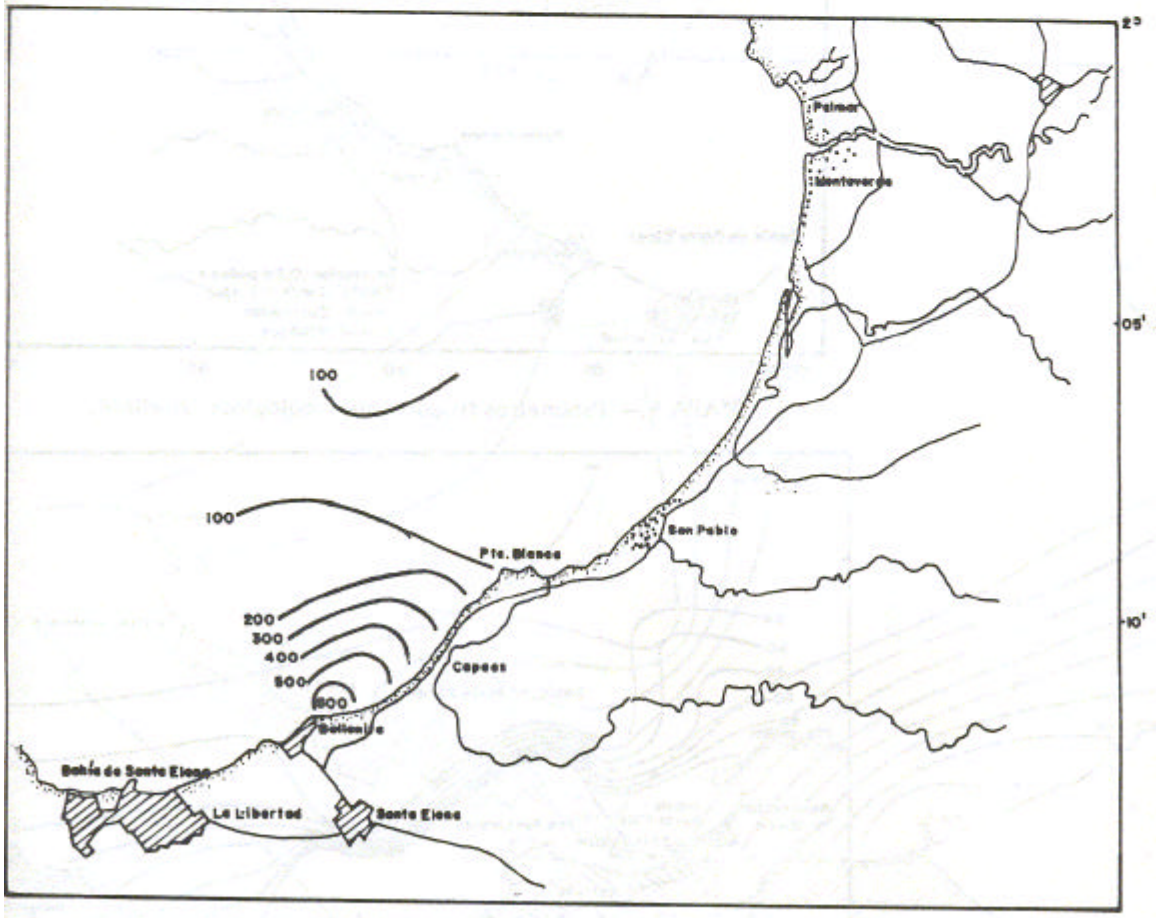
MAPA 4.– Ubicación de estaciones de muestreo. Diciembre/85 - Abril/86.



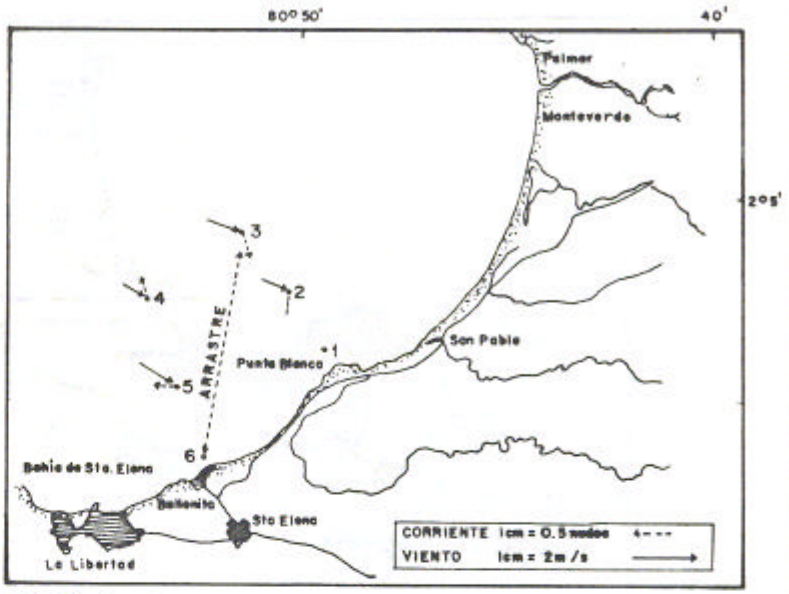
MAPA 5.– Ubicación de estaciones de muestreo. Diciembre/85 - Abril/86.



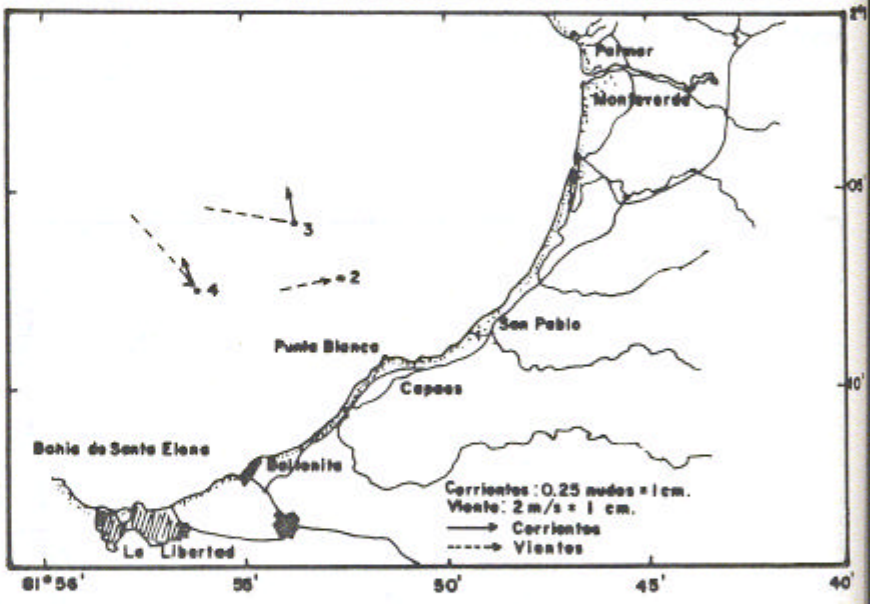
MAPA 6.– Hidrocarburos del petróleo, disueltos y dispersos, ug/l en U. de Criseno. Diciembre/85.



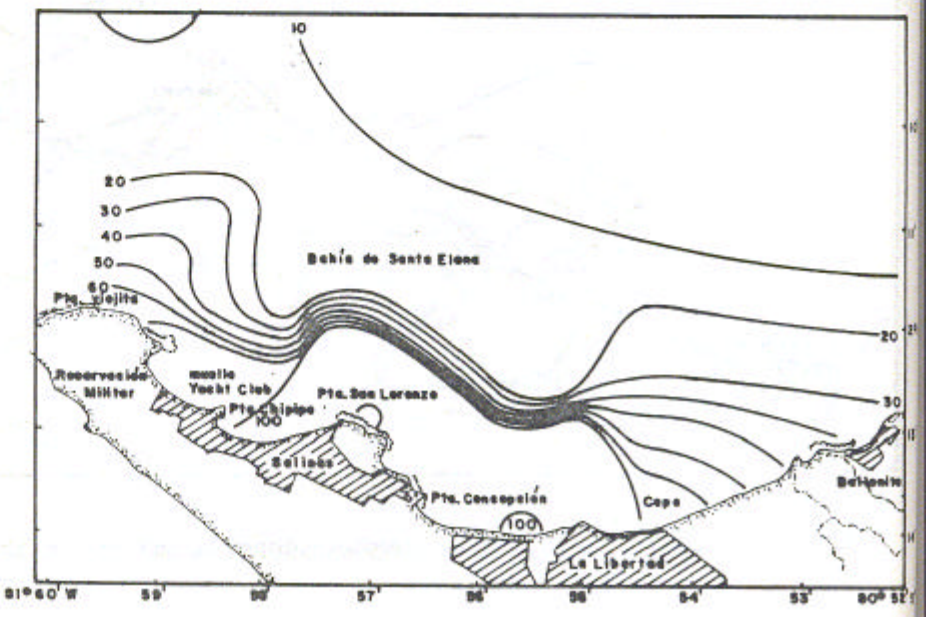
MAPA 7.– Hidrocarburos del petróleo, disueltos y dispersos, ug/l en U. de Criseno. Abril/86.



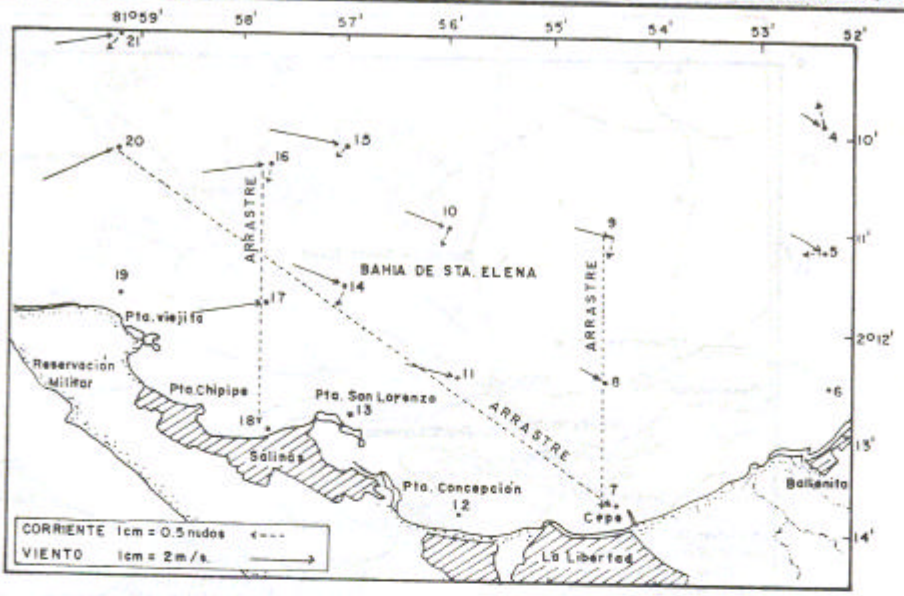
MAPA 8.– Parámetros físicos y meteorológicos. Diciembre/85.



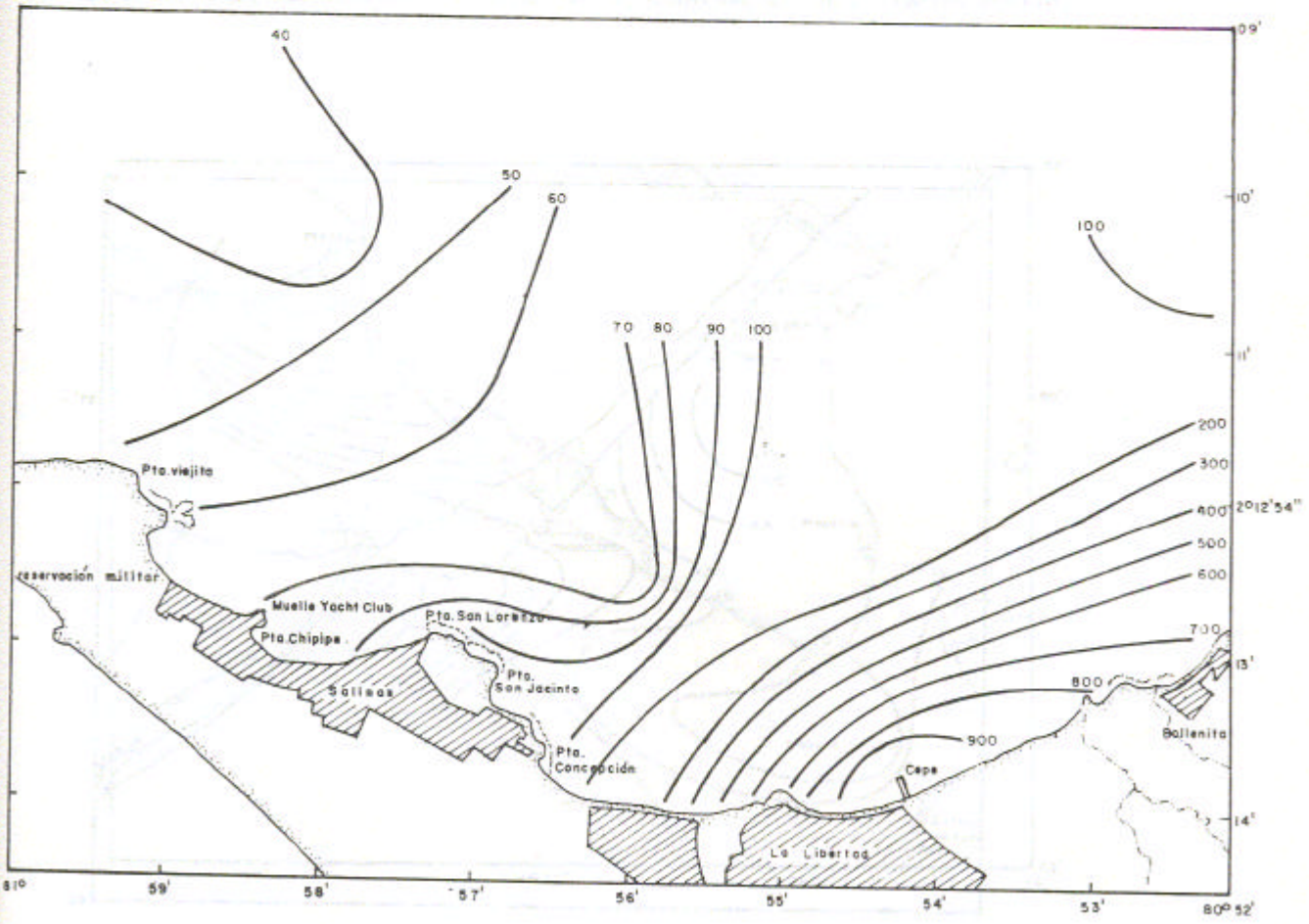
MAPA 9.– Parámetros físicos y meteorológicos. Abril/86.



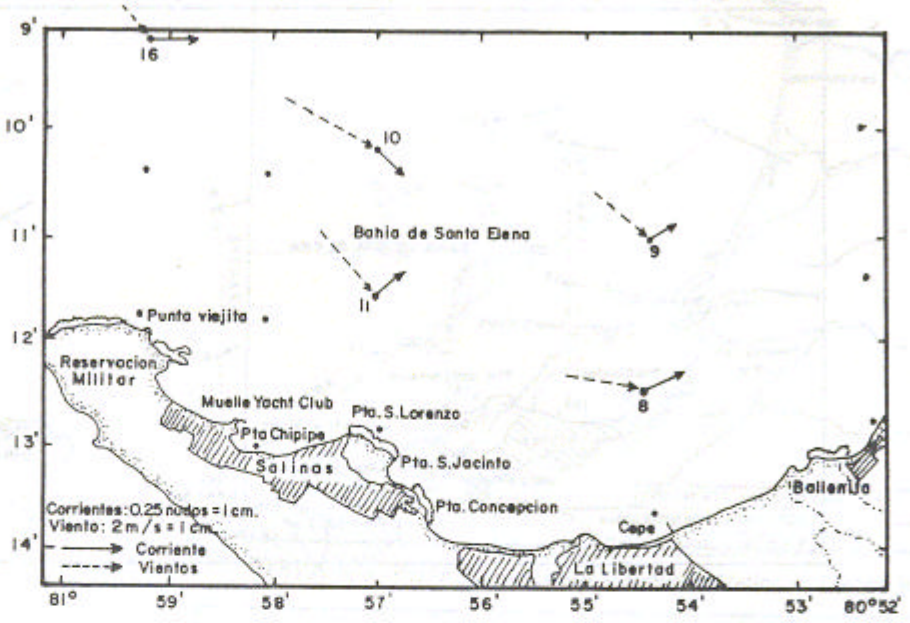
MAPA 10.– Hidrocarburos del petróleo, disueltos y dispersos, ug/l en U. de Criseno. Dici



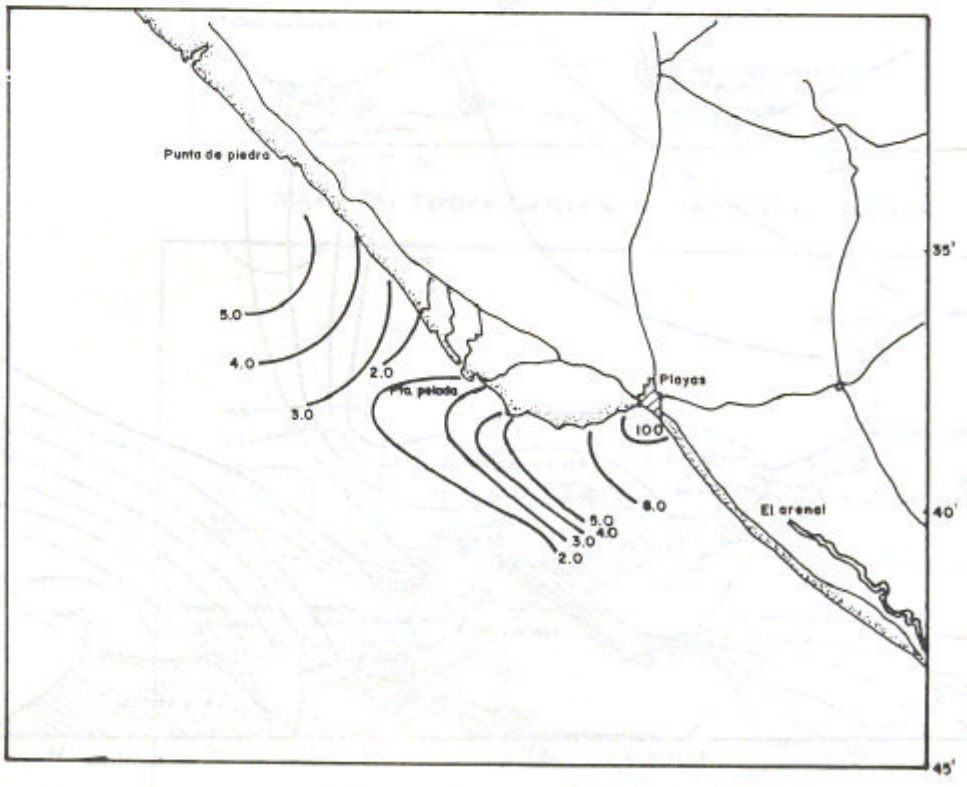
MAPA 11.– Parámetros físicos y meteorológicos. Diciembre/85.



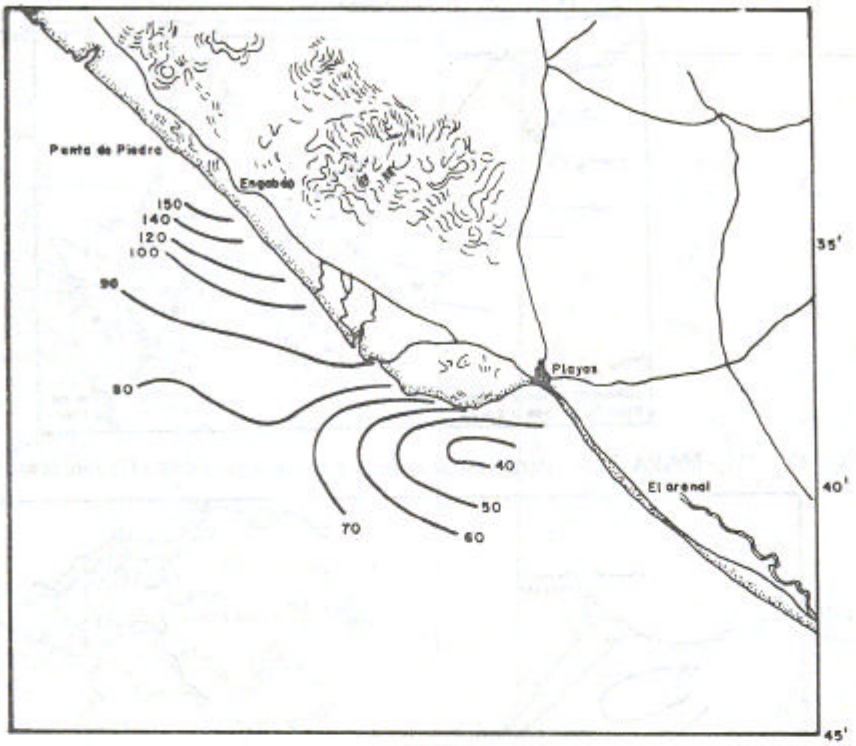
MAPA 12.– Hidrocarburos del petróleo, disueltos y dispersos, ug/l en U. de Criseno. Abril/86.



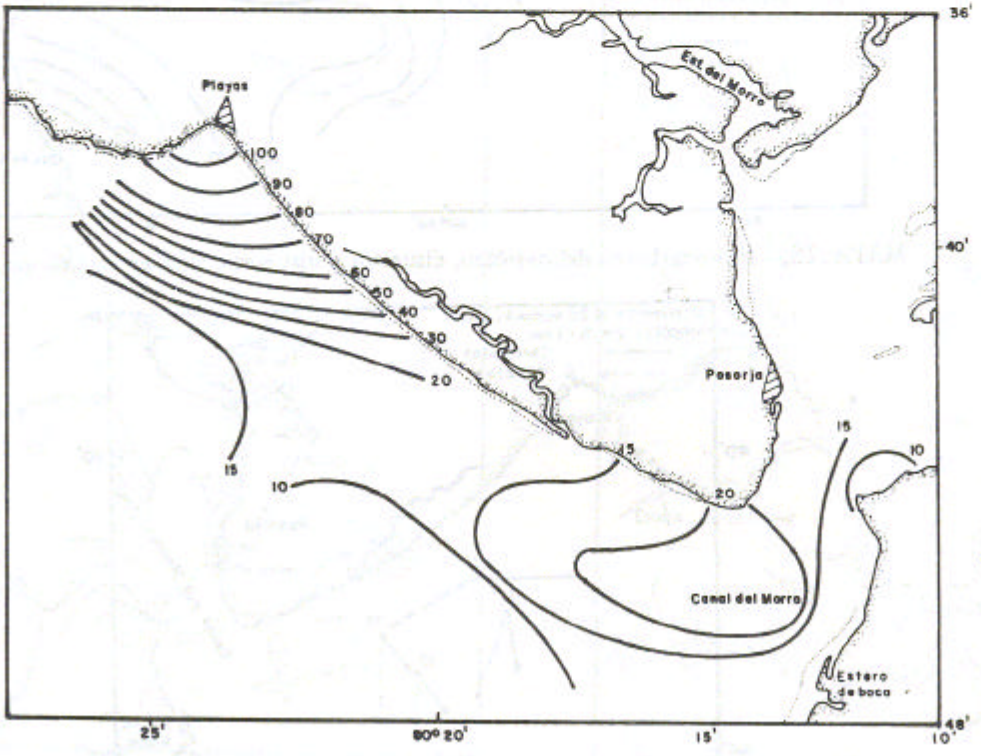
MAPA 13.– Parámetros físicos y meteorológicos. Abril/86.



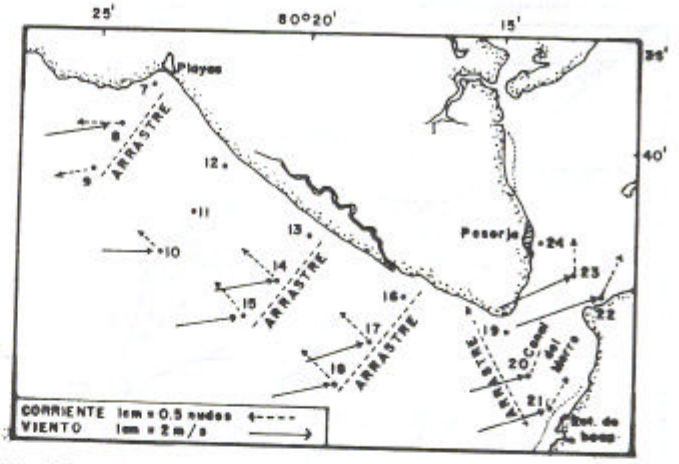
MAPA 14.– Hidrocarburos del petróleo, disueltos y dispersos, ug/l en U. de Criseno. Diciembre/85.



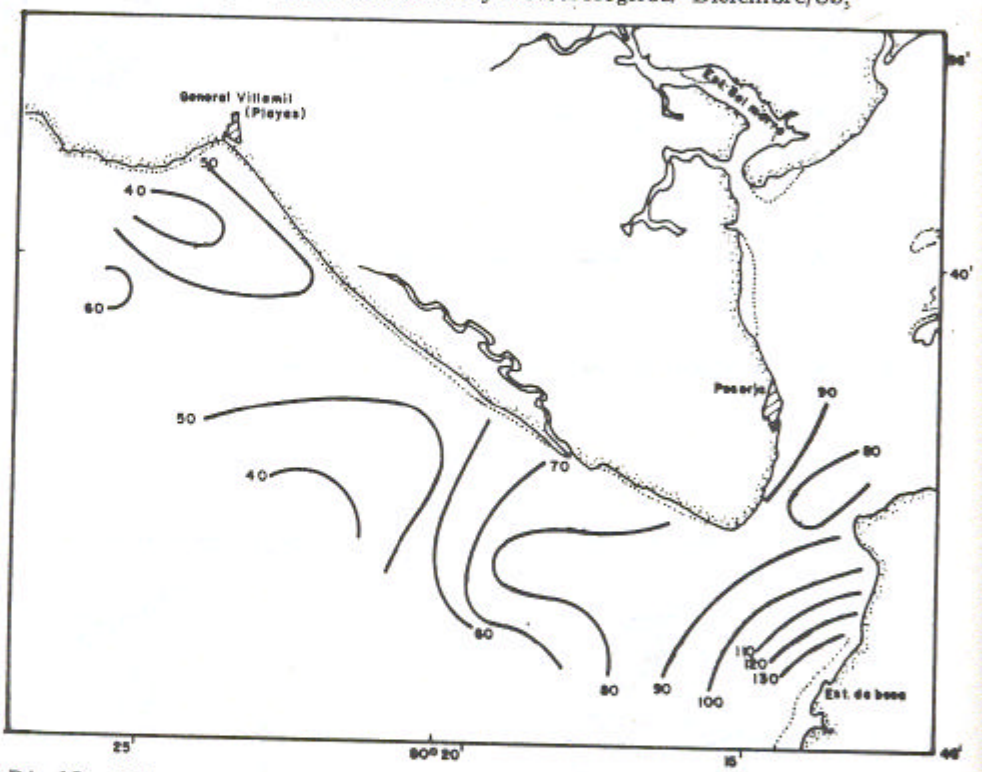
MAPA 15.— Hidrocarburos del petróleo, disueltos y dispersos, ug/l en U. Criseno. Abril/86.



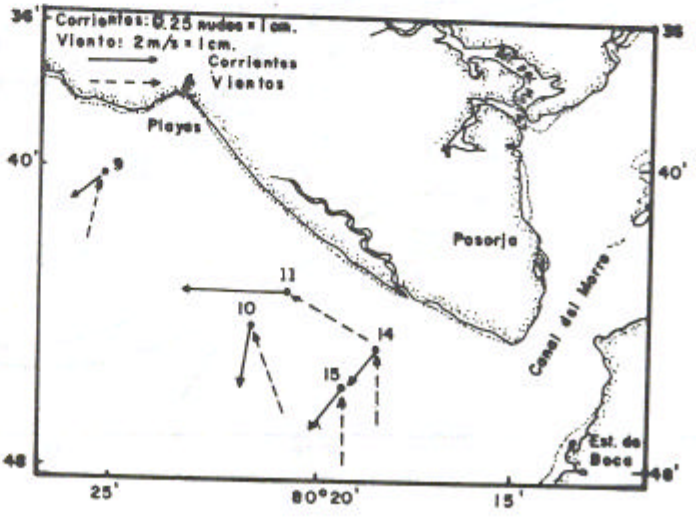
MAPA 16.— Hidrocarburos del petróleo, disueltos y dispersos, ug/l en U. Criseno. Diciembre/85.



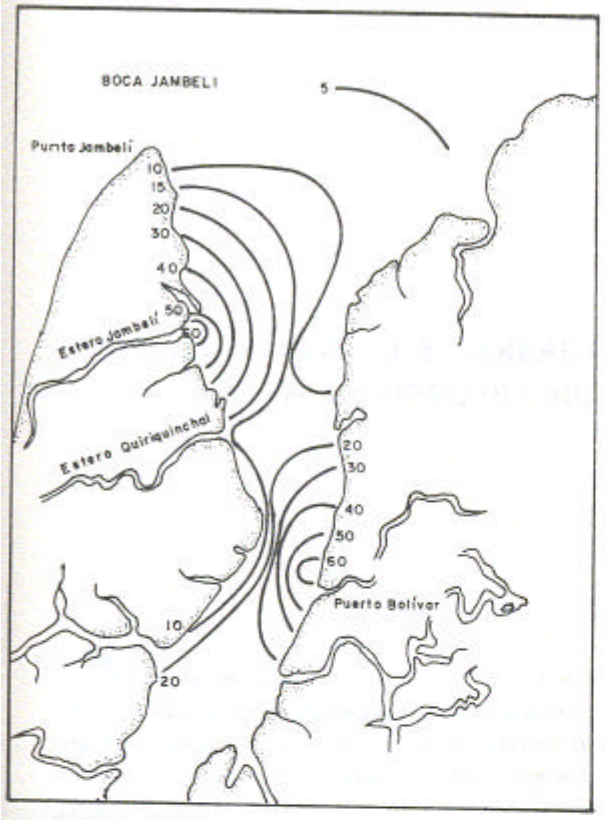
MAPA 17.– Parámetros físicos y meteorológicos. Diciembre/85.



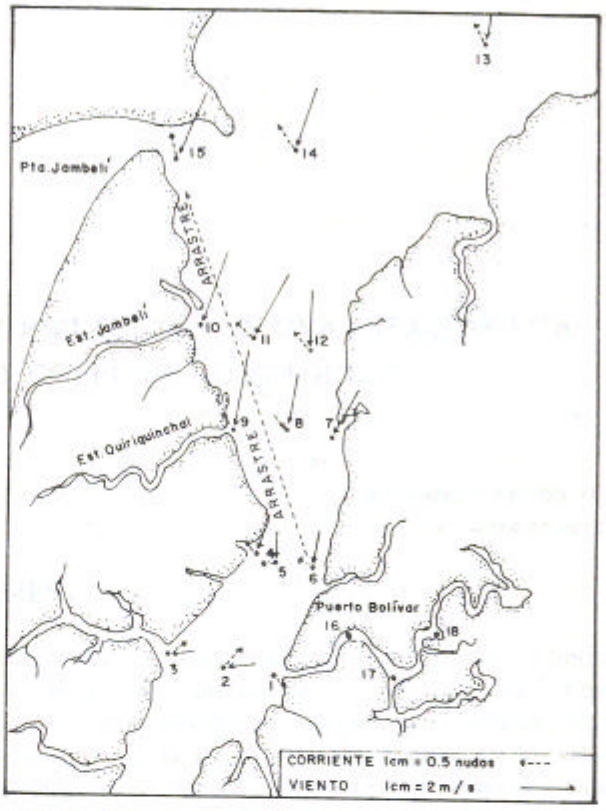
MAPA 18.– Hidrocarburos del petróleo, disueltos y dispersos, ug/l en U. Criseno. Abril/86.



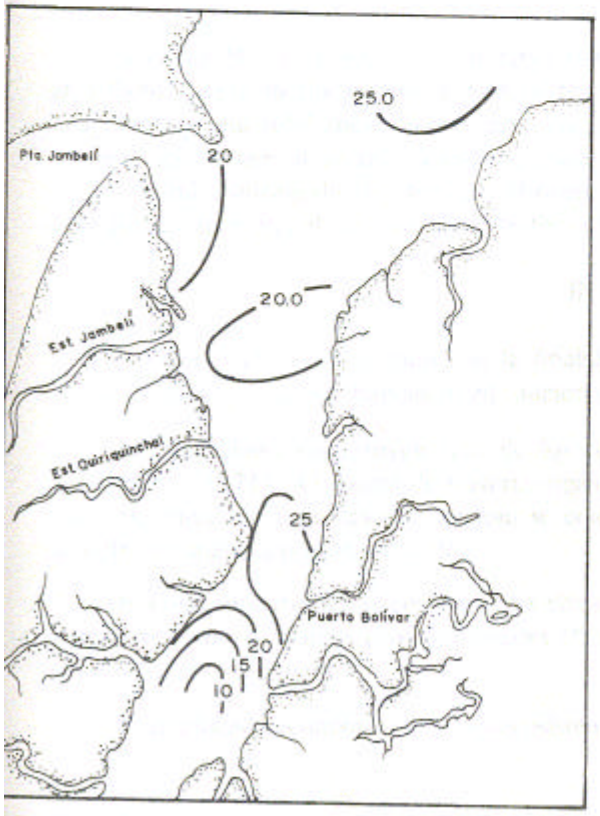
MAPA 19.– Parámetros físicos y meteorológicos. Abril/86.



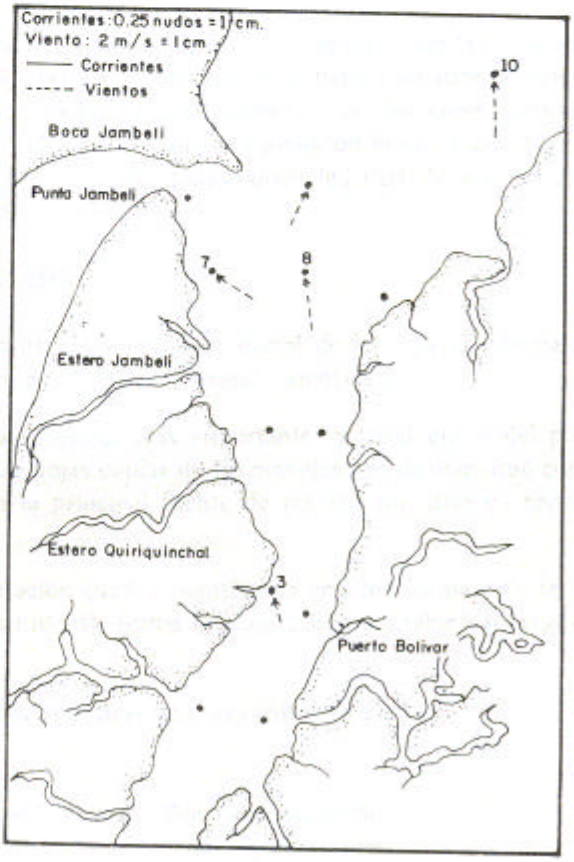
MAPA 20.– Hidrocarburos del petróleo, disueltos y dispersos, ug/l en U. Criseno. Diciembre/85.



MAPA 21.– Parámetros físicos y meteorológicos. Diciembre/85.



MAPA 22.– Hidrocarburos del petróleo, disueltos y dispersos, ug/l en U. Criseno. Diciembre/85.



MAPA 23.– Parámetros físicos y meteorológicos. Diciembre/86.

VARIACION MENSUAL Y MAREAL DEL ZOOPLANCTON EN UNA ESTACION FIJA DEL ESTERO DEL MUERTO, GOLFO DE GUAYAQUIL *

Por:
FERNANDO ARCOS (1)
LORENA MARTINEZ

RESUMEN

Durante los meses de Marzo de 1983 a Febrero de 1984, se llevaron a cabo muestreos de 24 horas consecutivas en las fases llenas lunares en una estación fija en la región interior del Golfo de Guayaquil. Con esta información se han determinado variaciones mensuales y mareales del zooplancton, así como de otros parámetros ambiantales, encontrándose una estrecha relación entre la abundancia de organismos y los valores de salinidad. La mayor biomasa planctónica estuvo asociada con los meses secos de alta salinidad. Analizando la variación mareal, se ha determinado que durante las mareas, existe aporte de material nutritivo desde el interior del estuario hacia la región exterior.

ABSTRACT

Between March, 1983, and February, 1984, we made 24 hours samplings in spring tides (full moon) at a fixed station in the interior region of the Gulf of Guayaquil. With this information we have determined monthly and tidal zooplankton variations, and other environmental parameters, finding close relations between abundance of organisms and the salinity values. The higher values of plankton biomass are related to high salinity during the dry season. Through analysis of tidal flux, it was concluded that there is net export nutritional material from the inner to the outer part of the gulf.

INTRODUCCION

Este proyecto fue diseñado con la finalidad de hacer una evaluación inicial de la variación de parámetros físicos, químicos y biológicos en función de eventos estacionales y mareales en el estero.

Los manglares constituyen uno de los ecosistemas costeros más importantes y productivos del planeta (Odum, 1971). El aporte de materia orgánica por las hojas caídas de los manglares es de magnitud considerable; producida su descomposición, se convierte en la principal fuente de materia nutritiva en forma de detrito y materia orgánica disuelta.

El conocimiento de los componentes vivos y su variación cuali y cuantitativa en función mareal y temporal, así como de parámetros ambientales (físicos y químicos), forma una parte indispensable del estudio del ecosistema de manglar.

El significado económico de estos ecosistemas se puede sintetizar de la siguiente manera:

---

* Resultados del Proyecto cofinanciado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología No. 0096.

(1) Instituto Oceanográfico de la Armada. Div. Biología Marina. P.O. Box. 5940. Guayaquil - Ecuador.

- En la zona de manglares habita un gran número de especies aprovechables, como peces de co
mo humano, bivalvos y crustáceos de valor comercial.

- Los estuarios constituyen los ambientes necesarios para el desarrollo de estadios larvarios y juv
les de camarón y cangrejo.

- Los estuarios exportan materia orgánica a las áreas marinas circundantes influyendo en su prod
tividad.

La estación de estudio (02° 15,6S y 79° 54,5W) (Fig.1) está localizada en un estero de agua salo
en proceso de contaminación por hidrocarburos, desechos industriales y urbanos. No se han realizado
tudios de zooplancton en esta área, pero existe abundante bibliografía sobre otros estuarios tropicales q
servirán como referencia.

Las fases llenas lunares han sido escogidas para llevar a cabo los muestreos ya que las mareas est
directamente afectadas por la atracción lunar; en las fases de luna llena y luna nueva ocurren las mareas
vas o de sicigia que son las que tienen mayor amplitud, en oposición a las mareas muertas o de cuadra
ra. Para conocer el efecto que las mareas pudieran tener sobre las comunidades planctónicas, se escogier
las máximas amplitudes, manteniendo consistencia con las fases lunares para los diferentes muestreos.

Las hipótesis planteadas para el efecto fueron:

1.- Debe existir una variación cuali y cuantitativa del zooplancton en las diferentes épocas del a
relacionada con la variación en salinidad.

2.- Se supone que existe un transporte de entrada y salida de organismos durante las mareas.

3.- El área externa del estuario, así como las zonas costeras reciben un aporte de material nutri
vo proveniente del estuario interior.

4. Las mareas entrantes acarrean agua rica en oxígeno disuelto, el cual es consumido durante
respiración por una gran biomasa de organismos; por tanto, el agua debe retornar en las mare
salientes con una menor concentración de oxígeno disuelto.

5. La cantidad de transporte de agua que existe durante las mareas entrantes y salientes va a est
dada por la velocidad de flujo de la corriente.

6. La temperatura superficial estaría regida por las condiciones meteorológicas, existiendo u
variación estacional de la misma.

7. La penetración de la luz en las aguas estuarinas va a estar dada por la transparencia o turbid
de las mismas debido a la cantidad de materia en suspensión, producto de la turbulencia de l
aguas debido a parámetros circulatorios.

8. La productividad primaria determinada en función del consumo de oxígeno no es la meto
logía más apropiada por la falta de precisión, y todos los factores que influyen sobre la var
ción entre concentración inicial y final de un determinado volumen de agua; la productivid
representa el incremento de un nivel trófico en un tiempo determinado. Existe la posibilida
de poder determinar variaciones de la productividad en función de la variación de otros par
metros.

9. La cantidad de organismos encontrados en el área en un momento determinado estará dada p
la biomasa planctónica, la misma que debería mostrar variaciones en función de la época d

año y de las mareas.

10.– Con la clasificación del zooplancton se espera encontrar algunos grupos de invertebrados que habitan en zonas estuarinas, siendo los más abundantes los crustáceos.

11.– La precipitación pluviométrica va a ser el factor que influirá sobre el caudal de agua y principalmente sobre la variación en la salinidad.

Como objetivos del presente proyecto se persigue:

Aportar al conocimiento de equipos y métodos de muestreo, y análisis de muestras;

Conocer los valores y las variaciones tanto mensuales como marcales de parámetros ambientales que de una o otra manera influyan sobre la variación cuantitativa y composición de los grupos de organismos que forman parte del ecosistema estuarino.

Una vez concluido el presente trabajo de investigación, sugerir los estudios a realizarse en el estero que complementen los conocimientos adquiridos hasta el presente.

Disponer de información científica de las comunidades planctónicas estuarinas en base a las condiciones ambientales y a la circulación superficial estuarina;

Que esta información sea utilizada por la comunidad científica en estudios más completos con miras al control de los esteros.

Es importante mencionar que las condiciones encontradas en la superficie y el centro del canal probablemente sean diferentes a las condiciones en capas inferiores o las orillas del mismo, y que durante los primeros meses de muestreo, las condiciones ambientales estuvieron afectadas por los efectos del fenómeno de El Niño.

MATERIALES Y METODOS

El equipo de muestreo fue diseñado y construido a principio del proyecto considerando como factores esenciales para su ejecución: bajo costo del material, facilidad de construcción, materiales obtenibles en el mercado local, livianos y no corresivos. Los materiales básicos de construcción fueron tubos de PVC y láminas de Plexiglas (material acrílico transparente), fácilmente moldeables.

Los muestreos mensuales se realizaron durante 24 horas consecutivas desde una embarcación, por tanto, se llevaron a cabo dos muestreos en cada posición de marea con aproximadamente 3 horas de intervalo.

En las mareas bajas, entrantes, altas y salientes, se realizaron arrastres horizontales con una red neustónica de zooplancton, con una malla de 200 u. de abertura de poro. Esta fue construida confeccionando dos flotadores: en principio se experimentó haciéndolos en forma cilíndrica (Fig. 2), los mismos que funcionaron bien solamente con baja velocidad de arrastre, para mejorar el sistema, se construyó otro par de flotadores en forma de quilla (Fig. 3), unidos en su parte superior por una lámina y formando un catamarán. La boca rectangular de la red (20 x 10 cm.) fue suspendida de la lámina que une los flotadores por medio de un armazón acanalado que permitiera el movimiento vertical de la estructura que conforma la boca, de manera que pueda ser ajustada a la profundidad que se necesitase. Para este caso, la boca de la red fue mantenida en posición para filtrar la capa superior de 10 cm. evitando la película superficial para prevenir la obstrucción de la malla de la red con aceite. La conformación de la red permite que la boca de la misma se mantenga siempre a la misma profundidad, sin que sea afectada por el oleaje producido por el movimiento de la embarcación.

En mareas altas y bajas, los arrastres se realizaron desde una lancha recorriendo una distancia previamente medida (250 m.) en recorrido de ida y vuelta; mientras que en las mareas entrantes y salientes, el muestreo se realizó con la embarcación anclada en la estación previamente fijada.

La velocidad de flujo de agua durante las mareas entrantes y salientes se determinó utilizando una veleta de deriva (Fig. 4.) que consistió de dos láminas plásticas perpendiculares entre sí, sujetas a otra que contiene un flotador plano. De la porción media superior de la misma estuvo sujeto un fino cable de nylon que tenía marcas a 5 y 15 m. de distancia del aparato; se colocaba la veleta de deriva en la superficie del agua y se cronometraba el tiempo transcurrido entre el paso de las dos marcas por un punto fijo. Considerando los factores de tiempo y distancia, se pudo calcular la velocidad con que la veleta era desplazada por la corriente superficial. La operación se repitió cuatro veces durante el tiempo de muestreo, y los valores fueron promediados. El tiempo aproximado utilizado por estación fue de 30 minutos.

La temperatura superficial y las muestras de agua para la determinación de salinidad y nutrientes se obtuvieron con un termómetro de balde (Fig. 5) que consistió en un termómetro de mercurio introducido en un tubo plástico con una ranura lateral para la lectura de los valores; este tubo estaba unido a otro recipiente cilíndrico en el cual era recogida el agua y en donde descansa el bulbo del termómetro. Todo el aparato estaba sostenido en su parte superior por un saca–vueltas que a su vez estaba unido a un cordón de tal manera que podía ser lanzado e izado desde la cubierta de la embarcación. Los análisis de salinidad y nutrientes del agua contenida en el recipiente cilíndrico, y luego almacenados en botellas plásticas mantenidas en congelación, se llevaron a cabo en la Sección de Química de INOCAR.

Para la determinación de oxígeno disuelto en aguas superficiales se diseñó y construyó un vaso de obtención de muestras en aguas poco profundas (Fig. 6), similar al descrito por Weibezhan (1963), y que consistió en un cilindro plástico que contenía una botella de vidrio en su interior. Este aparato tiene una tapa que cierra herméticamente y está provista de dos tubos igualmente plásticos; el uno en el centro que se introduce en la botella de vidrio y sirve para la entrada de agua, y otro lateral para la salida del aire. Este sistema permite que el agua pase por la botella, se derrame en el cilindro externo permitiendo pasar tres veces el volumen de la botella y de esta manera eliminando las burbujas de aire que podrían interferir con la lectura. Una vez recogida la muestra, se retiró la tapa del aparato y, manteniéndose en medio líquido, se colocó la correspondiente tapa de vidrio esmerilado. Las determinaciones de oxígeno disuelto se realizaron abordo de la embarcación utilizando el método de Winkler.

El coeficiente de penetración de la luz en el agua se obtuvo por medio de un disco de Secchi, que es un disco metálico de color blanco, utilizando la ecuación $K = 1{,}7$ / profundidad de disco Secchi en metros. La profundidad de disco Secchi es la profundidad a la cual el disco desaparece de la visión humana.

La cámara de incubación para los experimentos de productividad primaria en función del consumo de oxígeno (Fig. 7), que consistió en tubos transparentes en los cuales se introdujeron las botellas claras y obscuras para determinación de oxígeno disuelto, fue suspendida durante 6 horas de luz cerca de la superficie por medio de un flotador. La determinación de productividad primaria bruta, neta y de respiración se calculó mediante las siguientes ecuaciones:

$$(Fc - J) \times 10^3 = \text{P. P. neta } (g\,C\,m^{-3}\,d^{-1})$$

$$(Fc - J) + (J - Fo) \times 10^3 = \text{P. P. bruta } (g\,C\,m^{-3}\,d^{-1})$$

$$(J - Fo) \times 10^3 = R\ (g\,C\,m^{-3}\,d^{-1})$$

Donde J es la concentración inicial de O_2 (mg O_2/l); Fc es la concentración final de O_2 en botellas claras; y Fo es la concentración final en botellas obscuras; y asumiendo que 1 mg de oxígeno liberado equivale a 0,313 mg de carbono asimilado.

Sobre las muestras de zooplancton obtenidas mediante la red neustónica, y fijadas con formalina neutralizada se realizaron los siguientes análisis:

- Biomasa planctónica por medio de volumen por desplazamiento utilizando una cámara volumétrica (Fig. 8) consistente en un cilindro transparente en cuya parte inferior (roscada) tiene pegada una malla igual a la utilizada en la red (200 u.). Este cilindro empata, en su extremo inferior, con una base igualmente roscada que contiene un dispositivo de empaques. La tapa del cilindro consiste de un disco plástico de dos láminas de diámetro diferente; el diámetro exterior de una de ellas coincide con el diámetro interior del cilindro, y la otra lámina descansa sobre el borde del mismo. En el centro de la tapa existe una perforación por la cual pasa una aguja roscada para permitir controlar su altura. Para la determinación del volumen de plancton se llena el cilindro (tapado en su parte inferior) con una cantidad de agua (25 ml) por medio de una bureta automática, y la aguja de la tapa superior se calibra para que apenas haga contacto con el líquido. Una vez calibrada la aguja, se desarma el equipo y la muestra de plancton en agua es colocada dentro del cilindro; el agua se filtra a travez de la malla permaneciendo en el cilindro solamente los organismos, se tapa la parte inferior, y se procede al llenado con agua destilada hasta que esta haga contacto con la aguja de la tapa superior; en ese momento se lee la cantidad de agua utilizada, y por diferencia se determina el volumen de plancton contenido en la cámara. Para fines prácticos, se ha considerado que 1 ml de material equivale a 1 gr en peso del mismo.

- Identificación, separación y contaje e organismos a nivel de Orden, Clase, y hasta nivel de género en algunos Copépodos que se llevó a cabo utilizando microscopios de disección y compuesto, y guiándose con claves de identificación de invertebrados acuaticos. Cuando la muestra fue muy grande, se utilizó una submuestra de menor tamaño.

Para determinar la variación mensual se obtuvo el promedio de 8 valores correspondientes las observaciones que se realizaron en cada día de muestreo; para la variación mareal se integraron 24 observaciones para cada estado de marea; y para las variaciones dia–noche se obtuvo el promedio de 48 observaciones para cada caso.

RESULTADOS Y DISCUSION

Condiciones ambientales:

El Estero del Muerto es uno de los muchos canales que existen en el estuario interior del Golfo de Guayaquil. Tiene aproximadamente 200 m. de ancho y una profundidad máxima de 8 m. durante marea baja en el lugar de muestreo. El área de muestreo esta rodeada de manglares.

El transporte de entrada y salida de agua está gobernado por corrientes de marea, siendo las causantes del transporte de material hacia el interior del estuario y hacia afuera del golfo, habiéndose determinado velocidades de hasta 45 cm/seg. La máxima amplitud de marea fue de 5 m.

El inicio del muestreo coincidió con la presencia del fenómeno anómalo de El Niño 1982–83, por el cual las precipitaciones fueron muy violentas en toda la costa ecuatoriana, variando entre 780 y 0 mm. en Marzo y Noviembre de 1983 respectivamente. En la Figura 9 se observa la información sobre las precipitaciones registradas durante el año de muestreo, comparadas con el promedio mensual de precipitaciones de los últimos 35 años obtenidas de los registros de INOCAR.

Turbidez:

Las aguas se mantuvieron relativamente turbias entre Marzo y Octubre, para luego aumentar la transparencia en los meses subsiguientes (Fig. 10). La penetración de luz durante los primeros meses de muestreo fue muy baja debido a las altas precipitaciones, que arrastraron material terrígeno y materia particulada desde la región alta del estero. No se pudo detectar variación de la transparencia o turbidez de las aguas en función de las mareas.

Salinidad:

La salinidad fue el factor ambiental que tuvo más variación durante el año de estudio. Fue directamente influenciada por las excesivas precipitaciones provocadas como consecuencia del fenómeno de El Niño. Durante la primera mitad del año de muestreo (Marzo - Agosto/83), la salinidad varió entre 5,9 y 11,7 °/oo, mientras que entre Septiembre/83 y Febrero/84 fue entre 16,48 y 22,79 °/oo (Fig. 11). En este trabajo llamaremos a estas estaciones lluviosa y seca. Durante el ciclo de mareas (Fig. 12), los valores más bajos se observan en baja marea, y la variación de la salinidad durante estas (entre 12,95 y 13,83 °/oo) está gobernada por las corrientes de marea, encontrándose agua más salina durante las mareas entrantes.

Temperatura:

El rango de temperatura durante el período de muestreo fue entre 26,04 y 29,85 °C (Fig. 13). Los valores más bajos entre Agosto y Diciembre/83, y los más altos entre Marzo y Junio del mismo año, como remanente del evento de El Niño. Sin embargo, estas variaciones de la temperatura, si bien podrían afectar la composición de la comunidad planctónica no serían suficientemente significativas como las variaciones en la salinidad, como lo han demostrado estudios hechos en otros estuarios tropicales (Haridas et al., 1980).

Oxígeno:

Los resultados de la concentración de oxígeno disuelto en el agua del estero tienen que ser considerados con cierta precaución debido a que la capa superficial está afectada directamente por la presencia de una película de aceite que impide la interacción entre el agua y la atmósfera. En general, el rango de valores durante el año varió entre 1,7 y 4,8 ml O_2/l (Fig. 14). Las lecturas más altas se registraron durante la época seca de alta productividad, biomasa y salinidad, sin que se pueda explicar las razones para esto. Durante el ciclo de mareas (Fig. 15) la concentración de oxígeno disuelto varió entre 2,85 y 3,07 ml O_2/l en las mareas saliente y baja respectivamente. El agua entrante es más rica en oxígeno disuelto que la saliente, indidando que existe un gran consumo de O_2 por parte de los organismos planctónicos en el interior del estuario.

Nutrientes:

Dado que durante los primeros meses de muestreos la información de estos parámetros es insuficiente, la interpretación es hecha a partir de Junio, cuando las precipitaciones están terminando. Con respecto a la variación mensual de los nutrientes (Fig. 16), se nota que existe un ligero incremento de los valores en los últimos meses de muestreo, correspondientes a la nueva época lluviosa. Probablemente aumenta el aporte de material terrígeno acarreado por las lluvias. Los mayores rangos de variabilidad se ven en los silicatos, con valores de 10 a 20 ug.at/l. Durante el ciclo de mareas (Fig. 17) se observa como característica importante que tanto Silicato, Fosfato, como Nitrato, tienen valores más altos en las mareas salientes que en las entrantes, considerando estos nutrientes como elementos de exportación neta, o lo que Odum (1971) denomina fenómeno de "outwelling". Debido a este aporte de nutrientes, los estuarios son considerados como fuente de enriquecimiento de las aguas costeras (Imberger et al., 1973).

Productividad primaria:

Experimentos de productividad primaria fueron realizados en 8 meses durante el período de muestreo.

La P.P. bruta es el aumento de la biomasa más las perdidas depredatorias y no depredatorias como pastoreo, respiración y excresión. Esta (Fig. 18), muestra los valores bajos (0,9 – 2,1 mg C m^{-3} d^{-1}) durante la época lluviosa, alcanzando el valor más alto (4,3 mg C m^{-3} d^{-1}) en el mes de Noviembre cuando existe la mayor biomasa planctónica.

La P.P. neta (Fig. 19) es el aumento de la biomasa de fitoplancton y muestra los valores más altos (2 mg C m^{-3} d^{-1}) durante los meses de Julio y Agosto, coincidiendo con el inicio del incremento numérico de los organismos herbivoros del zooplancton.

La respiración (Fig. 20) comprende el consumo de 0_2 por algas, animales y bacterias. También la respiración alcanza su valor máximo (3,2 mg C m^{-3} d^{-1}) en el mes de Noviembre, asociada con un alto número de individuos planctónicos.

Biomasa:

La biomasa obtenida por volumen por desplazamiento representa el conjunto de organismos zooplanctónicos más el detritus y restos de materia orgánica en suspensión. Su distribución durante los meses de muestreo (Fig. 21) siguió un patrón similar al de la salinidad, encontrándose los valores más bajos (20 – 30 gr/100 m^3) durante los meses de Marzo a Junio, elevándose al doble (50 – 60 gr/100 m^3) para los meses de Agosto a Noviembre, luego decae (15 – 25 gr/100 m^3) a fines de 1983 y comienzos de 1984. La turbulencia, que trae a suspensión mucha materia que en condiciones de calma tiende a sedimentarse, incrementa los valores de biomasa. La positiva correlación entre altas salinidades y alta biomasa planctónica en regiones estuarinas expuestas a estos cambios ha sido documentada por Goswami y Selvakumar (1977), Rao (1977), y Kjerfve et al., (1981). La biomasa obtenida por cada arrastre de la red está constituida por zooplancton y materia orgánica particulada. Esta última juega un papel muy importante en la productividad secundaria del sistema debido a que los Copépodos y otros organismos la utilizan como parte de su dieta, como lo han estudiado Poulet (1976), y Paffenhofer y Knowler (1980). La variación mareal (Fig. 22) es muy marcada, entre 31 y 49,5 gr/100 m^3 en las mareas pasivas (alta y baja) y las mareas activas (entrante y saliente), respectivamente. Nuevamente se observa que la cantidad de materia que sale del estero es mayor que la que entra, con una diferencia de 2,5 gr/100 m^3, confirmando la importancia de la región estuarina en el enriquecimiento de la región costera. Se puede tener una idea de la diferencia entre los dos componentes del seston (materia viva y muerta) comparando la biomasa basada en volumen de material recolectado (Fig. 22) con el número total de organismos del zooplancton (Fig. 24). La biomasa obtenida durante el día fue solamente el 24 o/o de la biomasa total, debido al componente del zooplancton y su migración nictemeral.

Zooplancton:

En orden descendente, numericamente, los grupos del zooplancton que formaron parte de las muestras fueron: Copépodos, Larvas de Crustáceos Decápodos, Gasterópodos, Cypris (larvas de Cirripedios), y Cladóceros. Cabe mencionar que mediante este muestreo no se capturaron Quetognatos ni Apendicularios que han sido capturados en la zona con arrastres verticales por el autor, en años precedentes.

El gráfico de porcentaje acumulativo de los cuatro grupos de organismos más representados (Fig. 23) como larvas de Cirripedios, Gasterópodos, Decápodos y Copépodos, con porcentajes promedios durante todo el año de 1, 4, 15 y 81 o/o respectivamente, nos permite apreciar que las mayores variaciones en la composición porcentual estuvieron dadas en los meses de Junio y Julio, 1983, con el incremento de Gasterópodos, y en Enero, 1984 cuando las larvas de Decápodos alcanzaron a un 49 o/o, igualando en número a los Copépodos.

Refiriéndonos a la variación mensual del total de los organismos del zooplancton (Fig. 24), los números son relativamente altos durante el mes de Marzo (83 x 10^3 org./10 m^3), disminuyendo durante la época lluviosa hasta 12 x 10^3/m^3 en el mes de Julio. A medida que aumenta la salinidad, el número de organismos crece llegando a 125 x 10^3 ind./10 m^3 en Octubre, para luego decaer paulatinamente hasta los últimos meses de muestreo. En la distribución mareal (Fig. 25) se observa que la mayor abundancia se encuentra durante la marea baja y el número de organismos es mayor en las mareas salientes que en las entrantes. Todos los grupos del zooplancton mostraron una marcada variabilidad entre el día y la noche, encontrándose el 89 o/o de los organismos durante los muestreos nocturnos.

COPEPODOS:

Los Copépodos calanoideos son, numéricamente, los invertebrados más importantes del estero constituyendo el segundo eslabón de la cadena alimenticia en el ecosistema. Muchas especies de Copépodos estuarinos muestran una distribución demesal durante el día, y suben a superficie durante la noche (Fulton 1984).

Pseudodiaptomus

Este género es el predominante dentro de los Copépodos durante los meses de alta precipitación. Por su distribución cuantitativa a lo largo del período de estudio (Fig. 26), puede ser caracterizado como Copépodo estuarino favorecido por bajas salinidades. Durante el ciclo de mareas (Fig. 27), la mayor abundancia se observó en las mareas salientes (23 x 10^3 ind./10 m^3), en contraste con las entrantes (4 x 10^3 ind./10 m^3). Fueron los Copépodos que mostraron mayor migración vertical ya que el 95 °/o del total fueron capturados en estaciones nocturnas.

Acartia

Cuantitativamente, es el segundo género más importante dentro de los Copépodos. Se encuentra presente durante todo el año (Fig. 28). Los valores más altos (40 – 70 x 10^3 ind./10 m^3) se encontraron en Agosto y Octubre, contribuyendo significativamente sobre el total de zooplancton en esos meses. Este género de Copépodos es el único cuyo valor cuantitativo fue más alto durante las mareas entrantes que en las salientes (Fig. 29). Solamente el 8 °/o de los Copépodos *Acartia* fueron capturados durante las estaciones diurnas, indicando una fuerte migración vertical entre el día y la noche.

Bestiola

Los representantes de este género aparecen al disminuir las precipitaciones hasta convertirse en dominante durante la época seca (Fig. 30). Alcanzan a más de 60 x 10^3 ind./ 10 m^3 en Septiembre y mantienen altos valores hasta su decrecimiento numérico en Diciembre, Enero y Febrero. Durante el ciclo de mareas (Fig. 31), el máximo número de individuos (46 x 10^3 ind./10 m^3) se encuentra en marea baja, y el mínimo (10.000 ind./10 m^3) durante las mareas entrantes. Los valores de mareas alta y saliente son intermedios. Nuevamente, el transporte de Copépodos *Bestiola* es mayor durante las mareas salientes que las entrantes, siendo otro elemento de exportación hacia el estuario exterior. Como ocurre con los demás géneros de Copépodos, el mayor porcentaje de individuos (84 °/o) fue capturado durante la noche.

Nauplios

Casi la totalidad de nauplios pertenecieron al suborden Calanoida, o sea, estadios larvales de los tres géneros de Copépodos analizados anteriormente. Se los encontró durante todo el año (Fig. 32) con máxima abundancia en el mes de Agosto, justamente previa a la aparición de grandes números de adultos de *Bestiola* y *Acartia*. Al igual que en los otros grupos, exceptuando *Acartia*, se encontraron más individuos en las mareas salientes que en las entrantes (Fig. 33). Aunque en general las migraciones verticales de los Copépodos son más marcadas en estadios adultos que en juveniles, solamente el 17 °/o del total fueron capturados durante el día.

Cyclopoideos

Copépodos de este suborden, aun siendo numéricamente poco importantes, están presentes durante todo el año de muestreo (Fig. 34). Los valores más altos (4.000 ind./10 m^3) se encuentran al final de la época seca e inicio de la nueva época lluviosa. El ciclo mareal (Fig. 35) también indica que hay exportación de estos organismos con el transporte de salida. Solamente el 22 °/o de Copépodos cyclopoideos fueron colectados durante las horas de luz.

LARVAS DE CRUSTACEOS

Casi la totalidad de las larvas de Crustáceos Decápodos pertenecieron al suborden Brachiura (jaibas y cangrejos). Estuvieron presentes durante todo el año (Fig. 36) con valores entre 2 y 8 x 10^3 ind./10 m^3, y un máximo de 24 x 10^3 ind./10 m^3 en el mes de Enero de 1984, al finalizar la época seca. Casi no existe transporte de larvas de Decápodos durante las mareas entrantes (Fig. 37) y la mayor cantidad se encuentra durante las bajas mareas. Este grupo presenta la diferencia más marcada en su abundancia diurna y nocturna, con el 96 o/o de los individuos capturados durante la noche.

OTROS

Gasterópodos, Cypris y Cladóceros fueron los organismos menos representados numéricamente. Los dos primeros grupos se encontraron a lo largo de todo el año.

La distribución mensual de Gasterópodos (Fig. 38) es muy irregular, y la distribución mareal (Fig. 39) indica que la mayor abundancia se encuentra durante marea alta.

La variación mensual de larvas de Cirripedios (Cypris) muestra dos picos de máxima concentración (Fig. 40) en Septiembre y Noviembre, mientras que la distribución mareal (Fig. 41) es más regular que en otros grupos.

Cladóceros fueron encontrados únicamente en el primer mes de muestreo, durante la época de mayor precipitación, y durante las mareas baja y entrante.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados obtenidos confirman las hipótesis planteadas y existe cumplimiento de los objetivos propuestos para este proyecto, en especial, en el diseño, construcción y utilización de equipos a bajo costo, ya que los mismos han sido y están siendo utilizados por investigadores en otros proyectos de investigación.

Las corrientes de marea son las fuentes de transporte de organismos, nutrientes y materia orgánica particulada en el estero.

En la comunidad zooplanctónica estuarina existen variaciones en función de la época del año, de las mareas, y hora del día. Valores más altos de biomasa fueron registrados durante la época seca, de alta salinidad, seguramente por la dilución de los organismos en la masa de agua. El hecho de que los valores de biomasa y los números de organismos fueron más altos en las mareas salientes que en entrantes, demuestra la existencia de un transporte neto de materia nutritiva desde el interior hacia afuera del estuario. Una fuerte migración nictemeral de la mayor parte de organismos zooplanctónicos está indicada por la gran abundancia de ellos durante los muestreos nocturnos, en comparación con los diurnos.

El zooplancton de la región estuarina está dominado por Copépodos calanoideos, organismos filtradores que constituyen un gran aporte en la cadena alimenticia y en la transformación de la materia orgánica estuarina; el género *Pseudodiaptomus* es el dominante durante la época lluviosa, y el género *Bestiola*, durante la época seca de alta salinidad. Un gran componente de esta comunidad zooplanctónica son larvas de Crustáceos Decápodos de interés comercial, como son camarones, jaibas y cangrejos.

La película superficial de las agua estuarinas contiene acumulación de alcoholes y ácidos grasos; también tiene altas concentraciones de hidrocarburos, sales nutritivas, elementos metálicos asociados con materia orgánica disuelta o particulada, y bacterias (Daumas et al., 1976). Si bien en el presente estudio no se hicieron análisis detallados de la composición de la película superficial, durante todo el período de muestreo se notó una fina capa de material aceitoso en la superficie. Esta capa, de hecho, está afectando a la

comunidad planctónica estuarina al obstaculizar la interacción entre el agua y la atmósfera.

La región estuarina es la más directamente afectada por el depósito, en ella, de los desechos urbanos e industriales provenientes de la ciudad de Guayaquil; el crecimiento incontrolado de la urbe hacía la zona de manglares, pone en peligro la existencia o la de salubridad de las comunidades que en viven allí o que dependen de ella. Por tanto, es imperativo que existan regulaciones sobre la utilización de esteros y manglares para la construcción urbana y zona de desechos, si es que estamos interesados en la conservación y utilización de los recursos existentes, por nuestra, y futuras generaciones. En la actualidad, en la zona de estudio y áreas adyacentes existe la actividad de pesca artesanal por gente de pocos recursos económicos que vive en las áreas marginales de la ciudad.

Una vez conocidas las variaciones mensuales y mareales de la comunidad zooplanctónica en el Estero del Muerto en un año de condiciones meteorólogicas anormales debido a la influencia que tuvo el fenómeno de El Niño 1982—83, es importante la planificación de estudios tendientes a conocer y comprender las características del estero en un año normal, así como las interacciones que existen entre los diferentes componentes del ecosistema estuarino, mediante muestreos y experimentación, tanto "in situ" como en laboratorio.

Un importante estudio que se debería llevar a cabo es el de posible utilización de invertebrados estuarinos como fuente de alimento de estadios larvarios de organismos comerciales que se cultivan en gran escala como son los camarones. Para esto es menester conocer los ciclos de vida de los organismos a escogerse, ya sean estos rotíferos, nemátodos o copépodos con alta tasa de reproducción en condiciones favorables.

AGRADECIMIENTO

Los autores de este trabajo queremos agradecer a los directivos de INOCAR y CONACYT por el apoyo brindado en la ejecución del proyecto. De igual manera, nuestro reconocimiento al personal del BAE "ORION" por su apoyo logístico, al personal de la sección de Química de INOCAR por los análisis de las muestras de salinidad y nutrientes, y al Señor Víctor Mesías por la ejecución de los gráficos.

BIBLIOGRAFIA

Daumas, R.A., P.L. Laborde, J.C. Marty and A. Saliot., 1976.– Influence of sampling method on the chemical composition of water surface film. Limnol. Oceanogr., 21(2): 319 - 326.

Fulton, R.S., 1984.– Distribution and community structure of estuarine copepods. Estuaries, 7(1): 38-50.

Goswami, S.C. and R.A. Selvakumar, 1977.– Plankton studies in the estuarine system of Goa. Proc. Symp. Warm Water Zooplankton., Spec. Publ. N.I.O., Goa: 226-241.

Haridas, P., P. Gopala–Menon, and M. Madhupratap, 1980.– Annual variation in zooplankton from a polluted coastal environment. Mahassagar Bull. Nac. Inst. Oceanogr. 13(3): 239-248.

Imberger, J., T. Berman, R.R. Christian, E.B. Sherr, D.E. Whitney, L.R. Pomeroy, R.G. Wiegert, and W.J. Wiebe, 1983.– The influence of water motion on the distribution and transport of materials in a salt marst estuary. Limnol. Oceanogr., 28(2): 201-214.

INOCAR, 1983-84.– Tablas de mareas y datos astronómicos del sol y de la luna.

Kjerjve, B., L.H. Stevenson, J.A. Proehl, T.H. Chrzanowski and W.M. Kitchens, 1981.– Estimation of material fluxes in an estuarine cross section: A critical analysis of spatial measurement density and errors. Limnol. Oceanogr., 26(2): 325-335.

Odum, E.P., 1959.– Fundamentals of ecology W.B. Saunders Company, 546 pp.

Paffenhofer, G.A. and S.C. Knowles, 1980.– Omnivorousness in marine copepods. J. Plank. Res., 2(4): 355-365.

Poulet, S.A. 1976.– Feeding of *Psudodiaptomus minutus* on living and non–living particles. Mar. Biol., 34: 117-125.

Rao, T.S.S., 1977.– Salinity and distribution of brackish warm water zooplankton in Indian estuaries. Proc. Symp. Warm Water Zooplankton, Spec. Publ. N.I.O., Goa: 198-204.

Weibezhan, F.H., 1963.– An improved water sampling device for small shallow pools. Limnol. Oceanogr., 10(2): 301-302.

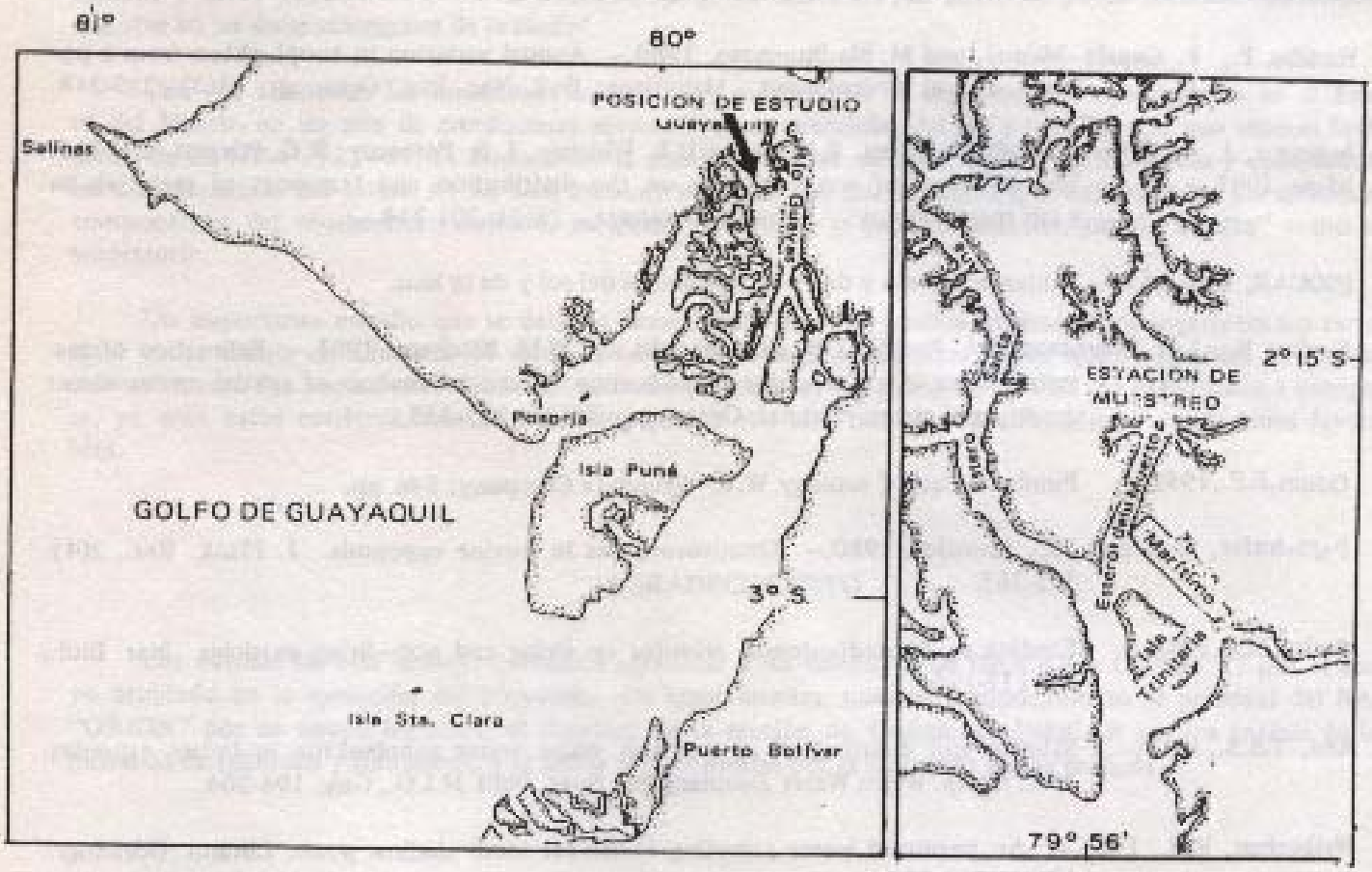


Fig. 1. Región interna del Golfo de Guayaquil señalando la posición de la estación de estudio.

EQUIPOS DE MUESTREO



Fig. 2.

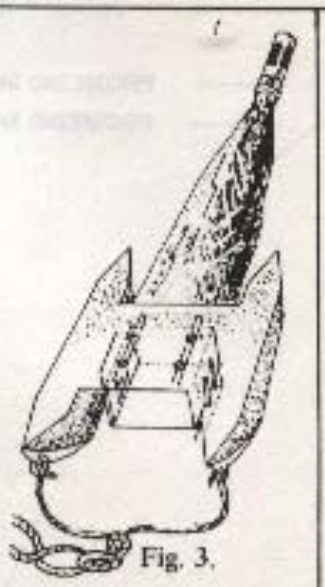


Fig. 3.

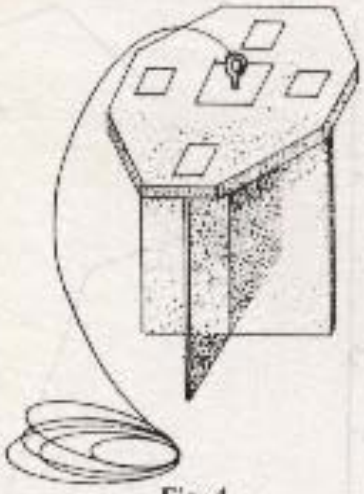


Fig. 4.



Fig. 5.

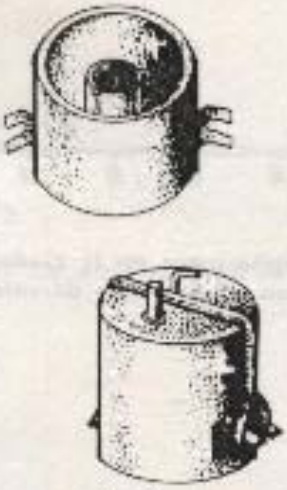


Fig. 6.

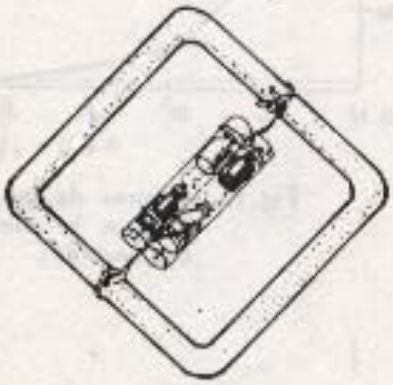


Fig. 7.

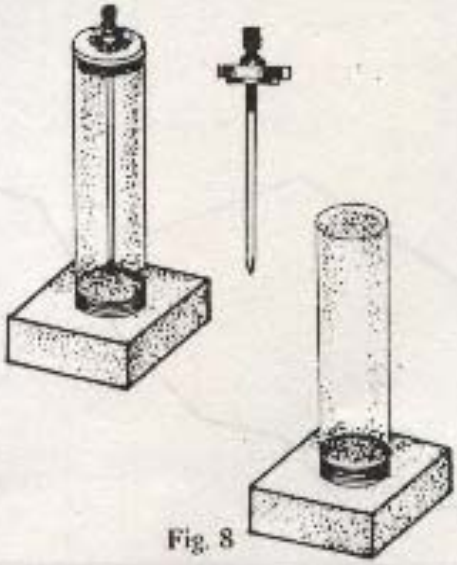


Fig. 8

Fig. 2. Red neustónica de flotadores cilíndricos. Fig. 3. Red neustónica de flotadores en quilla. Fig. 4. Veleta de deriva. Fig. 5. Termometro de balde. Fig. 6. Vaso para determinación de oxígeno en aguas superficiales. Fig. 7. Cámara de incubación. Fig. 8. Cámara volumétrica.

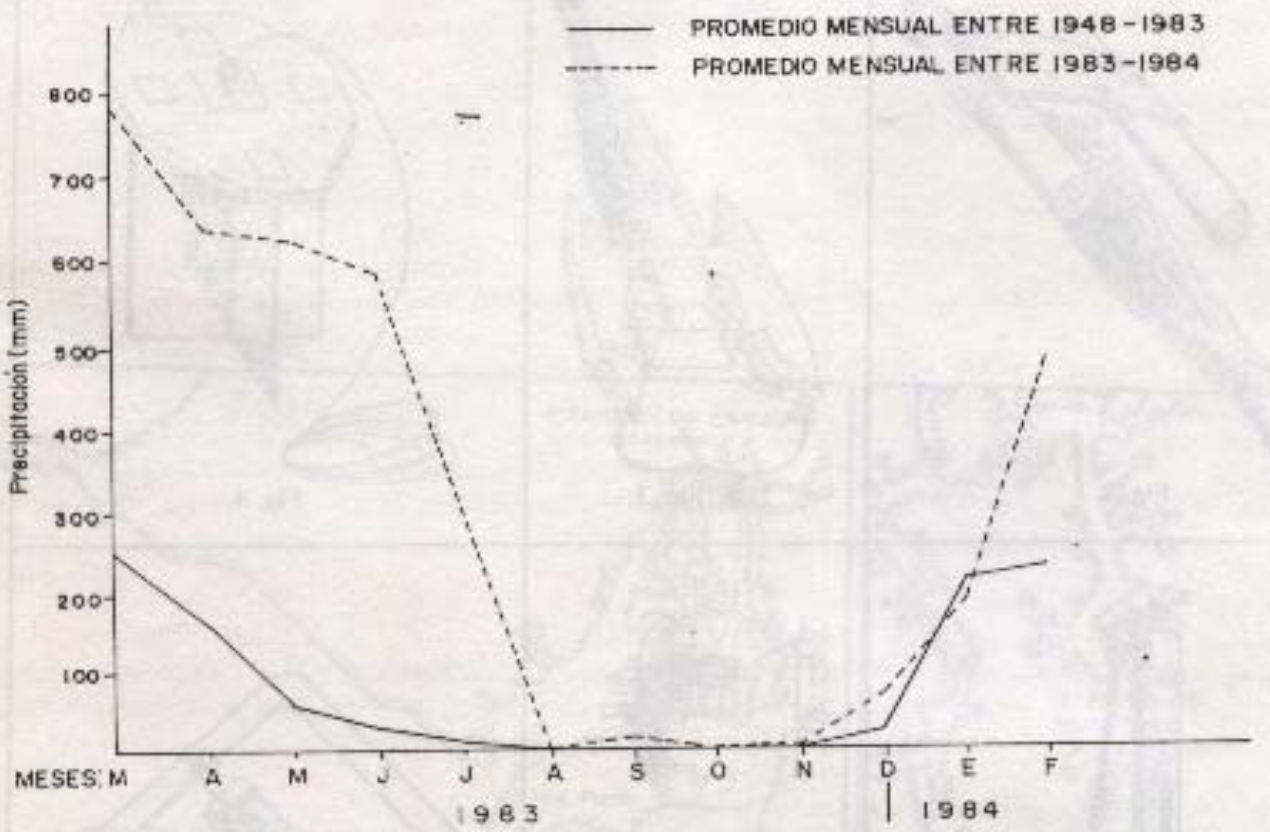


Fig. 9. Valores de las precipitaciones en la ciudad de Guayaquil durante los últimos 35 años (línea continua), y durante el tiempo de muestreo (línea cortada).

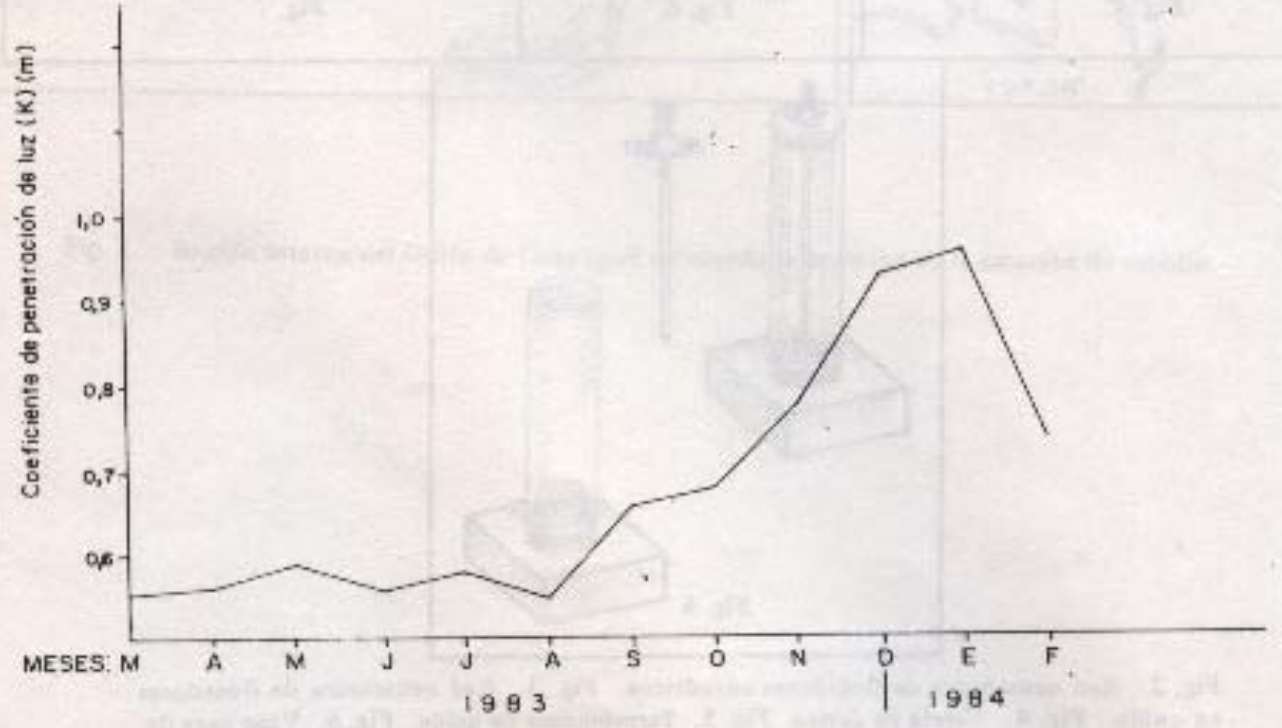


Fig. 10. Variación mensual de la transparencia del agua expresada como coeficiente de penetración de luz (K).

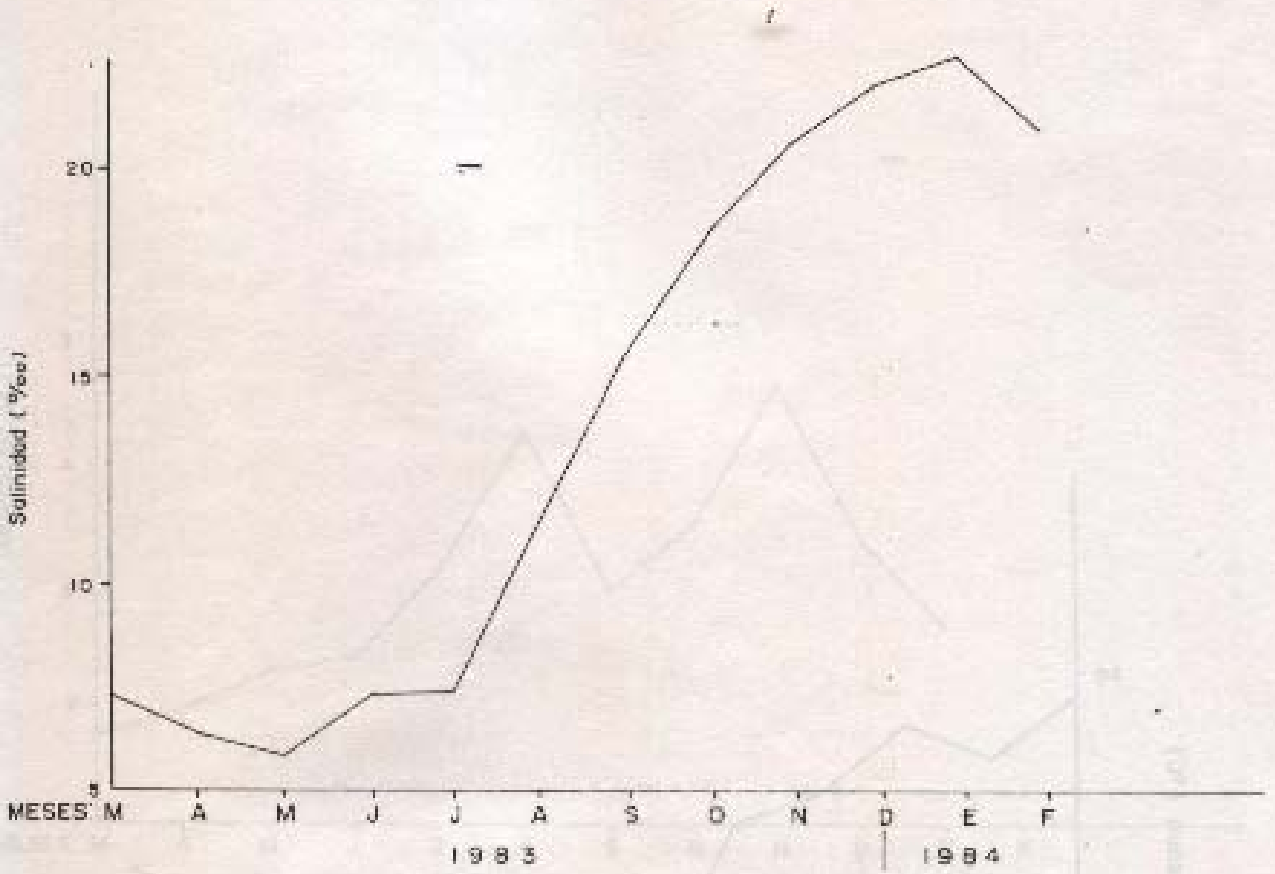


Fig. 11. Variación mensual de la salinidad.

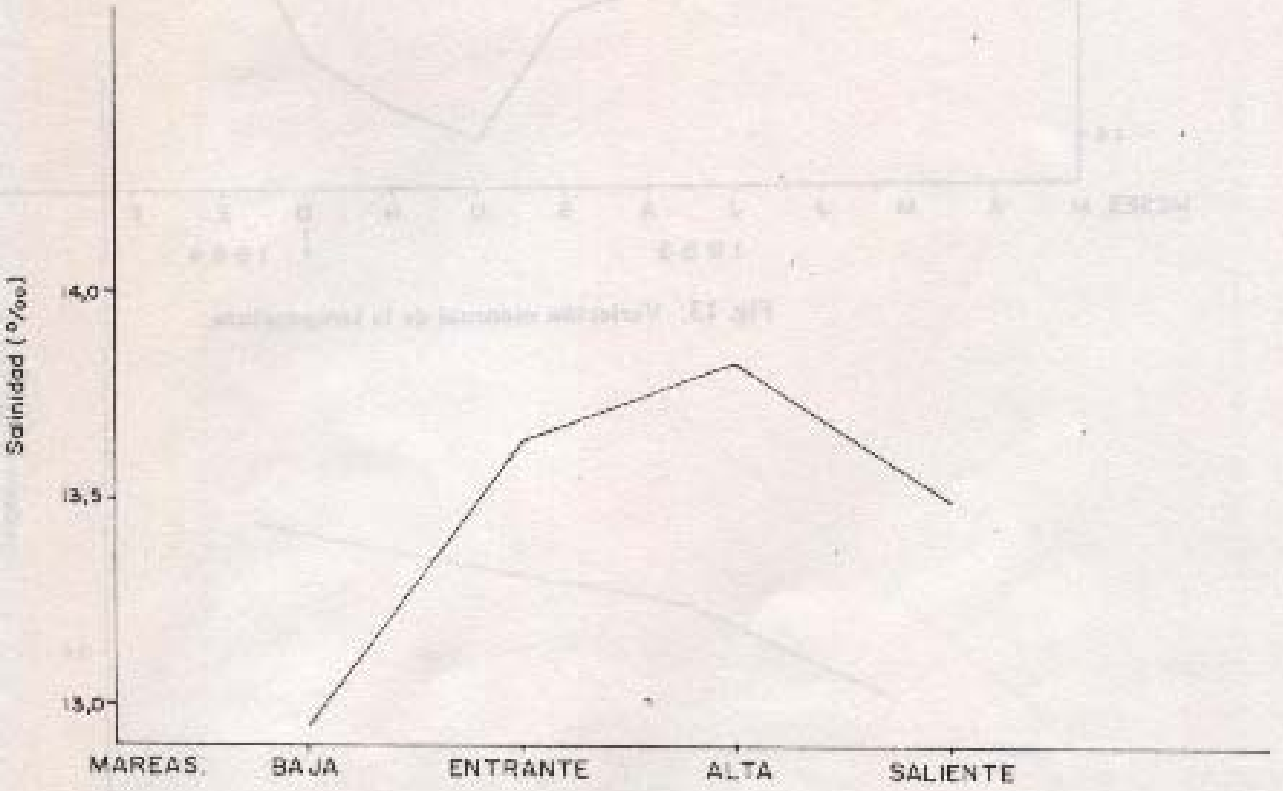


Fig. 12. Variación mareal de la salinidad.

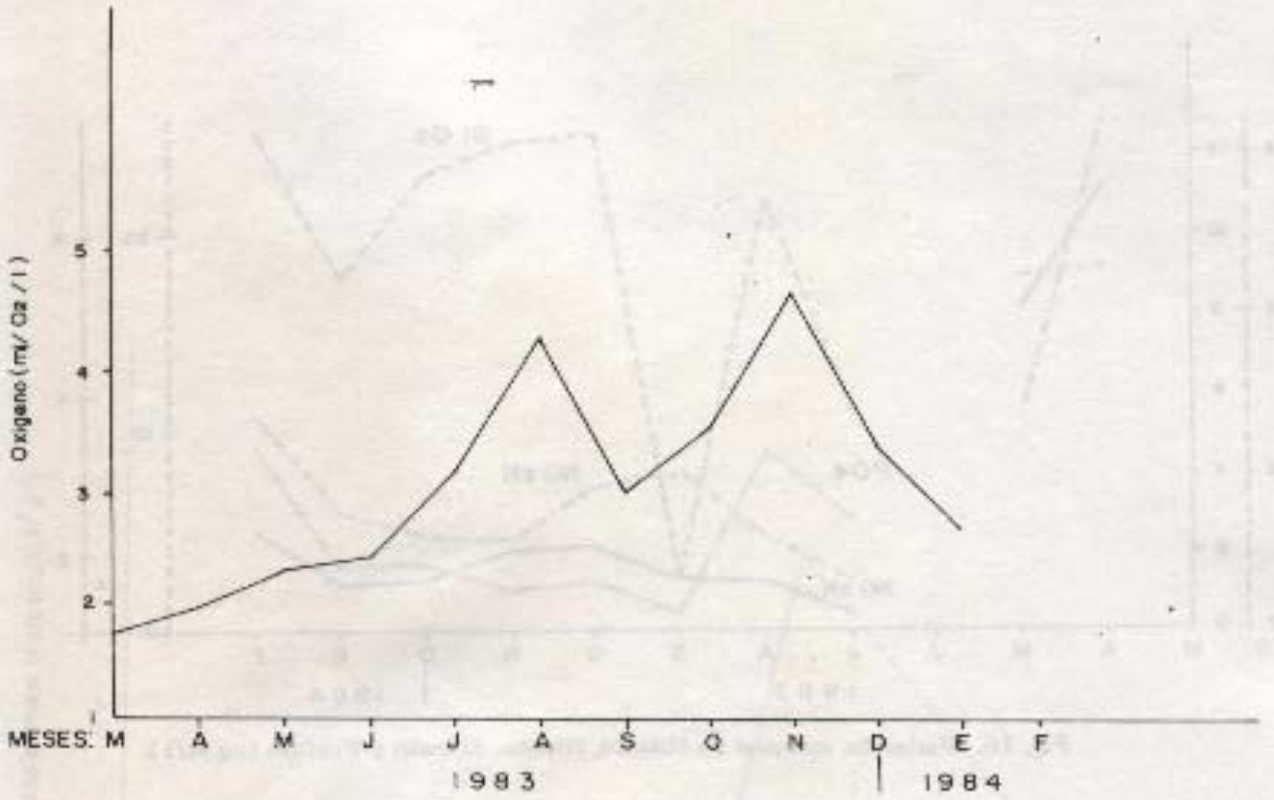


Fig. 14. Variación mensual del Oxígeno disuelto.

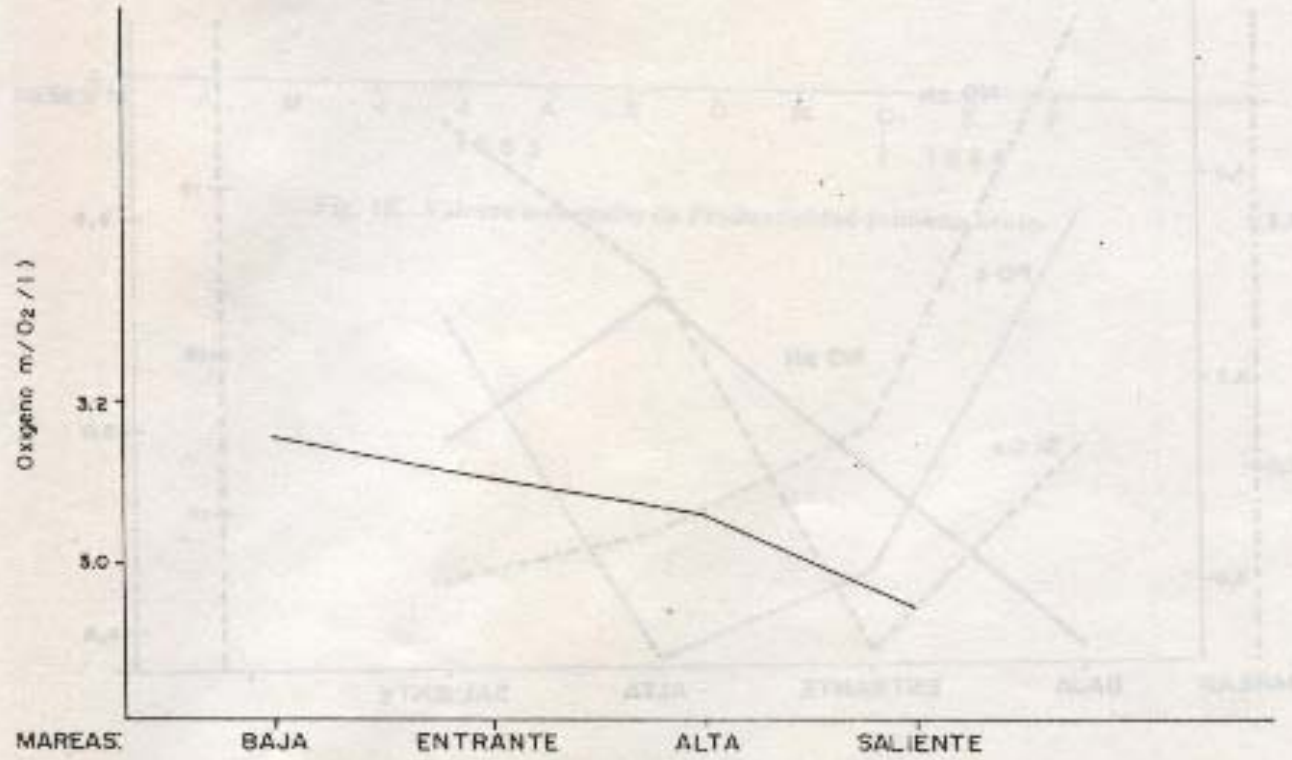


Fig. 15. Variación mareal del Oxígeno disuelto.

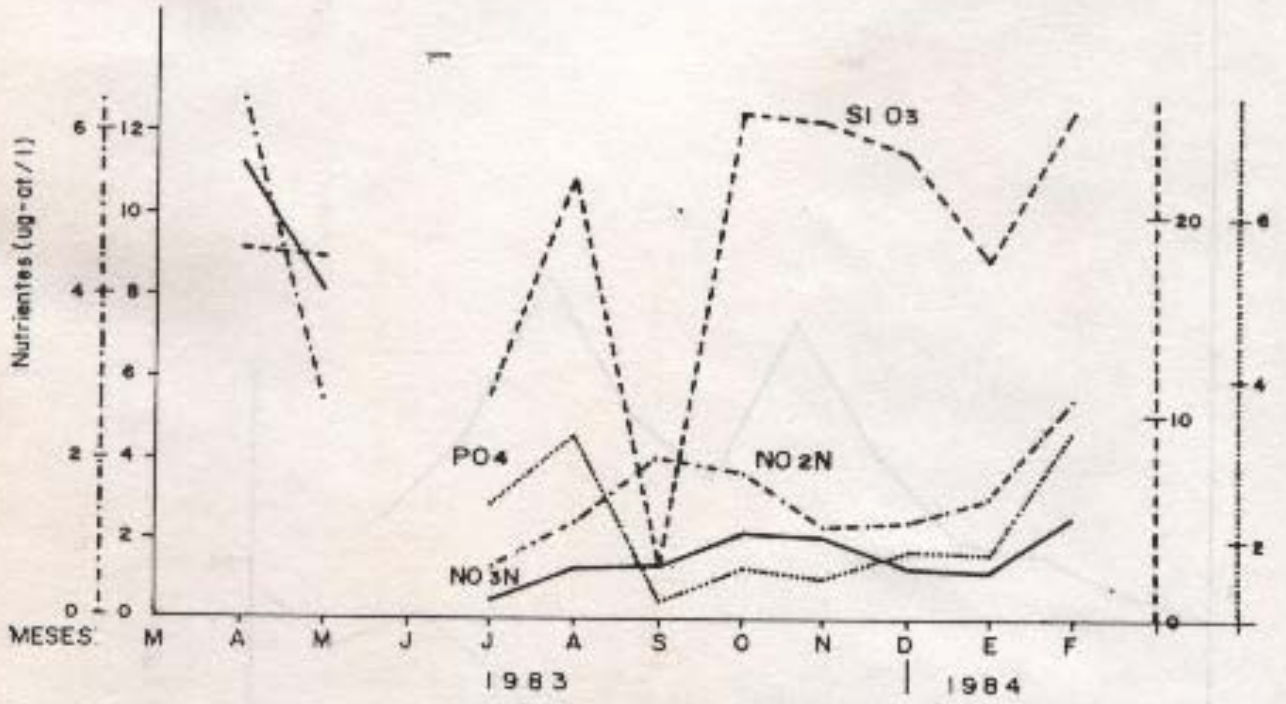


Fig. 16. Variación mensual de Nitrato, Nitrito, Silicato y Fosfato (ug.at/1).

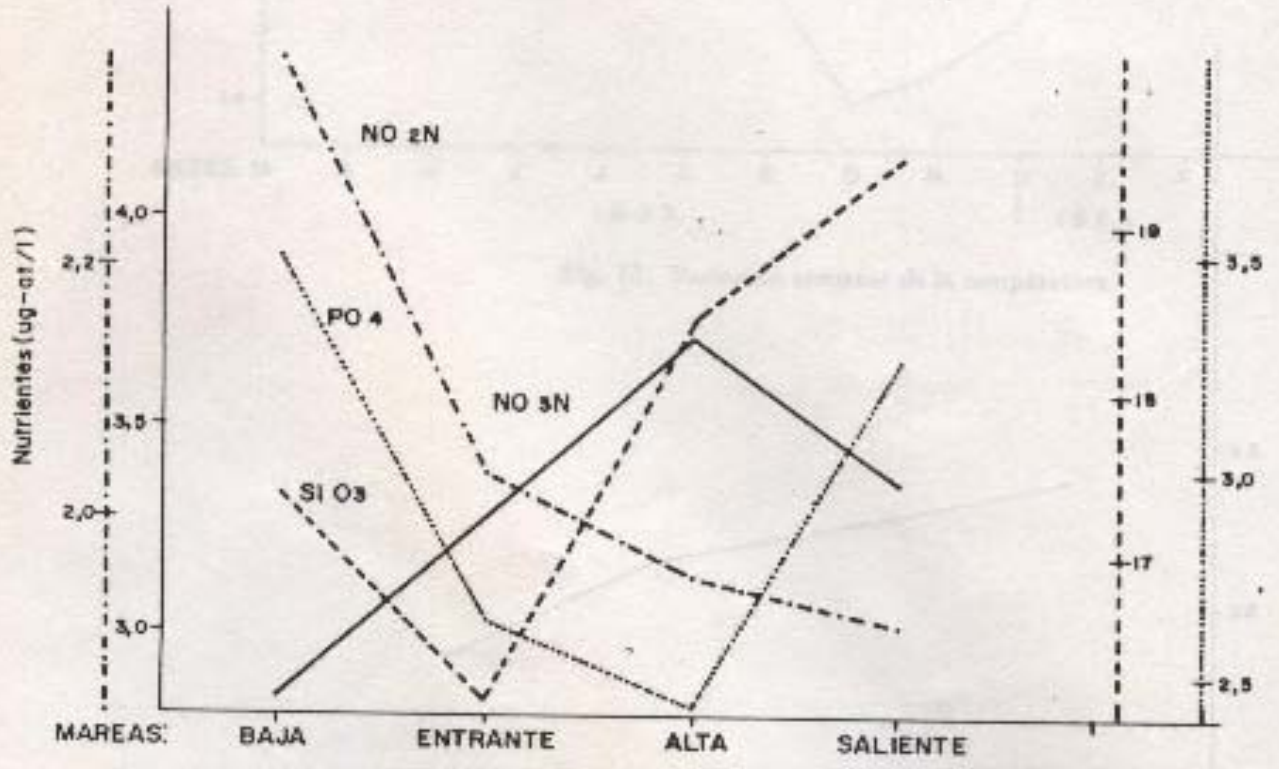


Fig. 17. Variación mareal de Nitrato, Nitrito, Silicato y Fosfato (ug.at/1).

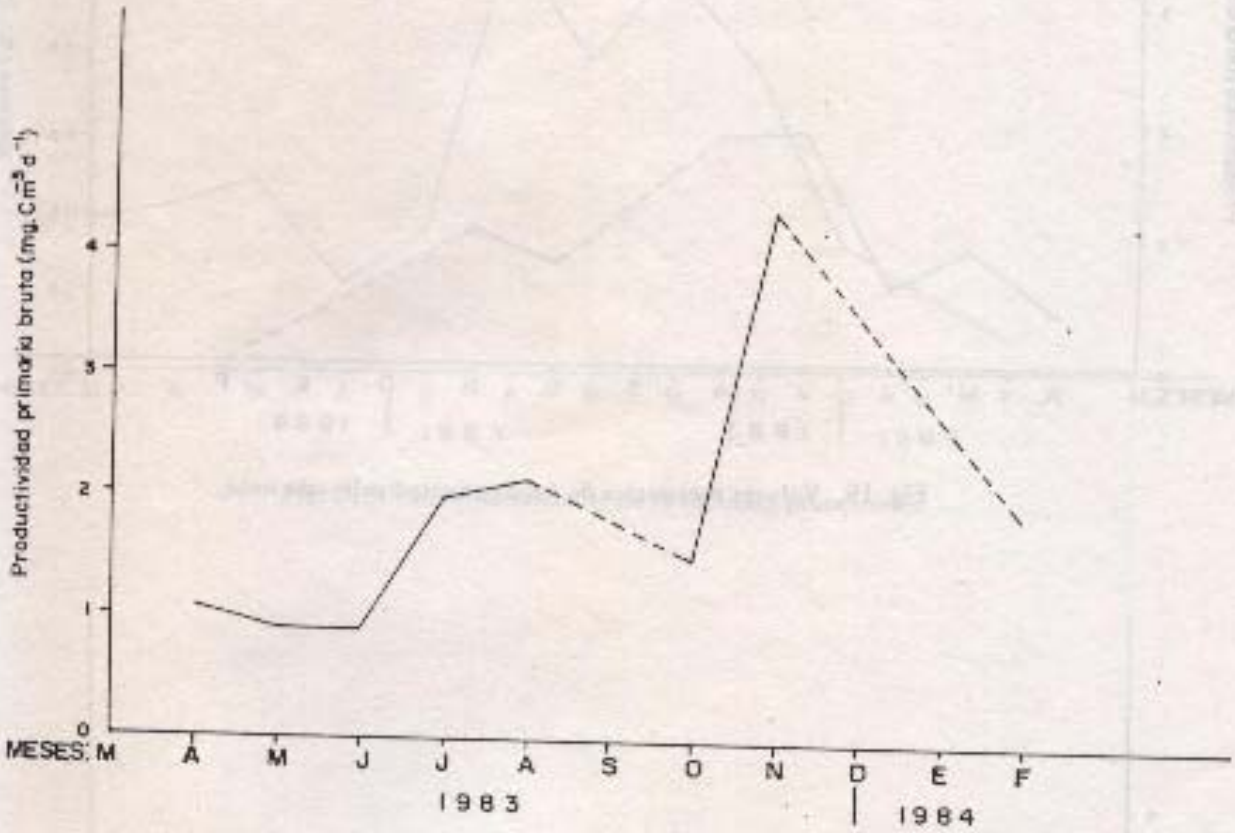


Fig. 18. Valores mensuales de Productividad primaria bruta.

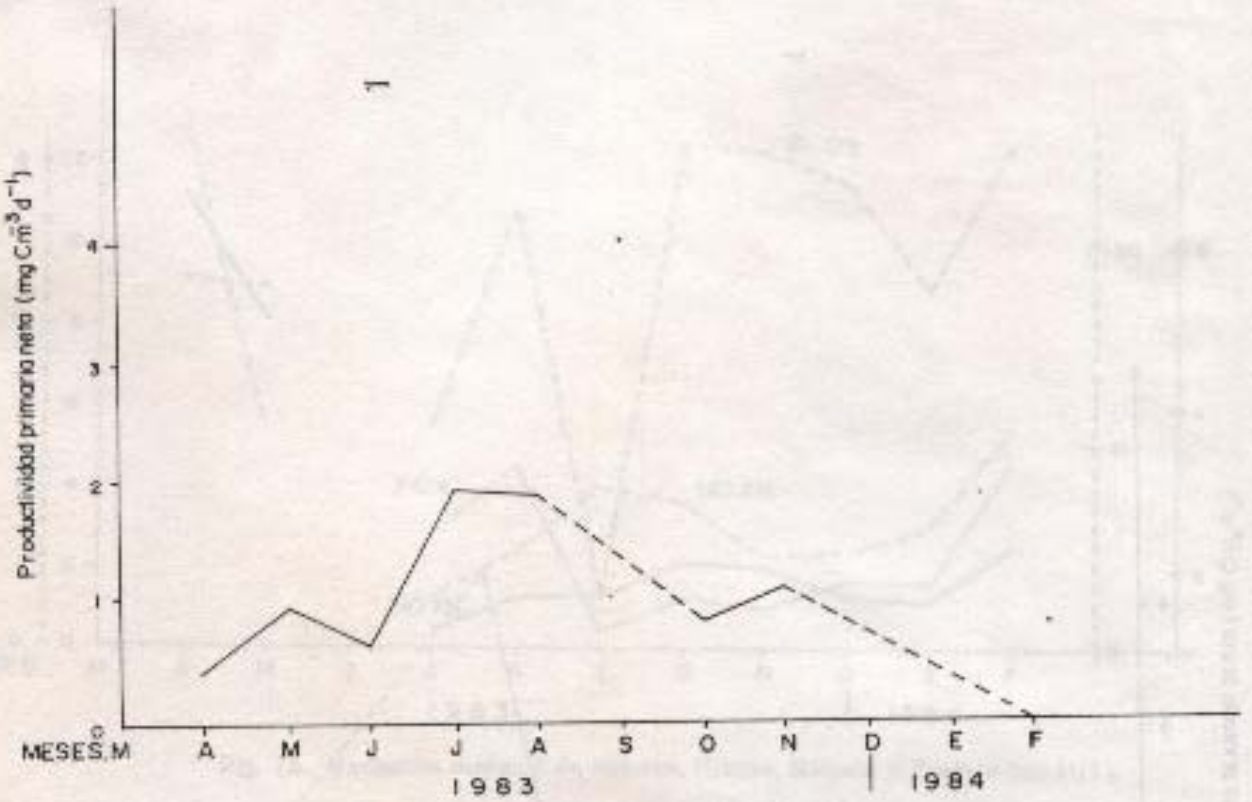


Fig. 19. Valores mensuales de Productividad primaria neta.

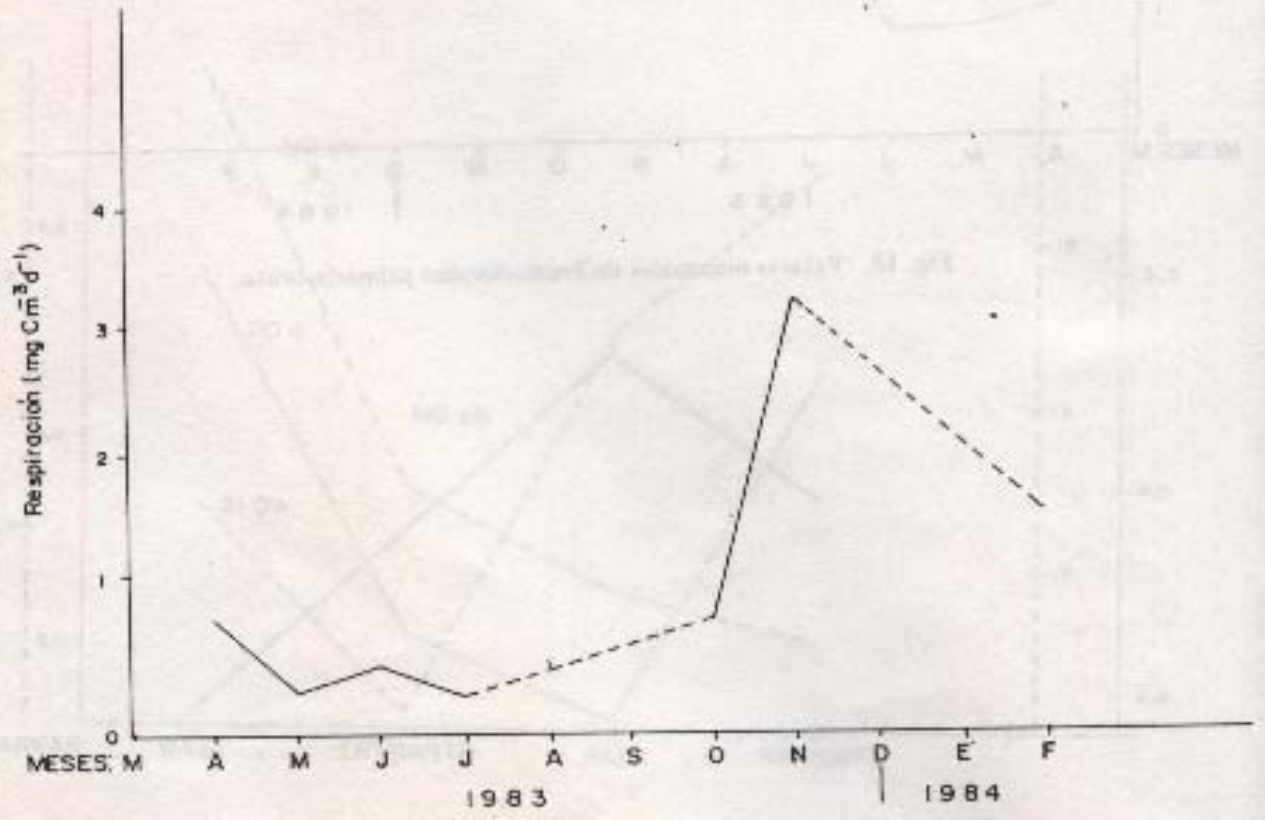


Fig. 20. Valores mensuales de Respiración.

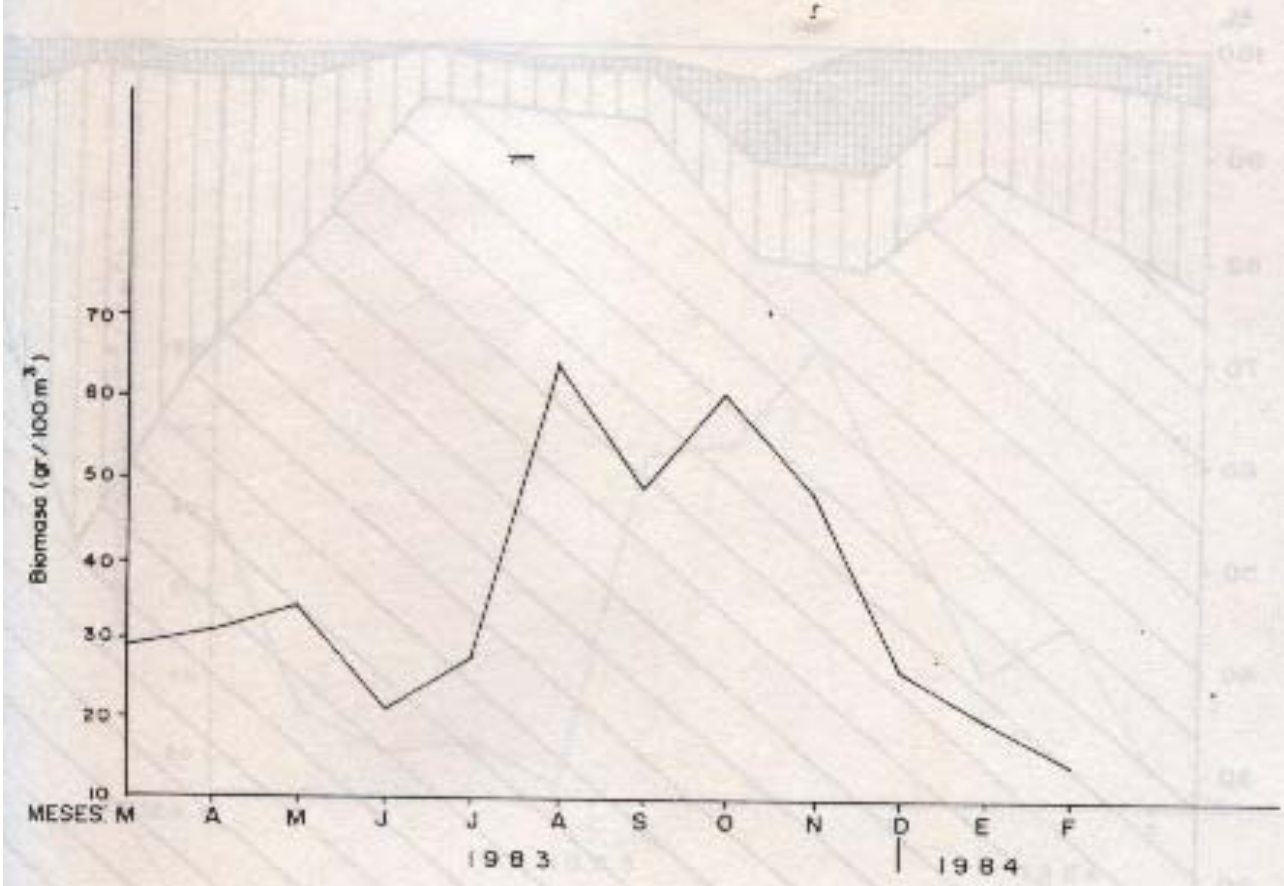


Fig. 21. Variación mensual de la biomasa planctónica.

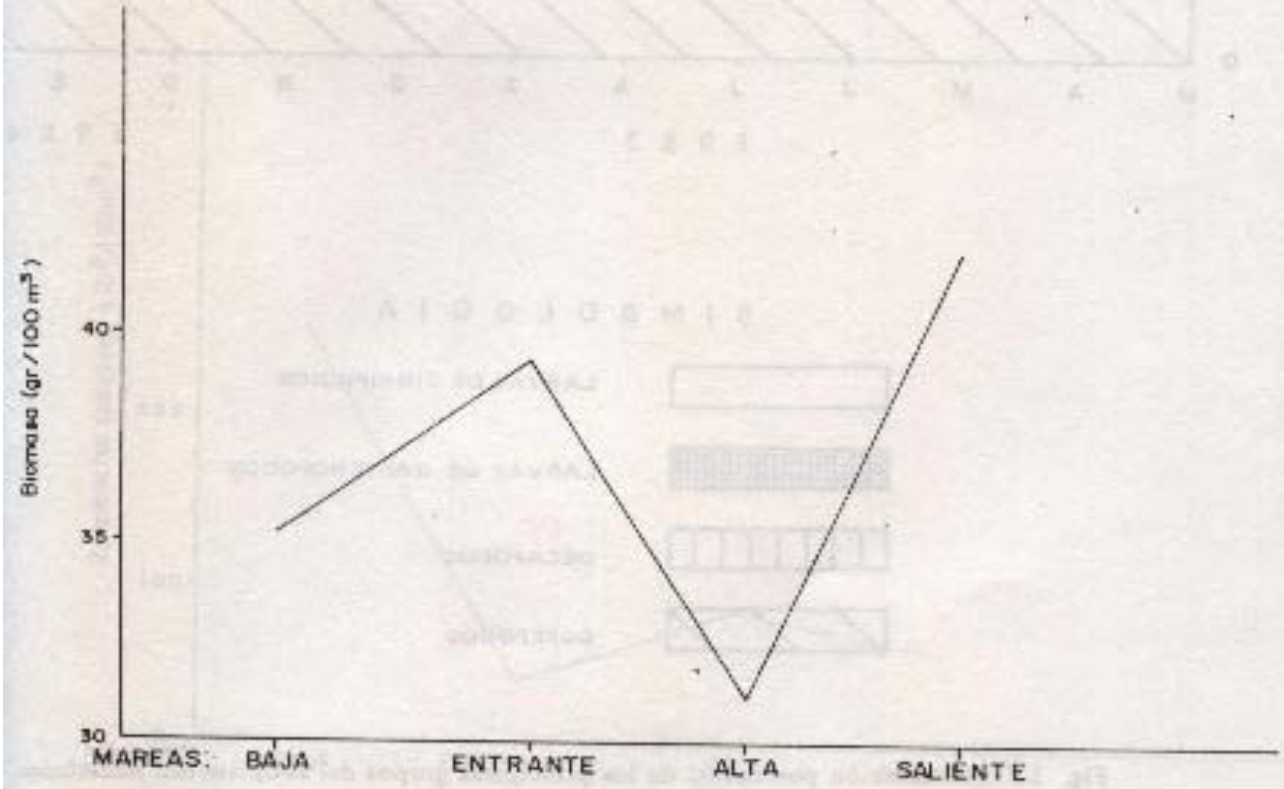


Fig. 22. Variación mareal de la biomasa planctónica.

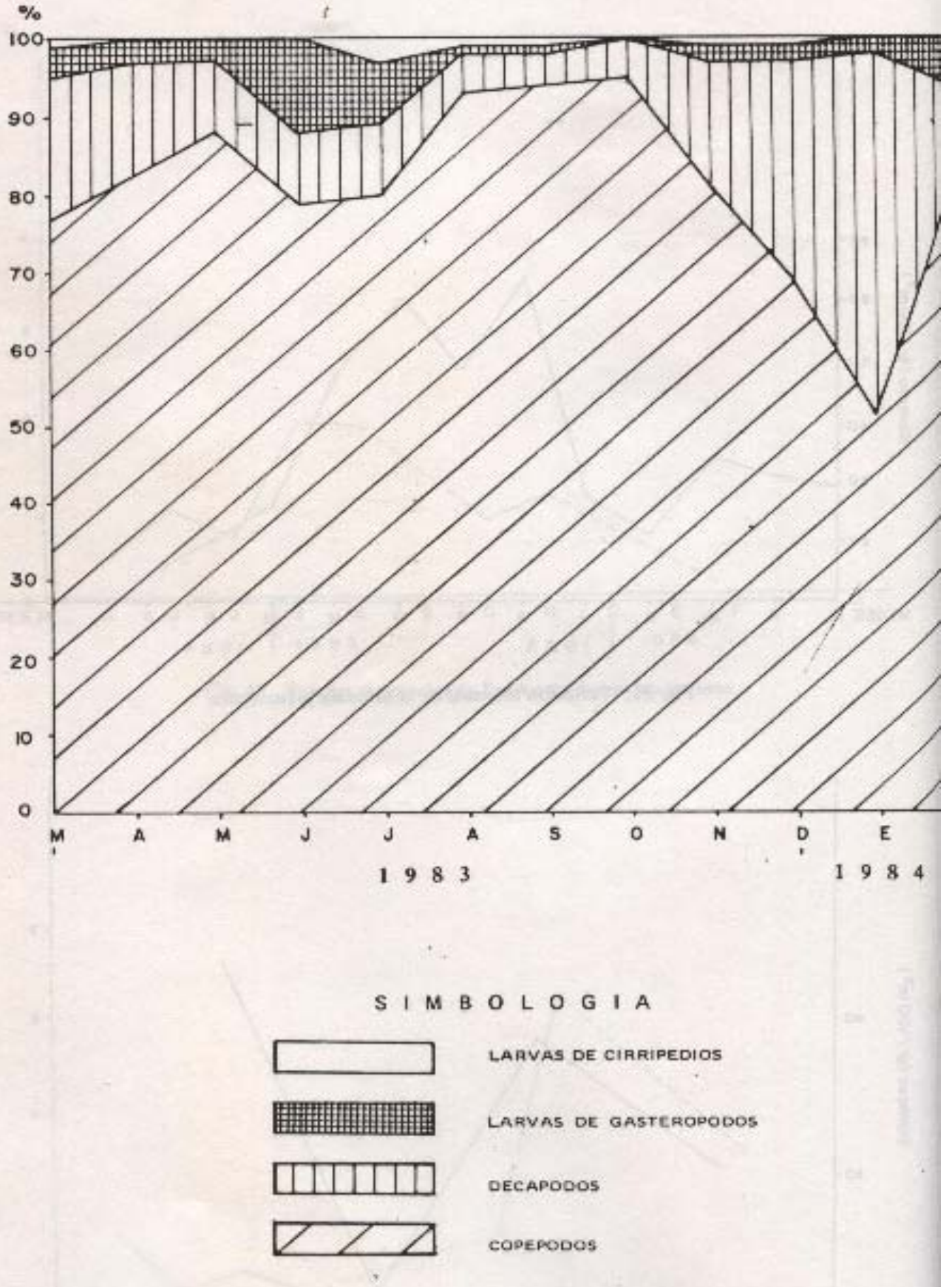


Fig. 23. Composición porcentual de los principales grupos del zooplancton neustónico.

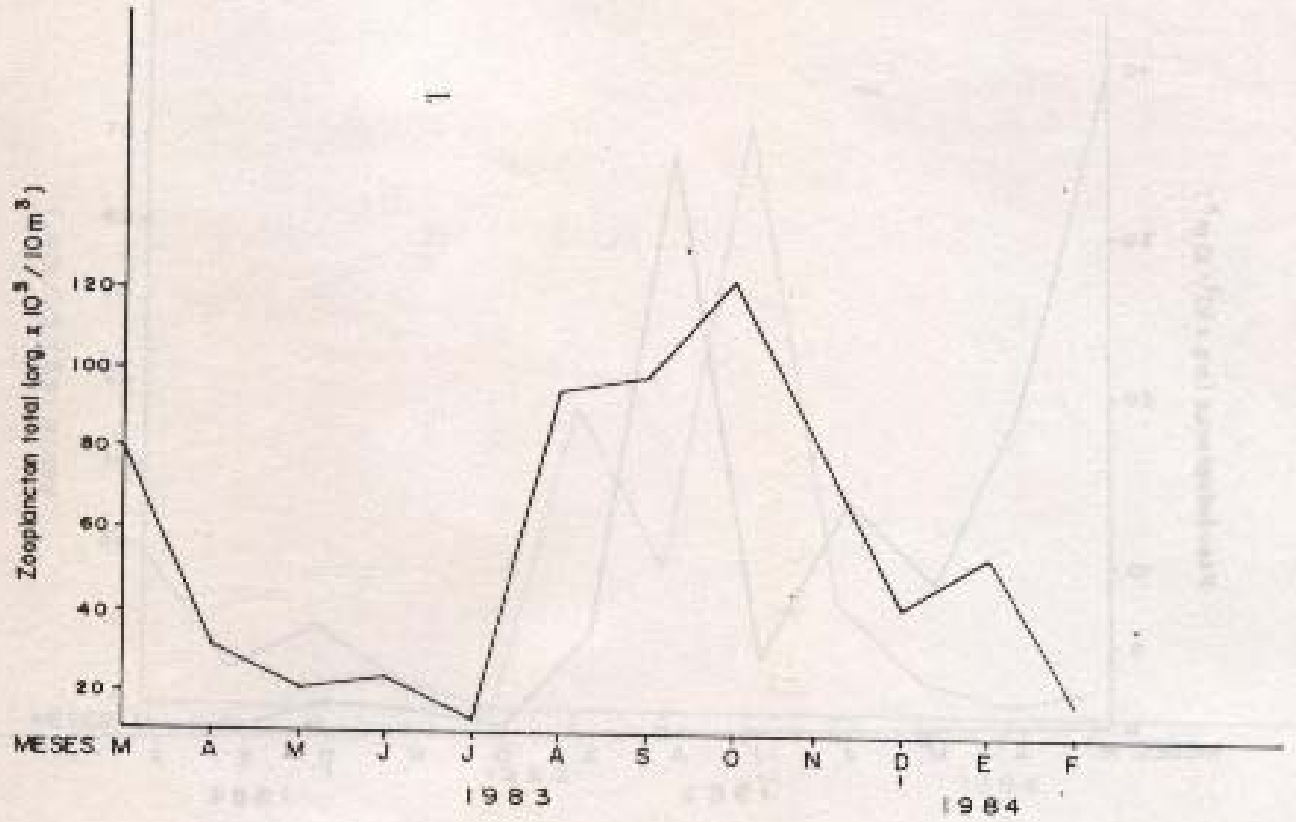


Fig. 24.— Variación mensual de la cantidad de zooplancton total.



Fig. 25. Variación mareal de la cantidad de zooplancton total.

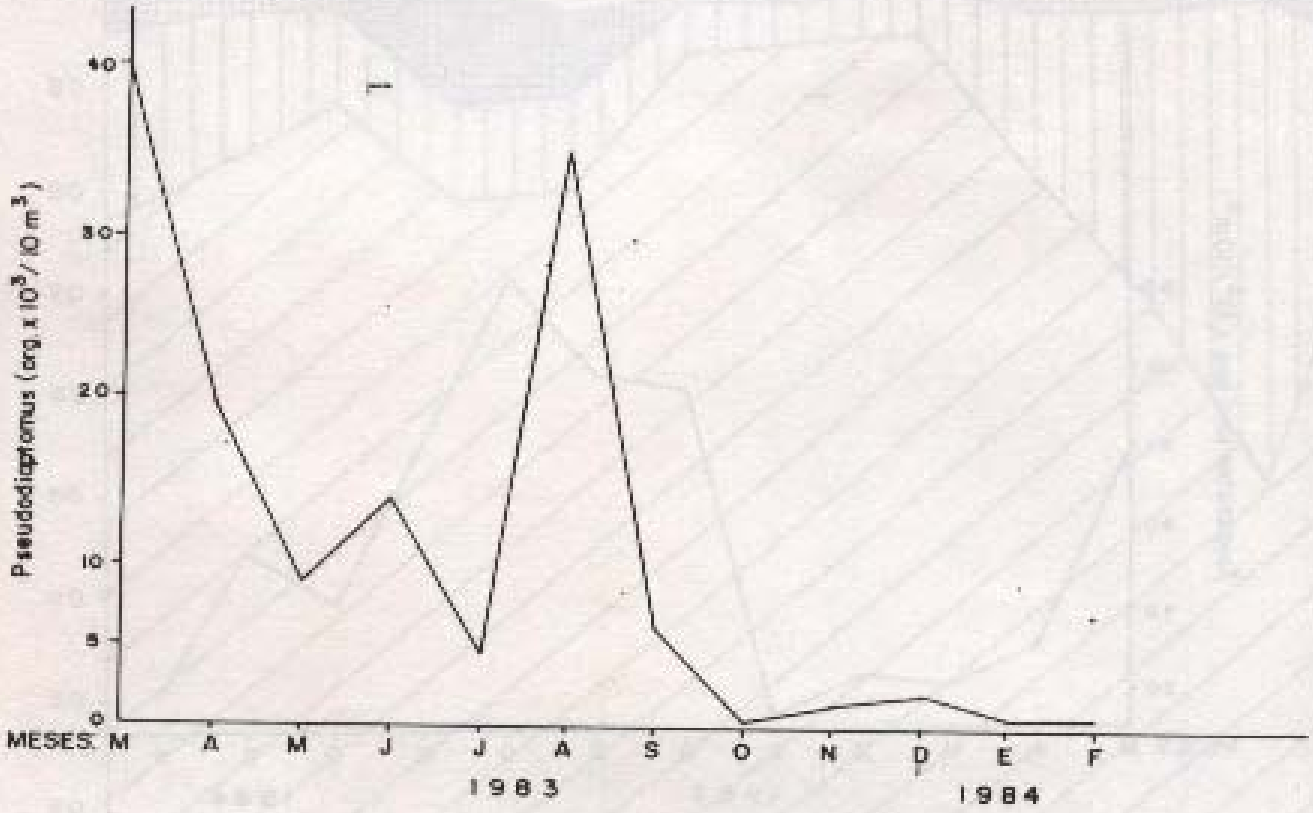


Fig. 26. Variación mensual de copépodos *Pseudodiaptomus*.

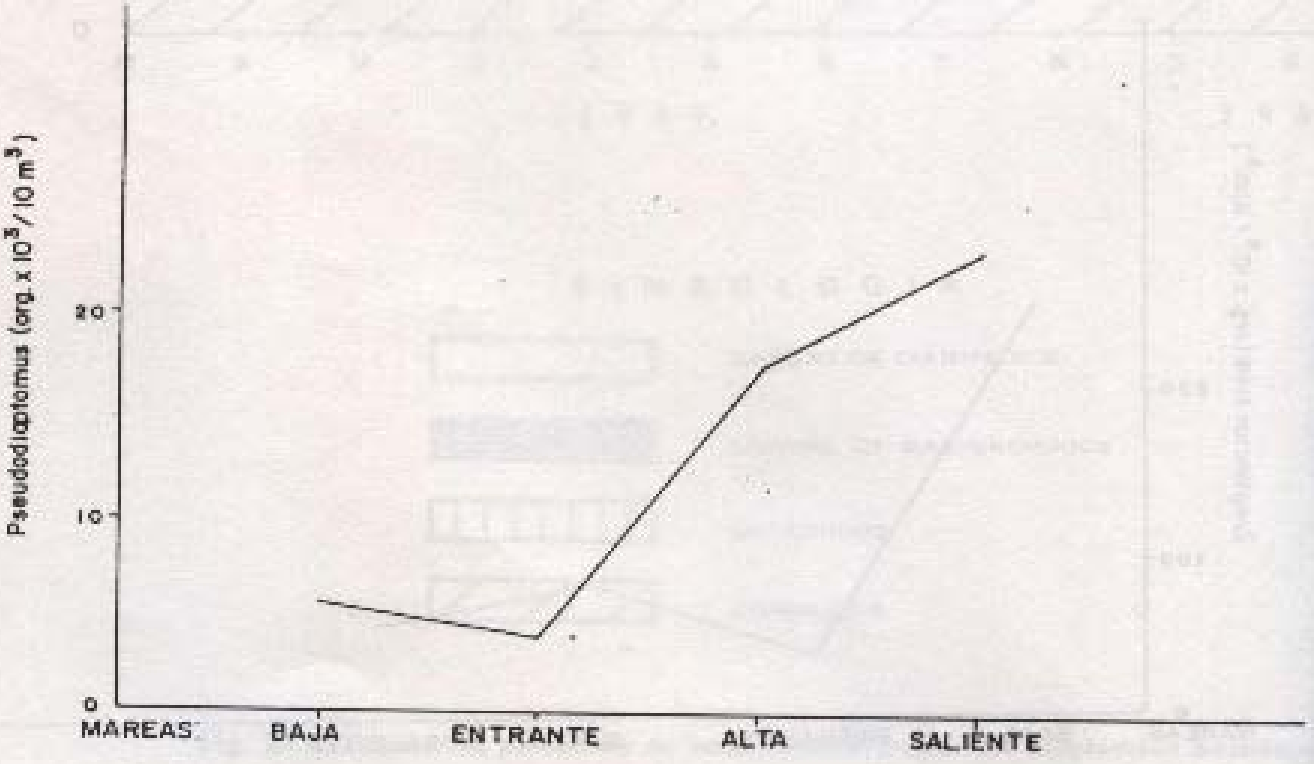


Fig. 27. Variación mareal de copépodos *Pseudodiaptomus*.

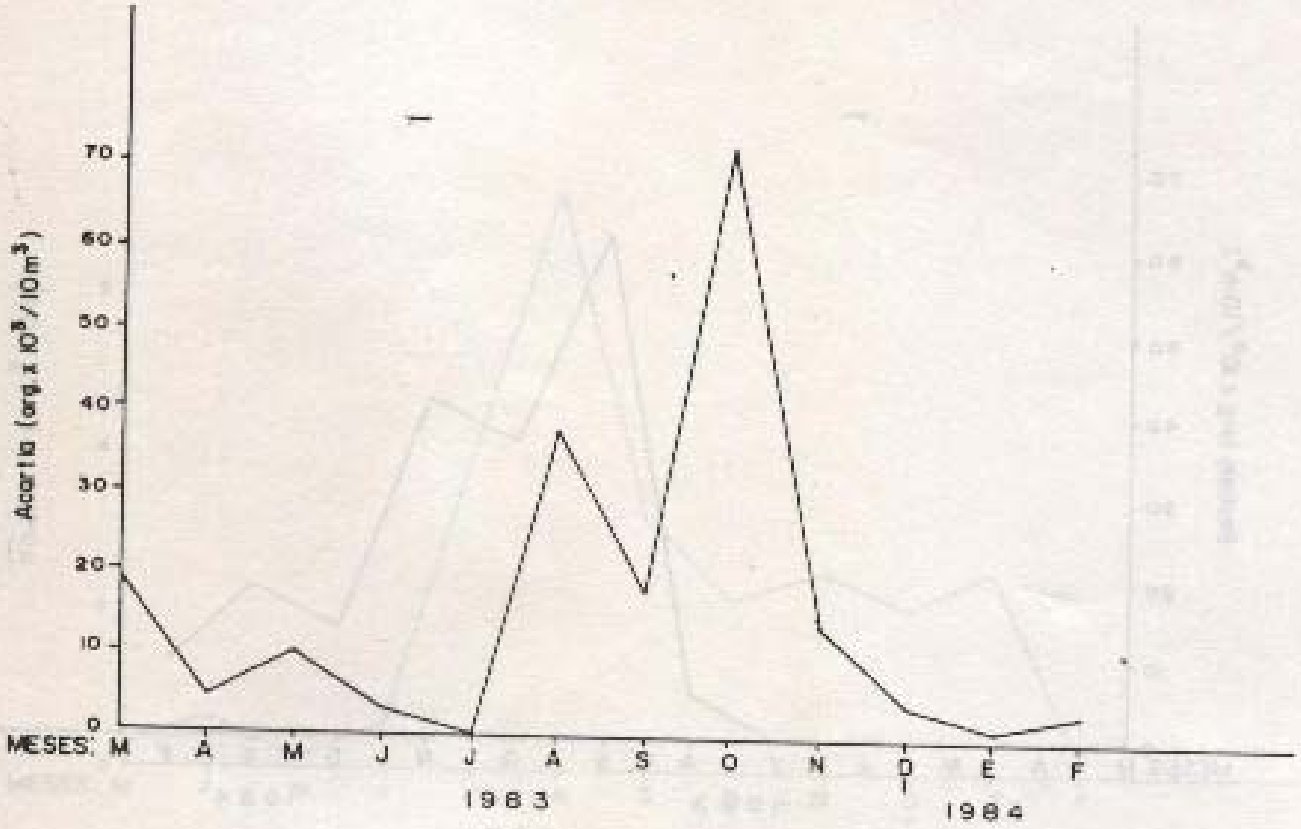


Fig. 28. Variación mensual de copépodos *Acartia*.

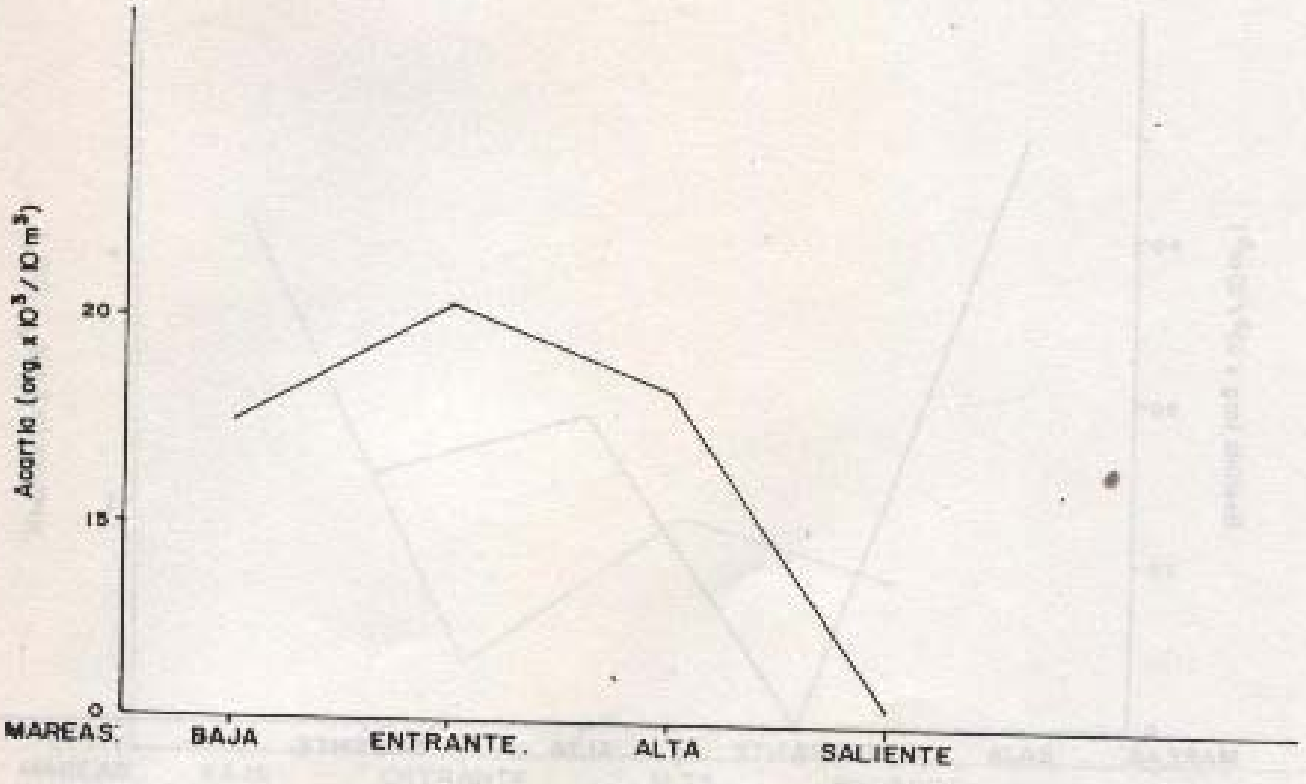


Fig. 29. Variación mareal de copépodos *Acartia*.

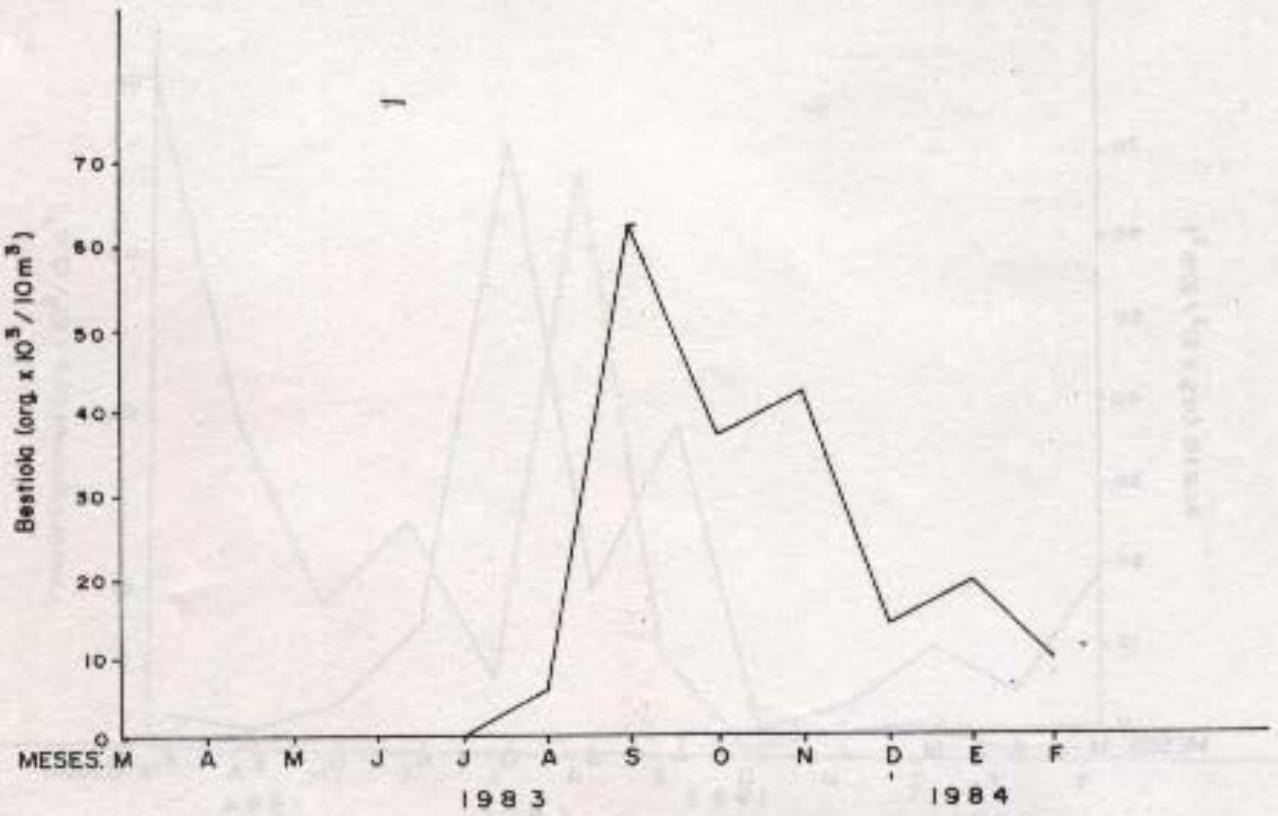


Fig. 30. Variación mensual de copépodos Bestiola.

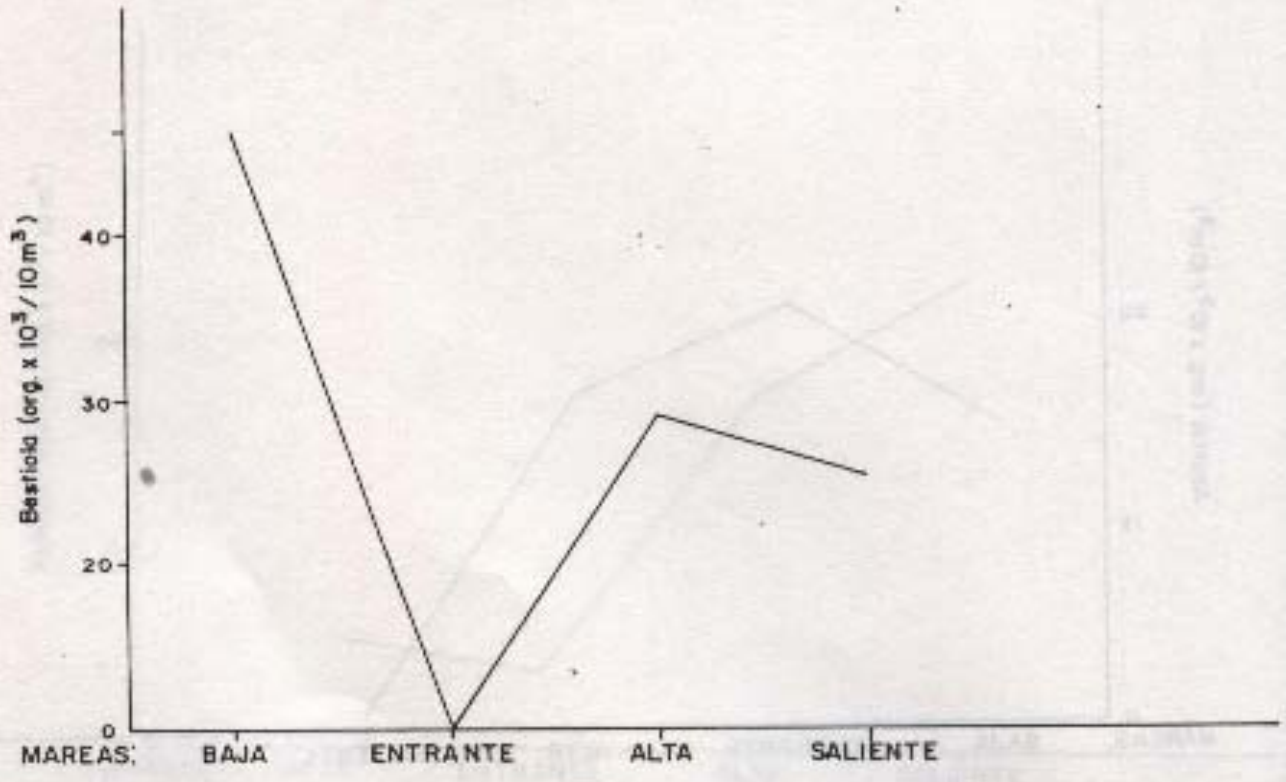


Fig. 31. Variación mareal de copépodos *Bestiola*.

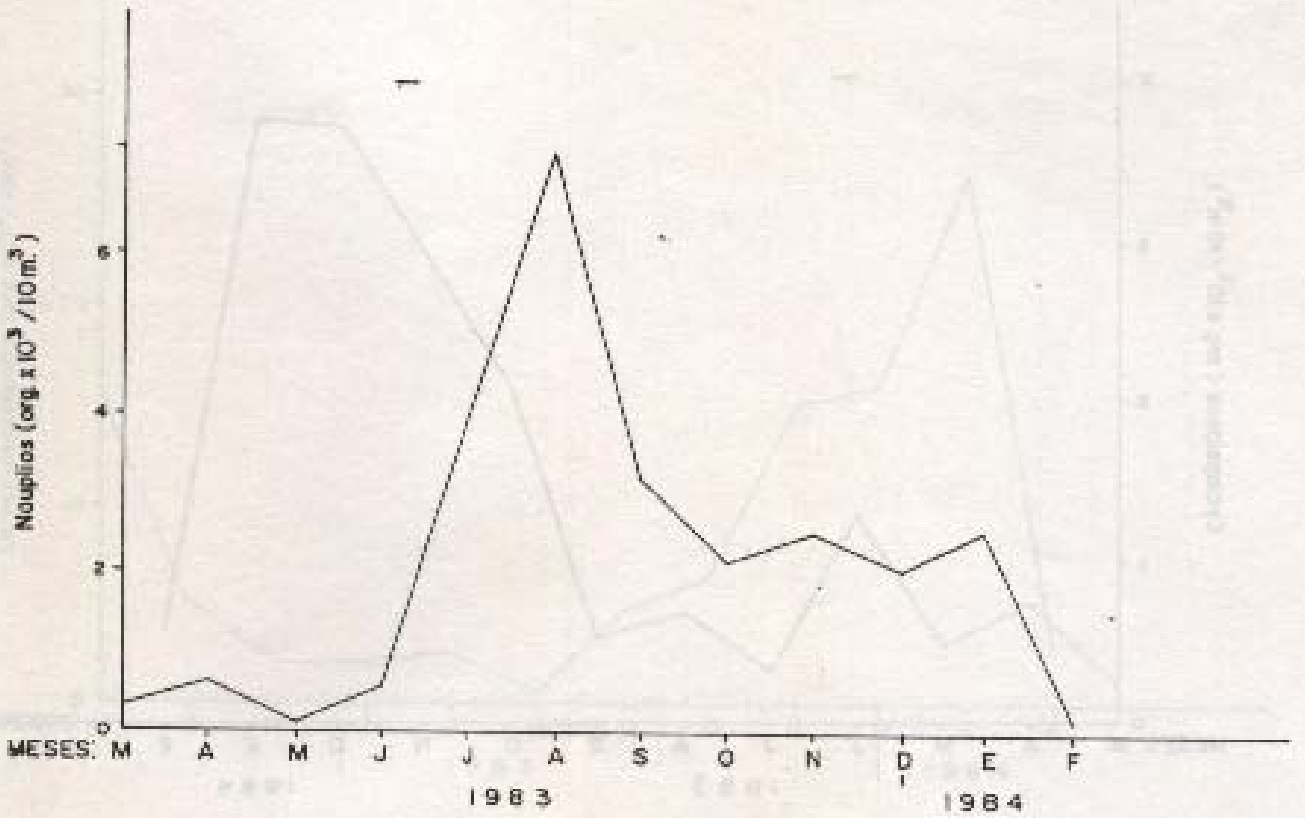


Fig. 32. Variación mensual de nauplios de copépodos.

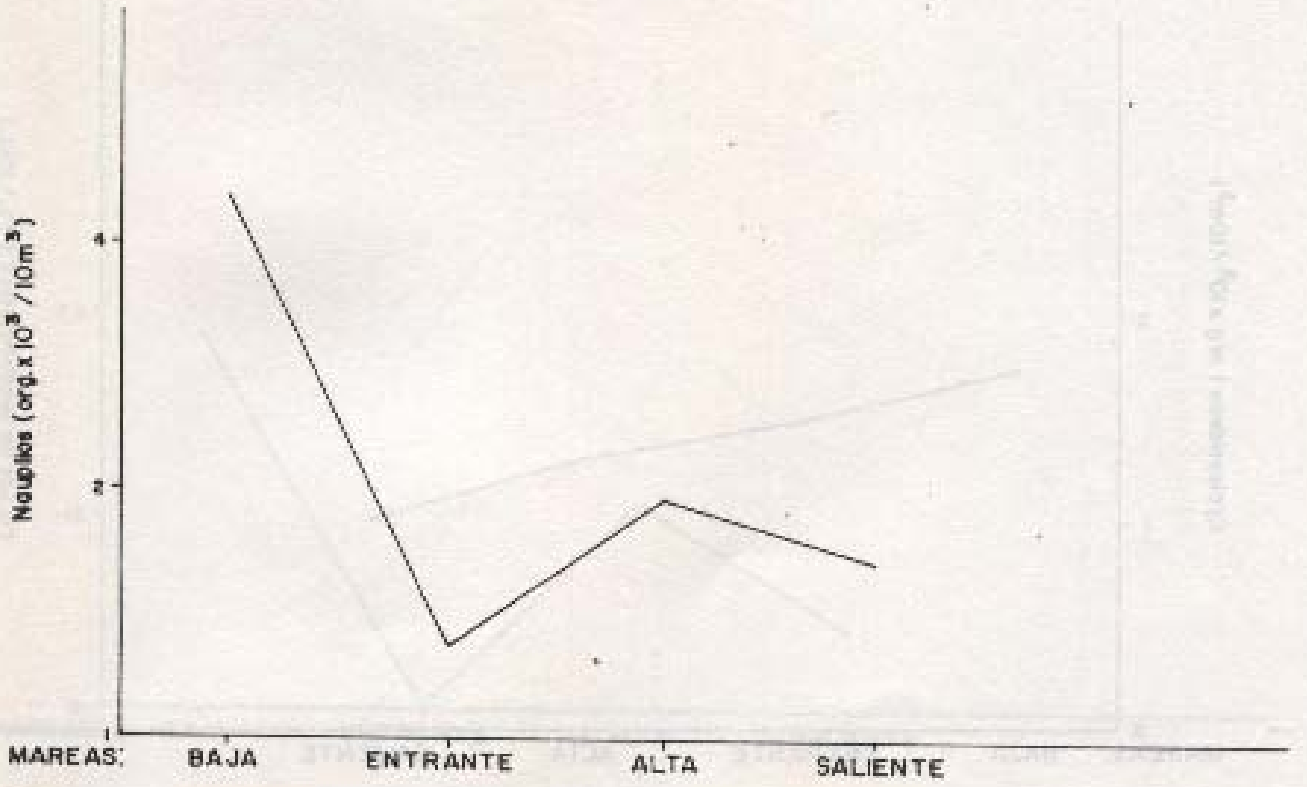


Fig. 33. Variación mareal de nauplios de copépodos.

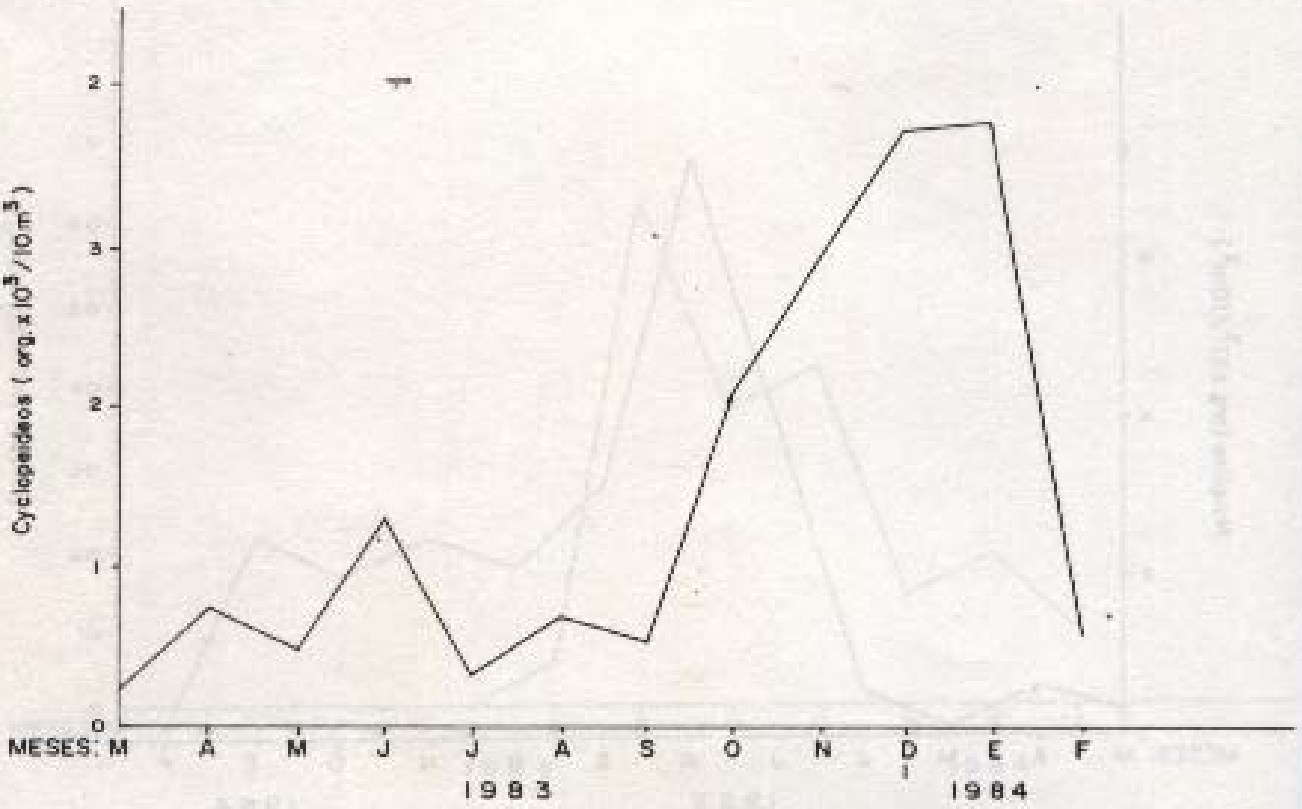


Fig. 34. Variación mensual de copépodos cyclopoideos.

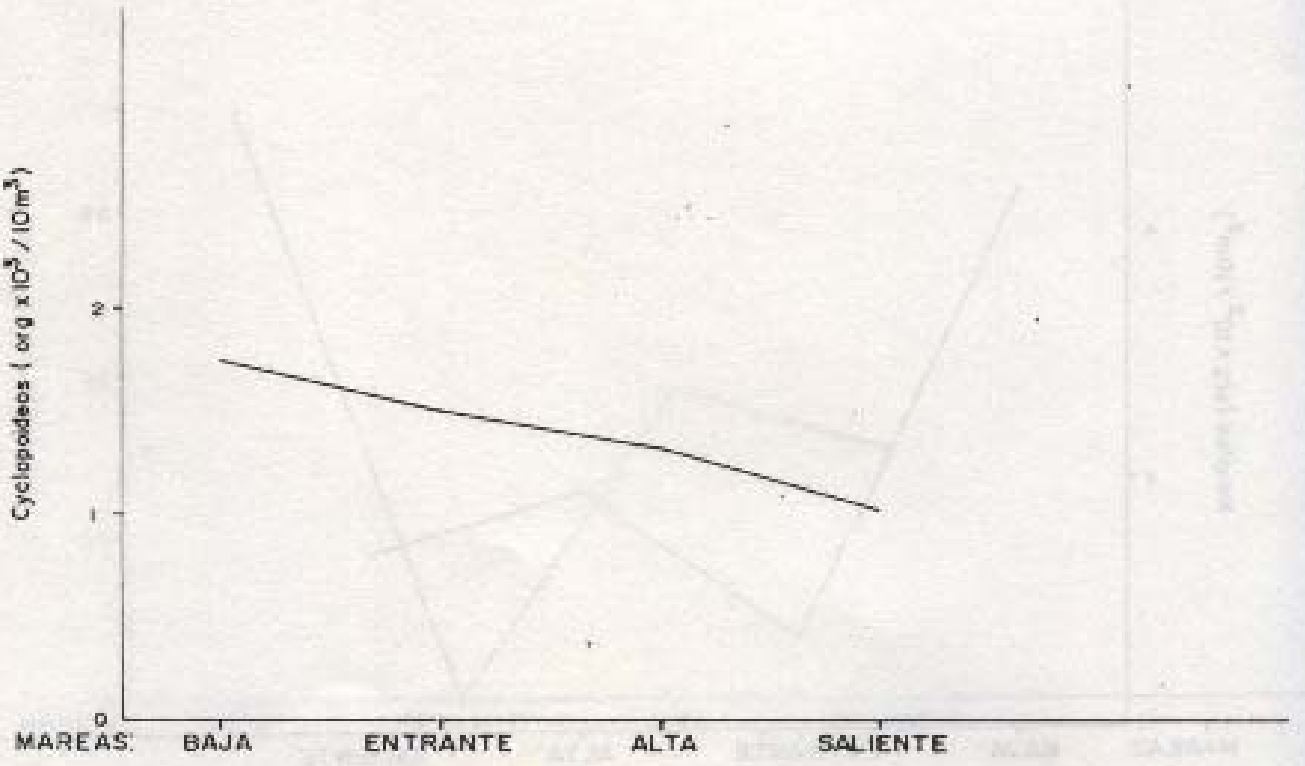


Fig. 35. Variación mareal de copépodos cyclopoideos.

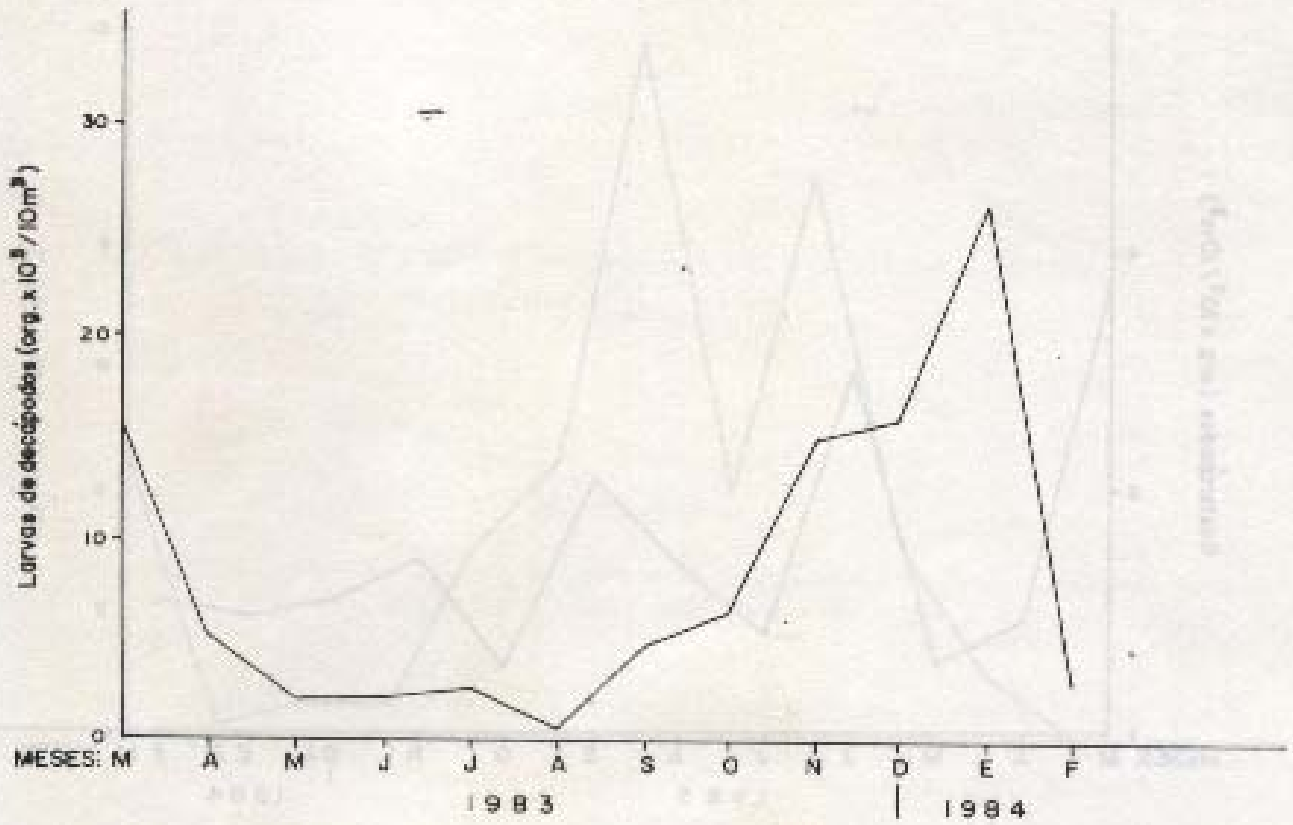


Fig. 36. Variación mensual de larvas de decápodos.

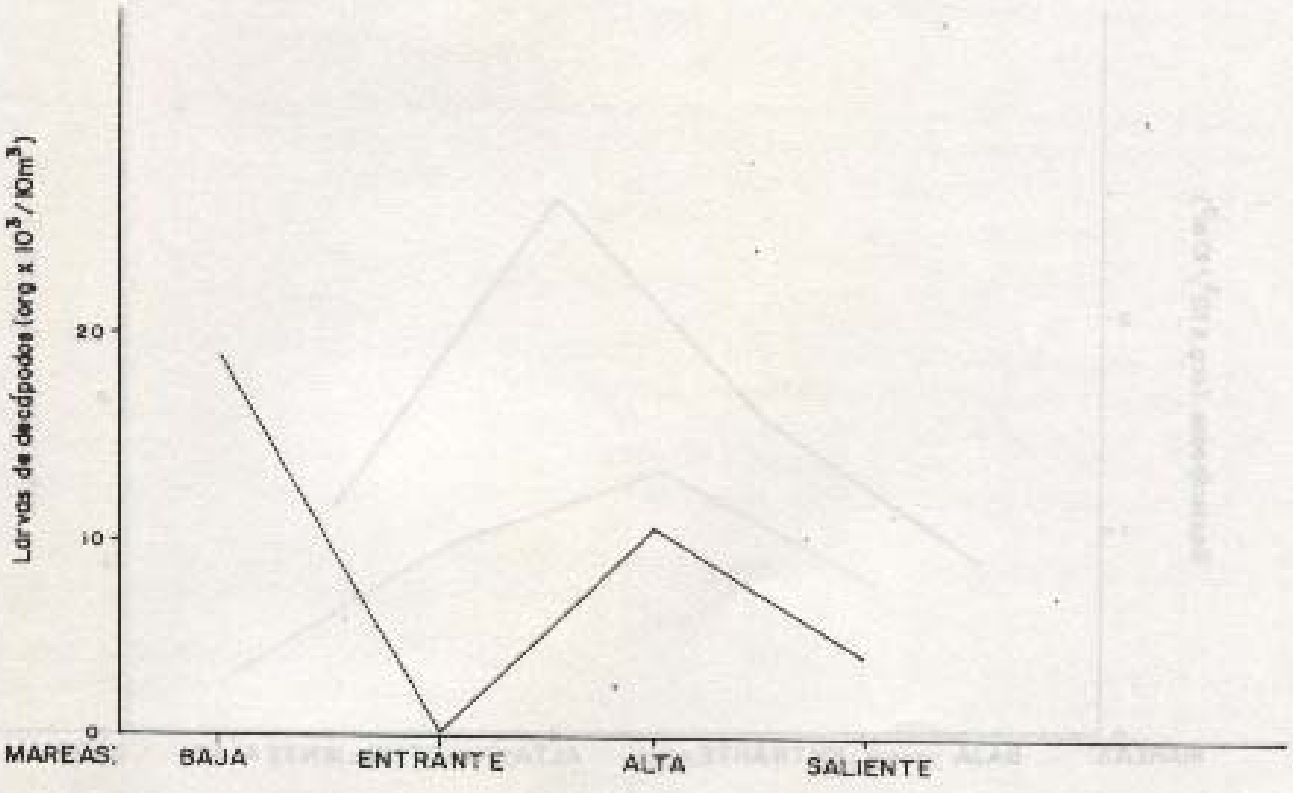


Fig. 37. Variación mareal de larvas de decápodos.

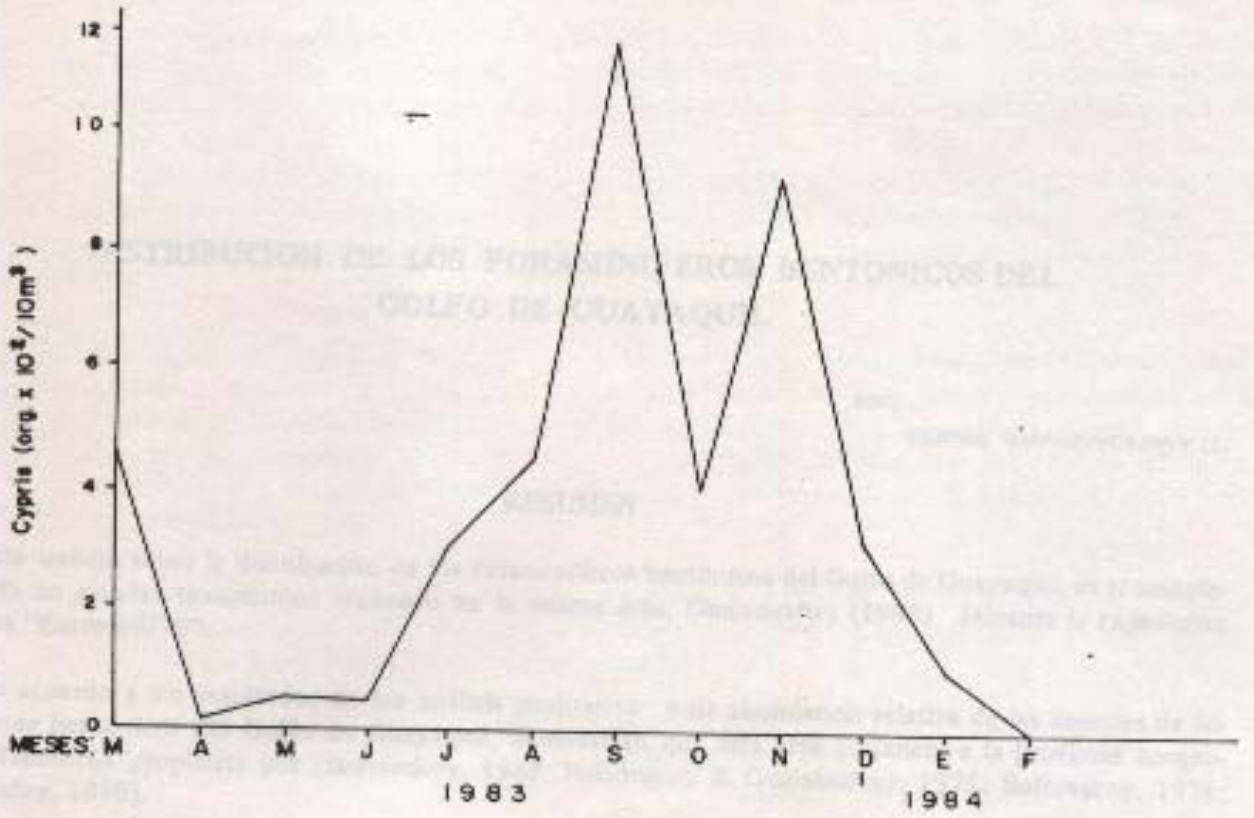


Fig. 40. Variación mensual de Cypris.

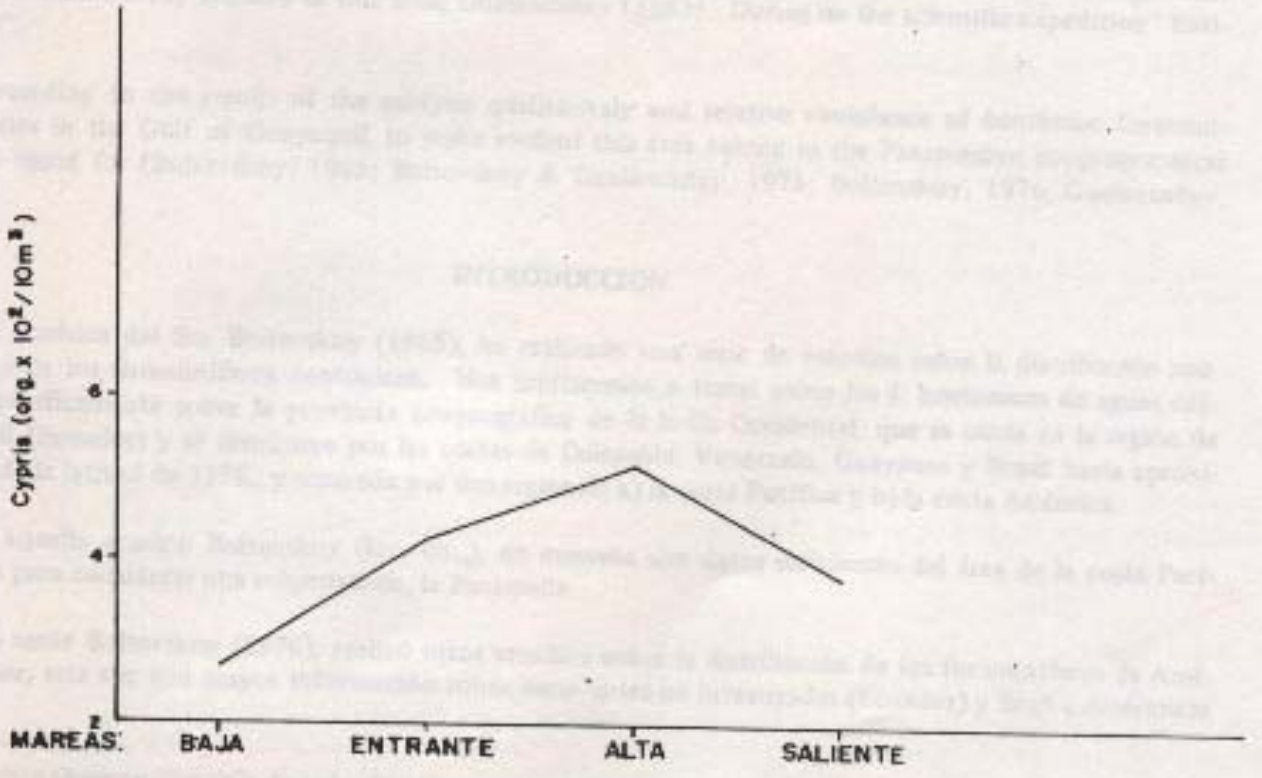


Fig. 41. Variación mareal de Cypris.

DISTRIBUCION DE LOS FORAMINIFEROS BENTONICOS DEL GOLFO DE GUAYAQUIL

Por:
ELENA GUALANCAÑAY (1)

RESUMEN

Este trabajo sobre la distribución de los foraminíferos bentónicos del Golfo de Guayaquil, es el complemento de un estudio taxonómico realizado en la misma área, Gualancañay (1983). Durante la expedición científica "Eastward/76".

De acuerdo a los resultados de los análisis cualitativo y de abundancia relativa de las especies de foraminíferos bentónicos del Golfo de Guayaquil, demuestran que esta área pertenece a la provincia zoogeográfica Panameña propuesta por (Boltovskoy, 1965; Boltovskoy & Gualancañay, 1975; Boltovskoy, 1976; Gualancañay, 1978).

ABSTRACT

This paper about benthonic of foraminifera distribution in the Gulf of Guayaquil, is the complement of the taxonomic study realized in this area, Gualancañay (1983). During on the scientific expedition "Eastward/76".

According to the results of the analysis qualitativaly and relative abundance of benthonic foraminifera species in the Gulf of Guayaquil, to make evident this area belong to the Panamanian zoogeographical province based for (Boltovskoy, 1965; Boltovskoy & Gualancañay, 1975; Boltovskoy, 1976; Gualancañay, 1978).

INTRODUCCION

En América del Sur Boltovskoy (1965), ha realizado una serie de estudios sobre la distribución zoogeográfica de los foraminíferos bentónicos. Nos limitaremos a tratar sobre los f. bentónicos de aguas cálidas y específicamente sobre la provincia zoogeográfica de la India Occidental, que se inicia en la región de Guayaquil (Ecuador) y se distribuye por las costas de Colombia, Venezuela, Guayanas y Brasil hasta aproximadamente la latitud de 33°S., y separada por dos regiones: a) la costa Pacífica y b) la costa Atlántica.

En aquella ocasión Boltovskoy (loc. cit.,), no contaba con datos suficientes del área de la costa Pacífica como para considerar una subprovincia, la Panameña.

Más tarde Boltovskoy (1976), realizó otros estudios sobre la distribución de los foraminíferos de América del Sur, esta vez con mayor información sobre áreas antes no investigadas (Ecuador) y llegó a determinar

(1) Instituto Oceanográfico de la Armada. Div. Biología Marina. P.O. Box. 5940. Guayaquil - Ecuador.

a la subprovincia Panameña como una verdadera provincia zoogeográfica.

Investigaciones sobre foraminíferos bentónicos en aguas ecuatorianas: Debido a la insuficiencia de datos durante los últimos tiempos, tanto de Ecuador como de Colombia, se ha tenido como consecuencia un verdadero problema zoogeográfico acerca de la distribución de los f. bentónicos en América del Sur.

Boltovskoy & Gualancañay (1975), en base a datos obtenidos en un estudio en la provincia de Esmeraldas (al Norte de Ecuador), consideraron a la subprovincia Panameña como una verdadera provincia zoogeográfica, la misma que se localiza hacia el Norte por la costa Occidental de América hasta el cabo San Lucas.

Boltovskoy & Gualancañay (loc. cit.,), en su estudio reportaron las siguientes especies que son exclusivas para la provincia Panameña y que no han sido halladas en otras provincias de América del Sur: *Angulogerina illingi; Bifarina hancocki; Bolivina acutula; B. spissa; Bulimina pagoda; Cancris panamensis; Cassidulina* sp. *"A"; Eponides* sp. "A"; Gyroidina *multilocula; Nonion incisum; Pullenia salisburyi; Reussella aequa; Textularia secasensis; Textulariella pacifica; Uvigerina incilis; U.* cf. *isidroensis; Valvulineria* aff. *araucana; Verneuilina* cf. *frustrata.*

Gualancañay (1978), en un estudio de las aguas someras de la provincia de Manabí, Ecuador; reportó algunas especies exclusivas de esta provincia zoogeográfica: *Bifarina hancocki; Bolivina acutula; Reussella aequa; Textularia secasensis; Textularioides inflatus; Uvigerina incilis.*

AREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprende la plataforma y talud continental del Golfo de Guayaquil, desde los 02° 35'S y 80° 09'W hasta los 03° 06'S y 81° 19'W, entre las profundidades de 12 y 1.598 metros (Fig. 1).

Benites (1975), divide el área estudiada de la siguiente manera:

- Delta del Guayas, es un sistema de sedimentación alimentado por un río que produce una degradación irregular de la línea de costa.
- Estuario del Guayas, una cuenca de depositación alargada que comienza en la desembocadura de un río y termina en la plataforma continental.
- Aporte fluvial continuo, suficiente conexión con el mar para permitir la mezcla continua de agua dulce con la salada.

MATERIALES Y MÉTODOS

A bordo del R/V "Eastward", de la Univ. de Duke, Carolina del Norte, fueron colectadas 29 muestras de sedimento entre 12 y 1.598 metros de profundidad, para el estudio de los foraminíferos bentónicos, utilizando dos tipos de extractores: dragas Van Veen y Smith McIntire.

Las muestras fueron preservadas a bordo y en el laboratorio sometidas a lavado a través de diferentes tamices, cuyas aberturas de malla medían 1.68, 0.420 y 0.063 mm. y el remanente del tamiz 0.063 mm., fue utilizado para el estudio de los f. bentónicos, los mismos que fueron sometidos a tinción por el método de Walton, para finalmente separar los organismos por el método de flotación y entresacar entre 200 y 400 ejemplares al azar en cada una de las muestras, para su estudio.

CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS ESPECIES ENCONTRADAS EN EL GOLFO DE GUAYAQUIL

En el Golfo de Guayaquil, correspondiente al área del presente estudio, se han hallado especies típicas de la provincia zoogeográfica Panameña y que hasta el momento no han sido encontradas en otras provincias de América del Sur: *Angulogerina illingi; Bifarina hancocki; Bolivina acutula; B. spissa; Bulimina pagoda; Cancris panamensis; Cassidulina* sp. *"A"; Epistominella* sp. *n. Gyroidina multilocula; Reussella aequa; Textularia secasensis; Uvigerina incilis.* (Tabla II).

Además en esta área se han encontrado especies endémicas de la provincia Panameña, que no han sido reportadas en otras provincias zoogeográficas del mundo; estas características anteriormente han sido observadas por Boltovskoy & Gualancañay (1975) y son las siguientes: *Bifarina hancocki; Textularia secasensis; Uvigerina incilis.*

En el Golfo de Guayaquil se han encontrado especies que según Boltovskoy (1976), son típicas de aguas cálidas: *Bolivina interjuncta; B. plicata; B. pseudoplicata; Globobulimina pacifica; Nonion pizarrense; Pseudononion japonicum;* algunas especies de *Textularia* y *Elphidium articulatum* (especies típicas litorales de aguas cálidas).

ZONAS FAUNISTICAS

Para una mejor interpretación de la distribución relativa de los foraminíferos bentónicos del Golfo de Guayaquil, se ha seguido las recomendaciones de Stslhedrina (1952 c) y de Phleger (1960 b) en base al estudio de éstos por zonaciones.

ZONA DE TURBULENCIA : (0 – 20 metros)

En esta zona fueron encontradas las siguientes especies: *Bolivina acutula; B. pseudoplicata; Buliminella elegantissima; Cancris sagra; Cibicides aknerianus; Cibicides bertheloti,* f. *boueana; Cibicidella variabilis; Elphidium articulatum,* f. *typica; Lagena sulcata; Nonion pizarrense; Nouria polymorphinoides; Pseudononion japonicum; Quiqueloculina lamarckiana; Reussella aequa; Rosalina peruviana; Rotalia beccarii; Textularia secasensis; Textularioides inflatus; Trochammina advena; Uvigerina peregrina* var. *dirupta.*

Las especies *Bolivina pseudoplicata; Nonion pizarrense* y *Pseudononion japonicum* son consideradas especies típicas de aguas cálidas (Boltovskoy, 1976).

Según Boltovskoy (1965), en esta zona se desarrollan especies de paredes gruesas y resistentes o que se adhieren a un sustrato, debido a los fuertes movimientos de las aguas y a los cambios bruscos de las condiciones ecológicas propias de esta zona. Esto nos hace suponer que las condiciones no fueron favorables para el desarrollo de los foraminíferos en las estaciones Nos. 1, 6, 7 y 8, en que hubo total ausencia de organismos (Tabla II).

Además *Elphidium articulatum* se halla tipificando el litoral y sublitoral del área estudiada y las especies *Nonion pisarrense; Nouria polimorphinoides; Textularia secasensis; Trochammina advena; Textularioides inflatus,* prefieren para su desarrollo aguas salobres, influenciadas por aguas dulces provenientes de los ríos y por lo tanto pobres en CO_3 Ca (Tabla I, Fig. 3). Siendo *Rotalia beccarii*, especie cosmopolita de aguas salobres (Boltovskoy, 1965).

PLATAFORMA CONTINENTAL INTERNA: (20 – 70 metros)

En esta zona se hallaron las siguientes especies: *Bifarina hancocki; Bolivina acutula; Bulimina pulchella; Buliminella elegantissima; Cancris sagra; Cassidulina depressa; Cassidulina laevigata,* var. *carinata; Cibicides aknerianus; Cibicides bertheloti,* f. *boueana; Cibicides ornatus; Cibicidella variabilis; Eponides antillarum;*

Epistominella pacifica; Nodosaria perversa; Nouria polymorphinoides; Quinqueloculina angulata; Q. lamarckiana; Reophax excentricus; Saccammina micacea; Rosalina peruviana; Textularia agglutinans; Textularia secasensis; Triloculina trigonula; Trochammina advena; Verneuilina, cf. *frustrata; Virgulina pontoni.*

Como especies abundantes o frecuentes tenemos: *Bifarina hancocki; Bulimina pulchella; Cassidulina delicata; Cassidulina laevigata,* var. *carinata; Cibicides bertheloti,* f. *boueaná; Cibicides ornatus; Reophax excentricus; Robulus rotulatus; Textularia foliacea; Verneuilina,* cf. *frustrata.*

Es evidente la ausencia de *Elphidium articulatum*, por ser típica de aguas someras de hasta 15 metros de profundidad. En cambio persiste la presencia de: *Bolivina acutula; Buliminella elegantissima; Cibicides bertheloti,* f. *boueana; Cibicides ornatus; Nonion pizarrense; Textularia secasensis.*

Además la presencia de especies de aguas cálidas como: *Nonion pizarrense; Trochammina advena; Textylaria agglutinans* y *T. secasensis;* tipifican el área (Boltovskoy, 1976).

PLATAFORMA CONTINENTAL EXTERNA: (70 – 200 metros)

Se hallaron las siguientes especies: *Angulogerina occidentalis; Bifarina hancocki; Bolivina acutula; B. globulosa; B. interyuncta,* f. *typica; B. interyuncta,* f. *bicostata; B. pacifica; B. plicata; B. pseudoplicata; B. pseudobeyrichi,* f. *bradyi; B. tongi; Buccella peruviana; Bulimina pulchella; Buliminella elegantissima; Cancris inflatus; Cancris sagra; Cassidulina braziliensis, Cassidulina laevigata,* var. *carinata; Cibicides aknerianus; Cibicides bertheloti,* f. *bouena; Cancris panamensis; Cibicidella variabilis; Dentalina commnunis; Epistominella pacifica; Nonion pizarrense; Nonionella atlantica; Nonionella basiloba; Nouria polymorphinoides; Lagena laevis,* f. *perlucida; Lagena submagnifica; Rotalia beccarii; Reophax guttiferus; Robulus rotulatus; Saracenaria angularis; Textularia secasensis; Uvigerina hispida,* var. *dirupta; Virgulina pontoni.*

Las especies más abundantes en esta zona fueron: *Angulogerina occidentalis; Bolivina acutula; Cancris inflatus; Cancris sagra; Cassidulina laevigata,* var. *carinata; Cibicides bertheloti,* f. *boueana; Cibicides ornatus, Reophax guttiferus; Uvigerina incilis; Virgulina pontoni.*

En esta zona existe gran diversidad de especies, en cambio se nota la ausencia del género *Quinqueloculina*, característica observada anteriormente por Boltovskoy & Gualancañay (1975), en la Prov. de Esmeraldas. Además ya no es evidente como en la zona anterior la presencia de *Buliminella elegantissima*, típica de aguas someras y de *Trochammina advena*, típica de aguas salobres.

Entre las especies típicas de aguas cálidas que se han encontrado en esta zona tenemos las siguientes: *Bolivina interjuncta,* f. *typica; B. plicata; B. pseudoplicata; Nonion pizarrense* (Boltovskoy, 1976).

Boltovskoy (1965), indica que los géneros *Cassidulina, Cibicides, Nonion, Nonionella, Uvigerina* y *Virgulina* son abundantes para esta zona.

En la plataforma continental externa del área estudiada los valores de CO_3 Ca, son entre 5.91 y 10.97 o/o (Tabla I, Fig. 3). Y los sedimentos superficiales son de tipo arenoso, areno–limoso y limo–arenoso (Tabla I, Fig. 2).

ZONA BATIAL SUPERIOR: (200 – 750 metros)

En esta zona se encontraron las siguientes especies: *Angulogerina illingi; Bolivina alata; B. interjuncta,* f. *typica; B. plicata; B. cf. spissa; Bulimina exilis tenuata; B. pagoda; Buliminella curta basispinata; Cancris bradyi; C. inflatus; C. sagra; Cassidulina crassa; C. delicata; C.* sp. *"A"; Cibicides ornatus; Cibrögoesella pacifica; Chilostomella ovoidea; Egerella scabra; Epistominella pacifica; E.*sp. n. *Globobulimina hoëglundi; G. pacifica; Goësella flintii; Gyroidina multilocula; G. sóldanii; Höglundina,* cf. *pleurostomata; Lagena elon-*

gata; L. gracillima; Laticarinina pauperata; Nodosaria, cf. *flintii; Oolina globosa; O.* f. *setosa; Oridorsalis umbonatus; Psammosphaera rustica; Reophax excentricus; Robulus rotulatus; Uvigerina hispida; U. incilis; U. peregrina; U. peregrina,* var. *dirupta; Virgulina pontoni.*

La diversidad de especies es evidente en esta zona, se hace notoria la presencia de otras especies que estuvieron ausentes en las zonas anteriormente estudiadas, como: *Angulogerina illingi; Bolivina alata; B. spissa; Bulimina exilis tenuata; B. pagoda; Buliminella curta basispinata; Cancris bradyi; Cassidulina braziliensis; C. laevigata,* var. *carinata; Cibrögoesella pacifica; Chilostomella ovoidea; Epistominella* sp. *n; Globobulimina hoëglundi; G. pacifica; Goësella flintii; Höglundina,* cf. *pleurostomata; Laticarinina pauperata; Oolina globosa; O. globosa,* f. *setosa; Psammosphaera rustica; Oridorsalis umbonatus.*

Las especies abundantes o frecuentes para esta zona resultaron las siguientes: *Angulogerina illingi; Bolivina alata; B. plicata; B.* cf. *spissa; Bulimina exilis tenuata; B. pagoda; Cancris bradyi; C. inflatus; Cassidulina crassa; C. delicata; C.* sp. *"A"; Chilostomella ovoidea; Epistominella pacifica; Gyroidina multilocula; Höglundina* cf. *pleurostomata; Uvigerina peregrina,* var. *dirupta.*

Para esta zona las concentraciones de CO_3 Ca, fluctuaron entre 3.22 y 30.50 o/o (Tabla I, Fig. 3). Y los sedimentos superficiales son de tipo limoso, limo–arenoso y areno–limoso (Tabla I, Fig. 2).

ZONA BATIAL INFERIOR: (750 – 2.000 metros)

Las especies que se encontraron en esta zona fueron: *Angulogerina illingi; Bulimina inflata; Cancris inflatus; Cassidulina delicata; C.* sp. *"A"; Chilostomella ovoidea; Epistominella pacifica; Globobulimina hoëglundii; G. pacifica; Gyroidina multilocula; Höglundina,* cf. *pleurostomata; Laticarinina pauperata; Listerella bradyana; Nonion affine; Psammosphaera rustica; Uvigerina hispida; U. peregrina.*

Es notoria la baja diversidad de especies en esta zona y la presencia de los géneros *Bulimina, Epistominella* y *Gyroidina,* comunes de estas profundidades Boltovskoy (1965), igualmente la especie aglutinada *Psammosphaera rustica* y las especies *Globobulimina hoëglundii; G. pacifica,* se distribuyen en aguas profundas.

Además, en esta zona desaparece completamente el género *Bolivina.*

ABUNDANCIA RELATIVA

Bifarina hancocki Cushman & McCulloch

En el área estudiada se hallaron los ejemplares correspondientes a esta especie distribuidos entre 40 y 100 metros de profundidad sobre sedimentos arenoso y areno–limoso (Fig. 4).

Esta especie ha sido reportada anteriormente en aguas ecuatorianas en La Libertad a 35 metros, en Esmeraldas entre 20 y 400 metros y en Manabí entre 0 y 20 metros de profundidad por (Cushman & McCulloch, 1942; Boltovskoy & Gualancañay, 1975; Gualancañay, 1978).

Con los antecedentes antes mencionados se podría deducir que *B. hancocki* se distribuye en aguas ecuatorianas en toda la plataforma y talud superior continental.

Bolivina acutula Bandy.

Se hallaron ejemplares correspondientes a esta especie entre 40 y 100 metros de profundidad, siendo bien típicos y distribuidos sobre sedimento arenoso, limo–arenoso y areno–limoso. (Fig. 5).

Esta especie, ha sido anteriormente reportada en aguas ecuatorianas por Cushman & McCulloch (1942), entre los 18 y 35 metros de profundidad.

Boltovskoy & Gualancañay (1975), encontraron esta especie en la Prov. de Esmeraldas en toda la plataforma continental. Más tarde Gualancañay (1978), la halló en la Prov. de Manabí entre 0 y 40 metros.

Gualancañay (1983), realizó un estudio sobre este género en esta misma área (Golfo de Guayaquil), reportando a *B. acutula* como especie abundante en la plataforma continental interna. La misma autora indica que Boltovskoy (1976), incluye a *B. acutula* como especie típica de aguas cálidas de la provincia zoogeográfica Panameña.

Bolivina alata (Seguenza)

Esta especie ha sido hallada entre 400 y 700 metros de profundidad sobre sedimento limoso, limo–arenoso y areno–limoso. (Fig. 6).

Anteriormente esta especie ha sido reportada en aguas ecuatorianas, Boltovskoy & Gualancañay (1975) en la Prov. de Esmeraldas entre 200 y 400 metros de profundidad; Gualancañay (1983), en esta misma área (Golfo de Guayaquil) indicando la diversidad para este género.

De acuerdo a los resultados de este estudio y con los antecedestes citados se podría determinar el área de distribución de *B. alata* en aguas ecuatorianas, a partir de la plataforma es decir en el talud y en las profundidades mayores a éste en áreas oceánicas y sobre sedimento limoso o con mezcla alguna.

Buccella peruviana d' Orbigny

En el área de estudio se encontraron muy pocos ejemplares de esta especie distribuidos en siete estaciones entre 40 y 80 metros de profundidad sobre sedimento arenoso, limo–arenoso y areno–limoso. (Fig. 7).

Según Boltovskoy & Theyer (1970), esta especie es común en aguas chilenas en profundidades someres (30 y 40 metros).

En aguas ecuatorianas, *B. peruviana* tiene una distribución desde el Norte, en la plataforma continental de Esmeraldas, habiéndose encontrado 3 ejemplares pequeños y depauperizados entre 70 y 200 metros de profundidad, Boltovskoy & Gualancañay (1975). En la Prov. de Manabí, Gualancañay (1978), la halló distribuida en cinco estaciones con algunos ejemplares aislados entre 0 y 35 metros de profundidad.

Boltovskoy & Theyer (loc. cit.,), indica que esta especie es de amplia distribución en la parte más austral a ambos lados de América del Sur (hasta los 40 metros).

Con los antecedentes expuestos sobre *B. peruviana*, se podría concluir que el límite de distribución de esta especie en aguas ecuatorianas sería la Prov. de Esmeraldas, de acuerdo a los datos reportados por (Boltovskoy & Gualancañay, loc. cit.,).

Bulimina pulchella d' Orbigny

En el área investigada se hallaron con frecuencia ejemplares de esta especie, distribuidos en la plataforma continental interna del Golfo de Guayaquil (20 – 70 metros), sobre sedimento limoso, arenoso, limo–arenoso y areno–limoso. (Fig. 8).

Bulimina pulchella, se distribuye en toda la plataforma y talud superior continental de Esmeraldas, siendo abundante entre 70 y 200 metros de profundidad (Boltovskoy & Gualancañay, loc. cit.,).

Esta especie se halla distribuida en la Prov. de Manabí entre 0 y 20 metros (Gualancañay, loc. cit.,).

Cushman & McCulloch (1948), reportaron a *B. pulchella* desde las costas de California y México hasta las Islas Galápagos.

Considerando que *B. pulchella*, ha sido reportada por los autores antes mencionados, se deduce que ésta tiene una distribución continental e insular en las costas del Ecuador.

Cancris bradyi Saidova

Esta especie fue hallada en las estaciones Nos. 25, 26 y 27 entre 375 y 700 metros de profundidad sobre sedimento limo–arenoso, areno–limoso y limoso. (Fig. 9).

En las estaciones Nos. 25 y 26 fue hallada esta especie asociada con "barro de *Globigerina*" y en la estación No. 27 con gran cantidad de radiolarios y diatomeas.

Se puede notar que esta especie tiene una distribución muy marcada en el Golfo de Guayaquil.

Gualancañay (1983), reportó a *C. bradyi*, por primera vez en aguas ecuatorianas.

Cancris sagra (d' Orbigny)

En el área de estudio fueron hallados ejemplares típicos y con gran frecuencia entre 40 y 100 metros de profundidad, distribuidos en 12 estaciones sobre sedimentos arenosos y limo–arenosos, con la diferencia que en la estación No. 26 se hallaron solamente 6 ejemplares aislados a los 425 metros de profundidad sobre fondo areno–limoso. (Fig. 10).

Existen estudios previos realizados en la Prov. de Esmeraldas, que indica que esta especie fue encontrada entre 20 y 400 metros, siendo abundante entre 70 y 200 metros (Boltovskoy & Gualancañay, loc. cit.,).

También ha sido reportada *C. sagra*, en la Prov. de Manabí entre 0 y 42 metros (Gualancañay, loc. cit.,).

Con los antecedentes expuestos acerca de la distribución de *C. sagra* en aguas ecuatorianas, se deduce que esta especie se distribuye en toda la plataforma continental es decir es una especie típica de aguas costeras.

Bermúdez & Seiglie (1963), indican que en el Golfo de Cariaco, se encuentra esta especie en aguas moderadamente profundas.

Cassidulina delicata Cushman

Esta especie se halla distribuida en el Golfo de Guayaquil entre 375 y 1.598 metros de profundidad, en las estaciones desde la No. 23 hasta la No. 29. (Fig. 11), sobre fondo limoso, limo–arenoso, areno–limoso y limo–arcillosos. También fue encontrada en la estación No. 14 a 41 metros de profundidad sobre sedimento arenoso.

Anteriormente ha sido reportada por Boltovskoy & Gualancañay (1975), en la plataforma continental de Esmeraldas con ejemplares aislados.

Pudiéndose notar claramente que *C. delicata*, prefiere para su distribución las mayores profundidades y no el tipo de sedimento.

Cassidulina laevigata d' Orbigny, var. *carinata* Silvestri

En el área estudiada esta especie se halla distribuida entre 38 y 99 metros de profundidad, prefiriendo fondo arenoso y areno–limoso. (Fig. 12).

Esta especie tiene su distribución al Norte del Ecuador en la Prov. de Esmeraldas en toda la plataforma continental (Boltovskoy & Gualancañay, loc. cit.,).

Si se compara la distribución de esta especie en el Golfo de Guayaquil con respecto a la de Esmeraldas, se puede apreciar que en el área motivo de este estudio *C. delicata*, no aparece en el interior del Golfo ni en la plataforma externa.

Cibicides bertheloti (d' Orbigny), *f. boueana* (d' Orbigny)

En el área investigada esta especie fue hallada entre 17 y 99 metros de profundidad. (Fig. 13).

Esta especie ha sido reportada anteriormente en aguas ecuatorianas. En la plataforma continental de la Prov. de Esmeraldas, en la Prov. de Manabí entre 0 y 40 metros y en el Golfo de Guayaquil (Boltovskoy & Gualancañay, 1975; Gualancañay, 1978 y Gualancañay & Cruz, 1983).

Gualancañay & Cruz (loc. cit.,), indicaron que *C. bertheloti*, f. *boueana*, es típica de aguas cálidas y que se desarrolla en profundidades menores a los 100 metros, sobre sedimento arenoso y areno–limoso.

Cibicides ornatus (d' Orbigny)

En el área estudiada fue encontrada esta especie en 15 estaciones entre 40 y 700 metros de profundidad sobre sedimento arenoso y limoso, siendo más abundante entre 40 y 80 metros sobre fondo arenoso. (Fig. 14).

Esta especie ha sido reportada originalmente por Boltovskoy & Theyer (1970), cerca de Valparaíso, Chile.

En aguas ecuatorianas se tiene antecedentes sobre esta especie en un estudio realizado por Boltovskoy & Gualancañay (1975), quienes encontraron escasos ejemplares en la plataforma continental de Esmeraldas.

En el área investigada (Golfo de Guayaquil), se han encontrado numerosos ejemplares correspondientes a esta especie. Si comparamos estas dos áreas: la Prov. de Esmeraldas al Norte y el Golfo de Guayaquil al Sur, podríamos darnos cuenta que la concentración de los ejemplares aumenta en la parte Sur. Esto nos estaría indicando que el límite de distribución para *C. ornatus*, sería la Prov. de Esmeraldas.

Epistominella pacifica (Cushman)

Esta especie fue hallada en el área de estudio entre 375 y 540 metros de profundidad sobre sedimento limoso, limo–arenoso y areno–limoso. (Fig. 15).

Anteriormente ha sido reportada en Esmeraldas entre 0 y 200 metros y con gran abundancia entre 200 y 400 metros de profundidad, Boltovskoy & Gualancañay (1975). Pudiéndose apreciar que esta especie prefiere para su distribución aguas medianamente profundas.

Epistominella sp. n

En el área de estudio se hallaron ejemplares de *Epistominella* sp. n., entre 375 y 625 metros de profundidad sobre sedimento limo–arenoso, areno–limoso y limoso. (Fig. 16).

Boltovskoy & Gualancañay (1975), reportaron esta especie proveniente de la Prov. de Esmeraldas entre 20 y 200 metros, siendo abundante a los 400 metros de profundidad. Los mencionados autores la mencionaron inicialmente como *Eponides* sp. "A".

Más tarde Gualancañay (1983), realizó un estudio taxonómico en el Golfo de Guayaquil (en el área de este estudio), encontrando características bien definidas en la abertura de los ejemplares, dándoles una nueva denominación, esta vez como *Epistominella* sp. n.

Se espera realizar en lo futuro nuevos estudios en la plataforma continental ecuatoriana, para poder ubicar definitivamente este nuevo taxón.

Globobulimina hoëglundi Uchio

Esta especie fue hallada entre 625 y 1.598 metros de profundidad en el área estudiada sobre fondo limoso y limo–arcilloso. (Figs. 17 y 18).

G. hoëglundi ha sido reportada por primera vez en aguas ecuatorianas en esta misma área por (Gualancañay, 1983).

En el Golfo de Guayaquil, ha sido encontrada en las estaciones No. 23, 27, 28 y 29, correspondientes al área oceánica y con valores en porcentajes pequeños.

Parece que *G. hoëglundi*, prefiere para su desarrollo aguas profundas, razón por la cual anteriormente no ha sido reportada en la plataforma continental ecuatoriana.

Globobulimina pacifica Cushman

Esta especie fue hallada en el área de estudio entre 425 y 1.598 metros de profundidad sobre sedimento limoso, areno–limoso y limo–arcilloso. (Fig. 18).

Esta especie ha sido reportada por Cushman & McCulloch (1948), en las costas de California, Oregon, México y Colombia.

En Chile Central fue hallada esta especie por (Boltovskoy & Theyer, 1970). En aguas ecuatorianas ha sido reportada por (Boltovskoy & Gualancañay, 1975).

La distribución de *G. pacifica* en el Golfo de Guayaquil es similar a *G. hoëglundi*, teniendo ambas especies preferencia a las aguas profundas.

Höglundina cf. *pleurostomata* (Schlumberger)

En toda el área estudiada se hallaron muy pocos ejemplares aislados entre 375 y 700 metros de profundidad, sobre sedimento limoso, limo–arenoso, areno–limoso y limo–arcilloso. (Fig. 19).

Esta especie se distribuye en aguas ecuatorianas, en la plataforma y talud superior continental de Esmeraldas (Boltovskoy & Gualancañay, loc. cit.,).

Ha sido reportada en aguas chilenas por Boltovskoy & Theyer (1970), quienes explican la diferencia que existe con la descripción original de (Schlumberger, loc. cit.,).

Es notorio que la especie en mención se halla distribuida con mayor frecuencia hacia el Sur del continente Sudamericano, y que caracteriza a la subprovincia subchilena (Boltovskoy & Theyer, loc. cit.,).

Nonion pizarrense Berry

En el área investigada se encontró esta especie distribuida entre 17 y 80 metros de profundidad, habiendo sido abundante en la estación No. 11 sobre sedimento arenoso. (Fig. 20).

N. pizarrense, ha sido reportada anteriormente en aguas ecuatorianas por Cushman & McCulloch (1940), durante la expedición científica A. Hancock en las Islas Galápagos. Además extendieron su distribución desde Alaska hasta Ecuador, incluyendo el Golfo de California en aguas poco profundas.

Boltovskoy & Gualancañay (loc. cit.,), la hallaron en toda la plataforma continental de la Prov. de Esmeraldas.

Gualancañay (loc. cit.,), la reportó entre 0 y 40 metros en la Prov. de Manabí.

N. pizarrense, ha sido considerada especie típica de aguas cálidas (Boltovskoy, 1976).

En base a los antecedentes expuestos, se podría deducir que *N. pizarrense*, es una especie que se halla tipificando el área en que se distribuye, es decir como especie de aguas someras y cálidas.

Uvigerina incilis Todd

Se la halló entre 43 y 85 metros de profundidad sobre sedimento arenoso y areno–limoso. (Fig. 21). Siendo su concentración mayor en las estaciones Nos. 13, 20 y 22 correspondientes a los 74 y 85 metros de profundidad.

U. incilis, ha sido reportada en la plataforma continental y talud superior de la Prov. de Esmeraldas con una distribución abundante entre los 70 y 400 metros y frecuente entre 20 y 70 metros de profundidad (Boltovskoy & Gualancañay, 1975).

Gualancañay (1978) encontró en la Prov. de Manabí algunos ejemplares aislados entre las profundidades de 0 y 42 metros. Además indica que esta especie tiene una distribución desde México, América Central y América del Sur hasta Colombia y Ecuador entre 11 y 253 metros.

Boltovskoy (1976), incluye a *U. incilis* en la distribución de la subprovincia Panameña.

Parece que la distribución de esta especie en aguas ecuatorianas tiene su predominio al Norte de Ecuador, tal como lo indica Boltovskoy & Gualancañay (loc. cit.,); reduciendo su distribución en el Golfo de Guayaquil, donde no aparece en profundidades mayores limitándose únicamente a una distribución entre 43 y 85 metros de profundidad.

Uvigerina peregrina Cushman

En el área investigada la hemos encontrado entre los 375 y 1.598 metros sobre sedimentos limosos, limo–arenoso y limo–arcillosos. (Fig. 22).

Esta especie fue reportada en aguas ecuatorianas por Boltovskoy & Gualancañay (1975) con una distribución abundante entre 200 y 400 metros en la Prov. de Esmeraldas y algunos ejemplares escasos y aislados entre 0 y 200 metros en la misma localidad.

Gualancañay (1978), en un estudio realizado en la Prov. de Manabí, halló dos ejemplares en toda el área investigada comprendida entre 0 y 42 metros de profundidad.

Bermúdez & Seiglie (1963), reportaron a *U. peregrina* como especie abundante en los sedimentos de

agua profunda en la región Caribe–Antillana y en menores porcentajes a escasas profundidades. Los citados autores dicen que esta especie fue originalmente reportada en la costa Noroeste de Estados Unidos a 2.136 metros de profundidad.

De acuerdo a los resultados, se puede deducir que *U. peregrina* tiene preferencia a las aguas profundas sobre sedimentos limosos o con mezcla de arena y arcilla.

Virgulina pontoni Cushman

Esta especie se halla distribuida en el área de estudio entre 40 y 700 metros de profundidad sobre sedimento arenoso, limo–arenoso, areno–limoso y limoso. (Fig. 23).

En aguas ecuatorianas esta especie tiene su distribución en la plataforma de Esmeraldas y en la Prov. de Manbí (Boltovskoy & Gualancañay, 1975; Gualancañay, 1978).

Debido a la presencia de esta especie, tanto en Esmeraldas, Manabí, y el Golfo de Guayaquil, se podría deducir que *V. pontoni* es común para esta área.

Además, Bermúdez & Seiglie (1963), la reportaron como especie común en los sedimentos de la región Caribe–Antillana, y muy abundante en el Golfo de Cariaco.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

- Las áreas de mayor distribución específica y abundancia relativa en el Golfo de Guayaquil, fueron la plataforma continental externa (70 – 200 metros) y la zona batial superior (200 – 750 metros), ver Tabla II.

- Es evidente la presencia de especies de aguas cálidas en el área investigada, ellas se encuentran tipificando la zona de turbulencia (0 – 20 metros), la plataforma continental interna (20 – 70 metros), la plataforma continental externa (70 – 200 metros).

- De acuerdo a los resultados cualitativos del área estudiada y por las investigaciones realizadas por Boltovskoy (1965), Boltovskoy & Gualancañay (1975), Boltovskoy (1976), Gualancañay (1978), que han encontrado especies típicas de la Prov. Panameña, las mismas que no han sido halladas en otras provincias zoogeográficas de América del Sur, igualmente han encontrado especies endémicas de esta provincia que no se han hallado en ninguna otra provincia zoogeográfica del mundo. Con estos resultados se podrían considerar a los foraminíferos bentónicos del Golfo de Guayaquil en particular y a los f. bentónicos del mar ecuatoriano en general de que pertenecen a la provincia zoogeográfica Panameña, propuesta por Boltovskoy (1976). Con los datos registrados para el Ecuador, podrían ser considerados como suficientes, ya que se ha tenido la oportunidad de estudiar los f. bentónicos de la plataforma continental ecuatoriana en diferentes localidades ubicadas: al Norte, en la Prov. de Esmeraldas; al centro, en la Prov. de Manabí y, al Sur, en el Golfo de Guayaquil.

AGRADECIMIENTO

La autora desea dejar constancia de su agradecimiento a los señores Directores y Jefe del Dpto. de Ciencias del Mar, del Instituto Oceanográfico de la Armada por el valioso apoyo brindado durante el desarrollo de este trabajo.

Es mi deber expresar mi reconocimiento a mis colegas biólogos de INOCAR, a los científicos que participaron en la expedición "Eastward", al señor Víctor Mesías quien colaboró constantemente en el arte final de los gráficos, a la Srta. Luz María Iperty por el tipeado, y a todas las personas que de una u otra manera han contribuido en la realización de este trabajo.

BIBLIOGRAFIA

Benites S., 1975.— Morfología y Sedimentos de la Plataforma Continental del Golfo de Guayaquil.- Tesis. ESPOL, (manuscrito). Guayaquil - Ecuador, pp: 1 - 112.

Bermúdez P.J., & G. Seiglie, 1963.— Distribución de los Foraminíferos del Golfo de Cariaco.- Bolet. Inst. Oceanog. Univ. Oriente. Vol. II, No. 1, pp. 5 - 87.

Bermúdez P.J., & G. Seiglie, 1963.— Estudio Sistemático de los Foraminíferos del Golfo de Cariaco.- Bolet. Inst. Oceanog. Univ. Oriente. Vol. II, No. 2, pp. 3 - 267.

Boltovskoy E., 1965.— Los Foraminíferos Recientes (biología, métodos de estudio, aplicación oceanográfica).— p. 1 - 510, text. figs. 114. EUDEBA, Buenos Aires.

Boltovskoy E., 1976.— Distribution of Recent Foraminifera of the South American Region.— Academic Press, London, Vol. II, pp. 171 - 236.

Boltovskoy E., & E. Gualancañay, 1975.— Foraminíferos Bentónicos Actuales de Ecuador. 1.— Provincia Esmeraldas.— Inst. Ocean. Arm. Ecuador. Rev. Biol., No. 5, pp. 1 - 56.

Boltovskoy E., & F. Theyer, 1970.— Foraminíferos Recientes de Chile Central.— Mus. Argent. Cienc. Nat., Rev., Hidrobiol., Vol. II, No. 9, pp. 279 - 378. Lám. 1 - 6.

Cushman J.A., & I. McCulloch, 1940.— Some NONIONIDAE in the collections of the Allan Hancock Foundation.— Univ. S. Calif., A. Hancock Pacif. Exp. Vol. VI, No. 3, pp. 145 - 178, pls. 17 - 20.

Cushman J.A., & I. McCulloch, 1942.— Some VIRGULININAE in the collections of the Allan Hancock Foundation.— Univ. S. Calif., A. Hancock Exp., Vol. VI, No. 4, pp. 179 - 230, pls. 21 - 28.

Cushman J.A., & I. McCulloch, 1948.— The species of *Bulimina* and related genera in the collections of the Allan Hancock Foundation.— Univ. S. Calif., A. Hancock Pacif. Exp., Vol. VI, No. 5, pp. 231 - 294, pls. 29 - 36.

Gualancañay E., 1978.— Foraminíferos Bentónicos Recientes de la Prov. de Manabí (Ecuador).— Tesis Doctoral Univ. Guayaquil, (manuscrito) pp. 1 - 81.

Gualancañay E., 1983.— Contribución al conocimiento del género *Bolivina* d' Orbigny, 1839 (foraminífero) en el Golfo de Guayaquil.- Act., Oceanog., Pacif., Rev., Inst., Ocean., Armada. Ecuador. Vol. II, No. I, pp. 187 - 192.

Gualancañay E. 1983.— Foraminíferos Bentónicos del Golfo de Guayaquil.- Act., Oceanog., Pacif., Rev., Inst., Ocean., Armada. Ecuador. Vol. II, No. 2, pp. 589 - 657.

Gualancañay E., & M. Cruz, 1983.— Relación Ecológica de *Crassinella vàrians* (bivalvo) y *Cibicides bertheloti*, f. *boueana* (foraminífero) en el Golfo de Guayaquil.— Act., Oceanog., Pacif., Rev., Inst. Ocean., Armada. Ecuador. Vol. II, No. 2, pp. 161 - 168.

Phleger F., 1960.– Ecology and Distribution of Recent Foraminifera. The Johns Hopkins Press, Baltimore, pp. 1 - 297.

Stschedrina Z., 1952c.– Foraminifery Chukots Kogo Morja i Baringova proliva Simp; Krajnij Severo - Vostok SSSR, 2, 1.

Valencia M., 1980.– Algunas Características Químicas de los Sedimentos del Golfo de Guayaquil.– Act., Oceanog., Pacif., Rev., Inst., Ocean., Armada. Ecuador. Vol. I, No. 1, pp. 10 - 18.

* Est. No.	* LATITUD	* LONGITUD	* PROF. m.	* FONDO	** CO_3 Ca %
1	2° 35' 6"	80° 9'	13	limoso	0.87
2	2° 40' 1"	80° 14'	12	limoso	2.44
3	2° 44'	80° 26' 9"	17	arenoso	2.11
4	2° 50'	80° 30'	18	arenoso	1.94
5	3° 0' 8"	80° 29' 8"	37	limoso	0.67
6	2° 44' 6"	79° 53' 8"	14	arenoso	1.00
7	2° 51' 6"	79° 53' 7"	13	limoso	0.78
8	2° 59' 9"	79° 59'	14	limoso	1.31
9	3° 7'	80° 9' 9"	15	arenoso	2.60
10	3° 11' 9"	80° 17'	43	arenoso	11.73
11	3° 18'	80° 30'	41	arenoso	3.50
12	3° 18' 6"	80° 37' 4"	74	lim-aren.	5.91
13	3° 10'	80° 40'	80	arenoso	10.55
14	3° 0'	80° 40'	65	arenoso	27.70
15	2° 50'	80° 40'	40	arenoso	3.12
16	2° 39' 8"	80° 39' 3"	17	arenoso	5.04
17	2° 30'	80° 50'	38	aren-lim.	15.89
18	2° 40'	80° 50'	80	arenoso	10.03
19	2° 50'	80° 50'	99	arenoso	9.97
20	3° 1' 9"	80° 50' 2"	85	arenoso	10.72
21	3° 10'	80° 50'	75	arenoso	4.20
22	3° 18'	80° 50'	74	aren-lim.	6.92
23	3° 10'	81° 0'	625	limoso	10.27
24	3° 0'	81° 0'	540	limoso	27.70
25	2° 50'	81° 0'	375	lim-aren.	30.50
26	2° 40'	81° 0'	425	aren-lim.	10.82
27	2° 50'	81° 10'	700	limoso	3.22
28	3° 0'	81° 10'	1208	limoso	————
29	3° 6' 4"	81° 19'	1598	lim-arcill.	————

* Datos proporcionados por la División de Geología — INOCAR.

** Datos tomados de (Valencia, 1980).

TABLA I.— Ubicación de las muestras estudiadas en el Golfo de Guayaquil, expedición Eastward, 1976

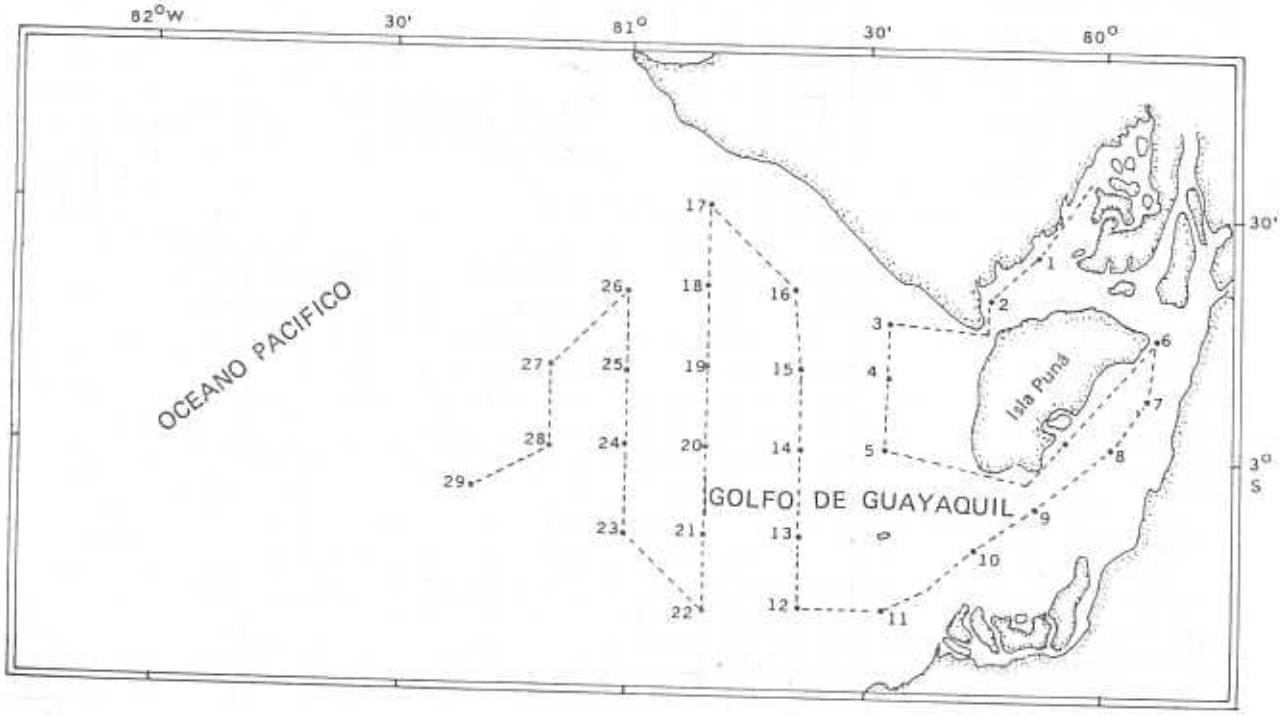


Fig. 1.— Posición de las estaciones — Expedición "Eastward"./76.

ESPECIES \ ESTACIONES	* 1	2	3	4	5	* 6	* 7	* 8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Angulogerina illingi																							X	X	X	X		X	
Angulogerina occidentalis																		X	X		X								
Bolivina acutula					X					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X							
Bolivina alata																							X	X	X	X	X		
Bolivina globulosa											X		X								X								
Bolivina interjuncta f. typica													X											X	X	X			
Bolivina interjuncta f. bicostata																						X							
Bolivina pacifica											X								X	X	X					X			
Bolivina plicata													X										X	X					
Bolivina pseudoplicata											X		X	X		X	X	X											
Bolivina cf. spissa																							X			X	X		
Bolivina subadvena serrata											X	X	X																
Bolivina tongi													X	X					X		X								
Bolivina pseudobeyrichi f. bradyi																			X		X								
Bifarina hancocki										X	X		X	X	X		X	X	X	X	X	X							
Buccella peruviana										X	X	X	X		X		X												
Bulimina exilis tenuata																							X				X		
Bulimina inflata																													X
Bulimina pagoda																							X	X	X				
Bulimina pulchella										X	X	X	X	X			X					X							
Buliminella curta basispinata																										X			
Buliminella elegantissima		X		X	X							X				X													
Cancris bradyi																									X	X	X		
Cancris inflatus												X												X	X	X	X	X	
Cancris panamensis																			X										
Cancris sagra					X				X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X			X	X			
Cassidulina brasiliensis											X		X																
Cassidulina crassa																								X	X	X			
Cassidulina delicata											X												X	X	X	X	X		X
Cassidulina depressa		!								X																			
Cassidulina laevigata var. carinata													X	X	X		X	X	X		X	X							
Cassidulina sp. "A"																								X	X	X		X	
Cibicides ahnerianus				X	X						X			X	X			X	X	X									
Cibicides berthelotí f. boueana										X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X							
Cibicides floridanus														X							X	X					X		
Cibicides ornatus										X	X		X	X	X			X	X		X	X	X	X	X	X	X		
Cibicidella variabilis			X												X							X							
Cibrogoesella pacifica																											X		
Chilostomella ovoidea																							X	X	X	X		X	
Dentalina communis													X																
Dentalina subsoluta																													
Elphidium articulatum f. typica				X												X													
Ehrenbergina compressa																								X					
Eggerella advena																						X							
Eggerella scabra																							X						
Eponides antillarum											X				X		X												
Epistominella pacifica													X		X								X	X	X	X			X
Epistominella sp. n.																							X	X	X	X			
Globobulimina hoeglundi																							X						X
Globobulimina pacifica																							X			X			X
Goesella flintii														X											X				

* Ausencia de organismos.

TABLA II.– Especies de foraminíferos bentónicos, hallados en las muestras estudiadas - Crucero "Eastward/76.

Continúa .....

ESTACIONES / ESPECIES	* 1	2	3	4	5	* 6	* 7	* 8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Gyroidina multilocula																							X		X	X		X	
Gyroidina soldanii																							X						
Höglundina cf. pleurostomata																									X	X	X		X
Lagena elongata																											X		
Lagena gracillima																							X				X		
Lagena laevis f. perlucida													X																
Lagena striata f. typica																	X												
Lagena striata f. intermedia											X																		
Lagena submagnifica													X									X							
Lagena sulcata f. typica									X		X						X												
Laticrinina pauperata																											X		X
Lenticulina bradyana																												X	X
Nonion affine																													X
Nonion pizarrense									X	X	X	X			X	X	X					X							
Nonionella atlantica												X																	
Nonionella basiloba													X																
Nonionella miocenica										X																			
Nodosaria cf. flintii																											X		
Nodosaria perversa											X				X														
Nouria polymorphinoides														X	X	X					X	X							
Oolina globosa																											X		
Oolina globosa f. setosa																											X		
Orideroella umbonatus																								X			X		
Poritextularia panamensis																	X										X		
Pseudononion japonicum		X	X	X												X													
Psammosphaera rustica																													X
Pullenia salisburyi																								X	X	X	X		
Quinqueloculina angulata															X														
Quinqueloculina lamarckiana											X			X	X	X	X			X									
Rosalina aequa																X													
Reophax guttiferus													X	X															
Reophax excentricus															X										X		X		
Robulus rotulatus														X				X		X		X			X	X	X		
Rosalina peruviana		X									X				X	X													
Rotalia beccarii		X		X					X			X	X									X							
Serecenaria angularis													X	X								X							
Saccammina micacea					X					X																			
Textularia agglutinans											X																		
Textularia foliacea																	X			X									
Textularia secasensis			X								X			X	X	X				X		X							
Textularioides inflatus			X													X													
Trochammina advena		X			X					X	X			X	X						X								
Triloculina trigonula															X					X									
Uvigerina auberiana																					X								
Uvigerina hispida																									X				X
Uvigerina incilis										X		X	X	X				X		X	X	X			X		X		
Uvigerina peregrina																							X	X		X	X		X
Uvigerina peregrina var. dirupta																							X						
Verneuilina cf. frustrata											X		X	X		X			X	X		X							
Virgulina pontoni										X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X					X		

* Ausencia de organismos

TABLA II.– Especies de foraminíferos bentónicos, hallados en las muestras estudiadas - Crucero "Eastward/76.

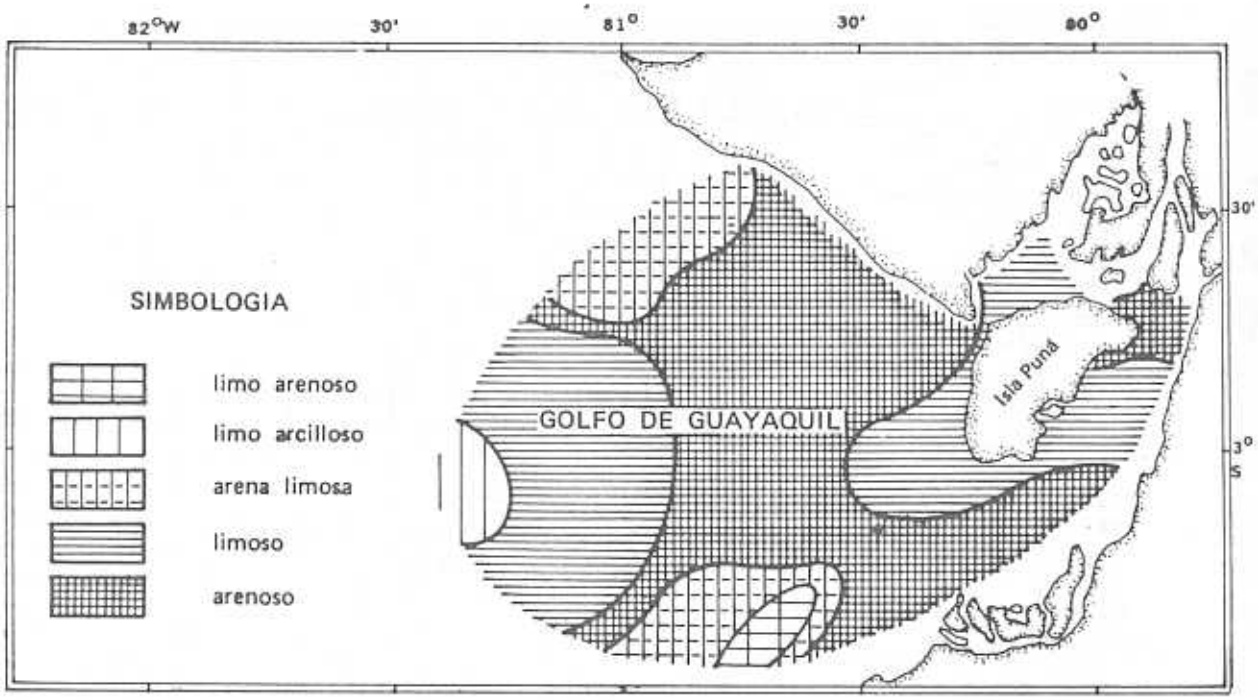


Fig. 2.— Distribución de sedimentos superficiales en el área de estudio.

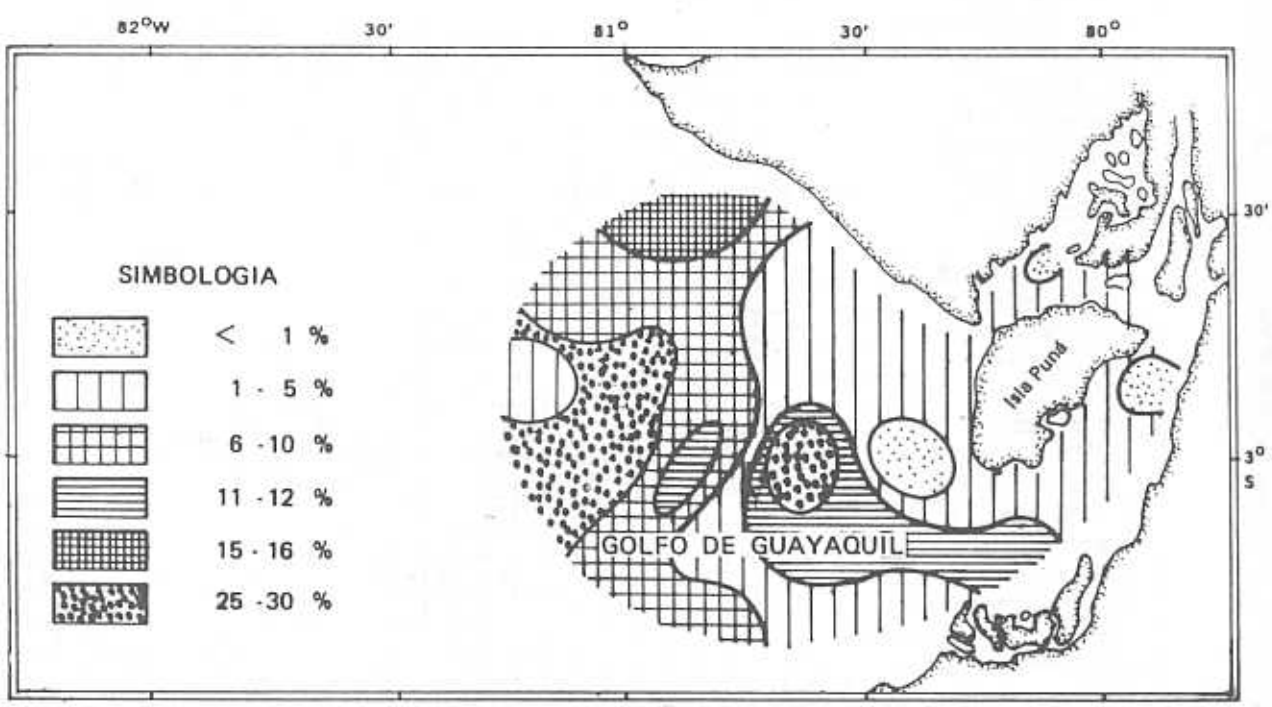


Fig. 3.— Distribución porcentual de CO_3 Ca, en el área estudiada.

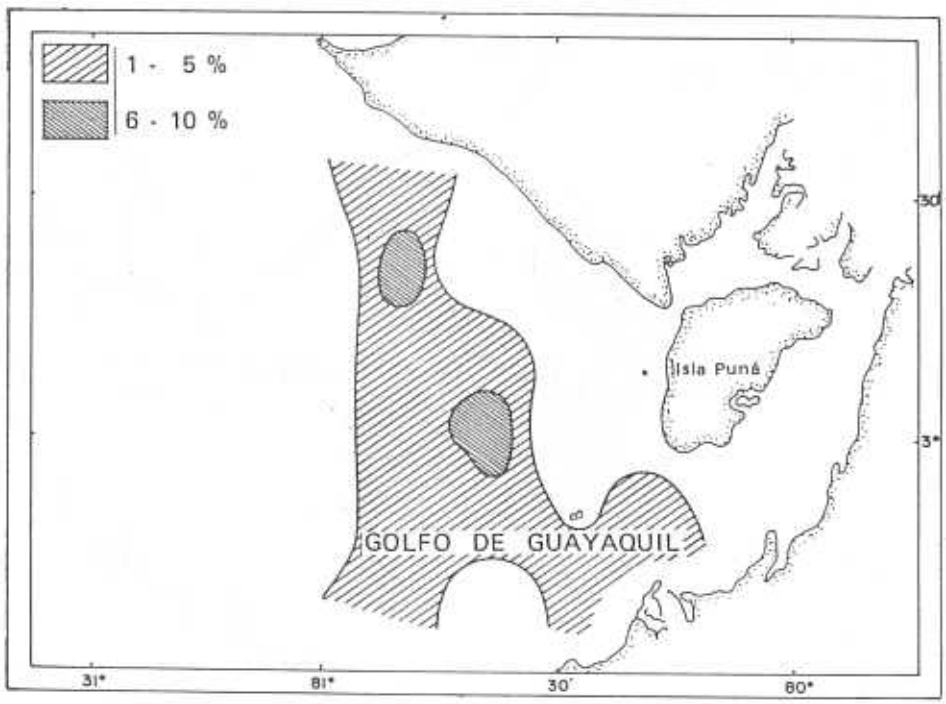


Fig. 4.— Abundancia relativa de *Bifarina hancocki*, en el Golfo de Guayaquil.

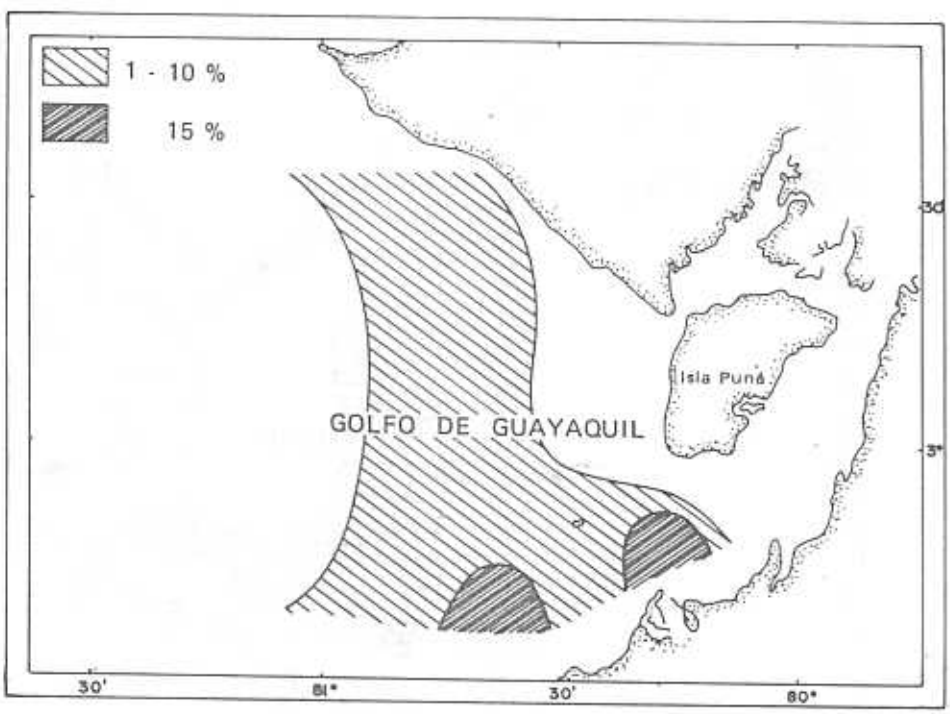


Fig. 5.— Abundancia relativa de *Bolivina acutula*, en el Golfo de Guayaquil.

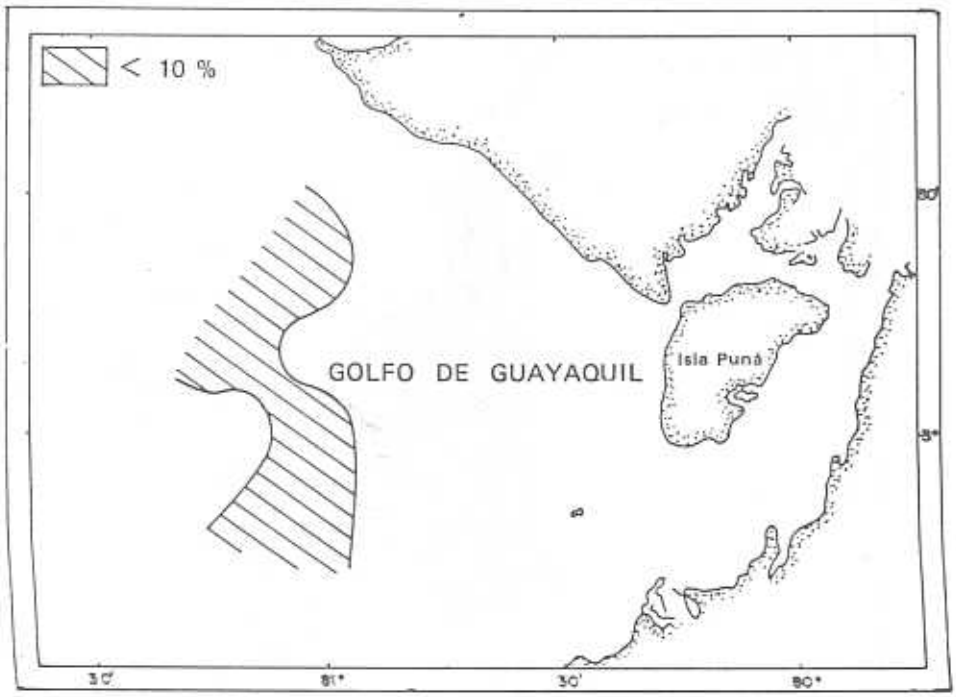


Fig. 6.— Abundancia relativa de *Bolivina alata*, en el Golfo de Guayaquil.

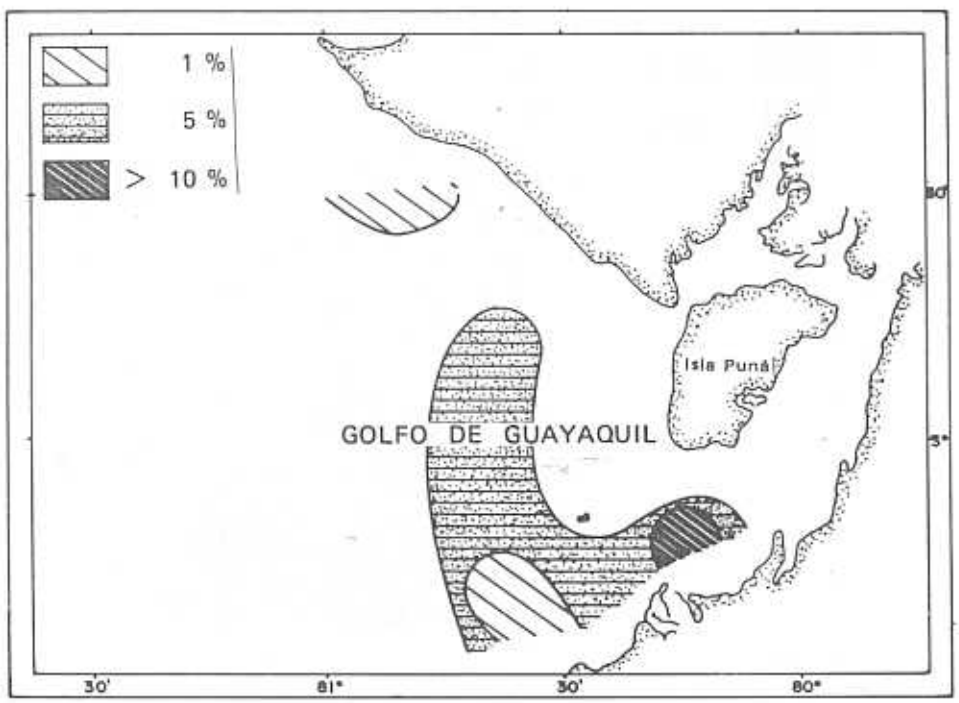


Fig. 7.— Abundancia relativa de *Buccella peruviana*, en el Golfo de Guayaquil.

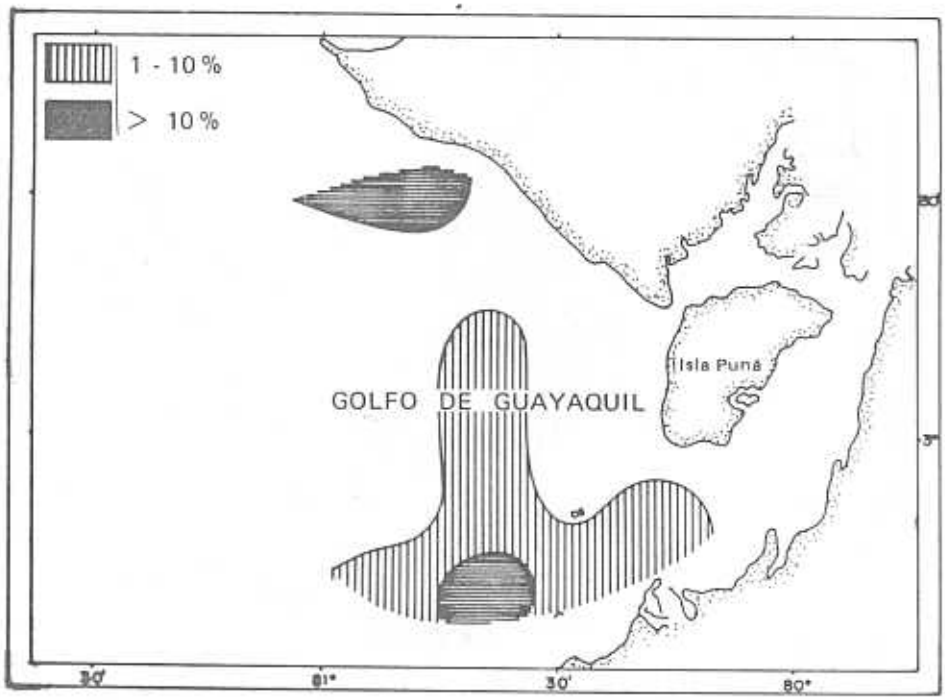


Fig. 8.— Abundancia relativa de *Bulimina pulchella*, en el Golfo de Guayaquil.

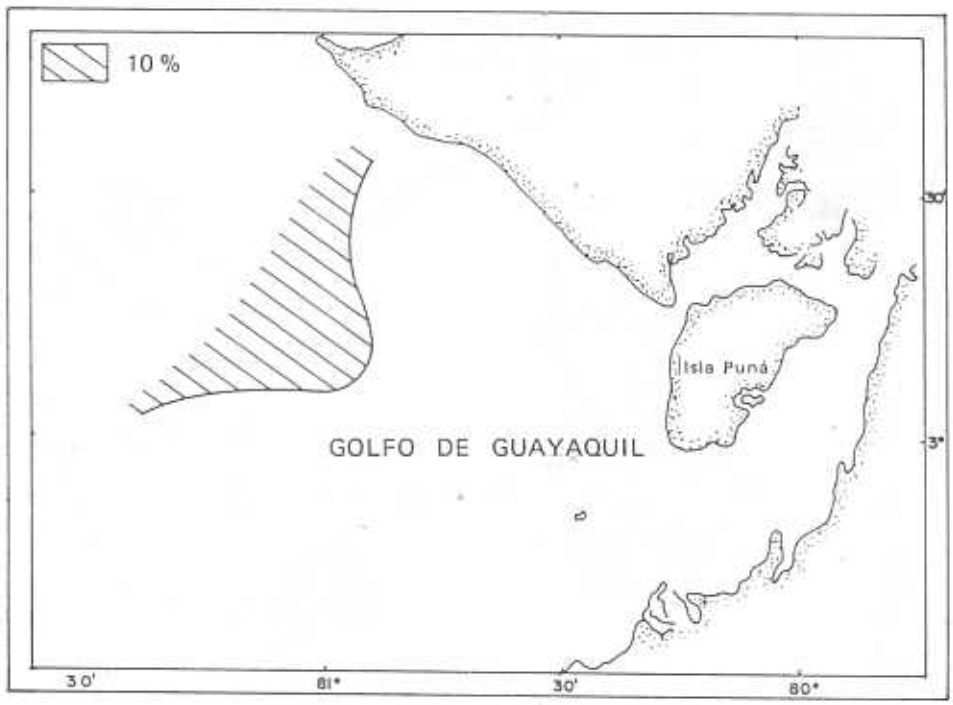


Fig. 9.— Abundancia relativa de *Cancris bradyi*, en el Golfo de Guayaquil.

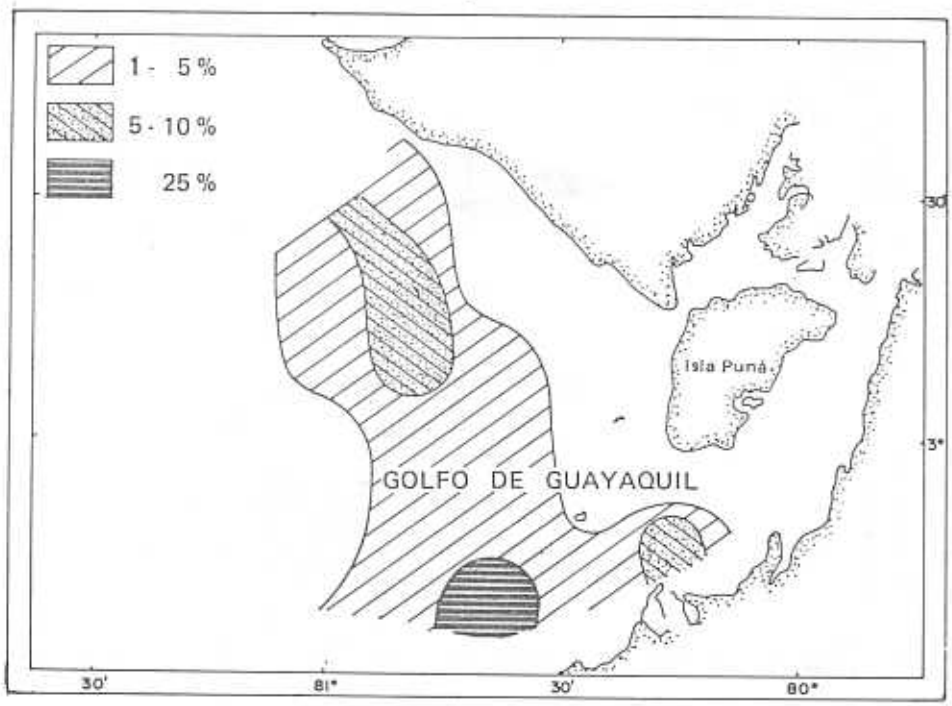


Fig. 10.— Abundancia relativa de *Cancris sagra*, en el Golfo de Guayaquil.

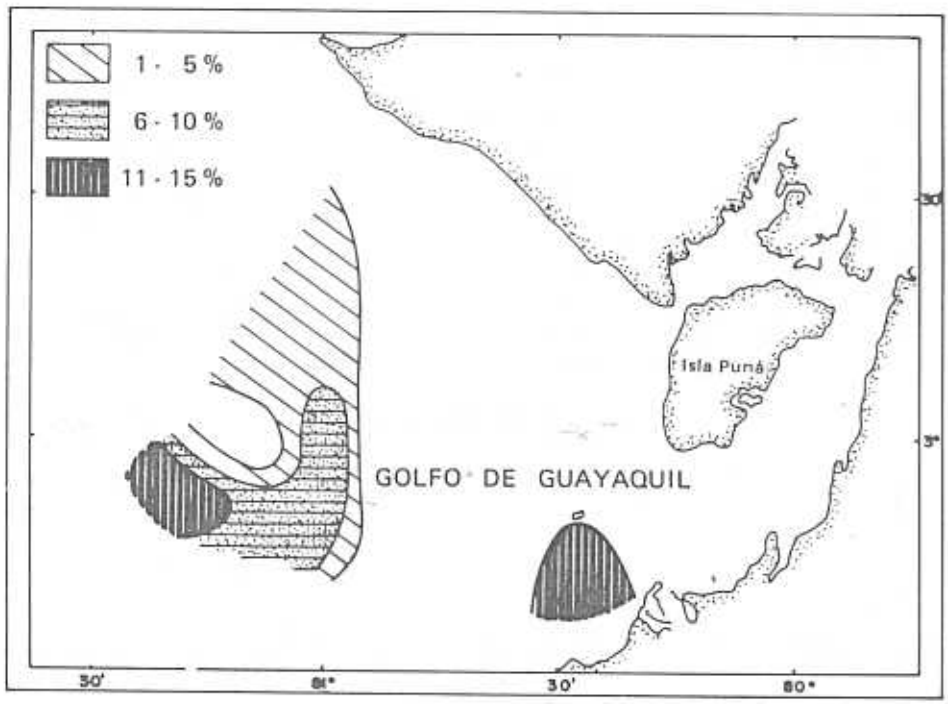


Fig. 11.— Abundancia relativa de *Cassidulina delicata*, en el Golfo de Guayaquil.

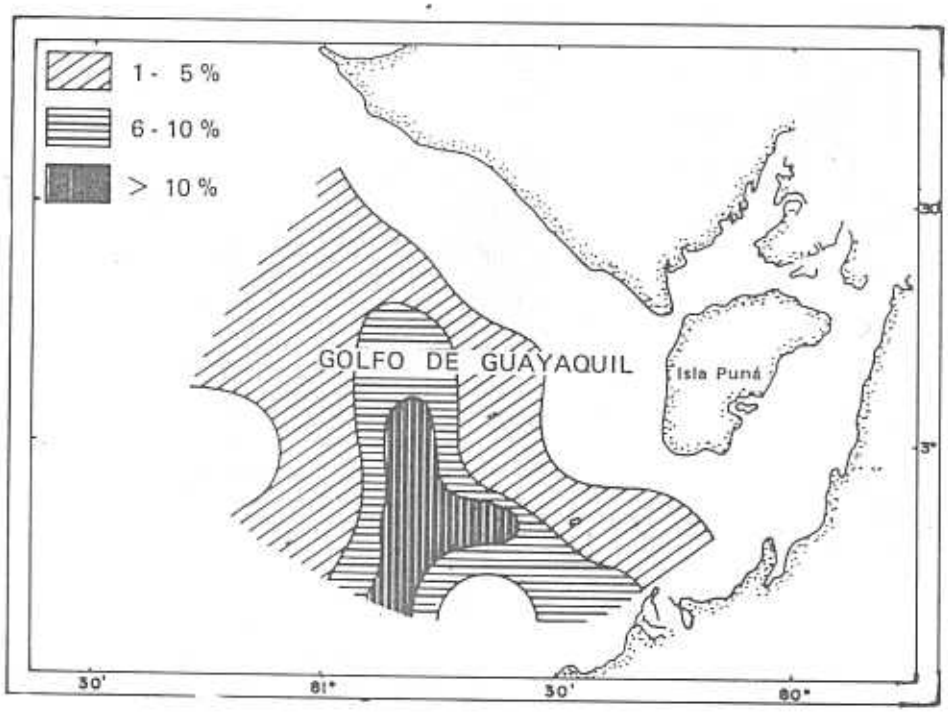


Fig. 14.— Abundancia relativa de *Cibicides ornatus*, en el Golfo de Guayaquil.

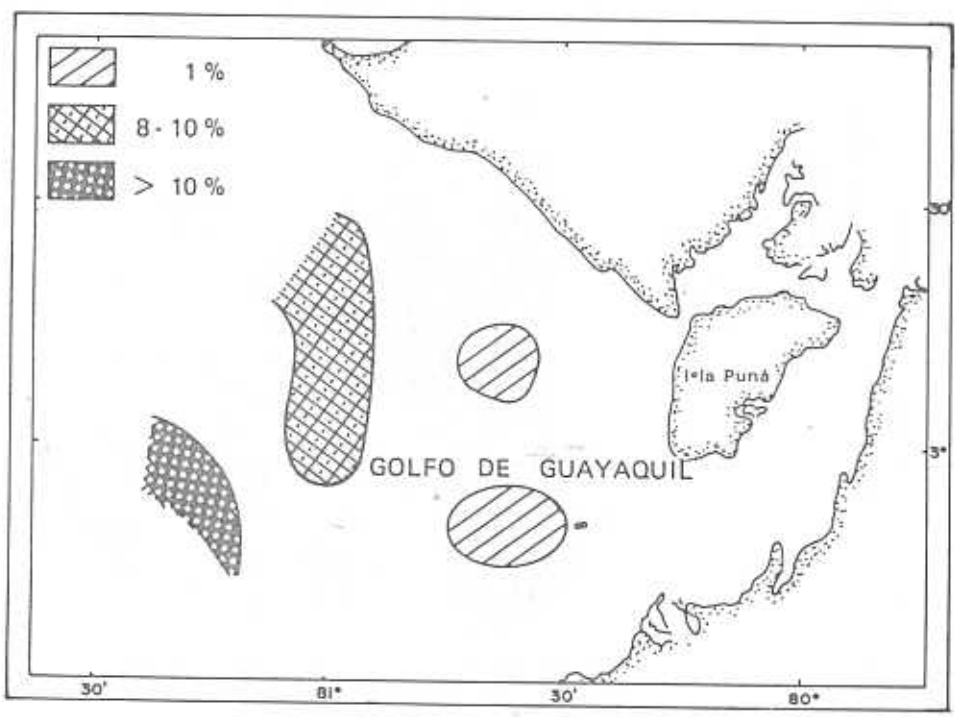


Fig. 15.— Abundancia relativa de *Epistominella pacifica*, en el Golfo de Guayaquil.

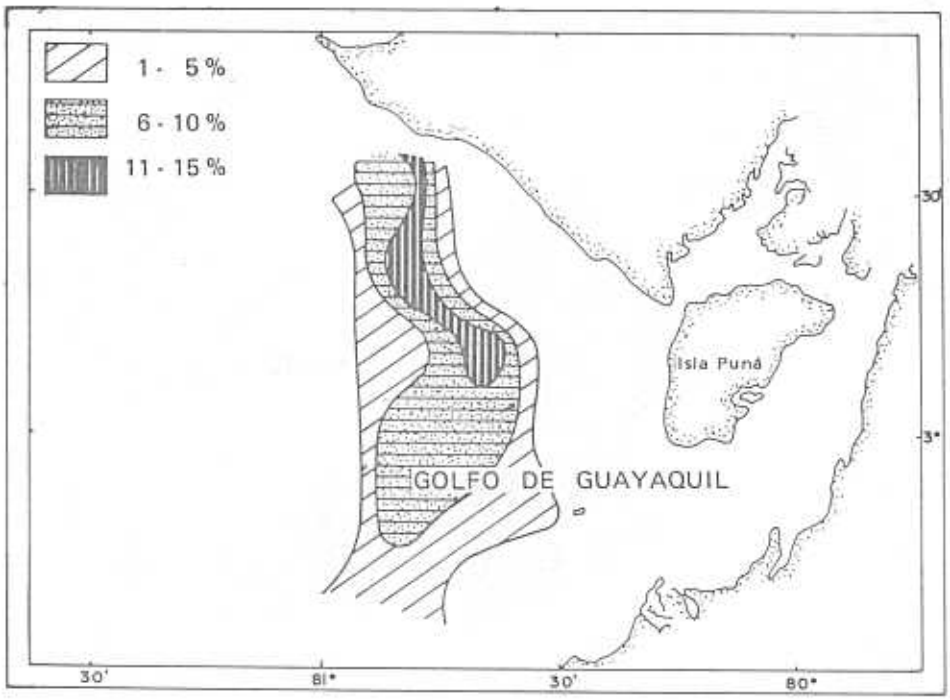


Fig. 12.– Abundancia relativa de *Cassidulina laevigata*, var. *carinata*, en el Golfo de Guayaquil.

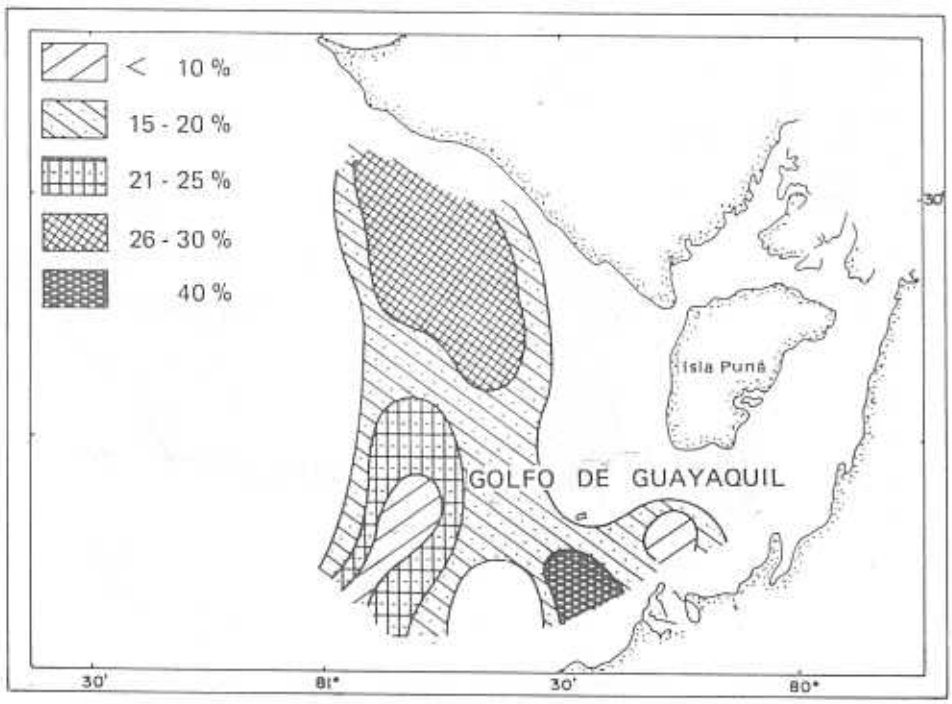


Fig. 13.– Abundancia relativa de *Cibicides bertheloti*, f. *boueana*, en el Golfo de Guayaquil.

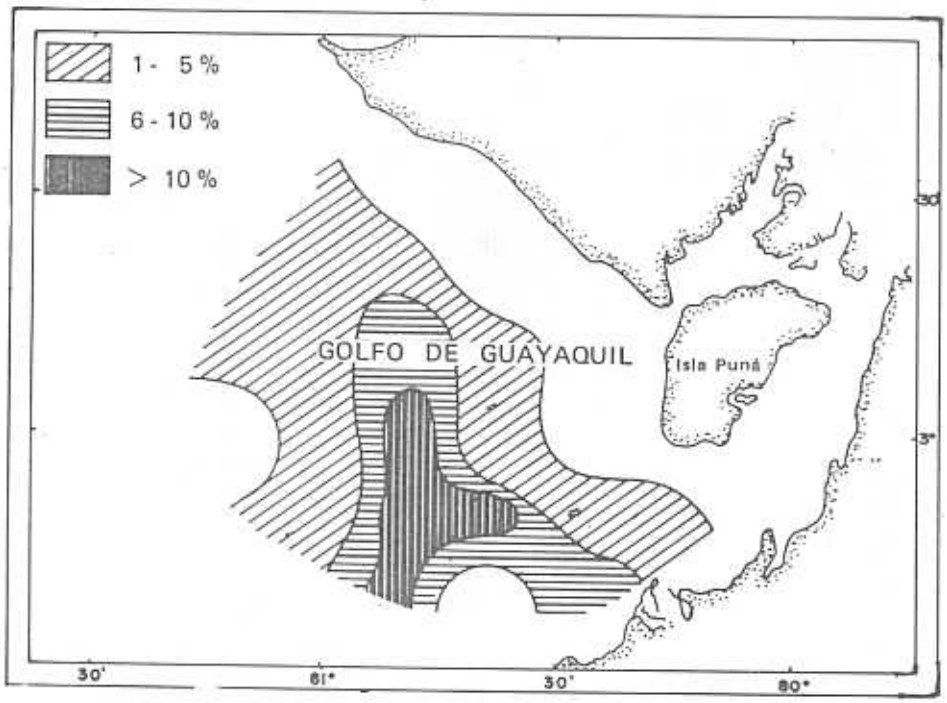


Fig. 14.– Abundancia relativa de *Cibicides ornatus*, en el Golfo de Guayaquil.

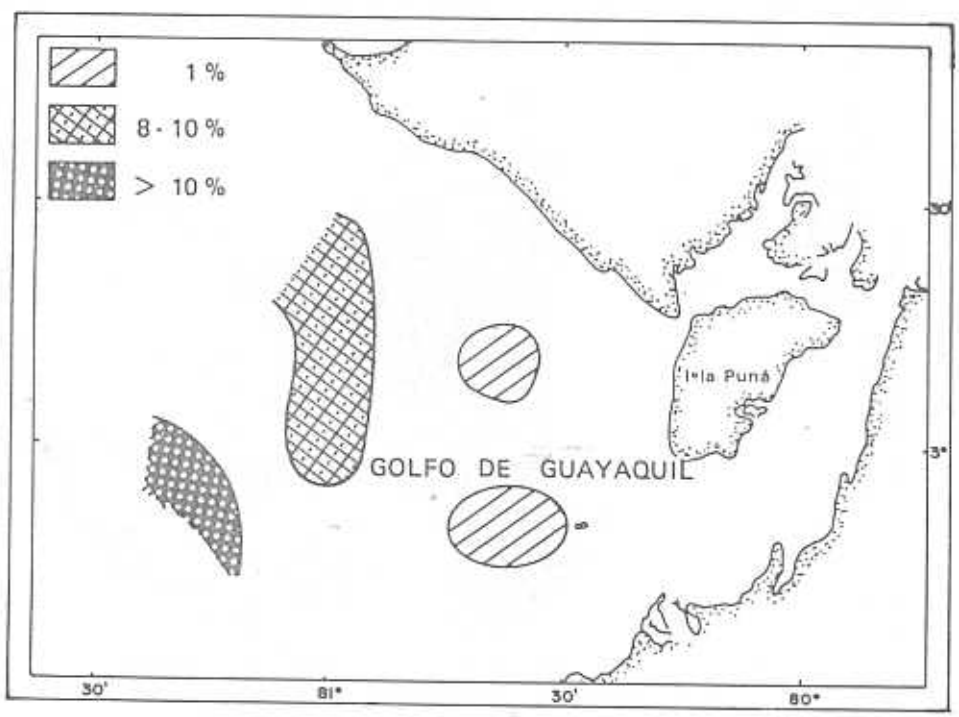


Fig. 15.– Abundancia relativa de *Epistominella pacifica*, en el Golfo de Guayaquil.

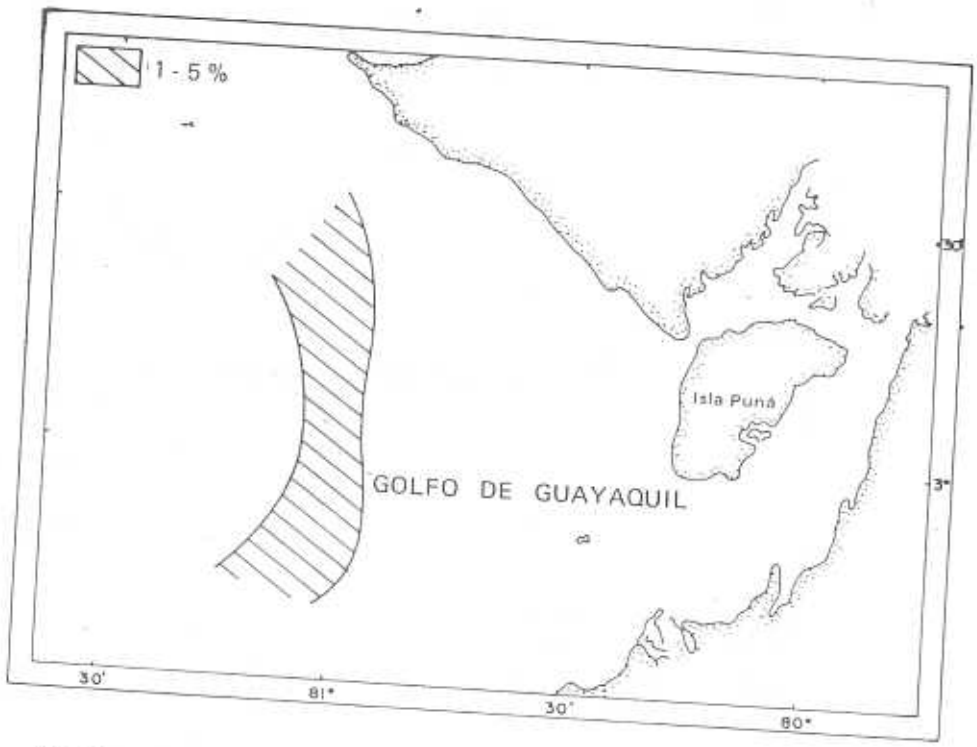


Fig. 16.– Abundancia relativa de *Epistomella* sp. *Nov.*, en el Golfo de Guayaquil.

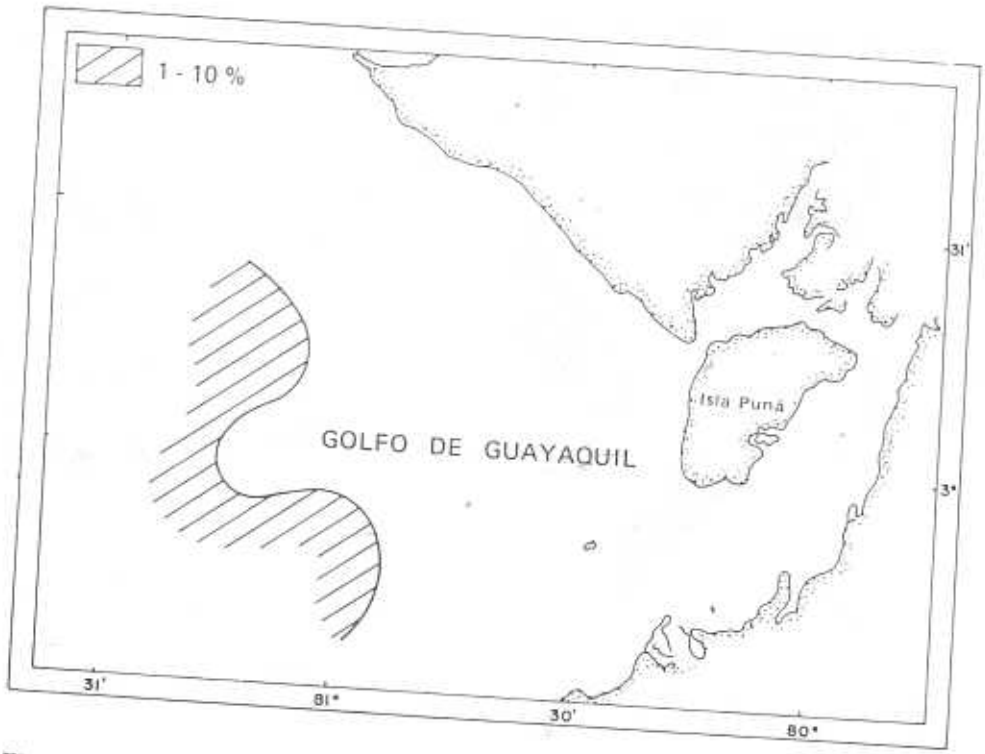


Fig. 17.– Abundancia relativa de *Globobulimina hoëglundi*, en el Golfo de Guayaquil.

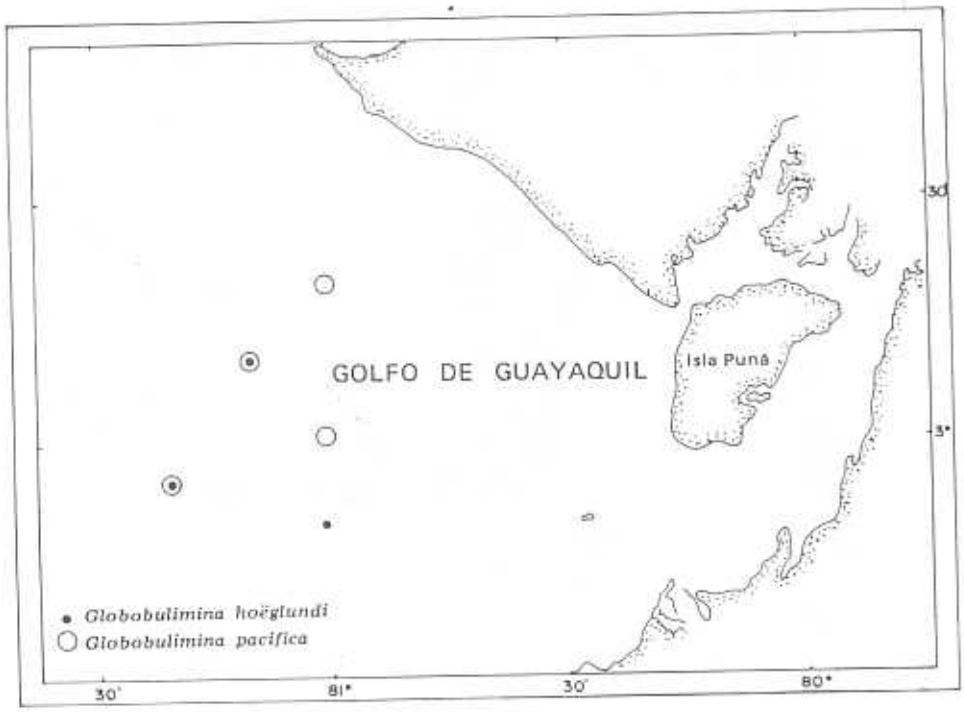


Fig. 18.– Presencia de *Globobulimina hoëglundi* y *Globobulimina pacifica*, en el Golfo de Guayaquil.

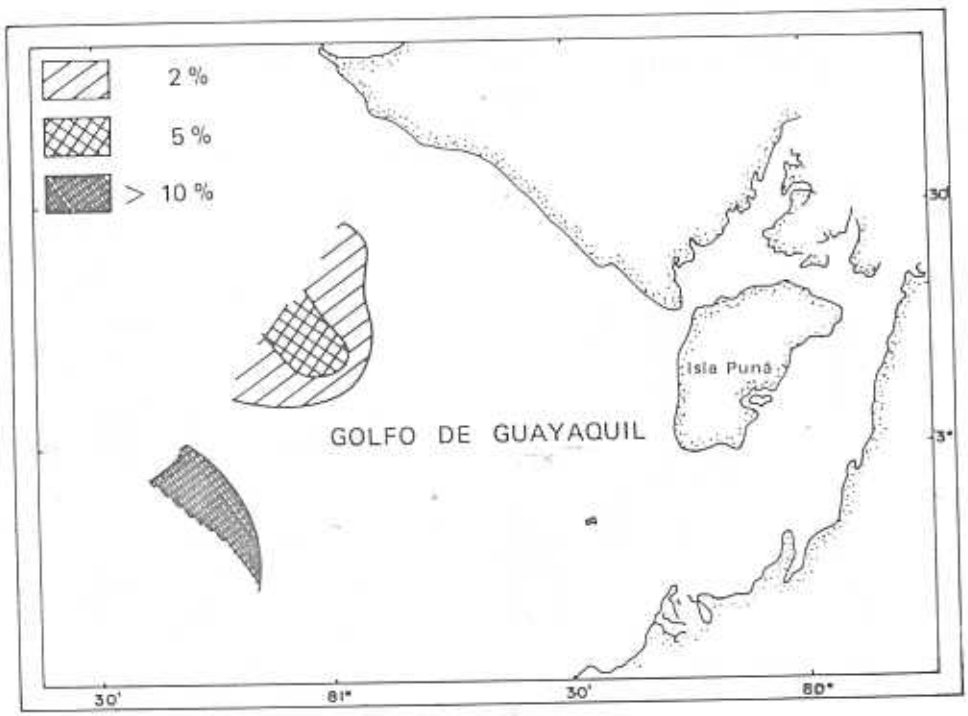


Fig. 19.– Abundancia relativa de *Höglundina* cf. *pleurostomata*, en el Golfo de Guayaquil.

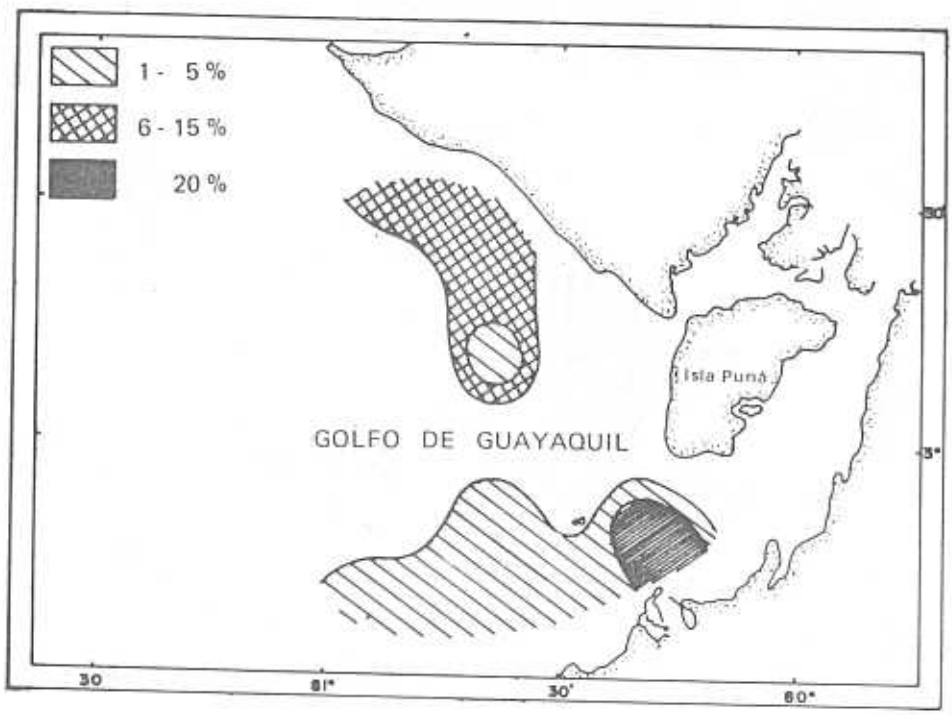


Fig. 20.– Abundancia relativa de *Nonion pizarrense*, en el Golfo de Guayaquil.

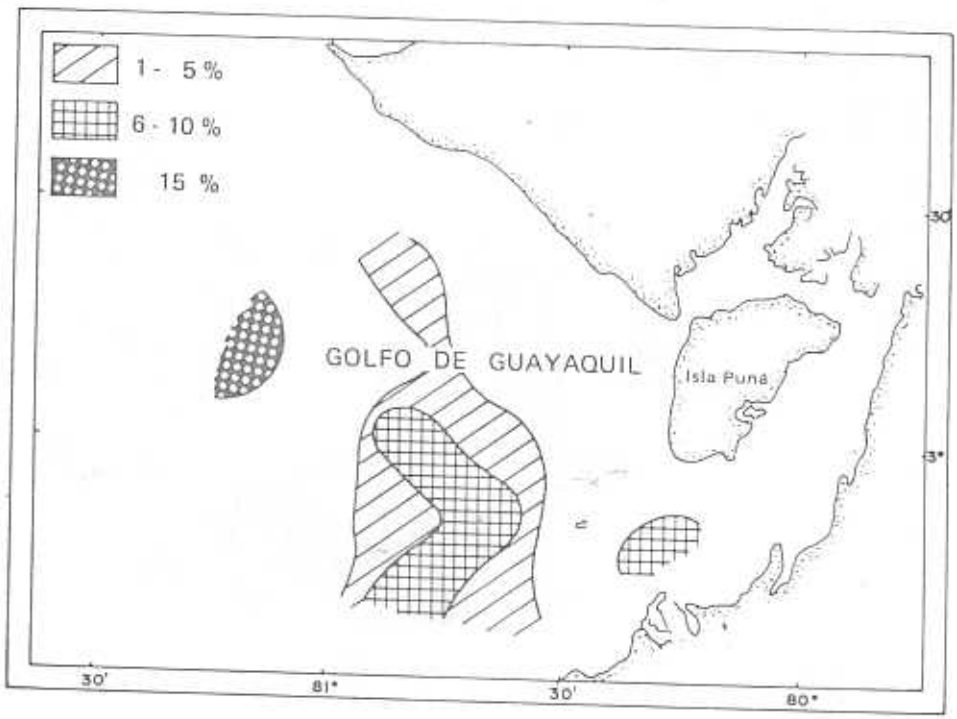


Fig. 21.– Abundancia relativa de *Uvigerina incilis*, en el Golfo de Guayaquil.

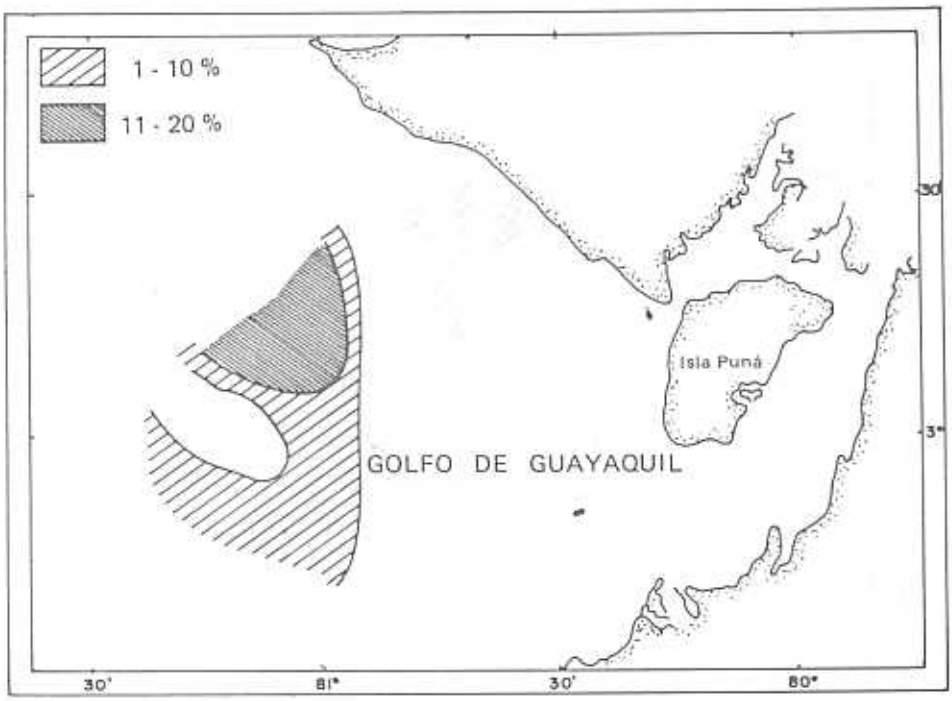


Fig. 22.– Abundancia relativa de *Uvigerina peregrina*, en el Golfo de Guayaquil.

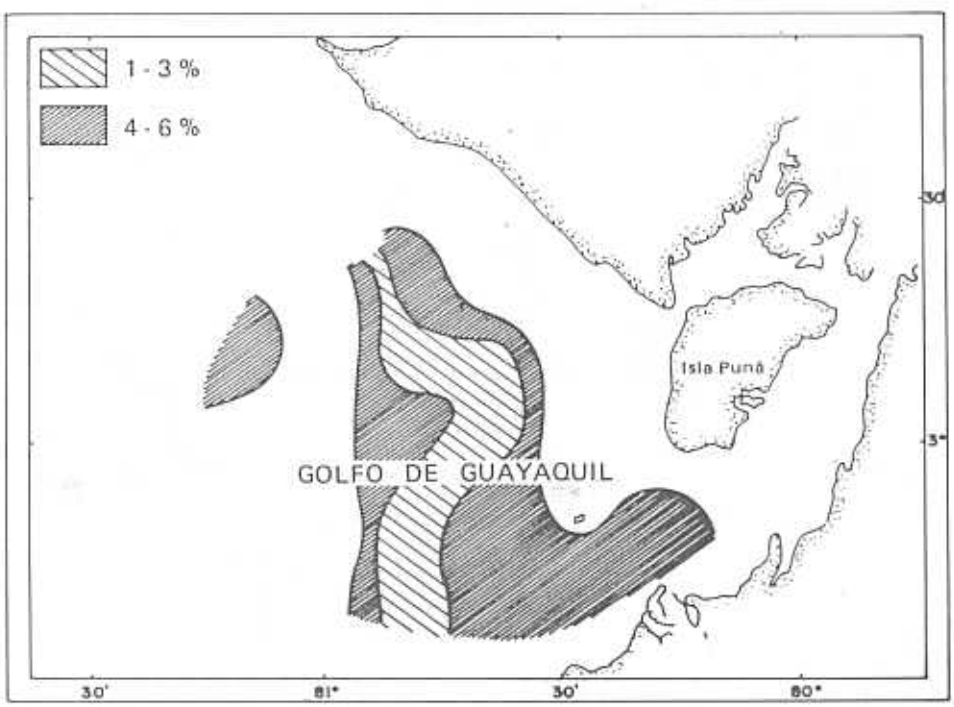


Fig. 23.– Abundancia relativa de *Virgulina pontoni*, en el Golfo de Guayaquil.

DISTRIBUCION DE LOS POLIQUETOS BENTONICOS EN EL GOLFO DE GUAYAQUIL

Por:
FRANCISCO VILLAMAR (1)

RESUMEN

Cuarenta y cuatro muestras bentónicas tomadas a profundidades entre 2 y 20 metros, fueron estudiadas, en los meses de Marzo y Agosto de 1985, en los canales de Jambelí y Cascajal del Golfo de Guayaquil, a bordo de la "LAE RIGEL" del Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador.

Se identificaron once especies de poliquetos bentónicos que son: *Onuphis nebulosa, Nephtys singularis, Diopatra tridentata, Lumbrineris bassis, Notomastus magnus, Sthenelais fusca, Thalenessa hancocki, Tharyx parvus, Haiosidna parva, Nereis succinea, Nereis sp.*

Se relacionan las especies con la granulometría de los sedimentos y se muestran los mapas de distribución de las especies.

ABSTRACT

Fourty four benthic samples gathered from depths between 2 and 20 meters, in March and August, 1985, in Jambeli and Cascajal channels (Gulf of Guayaquil) on board research vessel "LAE RIGEL" of the INOCAR were studied.

Eleven species of polychaetes were identified, they are: *Onuphis nebulosa, Nephtys singularis, Diopatra tridentata, Lumbrineris bassis, Notomastus magnus, Sthenelais fusca, Thalenessa hancocki, Tharyx parvus, Halosydna parva, Nereis succinea* y *Nereis sp.*

The species were related to particle size of the sediments and maps of species distribution are shown.

INTRODUCCION

El Instituto Oceanográfico de la Armada con el propósito de conocer los problemas tróficos del Golfo de Guayaquil, lleva a cabo este tipo de estudio dentro del proyecto "Estudio Ecológico de la Fauna Bentónica", considerando que la producción bentónica es uno de los factores determinantes en la alimentación de la biota marina, desde la zona intermareal hasta el fondo del mar.

Los poliquetos bentónicos objeto de este estudio constituyen buenos indicadores biológicos de áreas contaminadas (Reish, 1959) especialmente marina y estuarina, razón por la cual se desea contribuir al co-

(1) Instituto Oceanográfico de la Armada, Div. Biología Marina. P.O. Box. 5940. Guayaquil - Ecuador.

nocimiento de estos organismos que además participan de los fondos marinos de una manera activa en los movimientos de los sedimentos y permeabilidad de los mismos (Amaral, 1979).

En el Golfo de Guayaquil estudios con respecto a la sistemática de los poliquetos fueron iniciados por Hartman (1939) con la descripción de 4 especies; Cruz, et. al. (1980) menciona 5 especies y 2 géneros; Villamar (1983) reporta 37 especies distribuidas en 18 familias y 27 géneros.

El propósito de este trabajo es mostrar la distribución de cada una de las especies identificadas y relacionarlas con la granulometría de los sedimentos y profundidades.

AREA ESTUDIADA

La zona estudiada forma parte de la plataforma continental del Golfo de Guayaquil, que corresponde a los canales de Cascajal y Jambelí, ubicada entre 79° 50' a 80° 10' de longitud Oeste y desde 02° 40' a 03° 10' de latitud Sur. (Figs. 1 - 2).

La profundidad media del estuario interior varía entre 2 y 20 metros. La salinidad dependiendo de la estación seca o lluviosa presenta variaciones entre 15 o/oo y 24 o/oo, de la misma manera las temperaturas oscilan entre 23° y 26° C. (Jiménez, 1983).

Datos granulométricos para el estuario interior definen 5 tipos de sedimentos, predominando el tipo limo–arcilloso, (Benites, 1975).

MATERIALES Y METODOS

Fueron analizadas cuarenta y cuatro muestras bentónicas o profundidades entre 2 y 20 metros, recolectadas durante 2 salidas a bordo de la "LAE RIGEL" del Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador: 27 estaciones entre el 19 y 22 de Marzo de 1986 (Fig. 1) y 17 estaciones entre el 19 y 21 de Agosto de 1985 (Fig. 2), realizadas en el estuario interior al Este de la Isla Puná, del Golfo de Guayaquil.

Se utilizó una draga tipo Van Veen de capacidad 0.1 m^2 y una red de arrastre biológica que tiene 1.5 pulgada de poro de malla, con el objeto de filtrar los sedimentos.

La separación de los poliquetos se efectuó mediante el lavado del sedimento con agua del estuario a través de un set de tamices de 4.0, 2.0 y 0.5 mm., de abertura de malla respectivamente. Los poliquetos se preservaron con formaldehido al 10 o/o.

Para la identificación de las diferentes especies se recurrió a las claves y descripciones existentes, en especial los trabajos de Hartman (1939, 1968, 1969) y Villamar (1983).

Para estimar la abundancia de los especímenes de poliquetos bentónicos capturados se lleva a cabo sin considerar el volumen de sedimento ni la variabilidad existente entre uno y otro muestreador.

El análisis granulométrico de los sedimentos del área estudiada fueron realizados en el laboratorio de Geología Marina del INOCAR, además se tomó referencias de los estudios granulométricos efectuados anteriormente por Benites (1975), los de salinidad y temperatura en Pesantes (1975), Pesantes y Pérez (1982) y Jiménez (1983).

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Se han identificado once especies de poliquetos bentónicos, mediante el análisis taxonómico de cuarenta y cuatro muestras de sedimento tomadas a profundidades entre 2 y 20 metros.

Algunas especies identificadas en este trabajo han sido reportadas anteriormente por Hartman (1939) para el Golfo de Guayaquil; Cruz, et. al. (1980) y Villamar (1983) confirman la presencia de estas especies para el Estero Salado, zona adyacente al área de estudio.

En Marzo de 1985 se colectaron 163 especímenes, producto de 27 muestras analizadas y en Agosto del mismo año se obtuvieron 101 especímenes del análisis de 16 muestras de sedimento, las cuales han sido ploteadas (Figs. 3 y 4) para observar la zona de mayor presencia de ejemplares.

La menor presencia de especímenes de poliquetos bentónicos se encontró en el área comprendida entre las estaciones 1 al 21 que corresponden al Canal de Jambelí (Fig. 3) coincidiendo con las estaciones 32 al 40 con excepción de la estación 37, zona donde predominan los sedimentos finos como arcilla y limo.

Se encontró una mayor presencia de poliquetos en las estaciones 28 al 31 y en la 37 donde predominan los sedimentos de tipo arenoso–arcilloso (Fig. 4).

Cabe resaltar que en el centro de los canales se observó la menor presencia de organismos bentónicos posiblemente por procesos de sedimentación. Concentraciones de poliquetos menores a 9 especímenes por estación fueron encontrados para la zona central de los canales de Jambelí y Cascajal (Fig. 3), en cambio se han encontrado más de 20 especímenes en las estaciones cerca de la orilla de la Isla Puná y específicamente en las estaciones 28, 37 y 47 (Fig. 4), posiblemente se deba a la dinámica que tienen los sedimentos finos que se depositan en ésta área provenientes del río Guayas y zonas protegidas por los manglares.

De acuerdo a Reish (1979), las características granulométricas de los sedimentos, así como la salinidad, temperatura y concentraciones de oxígeno disuelto, juegan un papel muy importante en la distribución de los poliquetos bentónicos. En el área estudiada se han realizado estudios concernientes a estos parámetros (Pesantes, 1975; Aguiar, 1977; Pesantes y Pérez, 1982) apreciándose que los canales de Cascajal y Jambelí tienen variaciones estacionales, los cuales producen efectos locales a la fauna bentónica.

En el Canal de Jambelí, se observó en el mes de Agosto la presencia de las especies *Nephtys singularis* y *Lumbrineris bassis*, no así en el mes de Marzo del mismo año; *Onuphis nebulosa* se presentó en el muestreo del mes de Marzo y Agosto del mismo año (Figs. 5 y 6).

Villamar (1983) reportó las especies identificadas en este trabajo para el Golfo de Guayaquil, estuario exterior, que posee salinidades superiores al estuario interior, este hecho indica la preferencia de los poliquetos por ambiente estuarino y forma de vida aurihalina. Pesantes y Pérez (1982) reportan para el Canal de Jambelí un incremento de salinidad desde el estuario interior al exterior. De acuerdo a estos autores la salinidad superficial del agua fluctuó entre 22.8 o/oo a 31.68 o/oo (Junio de 1978), este parámetro cambia de la estación seca a la estación lluviosa (Pesantes, 1975).

Con los valores que da Benites (1975) sobre la granulometría del Canal de Jambelí y los realizados en el laboratorio de Geología Marina de INOCAR (Tabla I), se observa que existe un predominio de sedimentos tipo limo–arcilloso, sobre los de tipo arenoso, se puede decir que el área estudiada tiene una densidad de población baja en poliquetos bentónicos, sin considerar estrictamente esta apreciación por el tipo de muestreo realizado, ya que se utilizó un volumen diferente de sedimento para cada muestra. (Tabla II).

Se concluye que once especies de poliquetos bentónicos identificados prefirieron sedimento tipo arcilloso; seis especies arena gravosa; seis especies limo; tres especies arenoso y, tres especies arena–limosa; esto significa que el mayor número de especies de poliquetos bentónicos se encontró sobre sedimento tipo limo–arcilloso, además se observó que el número de especies disminuye a medida que los sedimentos se vuelven más gruesos (Fig. 8), determinándose que la distribución de los poliquetos dependen del tipo de sedimento (Reish, 1979).

En cuanto a la preferencia de las especies identificadas a las profundidades, se concluye que el mayor número (nueve especies) se las halló a los 8 metros de profundidad, disminuyendo el número de especies a medida que aumenta la profundidad o al disminuir la misma (Fig. 7).

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi agradecimiento al Director y al Jefe de la División de Ciencias del Mar del Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador, por el apoyo brindado para la realización del presente trabajo científico.

Además mi gratitud a los Drs. Elena Gualancañay y Manuel Cruz, por su ayuda en la recolección de las muestras; al MSc. Fernando Arcos por la revisión del manuscrito y traducción del resumen al Inglés.

Al señor Víctor Mesías Ontaneda, por la ilustración y diagramación de los gráficos y figuras.

BIBLIOGRAFIA

Aguiar F., 1977.– Estudio Hidrogeoquímico del Golfo de Guayaquil. Cont. XI Reunión del Inst. Panamericano de Geol. e Hist. Com. Ocean. y Atmósf. pp. 1 - 52.

Amaral C., 1979.– Ecología y Distribución de los Anélidos Poliquetos para una biomasa béntica de la zona marina, en el litoral norte del Estado de Sao Paulo. Bol. Inst. Ocean., S. Paulo, 28 (1): pp. 1 - 52.

Benites S., 1975.– Morfología y Sedimentos de la Plataforma Continental del Golfo de Guayaquil. Tesis Esc. Sup. Polit. del Lit. Dept. de Geol. y Minas y Petróleo. Guayaquil - Ecuador, pp. 1 - 212.

Cruz, González, Gualancañay y Villamar, 1980.– Lista de la Fauna Sublitoral Bentónica del Estero Salado Inferior, Ecuador. Act. Ocean. del Pac., Vol. 1:1, pp. 82 - 96.

Hartman O., 1939.– Polychaetous Annelids. Pt. 1. Aphroditidae to Pisionidae. Allan Hancock Pacific Exped. Vol. 7, No. 1 - 2, pp. 1 - 170.

———— 1968.– Atlas of Errantiate Polychaetous Annelids from California. Allan Hancock Foundation. Univ. of Southern. California. Los Angeles, pp. 828.

———— 1969.– Atlas of Sedentariate Polychaetous Annelids from California. Allan Hancock Foundation. Univ. of. Southern. California. Los Angeles, pp. 812.

Jiménez R., 1983.– Diatomeas y Silicoflagelados del Fitoplancton del Golfo de Guayaquil. Act. Ocean. del Pac., Vol. II: 2, pp. 194 - 281.

Jiménez R., F. Pesantes, 1978.– Fitoplancton, Producción Primaria y Pigmentos en Aguas Costeras Ecuatorianas. Pub. Inst. Ocean. de la Armada INOCAR. Vol. 2, No. 1, pp. 30.

Pesantes V.F., 1975.– Distribución de las Propiedades Físicas y Químicas del Golfo de Guayaquil. Rev. Com. Perm. Pacífico Sur. 3: pp. 21 - 37.

Pesantes V.F., E. Pérez, 1982.– Condiciones Hidrlgráficas y Químicas en el Estuario del Golfo de Guayaquil. Revista de Ciencias del Mar y Limnología. Inst. Nac. de Pesca. Vol. 1, No. 2, pp. 87 - 229.

Reish D.J., 1959.– An Ecological Study of Pollution in Los Angeles Long Beach Harbors California. Allan Hancock Found. OCCAS, pp. 22.

———— 1979.– Bristle Worms (Annelida: Polychaeta). Pollution Ecology of Estuarine Invertebrates. C. W. Hart, Jr. and S.L.H. Fuller. (Eds.) Academic Press. New York, pp. 77 - 125.

Villamar F., 1983.– Poliquetos Bentónicos del Golfo de Guayaquil. Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR. Vol. 2, No. 2, pp. 659 - 733.

No. MUESTRA	FECHA	TIPO DE DRAGA	TIPO DE SEDIMENTO	PROF. m.
1	19–III–85	Van Veen – Arrastre	Arena limosa	20 m
2	"	Van Veen	Limoso	15 m.
3	"	Van Veen – Arrastre	Limoso	12 m.
5	20–III–85	Van Veen – Arrastre	Limoso	15.7 m.
6	"	Van Veen – Arrastre	Limoso	7.5 m.
7	"	Van Veen	Limoso	4 m.
9	"	Arrastre	Limoso	10 m.
10	"	Arrastre	Limoso	5 m.
13	"	Van Veen – Arrastre	Arena limosa	9 m.
14	"	Van Veen – Arrastre	Limoso	12 m.
15	"	Van Veen – Arrastre	Limo arenoso	12 m.
16	"	Van Veen – Arrastre	Limoso	13 m.
17	21–III–85	Van Veen – Arrastre	Limoso	9.2 m.
18	"	Van Veen	Limo arcilloso	5.4 m.
19	"	Van Veen	Limo arcilloso	6 m.
20	"	Van Veen	Limo arcilloso	13 m.
21	"	Van Veen	Limo arcilloso	6 m.
22	"	Van Veen – Arrastre	Limo arcilloso	8 m.
23	"	Van Veen	Limo arcilloso	6 m.
24	"	Van Veen	Limo arcilloso	4 m.
25	"	Van Veen	Limo arcilloso	4 m.
26	"	Van Veen	Limo arcilloso	4 m.
27	"	Van Veen	Arenoso	7 m.
28	"	Van Veen	Arena gravosa	8.4 m.
29	"	Van Veen	Limo arcilloso	14 m.
30	"	Van Veen	Limo arcilloso	9 m.
31	"	Van Veen	Arenoso	2 m.
32	20–VIII–85	Van Veen	Limoso	4.6 m.
33	"	Van Veen	Limo arcilloso	10.2 m.
34	"	Van Veen – Arrastre	Limo arcilloso	6 m.
35	"	Van Veen – Arrastre	Limo arcilloso	15 m.
36	"	Van Veen – Arrastre	Arena limosa	8 m.
37	"	Van Veen – Arrastre	Arena limosa	8 m.
38	"	Van Veen – Arrastre	Limoso	6 m.
39	21–VIII–85	Van Veen	Limo arcilloso	4.8 m.
40	20–VIII–85	Van Veen – Arrastre	Arenoso	10 m.
41	"	Van Veen – Arrastre	Limoso	12 m.
42	19–VIII–85	Van Veen	Limoso	13 m.
43	"	Van Veen – Arrastre	Limo arcilloso	8 m.
44	"	Van Veen – Arrastre	Arenoso	10.6 m.
45	"	Van Veen – Arrastre	Limoso	5 m.
46	"	Van Veen – Arrastre	Limo arcilloso	6 m.
47	"	Van Veen	Concha relictas	7 m.
48	"	Van Veen – Arrastre	Limo arcilloso	8.8 m.

TABLA I.– Muestreo bentónico · "LAE "RIGEL", (Marzo y Agosto/85).

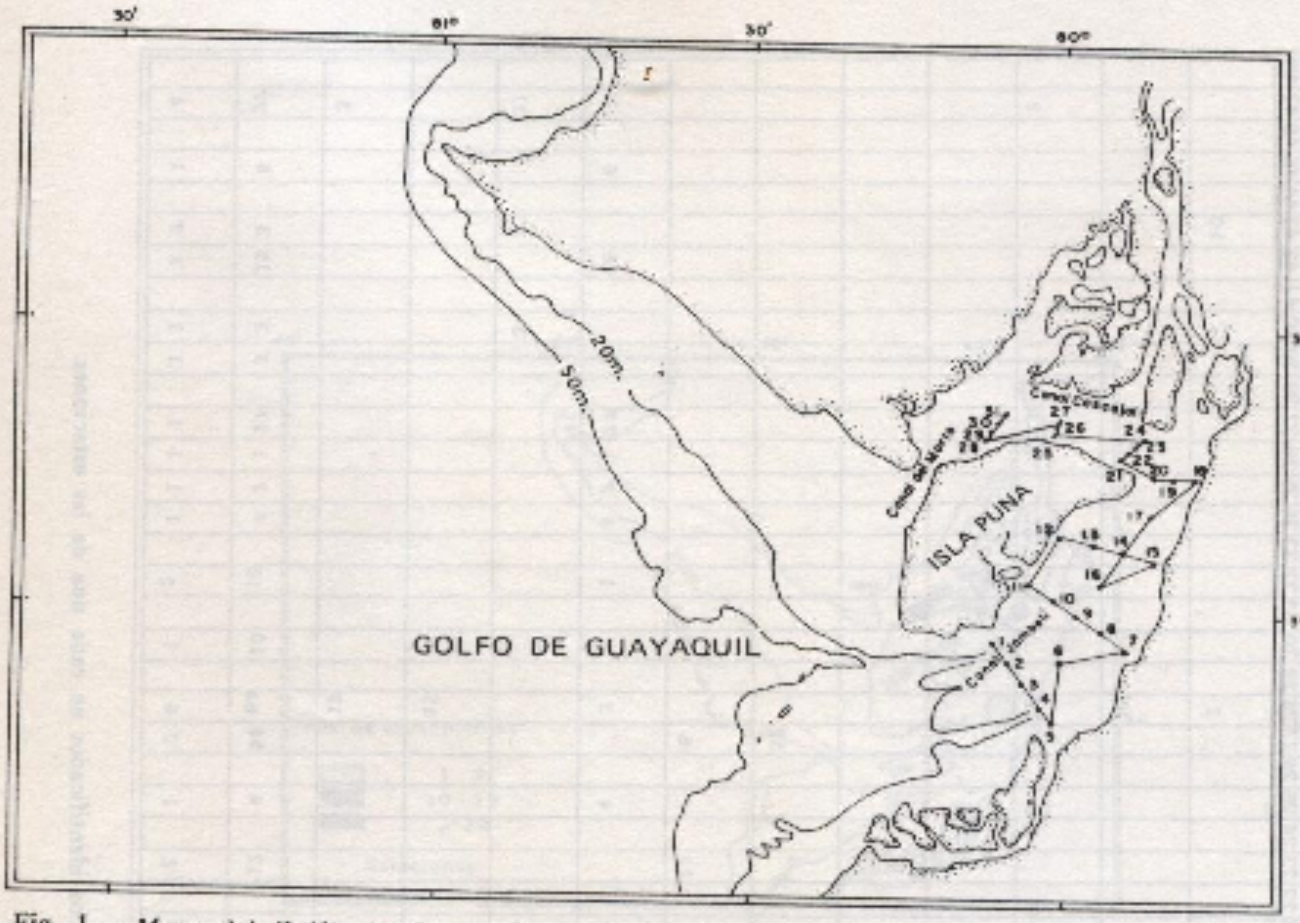


Fig. 1.— Mapa del Golfo de Guayaquil con la localización de las estaciones del muestreo bentónico, 19 - 21 de Marzo de 1985. "LAE Rigel".

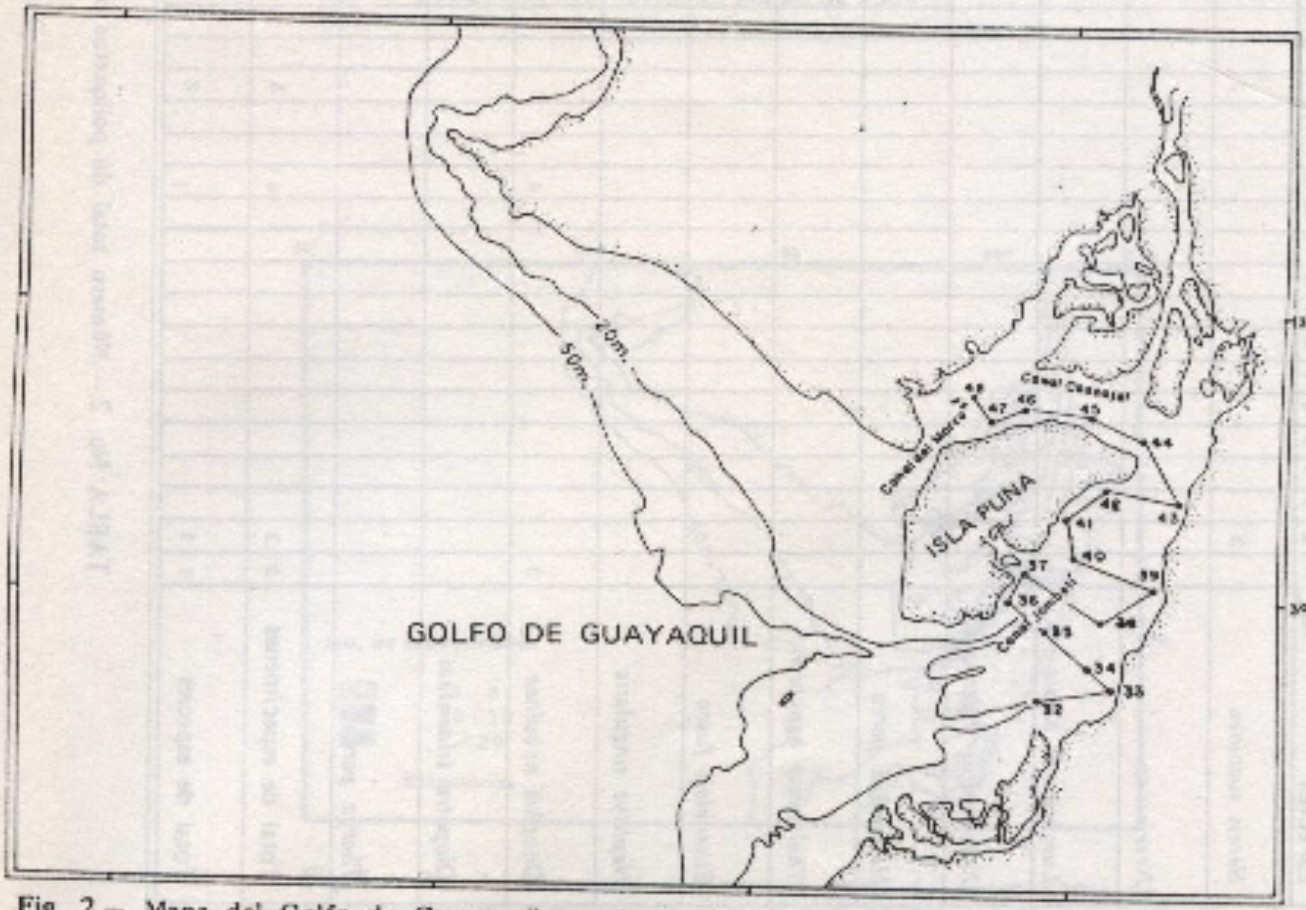


Fig. 2.— Mapa del Golfo de Guayaquil con la localización de las estaciones del muestreo bentónico, 19 - 22 de Agosto de 1985. "LAE Rigel"

ESPECIES \ ESTACIONES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
Nereis succinea		3														5												2																10					
Nereis sp.																												10																					
Lumbrineris bassis																												16																				2	
Notomastus magnus																														10																			
Halosydna parva																																9																
Thalenessa hancocki																											52																					
Sthenelais fusca																							12				6																				1	
Nephtys singularis																									4			3				1		4	2	1	27		3			15			6		1	
Onuphis nebulosa	3												4																											3			3				21	
Diopatra tridentata																												15																					
Tharyx parvus																												18																				3	
Total de especímenes	3	3											4			5							12		4		58	66		10		10		4	2	1	27		3	3		15	3		6		27	
Total de especies	1	1											1			2							2		1		2	6		1		2		1	1	1	1		1	1		1	2		1		4	

TABLA No. 2.– Número total de poliquetos bentónicos identificados en cada una de las estaciones.

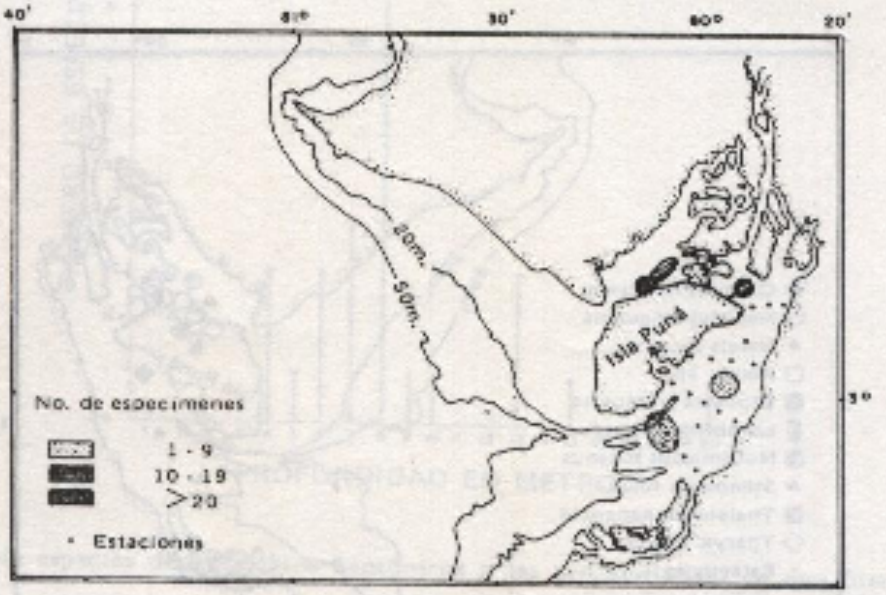


Fig. 3.— Distribución areal del número total de especímenes de poliquetos bentónicos en Marzo de 1985.

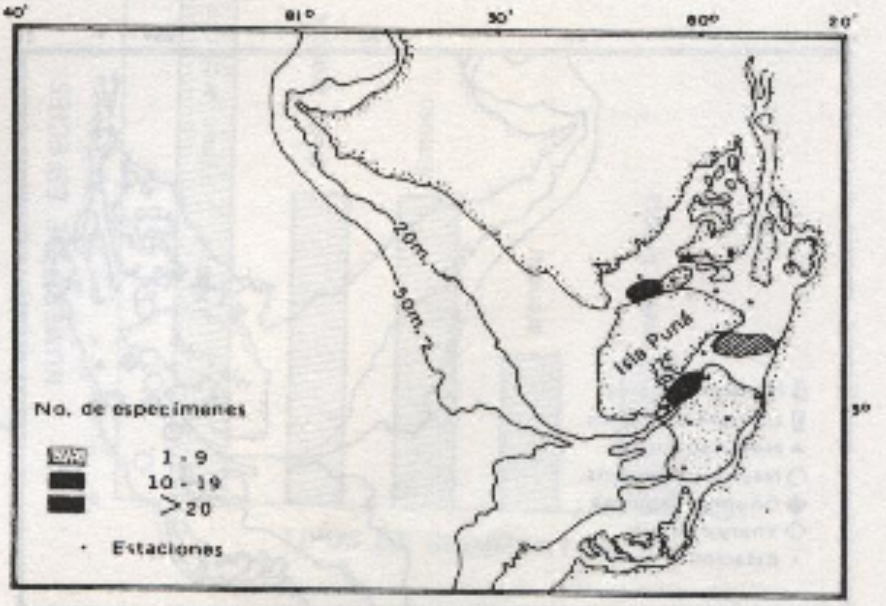


Fig. 4.— Distribución areal del número total de especímenes de poliquetos bentónicos en Agosto de 1985.

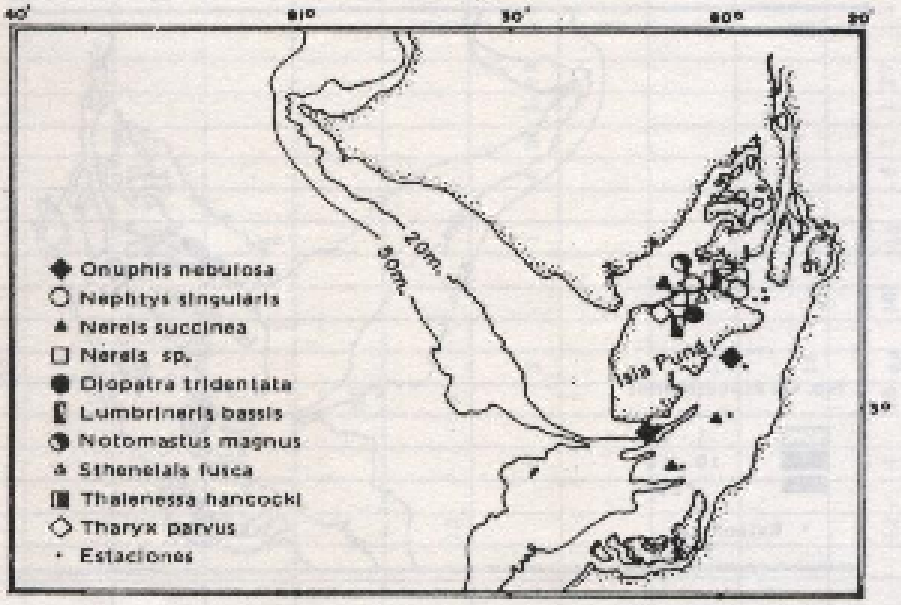


Fig. 5.— Mapa de distribución areal de las especies de poliquetos bentónicos del Golfo de Guayaquil. Marzo de 1985.

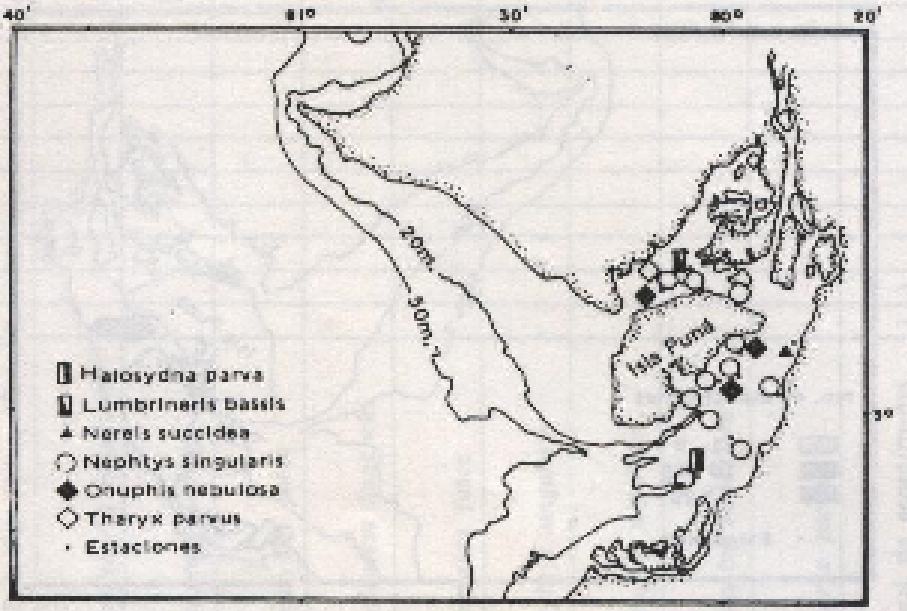


Fig. 6.— Mapa de distribución areal de las especies de poliquetos bentónicos del Golfo de Guayaquil. Agosto de 1985.

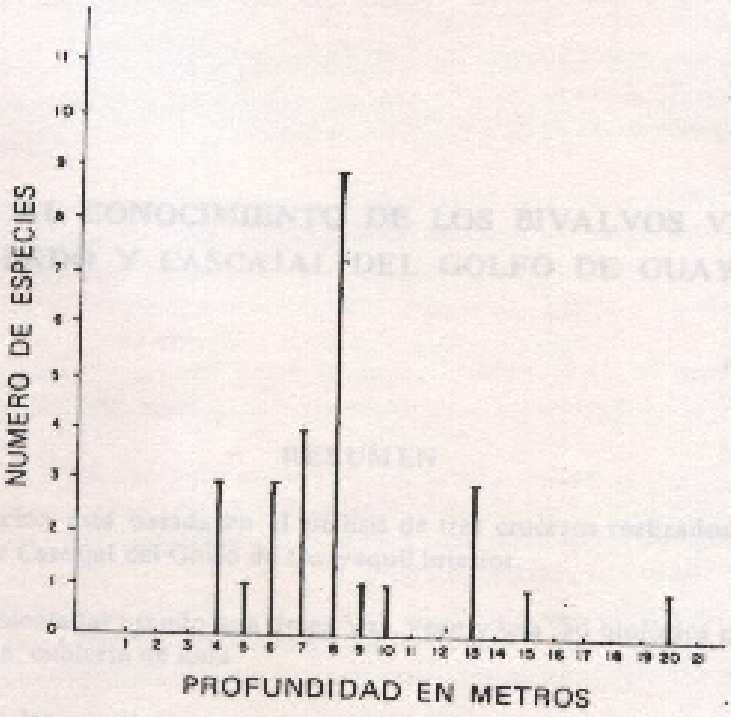


Fig. 7.— Número de especies de poliquetos bentónicos y las profundidades en que fueron capturados.

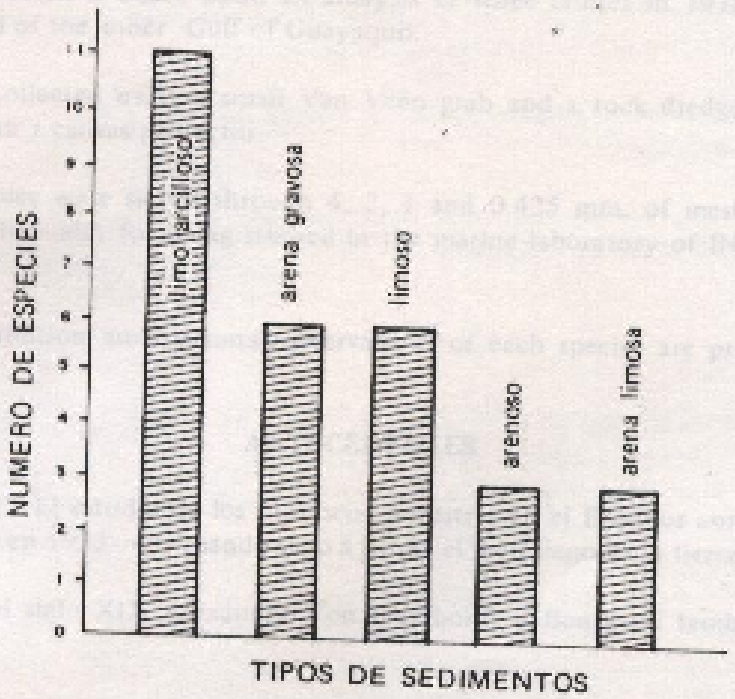


Fig. 8.— Número de especies de poliquetos bentónicos y la preferencia por los sedimentos.

CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE LOS BIVALVOS VIVOS EN LOS ESTEROS DE EL SALADO Y CASCAJAL DEL GOLFO DE GUAYAQUIL INTERIOR

Por:
MANUEL CRUZ P. (1)

RESUMEN

La presente contribución está basada en el análisis de tres cruceros realizados en 1978, 1983 y 1985, en los Esteros de El Salado y Cascajal del Golfo de Guayaquil interior.

Las muestras fueron colectadas usando una draga Van Veen y una red biológica para el arrastre de fondo, con una malla de 1/2 pulgada, cubierta de lona.

A bordo se tamizaron las muestras con sedimento usando tamices de 4, 2, 1 y 0.425 mm. de malla, los organismos vivos fueron separados y preservados para su estudio en el laboratorio de Biología del INOCAR, donde se identificaron 19 especies de bivalvos. Se presentan mapas con la distribución areal de cada especie y se dan referencias y apreciaciones personales de cada una de ellas, así como la fauna acompañante para conocer un poco más sus correlaciones y su habitat.

ABSTRACT

The present contribution is based upon an analysis of three cruises in 1978, 1983 and 1985 in the Estero Salado and Cascajal of the inner Gulf of Guayaquil.

The samples were collected using a small Van Veen grab and a rock dredge fitted with a net of one half inch mesh covered with a canvas protector.

On board, the samples were sieved through 4, 2, 1 and 0.425 mm. of mesh, the organism removed and preserved in neutral formalin for being studied in the marine laboratory of INOCAR, where 19 species of bivalvia were identified.

Maps of areal distribution and personal observations of each species are presented, also the accompaining fauna is given.

ANTECEDENTES

Según Olsson (1961). El estudio de los moluscos terrestres en el Ecuador comenzó con la recolección que hizo la misión francesa en 1935–44, cuando vino a medir el meridiano de la tierra.

Posteriormente, en el siglo XIX Alexander Von Humboldt y Bonpland también obtuvieron muestras

(1) Instituto Oceanográfico de la Armada. Div. Biología Marina. P.O. Box. 5940. Guayaquil - Ecuador.

en nuestro país, las cuales fueron descritas por Valenciennes pocos años más tarde.

La primera expedición a Sud-América fue financiada por el Museo Nacional de Historia de París, quien seleccionó a Alcide D'. Orbigny en 1926, para que realice estudios malacológicos en América, el que fue publicado en 1835 e incluye especies desde Chile a el Norte del Perú.

Hung Cumming en 1833, en su yate "Discoverer" obtuvo moluscos marinos en Ecuador usando draga para su recolección, de estas muestras muchos investigadores como Sowerby, Hanley, Reeve y Deshayes hicieron descripciones de especies nuevas; procedente de Atacames, Manta, Jipijapa, Santa Elena, Puná, Isla del Muerto y Guayaquil.

Richard Hind, también en 1841 visitó Guayaquil y realizó colección de moluscos en estos lugares. C.B. Adams en 1849, colectó especímenes procedente de California a Mazatlan ampliando el conocimiento de este grupo.

En 1904—05, en la expedición "Albatross", Alexander Agassiz obtuvo moluscos de la plataforma ecuatoriana y alrededor de Galápagos. Los resultados fueron publicados por Dall en el "Bulletin of the museum of comparative Zoology at Cambridge, Massachusetts".

En los últimos años Olsson (1961), hace una recopilación de los moluscos desde Panamá a Perú, más tarde Keen (1971), amplía este estudio y da a conocer los moluscos desde Baja California Perú.

En el país, Bonilla (1967), en su tesis doctoral estudia la familia Mytilidae en aguas ecuatorianas.

Cruz (1974), reporta haber observado bancos de *Crassostrea corteziensis* muertas en el Estero Salado superior, atribuyendo la causa a salinidades bajas que se presentaron en el área.

Cruz (1977), estudia los bivalvos de la plataforma continental de Esmeraldas. Mora y Reinoso (1981), investiga en el Estero Salado y la Isla Puná el estado actual de las ostiones. Más tarde Cruz (1982), realiza estudios en la plataforma de la Prov. de Manabí. Un año más tarde Cruz (1983), reporta los bivalvos del Golfo de Guayaquil, así como en el mismo año, presenta Cruz et. al., 1983, una lista de la fauna sublitoral bentónica del Estero Salado inferior que incluye los moluscos del área.

Los estudios malacológicos se amplían más con el aporte de Cruz (1983), al estudiar los pterópodos y heterópodos del Golfo de Guayaquil.

Con esta contribución se pretende completar la información de los moluscos bivalvos vivos de los Esteros de El Salado y Cascajal del Golfo de Guayaquil.

AREA DE ESTUDIO

Comprende los Esteros de El Salado y Cascajal del Golfo de Guayaquil interno, abarcando una longitud aproximada de 60 Km. desde la ciudad de Guayaquil hasta el Estero Cascajal; este último recibe directamente la influencia del Río Guayas y lleva el mayor aporte de agua dulce al Estero Salado. Considerándose a estos esteros distintos ecológicamente (Cruz, 1980).

El área en general, poseen una gran diversidad de organismos y esta rodeada de manglares (Valverde, 1983). En la zona infra-litoral, motivo de este estudio, predomina el sedimento limoso y una profundidad promedio de 10 metros y la amplitud de marea es de 4.8 metros para el área. Según (Stevenson, 1981 en Pires, 1983) la transparencia de las aguas en el estuarino interior medida con el disco de Secchi, es de 1 a 3 metros, que calculando la capacidad fotosintética del 1 °/o, esta se encuentra aproximadamente de 4 a 8 metros de profundidad.

La concentración de oxígeno disuelto es de 2.5 a 3.0 ml/l en el fondo, indicándonos un ambiente apto para la distribución de organismos sin alterar sus funciones fisiológicas debido a este parámetro.

Podríamos resumir que el área es tipicamente estuarina donde los parámetros abióticos cambian de forma diaria y estacionalmente.

RESULTADOS

Familia **ARCIDAE** Lamarck, 1809
Arcopsis solida (Sowerby, 1833)

Su distribución abarca desde baja California a Paita, Perú (Keen, 1971).

En el presente estudio se la encontró solamente en la estación 14 al Nor-Este de las Islas Manglecito en el Estero Salado inferior. En el Golfo externo, Cruz (1983) reporta haber encontrado un solo ejemplar a 41 metros.

A esta especie se la ha visto raramente a lo largo de la costa ecuatoriana adherida por un biso en áreas rocosas de la zona intermareal, razón por la que se podría pensar que el Estero Salado inferior es el límite para esta especie en el Golfo interno (Fig. 2). Se la considera rara para el área.

Fauna malacológica acompañante: Ninguna.

Familia **MYTILIDAE** Rafinesque, 1815
Mytella guyanensis (Lamarck, 1819)

Se encuentra esta especie desde México al Norte del Perú (Keen, 1971).

En este trabajo fue obtenida al Nor-Oeste de la Isla Puná, donde se encontró la mayor diversidad y las especies más frecuentes.

Bonilla (1967), reporta a esta especie para el Golfo de Guayaquil y por comunicación personal de la Biól. Blanca R. de Aveiga, en 1979 encontró a *M. guyanensis* en varios esteros (Boyas, Limones, Pacheco, Mona), que son ramales del Estero Salado superior.

Este mytilido prefiere habitar los sedimentos limosos o arena - limosa donde se adhiere con su biso a rocas (Keen, op. cit.) o sedimento consolidado.

Se la considera "común" en los "playones" y rara en el área estudiada.

Fauna malacológica acompañante: *Cumingia adamsi*, *C. lamellosa*, *Mytella strigata* y *Natica grayi*.

Mytella strigata (Hanley, 1843)

Según Keen (1971), se la encuentra desde México, El Salvador a Islas Galápagos.

En el Golfo de Guayaquil fue la más frecuente y abundante de todos las 30 especies de moluscos encontrados. Presentó la mayor distribución en el Estero Salado superior y en menor proporción al Nor-Oeste de la Isla Puná (Fig. 6).

Esta especie prefiere vivir en un sustrato limoso y a poca profundidad (Keen, op. cit.) aunque también se la encontró en sustrato limo–arenoso.

De los tres cruceros realizados, se la obtuvo en todos ellos, lo que nos demuestra su permanencia y biocenosis en el Estero Salado del Golfo de Guayaquil.

Fauna malacológica acompañante: ***Cardita radiata, Corbula amethystina, C. biradiata, Cumingia adamsi, C. lamellosa, Cyclopecten exquisitus, Mytella guyanensis, Sphenia fragilis, Cheila cepacea, Dentronotus cf. nanus, Natica grayi, N. chemnitzii*** y ***Nassarius collarius.***

Familia **OSTREIDAE** Rafinesque , 1815
Crassostrea columbiensis Hanley, 1846

Según Mora, E. y B. Reinoso (1981), esta especie es muy abundante y frecuente en el Estero Salado superior, siendo menor su densidad cerca de la ciudad y aumenta su población al alejarse hacia el Sur-Oeste en los Esteros Mongón, San Francisco entre otros; también, la encontró en el Estero Salado inferior en la boca de Sabana Grande, el Estero de El Morro, así como también en la Isla Puná en el Estero Grande.

En este estudio solo se la colecto al Nor-Este de la Isla de la Seca.

Esta especie vive en la zona intermareal adherida a las raíces de ***Rhizophora mangle*** L., prefiriendo los troncos y los ángulos (Mora, E. y B. Reinoso op. cit.) o sobre rocas (Keen, 1971).

El autor ha observado, que esta especie era común hasta 1982 (antes del fenómeno El Niño), en el Estero Salado que rodea la ciudad de Guayaquil. Actualmente ya no se la encuentra en la zona intermareal ni se adhieren las larvas a los "colectores" para ostiones en estos lugares, por lo que se piensa en una restrinción de su distribución y posiblemente esté en vía de extinción por falta de control y protección. Se la considera rara en la zona infralitoral, pero de amplia distribución y "escasa", en la zona intermareal del Golfo interior.

Fauna malacológica acompañante: Ninguna.

Familia **PECTINIDAE** Rafinesque, 1815
Cyclopecten exquisitus Grau, 1959

Keen 1971, reporta esta especie desde baja California a Perú e Islas Galápagos en profundidades de 22 a 274 metros.

En el Golfo de Guayaquil exterior ha sido encontrada entre los 13 y 80 metros de profundidad (Cruz, 1983) mientras que en el presente estudio solo se la obtuvo en una sola estación al Nor-Oeste de la Isla Puná, pudiendo ser este lugar el límite de su distribución al interior del Golfo. Se la considera rara para el área.

Fauna malacológica acompañante: ***Mytella strigata, Sphenia fragilis, Cheila cepacea*** y ***Dendronotus cf. nanus.***

Leptopecten velero (Hertlein) 1935

Esta especie ha sido encontrada desde los 5 a 55 metros de profundidad desde baja California a Perú (Keen, 1971). Cruz (1977) la reporta para Esmeraldas; en cambio en el Golfo de Guayaquil se localizó en el Estero Salado inferior en una sola estación, en la boca del Estero Sabana Grande.

La muestra fue abundante, por lo que se considera como sitio ideal en el que realmente vive esta especie.

Fauna malacológica acompañante: ***Corbula amethystina*** y ***Sphenia fragilis.***

Familia **LIMIDAE** Rafinesque, 1815
Lima orbignyi Lamy, 1930

Este bivalvo es una de las especies más especializadas para "nadar", teniendo un amplio rango de distribución en el Pacífico Este, desde baja California hasta Chile, en profundidades de hasta 22 metros. (Keen, 1971).

En nuestro país ha sido recolectada en Manta y la Puntilla de Santa Elena (Olsson 1961).

Ahora se la obtuvo en el Estero Salado inferior del Golfo de Guayaquil en una sola estación, al Sur de la Isla Palo Santo, en la boca del Estero Sabana Grande.

Fauna malacológica acompañante: ***Cardita radiata, Corbula amethystina, Sphenia fragilis, Calliostoma mcleani, Crucibulum spinosum, Erato panamensis*** y ***Nassarius collarius.***

Familia **CARDITIDAE** Fleming, 1820
Cardita radiata Sowerby, 1833

Se encuentra desde baja California a Ecuador hasta los 24 metros de profundidad, prefiriendo un sedimento limoso (Keen, 1971).

En el Ecuador se la obtuvo en Salango (Olsson, 1961). El autor ha encontrado esta especie en la zona intermareal de la Puntilla de Santa Elena y en este trabajo se la obtuvo en el Estero Salado inferior del Golfo de Guayaquil al Sur-Oeste de la Isla de los Quiñonez y en la boca de Sabana Grande. Se la considera rara para la zona.

Fauna malacológica acompañante: ***Corbula amethystina, Lima orbignyi, Sphenia fragilis, Calliostoma mcleani, Crucibulum spinosum, Erato panamensis*** y ***Nassarius collarius.***

Familia **VENERIDAE** Rafinesque, 1815
Pitar tortuosus (Broderip, 1835)

Según Keen (1971), esta especie se encuentra desde México a Panamá en sedimento limoso y/o arena.

En el Ecuador, Cruz (1982) la reporta rara para la plataforma continental de Manabí. En el Golfo de Guayaquil interior se obtuvo un ejemplar en una sola estación en el Canal Cascajal al Nor-Oeste de la Isla Puná. Se la considera también rara para este lugar.

Fauna malacológica acompañante: Ninguna.

Familia **TELLINIDAE** Blainville, 1814
Tellina rubescens Hanley, 1844

Keen, (1971) menciona un rango de distribución desde México a Perú, en la zona intermareal hasta una profundidad de 10 metros.

En el Ecuador ha sido reportada para Cojimíes (Olsson, 1961) y en este trabajo se la ha recolectado en el Estero Salado inferior, al Nor-Oeste de la Isla Puná, y al Sur de las Islas de la Seca y Quiñonez.

Fauna malacológica acompañante: Ninguna.

Macoma elytrum Keen, 1958

Esta especie ha sido obtenida hasta 110 metros de profundidad (Keen, 1971), pero es más común encontrarla en los arrastres que realizan los barcos camaroneros a lo largo de la costa panameña (Olsson, 1961).

En esta contribución se encontró un solo organismo al Sur de la Isla Mondragón, donde existe un aporte directo del Río Guayas a esta estación. Se considera el primer registro de esta especie para la zona.

Fauna malacológica acompañante: Ninguna.

Familia **DONACIDAE** Fleming, 1828

Donax gracilis Hanley, 1845

Es común encontrar a *Donax gracilis* en la zona intermareal y a profundidades de 24 metros (Keen, 1971). Posee una distribución desde el Golfo de California al Norte del Perú (Olsson, 1961).

En el Ecuador ha sido encontrada al Norte del país, en la plataforma de la Prov. de Esmeraldas (Cruz, 1977) en la Prov. de Manabí (Cruz, 1982) y en la Puntilla de Santa Elena (Olsson, op. cit.).

En este trabajo se la recolectó en una sola estación en el Canal del Morro, en un tipo de sedimento arenoso, por lo que es "rara" encontrarla en el resto del área donde predomina el sedimento limo-arenoso.

Fauna malacológica acompañante: *Donax obesulus*.

Donax (Chion) obesulus Reeve, 1854

Olsson (1961), en su descripción original, la reporta para el Norte del Perú, sin dar detalles del tipo de sedimento y profundidad a que fue encontrada.

Coan (1983), en su discusión sobre las Donacides del Pacífico, considera que esta especie habita en Canoa, Prov. de Manabí y se distribuye hasta Antofagasta en Chile, prefiriendo un sedimento arenoso en las playas preferentemente.

En el Canal del Morro, se la ha encontrado en una sola estación, en un tipo de sedimento arenoso y a 5 metros de profundidad aproximadamente. No se la encontró en los Esteros del Golfo de Guayaquil interior.

Fauna malacológica acompañante: *Donax gracilis*.

Familia **SEMELIDAE** Stoliczka, 1870

Cumingia adamsi Olsson, 1961

Esta especie está reportada en la Prov. panameña solo desde Panamá a Ecuador (Keen, 1971).

En nuestro país solo ha sido encontrada en Jaramijó en un sedimento limoso (Olsson, 1961).

En este trabajo se la recolectó en una sola estación al Nor-Oeste de la Isla Puná, siendo este su primer reporte para el Golfo de Guayaquil. Se la considera rara para el área.

Fauna malacológica acompañante: *Cumingia lamellosa*.

Cumingia lamellosa Sowerby, 1833

Ha sido encontrada en la zona intermareal hasta los 24 metros desde baja California a Perú, usualmente se la encuentra en arena, entre esponjas o metidas en las ranuras de orificios de las rocas (Keen, 1971). Este habitat permite que muchas veces su forma pueda distorsionarse y confundir al investigador.

Según Olsson (1961) habita esta especie en la Puntilla de Santa Elena. En el Golfo de Guayaquil se la colectó al Nor-Oeste de la Isla Puná en una sola estación. Se la considera rara para la zona.

Fauna malacológica acompañante: *Cumingia adamsi*.

Familia **MYIDAE** Lamarck, 1809

Sphenia fragilis (H & A. Adams, 1854)

Se encuentra distribuida desde baja California al Norte del Perú, prefiriendo vivir en cavidades de rocas o conchas que han dejado otros organismos produciéndose modificación en su forma al adaptarse al lugar donde va a desarrollarse. Si la cavidad es grande y no se distorsiona su concha, adquiere la forma de una pera (Keen, 1971).

En el Ecuador, Olsson (1961) la reporta para Esmeraldas. En esta contribución se la encontró en el Estero Salado inferior al Nor-Oeste de la Isla Puná y en la boca de Sabana Grande. Se la considera frecuente para este lugar.

Fauna malacológica acompañante: *C. radiata, C. amethystina, L. orbignyi, C. mcleani, C. spinosum, E. panamensis, N. collarius, L. velero, C. exquisitus, M. strigata, Ch. cepacea* y *Dendronotus cf. nanus*.

Familia **CORBULIDAE** Lamarck, 1818

Corbula (C.) **amethystina** Olsson, 1961

Olsson (1961), en su descripción original la reporta para Panamá y Ecuador, mencionando para nuestro país los sitios de Puerto Callao y Santa Elena.

Cruz (1983), menciona haberla encontrado en el Golfo de Guayaquil exterior en tres estaciones. En este trabajo del Golfo interior, se presentó esta especie en cinco estaciones, siendo la segunda especie más frecuente del área, prefiriendo la zona entre las Islas "Quiñonez" y de "La Seca", así como la boca de Sabana Grande, en profundidades menores a 10 metros.

Fauna malacológica acompañante: *C. radiata, L. orbignyi, S. fragilis, L. velero, C. biradiata, M. strigata, C. mcleari, C. spinosum, E. panamensis* y *N. collarius*.

Corbula (J.) **biradiata** Sowerby, 1833

Se distribuye desde México a Guayaquil, Ecuador (Keen, 1971).

De los estudios realizados en la plataforma continental del Ecuador, Cruz (1982), reporta esta especie para la Prov. de Manabí. No se la menciona para el Golfo de Guayaquil exterior (Cruz, 1983). Pero en este estudio se la encontró en una sola estación en el Estero Salado "medio", al Oeste de la Isla "Quiñonez". Se la considera rara para los Esteros del Golfo interior.

Fauna malacológica acompañante: *C. radiata, C. amethystina, M. strigata,* y *Natica chemnitzii*.

Corbula (Serracorbula) tumaca Olsson, 1961

Olsson (1961), le da un rango desde Panamá a Perú, mencionando el sitio de Limones para el Ecuador.

De los estudios realizados en la plataforma de las provincias de Esmeraldas, Manabí, Guayas y El Oro no hay reportes anteriores para esta especie.

En este trabajo se la encontró en una sola estación en el "Estero Salado". A la entrada del Estero "Bajen", constituyendo este el primer reporte para el Golfo de Guayaquil interior. Se la considera rara para el área.

Fauna malacológica acompañante: Ninguna.

CONCLUSIONES

- De las 19 especies identificadas, las más frecuente y abundante fue *Mytella strigata*. La mayor diversidad se localizó al Oeste de las Islas Quiñonez y en la boca de Sabana Grande.
- La familia más representantiva con tres especies fue CORBULIDAE siendo *C. amethystina* la que tuvo mayor frecuencia y se restringió al Estero Salado inferior.
- La familia DONACIDAE se presentó solo en el Canal del Morro, donde predominó un sedimento de arena y arena - limosa.
- *Macoma elytrum* prefirió un ambiente con influencia directa del Río Guayas en la estación 53 sin fauna acompañante.
- Se considera como primer reporte para el área estudiada a *Cumingia adamsi*.
- El Canal Cascajal presentó una fauna malacológica pobre sin abundancia, ni diversidad de especies.
- En el Estero Salado se encontró una predominancia de *Mytella strigata* al Norte y *Sphenia fragilis* al Sur, mientras que *Corbula amethystina* y *Tellina rubesceus* se localizaron al centro y Sur del Estero Salado.

AGRADECIMIENTO

El autor desea dejar constancia de su agradecimiento a los Directivos del INOCAR por su valioso apoyo en el desarrollo de este trabajo.

Mi gratitud a la OEA por su colaboración a través del proyecto Multinacional de Ciencias del Mar. Deseo extender mi reconocimiento a mis compañeros Biológos, por sus críticas y sugerencias; así como al Señor Víctor Mesías O., y a la Srta. Luz María Iperty por el tipeado a máquina.

BIBLIOGRAFIA

Bonilla D., 1967.— Estudio de la familia MYTILIDAE en aguas ecuatorianas. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad de Guayaquil, pp: 1 - 50.

Coan E.V., 1973.— The northwest American SEMELIDAE. Veliger. Vol. 15. No. 4, pp: 314 - 329.

———— 1973.— The northwest American PSAMMOBIIDAE. Veliger. Vol. 16, No. 1, pp: 40 - 57.

———— 1973.— The northwest American DONACIDAE. Veliger. Vol. 16, No. 2, pp: 130 - 139.

Cruz M., 1977.— Bivalvos de la plataforma continental de la Región Norte de Ecuador. Publ. INOCAR. CM. BIO. 15. Vol. 1, No. 1. pp: 55, lám. 5, fig. 56.

Cruz M. y M. Luzuriaga de Cruz, 1977.— Estudio y distribución de la familia CRASSATELLIDAE en la plataforma continental de Manabí. Trabajo presentado en el IV Simposio Latín. Oceanogr. Biol. Guayaquil - Ecuador.

Cruz M., M. de González, E. Gualancañay y F. Villamar, 1980.— Lista de la Fauna Sublitoral Bentónica del Estero Salado inferior, Ecuador. Acta Oceanogr. Pacif. INOCAR - Ecuador. Vol. 1(1), pp: 82 - 96.

Cruz R., 1974.— Morphodynamics and sedimentation of the Río Guayas delta, Ecuador P.H.D. Dissertation. Lousiana state University. pp: 1 - 103.

Emerson W.K. and E. Puffer, 1957.— Recent mollusks of the 1940 "E. W. Scripps" cruise to the Gulf of California Amer. Mus. Novitates. No. 1825, pp: 1 - 57, fig. 1.

Garcia Cubas Jr. A., 1963.— Sistemática y Distribución de los micromoluscos recientes de la laguna de Términos Campeche. México Univ. Nac. Auton. México. Inst. Geol. Bol. No. 67, pt. 4, pág. 55, fig. 24, lám. 4.

Grau G., 1959.— *Pectinidae* of the Eastern Pacific. Univ. S. Calif. Publ. Allan. Hanc. Pacif. Exped. Vol. 23, pp: 308, lám. 8, pls. 57.

Gualancañay E., y M. Cruz., 1983.— Relación ecológica de *Crassinella varians* (Bivalvo) y *Cibicides bertheloti f. boueana* (Foraminíferos) en el Golfo de Guayaquil. Acta Oceanogr. Pacif. INOCAR-Ecuador. Vol. 2, No. 1, pp: 161 - 168.

Hertlein L., and Strong, 1955a.— Marine mollusks collected during the "ASKOY" expedition to Panama. Colombia and Ecuador in 1941. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist. Vol. 107, art. 2, pp: 159 - 318. pls. 1 - 3.

———— 1956b.— Marine mollusks collected at the Galapagos Island during the voyage of the velero III, 1931 - 1932. Essay in the natural sciences in honor of Cap. Allan Hancock. Univ. Southern. Calif. pp: 111 - 145, pl. 1.

Hoffstetter T., 1952.— Moluscos subfósiles de los estanques de sal de Salinas (Pen. de Santa Elena, Ecuador) Comparación con la fauna actual del Ecuador. Bol. Inst. Cien. Nat. Ecuador. Vol. 1, No. 1, pp: 5 - 79, 19 text, figs.

Jiménez R., y F. Pesantes, 1978.— Fitoplancton, producción primaria y pigmentos en aguas costeras ecuatorianas. Publ. Inst. Ocean. de la Armada. Vol. 2(1), pp: 30.

Keen A.M., 1963.— Marine molluscan genera of Western North America: An illustrated key. Stanf. Univ. Press. 126, pp. 882 unnumbered figs.

_____ 1966.— West. American Mollusks types in the British Museum (Natural History) II species described by R.B. Hinds.Veliger. Vol. 8. No. 4, pp: 265 - 275.

_____ 1966.— West American Mollusks types of the British Museum (Natural History), III Aleide D' Orbigny"s South American Collection. Veliger, Bol. 9. No.1, pp: 1 - 7.

_____ 1971.— Sea shells of Tropical west America. Stanf. Univ. Calif. 2da.edit. pp: 1064.

Mora S.E. y Reinoso, 1981.— Investigaciones preliminares sobre el estado actual de las poblaciones de ostiones en 3 zonas del estuario interior del Golfo de Guayaquil. Rev. Cienc. Mar. y Limn. Vol. 1, No. 1, pp: 49 - 59.

Olsson A., 1961.— Mollusks of the tropical Eastern Pacific. Particularly from the southern half of the Panamic - Pacific. Faunnal Province (Panama to Perú). Panamic - Pacific. Pelecypoda Paleont. Res. Inst. Ithaca, pp: 574, pls. 86.

Olsson A., 1964.— Neogene mollusks from north Western Ecuador. Paleont. Res. Inst. Ithaca, pp: 256. pls. 38.

Pires I., 1983.— Oil, shrimp, mangroves: An evaluation of contingency planning for the Gulf of Guayaquil, Ecuador. Wood Hole Ocean. Inst. pp: 1 - 105.

Rost H., 1955.— A report on the family ARCIDAE. Allan, Hanc. Pacif. Exped. Vol. 20, No. 2, pp: 177 - 249, pls. 11 - 16, text, figs. 79 - 95.

Strong A.M., and L.G. Hertlein, 1939.— Marine mollusks from Panama collected by the Allan Hancock Expedition to Galapagos Islands 1931 - 32. Allan Hanc. Found. Publ. Univ. South. Calif. Vol. 2, No. 12, pp: 177 - 245, pls. 18 - 23.

Valverde, 1983.— Manglares del Golfo de Guayaquil. Informe a Conacyt. Fac. CC.NN. de la Univ. de Guayaquil.

Vokes H., 1980.— Genera of the Bivalvia: A systematic and bibliographic catalogue (Revised and Updated). Paleont. Res. Inst. Ithaca, N.Y., USA., pp: 1 - 162.

Wellington G., 1975.— Ambientes marinos costeros de Galápagos. Trad. J. Black inf. al Dpto. de parques Nac. u. vida silv. Quito, pp: 209 - 222.

Yonge C.M., 1949.— On the structure and adaptation of the *Tellinacea*, deposit - feeding Eulamellibranchia. Phil. Trans. B. No. 609. Vol. 234, pp: 29 - 76.

_____ 1953b.— Form and habit. in *Pinna carne* Gmelin Phil. Trans. B. No. 648. Bol. 237, pp: 335-374.

_____ 1967.— Form, habit and evolution in the CHAMIDAE (Bivalvia) with reference to conditions in the rudists (Huppuritacea) Phil. Trans. B. No. 775. Vol. 252, pp: 49 - 105.

ESTACIONES / ESPECIES	ESTERO SALADO INFERIOR													ESTERO SALADO SUPERIOR							CANAL Cascajal			Frecuencia de Presencia
	2	4	5	6	7	8	9	10	14	17	18	19	20	21	23	26	27	28	29	32	34	43	45	53	
Arcopsis solida									●																1/24
Cardita radiata			●								●														2/24
Corbula amethistina	●	●	●	●							●														5/24
Corbula biradiata											●														1/24
Corbula tumaca														●											1/24
Crassostrea columbiensis															●										1/24
Cumingia adansi																						●			1/24
Cuminga lamellosa																						●			1/24
Cyclopecten exquisitus						●																			1/24
Donax gracilis								●																	1/24
Donax obesulus								●																	1/24
Leptopecten velero				●																					1/24
Lima orbigny			●																						1/24
Macoma elytrum																								●	1/24
Mytella guyanensis																						●			1/24
Mytella strigata						●					●					●	●	●	●	●	●	●			9/24
Pitar tortuosus																							●		1/24
Sphenia fragilis			●	●		●																			3/24
Tellina rubescens							●			●			●												3/24
NUMERO DE ESPECIES	1	1	4	3	0	3	1	3	1	1	4	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

TABLA 1.— Presencia de los bivalvos vivos en las distintas estaciones del Golfo de Guayaquil interior.

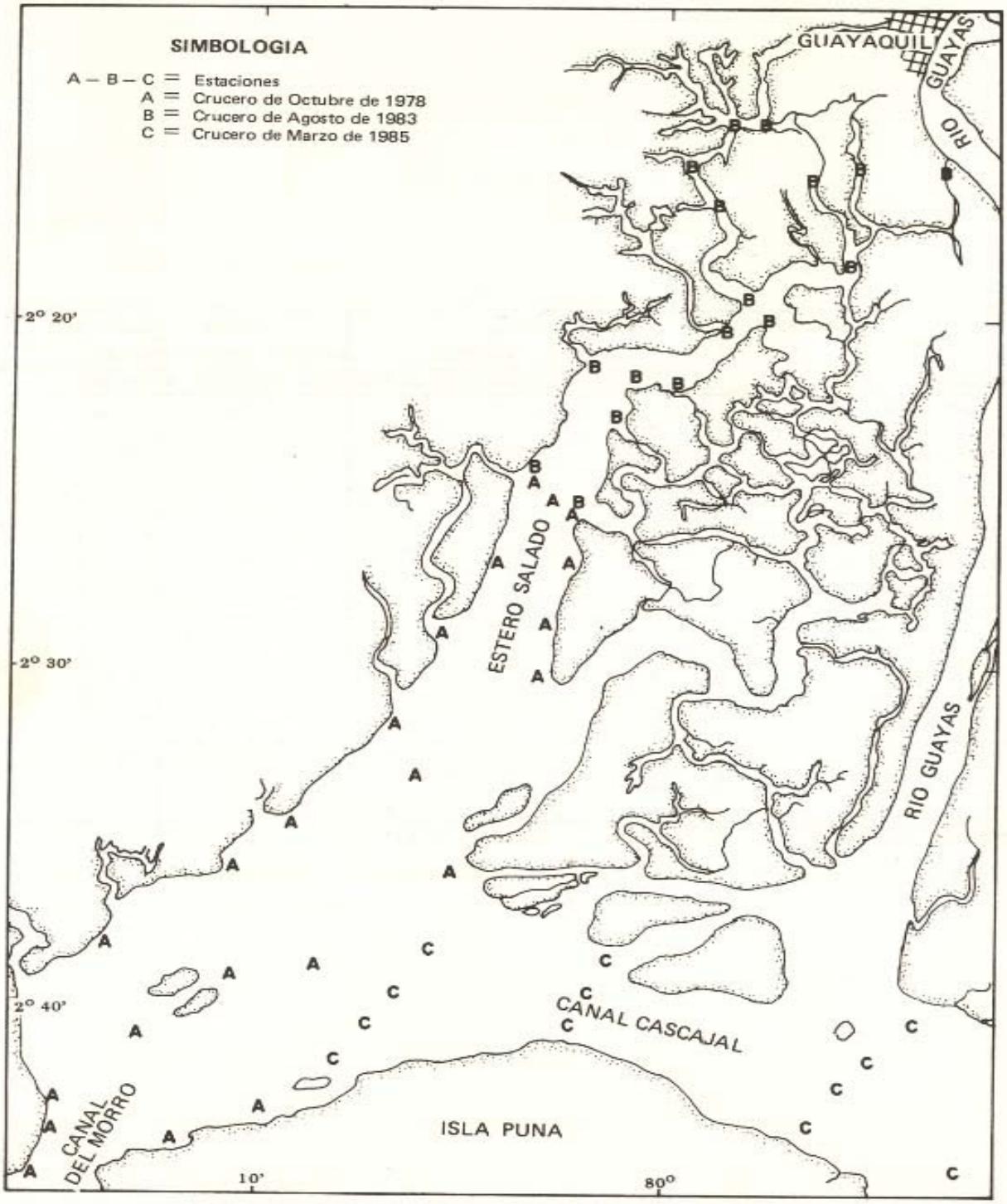


Fig. 1: ABC.– Posición de las estaciones.

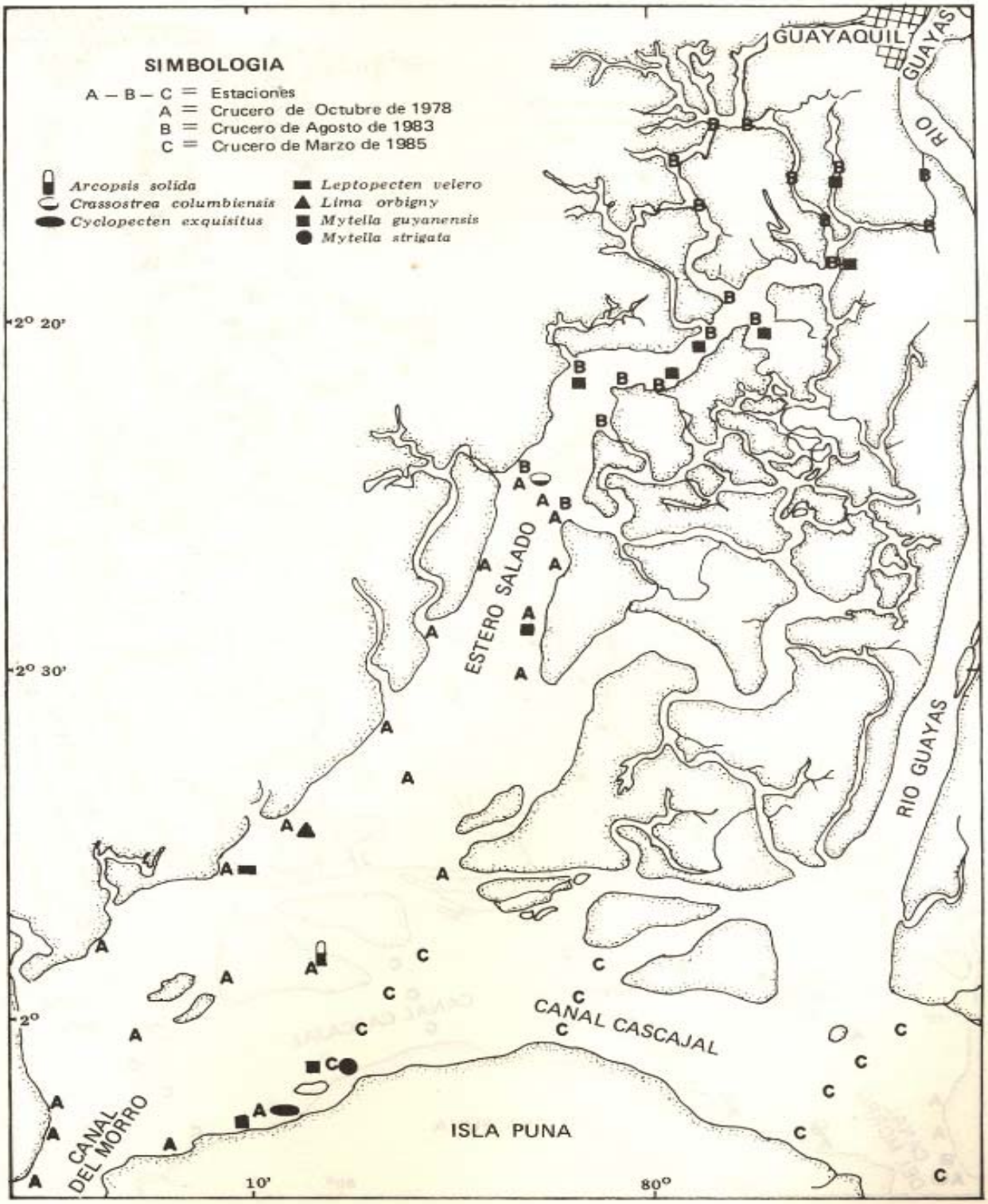


Fig. 2.– Distribución areal de las especies vivas de moluscos bivalvos de la subclase Paleotaxodonta, en los Esteros de El Salado y Cascajal del Golfo de Guayaquil.

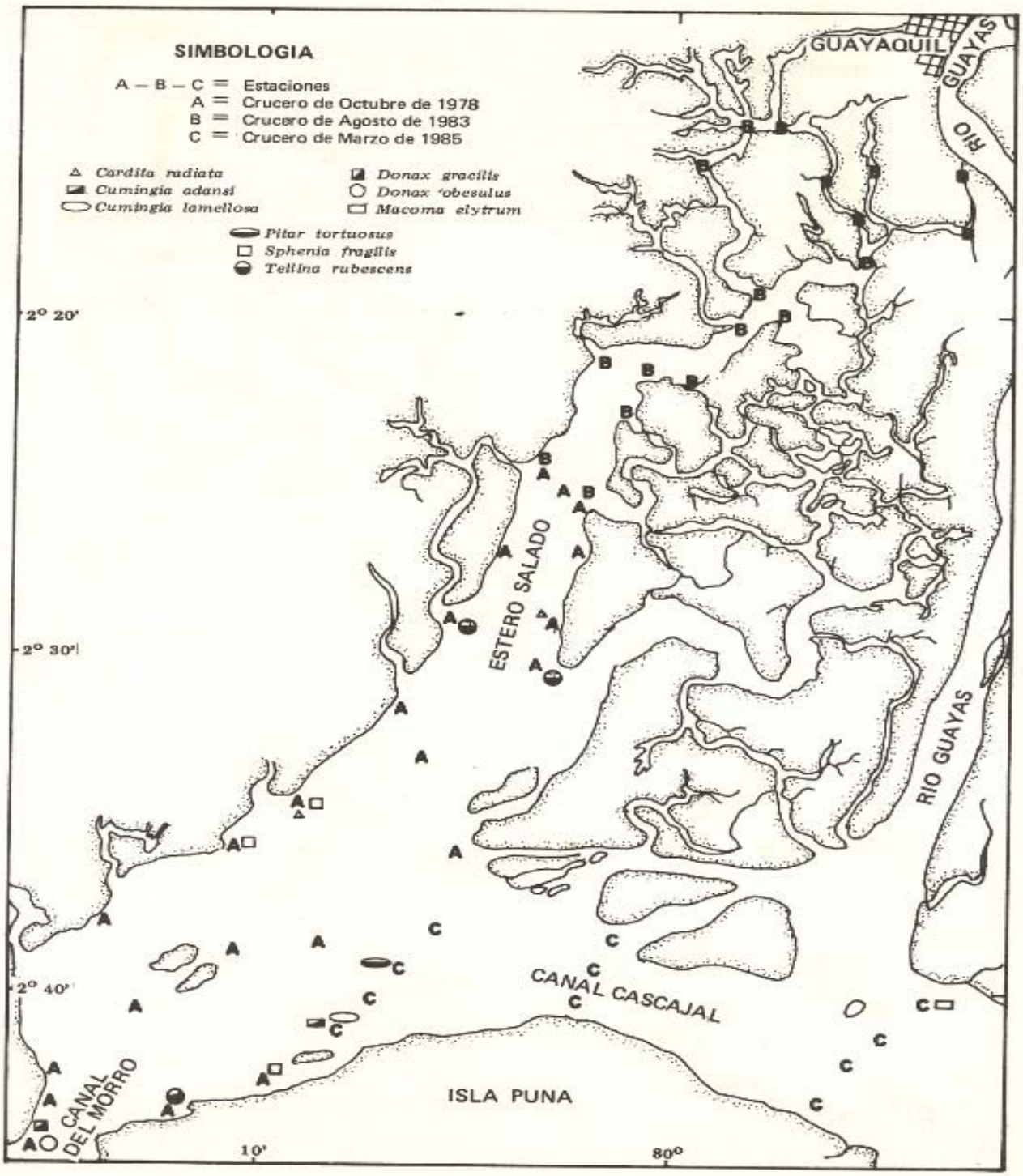


Fig. 3.— Distribución areal de las especies vivas de moluscos bivalvos del orden Heterodonta, en los Esteros de El Salado y Cascajal del Golfo de Guayaquil.

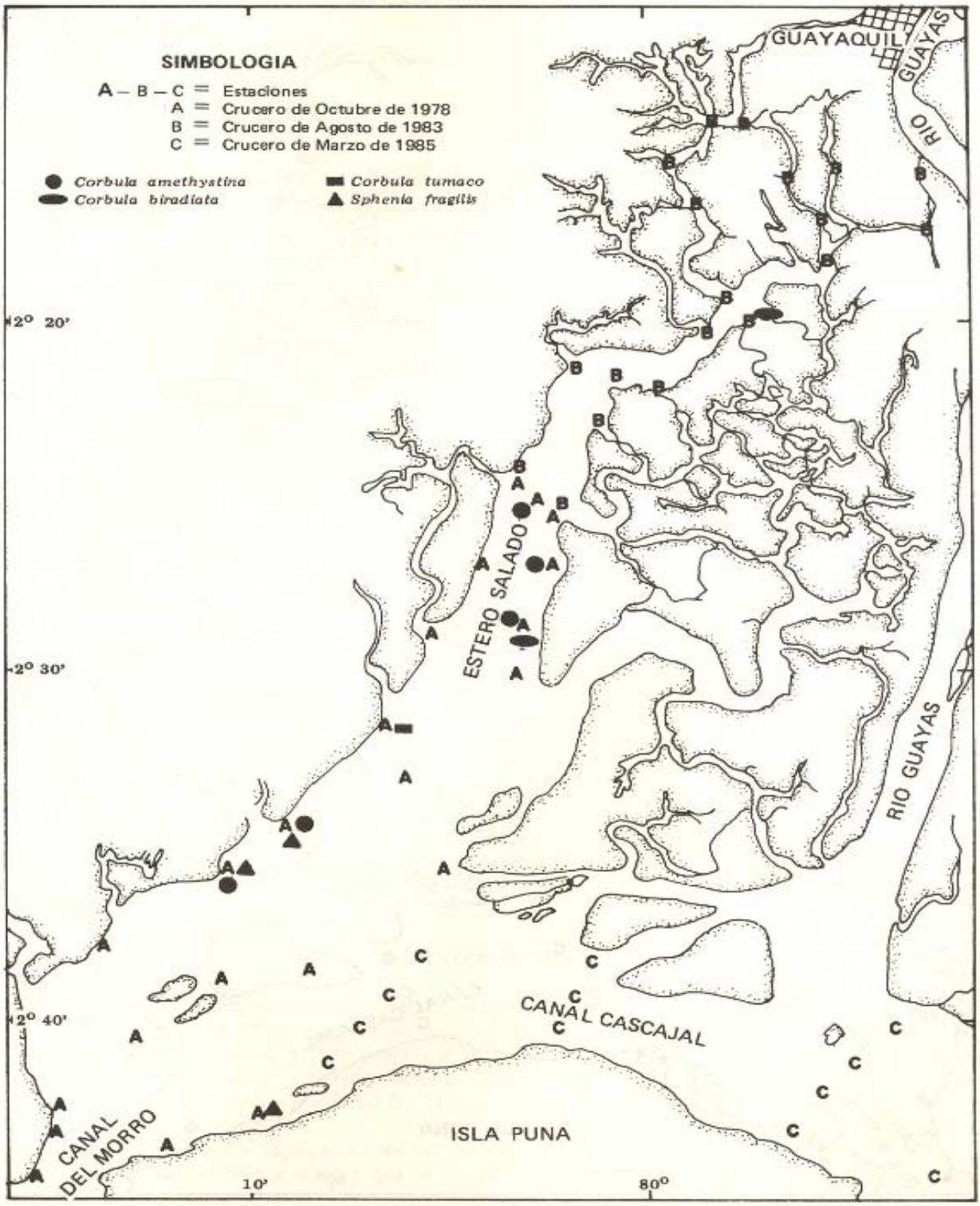


Fig. 4.— Distribución areal de las especies vivas de moluscos bivalvos del orden Myoida en los Esteros de El Salado y Cascajal del Golfo de Guayaquil.

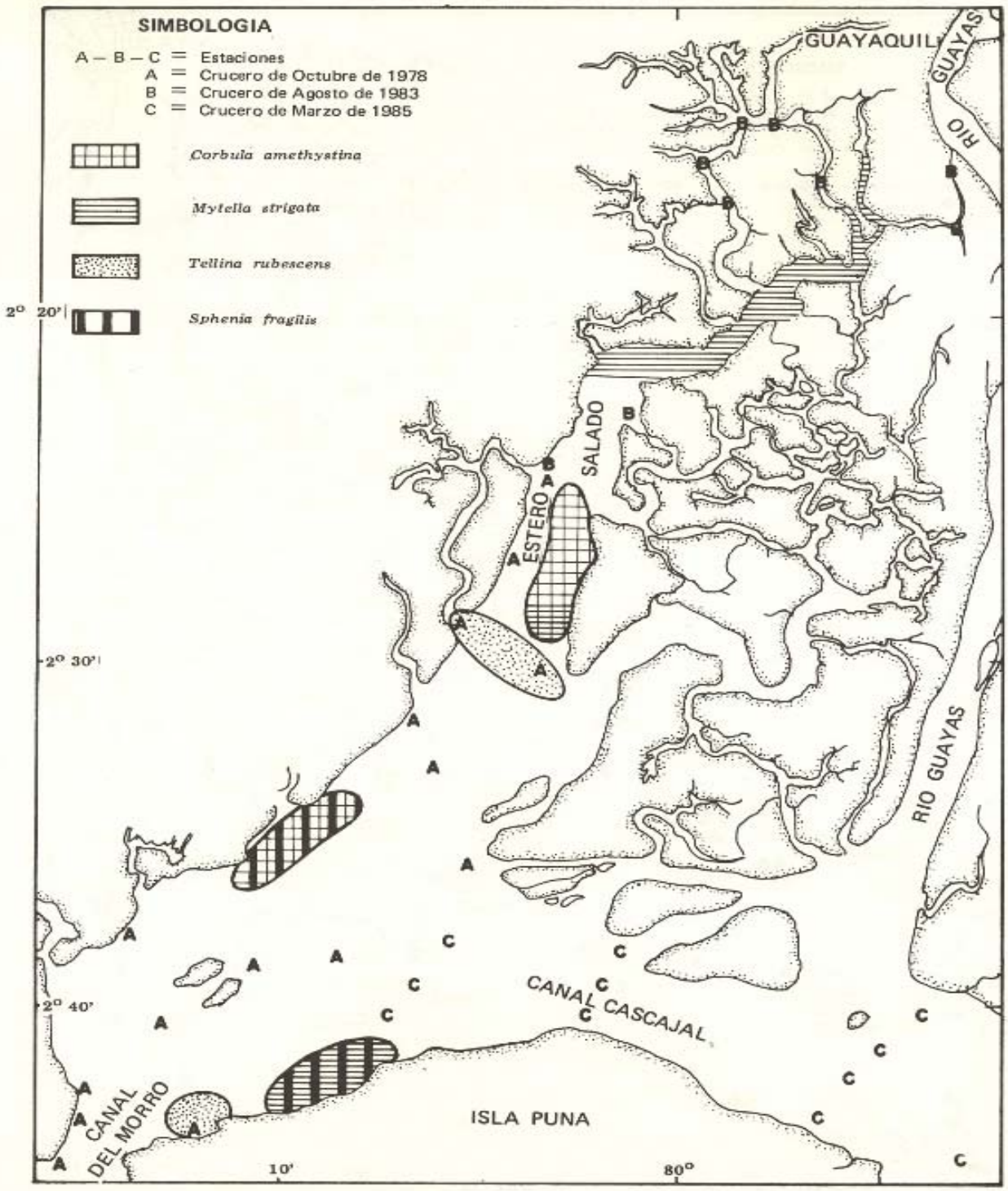


Fig. 5.— Distribución de los bivalvos vivos que tuvieron la mayor frecuencia en el Golfo de Guayaquil interior.

"FORAMINIFEROS DEL RIFT DE GALAPAGOS"

Por:

ELENA GUALANCAÑAY (1)

RESUMEN

Para este trabajo se analizaron un total de 17 muestras de sedimento para el estudio de los foraminíferos, se identificaron 10 especies de foraminíferos planctónicos y 8 especies de f. bentónicos.

Las muestras fueron colectadas durante la expedición científica "GEOMETEP III", simultáneamente por el R/V "SONNE", de la República Federal Alemana y por el BAE "ORION", del Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador, entre el 19 de Enero y el 16 de Febrero de 1983, en el Rift de Galápagos, para un estudio de prospección en el área del 85/ 86°W, para iniciar un reconocimiento en la transecta de los 85° 30'W.

ABSTRACT

For this paper, a total of 17 sediment samples were analized to study the foraminifera, 10 species of planktonic and 8 species of benthic foraminifera were identified.

The samples were collected during the "GEOMETEP III" expedition carried out simultaneously by the German Research Ship "SONNE" and the Research Ship "ORION" of the Oceanographic Institute of the Ecuadorian Navy on 19 January and 16 February, 1983, in the Galapagos Rift, for a prospecting study of the 85/ 86°W, area and reconnaissance transect starting at 85° 30'W.

UBICACION DE LAS MUESTRAS

El área de estudio corresponde a la Zona del Rift de Galápagos (Fig. 1a), comprendida entre las coordenadas 95° 03' y 95° 33'W (De Steiguer – Deep) y entre 85/ 86°W (Fractura del Inca), entre las profundidades de 2650 y 3280 metros (Tabla I). Se utilizó como extractor una draga tipo Van Veen de 5 libras de capacidad.

RESULTADOS Y DISCUSION

En general las muestras estudiadas están constituidas por "Barro de Globigerina", (Tabla II), es decir un alto porcentaje de CO_3 Ca de origen orgánico asociados a un mínimo de sedimento limoso, coincidiendo con Lange & Fornari, (1984), quienes indican que los sedimentos de esta área están representados por "Cieno de Foraminíferos" y cocolitofóridos alcanzando las concentraciones de CO_3 Ca de origen biogénico entre 70 y 81o/o, con un promedio del 74 o/o, (Tabla I).

Llama la atención los caparazones de los foraminíferos en las muestras No. 63D, 25D y 78G1, localizadas entre los 94/ 95°W los mismos que se hallan casi totalmente piritizados (Tabla II); sería recomen-

(1) Instituto Oceanográfico de la Armada. Div. Biología Marina. P.O. Box. 5940. Guayaquil - Ecuador.

dable estudiar la topografía del fondo oceánico para tener una idea clara de lo que estaría ocurriendo desde el punto de vista geológico, ya que según (Lange & Fornari, (1984), durante la expedición "Geometep I/II" en el área comprendida entre 85° 49'W – 85° 54'W hubo una ocurrencia de Sulfuro compuesto mayormente de pirita y marcasita localizada en la estructura "duck head" (85° 52'W).

Entre las especies de foraminíferos planctónicos sedimentados (Tabla II), se hallaron:

Globorotalia menardii (d' Orbigny)
Globorotalia tumida (Brady)
Globoquadrina dutertrei (d' Orbigny)
Globigerinoides ruber (d' Orbigny)
Globigerinoides sacculifer (Brady)
Globigerinella adamsi (Branner & Blow)
Globigerinella aequilateralis (Brady)
Orbulina universa (d' Orbigny)
Pulleniatina obliquiloculata (Parker & Jones)
Sphaeroidinella dehicens (Parker & Jones)

Las especies de foraminíferos bentónicos (Tabla II), fueron:

Bulimina exilis Brady
Cassidulina subglobosa Brady
Cibicides depressus (d' Orbigny)
Globobulimina ovula (d' Orbigny)
Gyroidina soldanii (d' Orbigny)
Laticarinina pauperata (Parker & Jones)
Oridorsalis umbonatus (Reuss)
Uvigerina auberiana d' Orbigny

Las especies encontradas en el área de estudio, de acuerdo a la frecuencia relativa corresponden a las planctónicas (Tabla II). Siendo los sedimentos una mezcla de especies planctónicas reunidas después de muertas de las cuales unas constituyeron una biocenosis y de especies bentónicas vivas y no vivas al momento de la captura, se tendrá como resultante que, unas guardan y otras no guardan ninguna relación entre sí, de aquí la importancia de este estudio desde el punto de vista biológico que está basado en la regla general para las investigaciones sobre foraminíferos planctónicos sedimentados, en que no se conocen que especies planctónicas habitan en toda la columna de agua y el área suprayacente a la superficie del sedimento y que sostiene que las especies más abundantes en las aguas superficiales, también son las más abundantes en los sedimentos superficiales (De Miró, 1971).

Cabe indicar que en este estudio, no se han considerado las especies bentónicas para la discusión de los resultados, por haber sido rara su frecuencia relativa en toda el área investigada (Tabla II), razón valedera para no emitir conclusiones al respecto. Sin embargo se está cumpliendo la regla general para el habitat de los foraminíferos bentónicos que indica que, en áreas completamente oceánicas éstos son substituidos por los foraminíferos planctónicos (Boltovskoy, 1965).

Las especies planctónicas más abundantes de acuerdo a la frecuencia relativa, resultaron las siguientes:

Globorotalia menardii, Globorotalia tumida, Globigerinoides sacculifer, Globigerinella aequilateralis, y *Globoquadrina dutertrei* (Fig. 1.).

Globorotalia menardii (d' Orbigny)

Tabla II, Fig. 2

Esta especie planctónica es abundante en aguas cálidas tropicales y subtropicales, en los sedimentos del área investigada fue abundante entre 2600 y 3100 metros de profundidad; los caparazones encontrados presentaban buen estado de desarrollo y conservación, lo que hace pensar que posiblemente esta especie habite actualmente en las aguas superficiales de esta área y que al momento se esté formando una tanatocenosis en los sedimentos superficiales de la misma.

Boltovskoy (1966), la considera como excelente indicadora de aguas cálidas y dice que se la encuentra hasta en los últimos vestigios de la influencia de las aguas subtropicales en mezcla con las subantárticas aunque de tamaño pequeño y sumamente raros.

Globoquadrina dutertrei (d' Orbigny)

Tabla II, Fig. 3

Esta especie planctónica abunda en los sedimentos de toda el área de estudio entre los 2400 y 3300 metros de profundidad. No habiéndose realizado estudios previos de foraminíferos planctónicos vivos en esta área, es posible que la mencionada especie se halle distribuida abundantemente en las aguas superficiales de la misma.

Luzuriaga de Cruz (1980), realizó un estudio de foraminíferos planctónicos vivos en aguas ecuatorianas, abarcando la zona costera hasta los 86°W. La mencionada autora indica que encontró a *Globoquadrina dutertrei* y que se halla distribuida ampliamente en aguas ecuatorianas, durante las diferentes épocas del año principalmente en las aguas superficiales y representa el 49 o/o del total de las especies.

De Miró (1971), indica que esta especie cuando está viva en las aguas superficiales siempre se la ha encontrado en aguas oceánicas y estériles y, que es muy abundante en los sedimentos de las áreas oceánicas en el margen continental de Venezuela.

Además Bradshaw (1959), Parker (1960), Boltovskoy (1966) y Luzuriaga de Cruz (1980), interpretan a *Globoquadrina dutertrei* como especie indicadora de aguas cálidas y transición.

Las demás especies planctónicas como: *Globorotalia tumida* (Brady), *Globigerinoides ruber* (d' Orbigny), *Globigerinoides sacculifer* (Brady), *Globigerinella aequilateralis* (Brady) y *Pulleniatina obliquiloculata* (Parker & Jones), son indicadoras de aguas cálidas y subtropicales. Para el presente estudio las mencionadas especies no fueron consideradas para la discusión de los resultados debido al número reducido de ejemplares hallados en el área investigada (Tabla II).

AGRADECIMIENTO

Expreso mis agradecimientos a los Señores Directores y Jefe del Dpto. de Ciencias del Mar del INOCAR, por el valioso apoyo para la presente publicación. Igualmente a la Div. de Geología por aportar con el material de estudio y datos de textura de sedimentos. Al MSc. Fernando Arcos por la revisión del abstract y al Sr. Víctor Mesías por su colaboración en el arte final de los gráficos que ilustran la publicación. Finalmente a los científicos ecuatorianos y alemanes que participaron en la expedición "GEOMETEP III".

BIBLIOGRAFIA

Bé, A. W. H. 1967.– Families: GLOBIGERINIDAE and GLOBOROTALIDAE. Fiches d' Identification du Zooplancton. 108–110 pp. Conseil Permanent International pour L' exploration de la mer.

Boltovskoy, E. 1959.– Foraminifera as biological indicators in the study of ocean currents. Micropaleontology, Vol. 5, N.– 4, 473–481 pp.

Boltovskoy, E. 1966.– Zonación en las altitudes altas del Pacífico Sur según los foraminíferos planctónicos vivos. Rev. Hidro. Mus. Argentino Cienc. Nat. Tomo II, N.–1. Argentina.

Bradshaw, J. 1959.– Ecology of living planktonic foraminifera in the North and Ecuadorial Pacific Ocean. Contr. Cushman. Found. Foram Resh., vol. X, part. 2. California.

Cushman, J. A. & R. Todd. 1932.– The Foraminifera of the Tropical Pacific Collections of the "Albatross", 1899–1900. Smithsonian Institution United States National Museum. Bull. 161, Part. 4, 127 pp.

De Miro, M. 1971.– Los Foraminíferos planctónicos vivos y sedimentados del Margen Continental de Venezuela. Tesis Doctoral. Univ. de Barcelona (manuscrito) 322 pp. lám. I - V.

Lange, J. & D. Fomari. 1984.– Galápagos Rith Area Carnegie Ridge Peru Basin. Geometep 3, Documents concernig Cruise SO–26 of R/V "Sonne", (Informe), Hannover .

Luzuriaga de Cruz, M. 1980.– Sistemática y Ecología de los Foraminíferos planctónicos vivos en el mar ecuatoriano. Tesis Doctoral. Univ. de Guayaquil (manuscrito), 82 pp.

Marchig, V & H. Gundlach. 1982.– Iron–rich metalliferous sedimentes on the East Pacific Rise: Prototype of undifferentiated metalliferous sediments on divergent plate boundaries. Earth and Planetary Science Letters. Vol. 58, 361–382 pp. Amsterdam.

Parker, F. L. 1960.– Living Planktonic Foraminifera from the Equatorial and Southeast Pacific. Science Reports of the Tohoku University, Japan, 2nd Ser. (Geol.), vol., N.–4, 71–80 pp, 20 text–figs.

Parker, F. L. 1962.– Planktonic Foraminiferal species in Pacific sediments. Micropaleontology. Vol. 8, N.–2, 219–254 pp.

No. MUESTRA	BUQUE	LATITUD (N)	LONGITUD (W)	PROF. m.	TEXTURA	$CaCO_3$
1 G	BAE "Orión"	2° 36' 30"	95° 22' 54"	3075	Limosa	Zona de Oxidación
2 G	"	2° 37' 42"	95° 20' 23"	3280	Limosa	Zona de Transición
4 G	BAE "Orión" y "Sonne"	2° 35' 00"	95° 20' 56"	2650	Limo—Calcárea	74% Promedio Ca CO_3 Tomado de: Lange & Fornari (1984)
5 G	BAE "Orión"	2° 35' 51"	95° 13' 53"	2740	Limo—Calcárea	
9G	"	2° 42' 57'	95° 12' 18"	2755	Limosa	
11 G	"	2° 40' 48"	95° 06' 51"	2670	Limo—Calcárea	
63 D	R/V "Sonne"	2° 42'	95° 16' 21"	2939	Limo—Calcárea	
85 Ka	"	——	——	——	Limosa	
85 Kb	"	——	——	——	Limo—Calcárea	
25 D	"	——	——	——	Limosa	
78 G_1	"	2° 28' 24"	94° 08' 57"	2416	Limosa	
88 Ka	"	——	——	——	Limo—Calcárea	
88 Kb	"	——	——	——	Limo—Calcárea	
96 Ka	"	0° 41' 05"	85° 50' 40"	2706	Limosa	
96 Kb	"	——	——	——	Limosa	
101 K	"	8° 47' 90"	85° 49' 86"	2811	Limo—Calcárea	
105 GPTV	"	0° 44' 63"	85° 50' 23"	2594	Limo—Calcárea	

TABLA I.— Posición de las muestras estudiadas — Expedición Científica "Geometep III"./83.

ESPECIES \ ESTACIONES	▭ 63D	○ 85Ka	○ 85Kb	▭ 25 D	▭ 78G1	○ 88Ka	○ 88Kb	○ 96Ka	○ 96Kb	○ 101 K	○ 105GPTV	○ 1G	○ 2G	4G	5G	○ 9G	○ 11G
Globorotalia menardii	A	A	A	E	A	A	A	A	E	E	A	A	F	A	A	A	A
Globorotalia tumida	E	–	R	E	R	R	R	–	–	–	R	F	E	F	F	F	A
Globigerinella aequilateralis	–	R	–	R	–	R	–	R	R	–	–	E	E	R	R	E	A
Globigerinella adamsi	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	R	R	–	–	–	–
Globoquadrina dutertrei	A	A	A	E	A	A	E	A	A	A	A	A	A	A	A	A	–
Orbulina universa	R	R	R	–	–	R	E	E	–	R	R	E	E	R	–	F	–
Pulleniatina obliquiloculata	R	E	R	R	R	R	E	R	R	–	R	A	–	R	F	E	F
Globigerinoides ruber	R	E	R	–	E	R	E	R	–	–	R	–	F	F	R	A	A
Globigerinoides sacculifer	R	–	R	–	R	R	E	R	–	–	R	F	A	R	R	A	A
Sphaeroidinella dehiscens	R	–	–	–	–	R	–	–	–	R	–	E	E	–	E	R	E
Globobulimina ovula	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Cassidulina subglobosa	–	–	–	–	–	R	–	R	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Bulimina exilis	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	R	–	–	–	–	–
Cibicides depressus	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Laticarinina pauperata	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	R	–	–	–	–	–
Oridorsalis umbonatus	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	R
Gyroidina soldanii	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	R	–	–
Uvigerina auberiana	–	–	R	–	R	–	R	–	R	–	–	–	–	R	–	–	–

SIMBOLOGIA:

A = abundante, F= frecuente, E= escasa, R= rara ○= **Las muestras estan constituidas por barro de Globigerina.**

▭ = **Organismos piritizados.**

TABLA II.— Frecuencia relativa de las especies encontradas

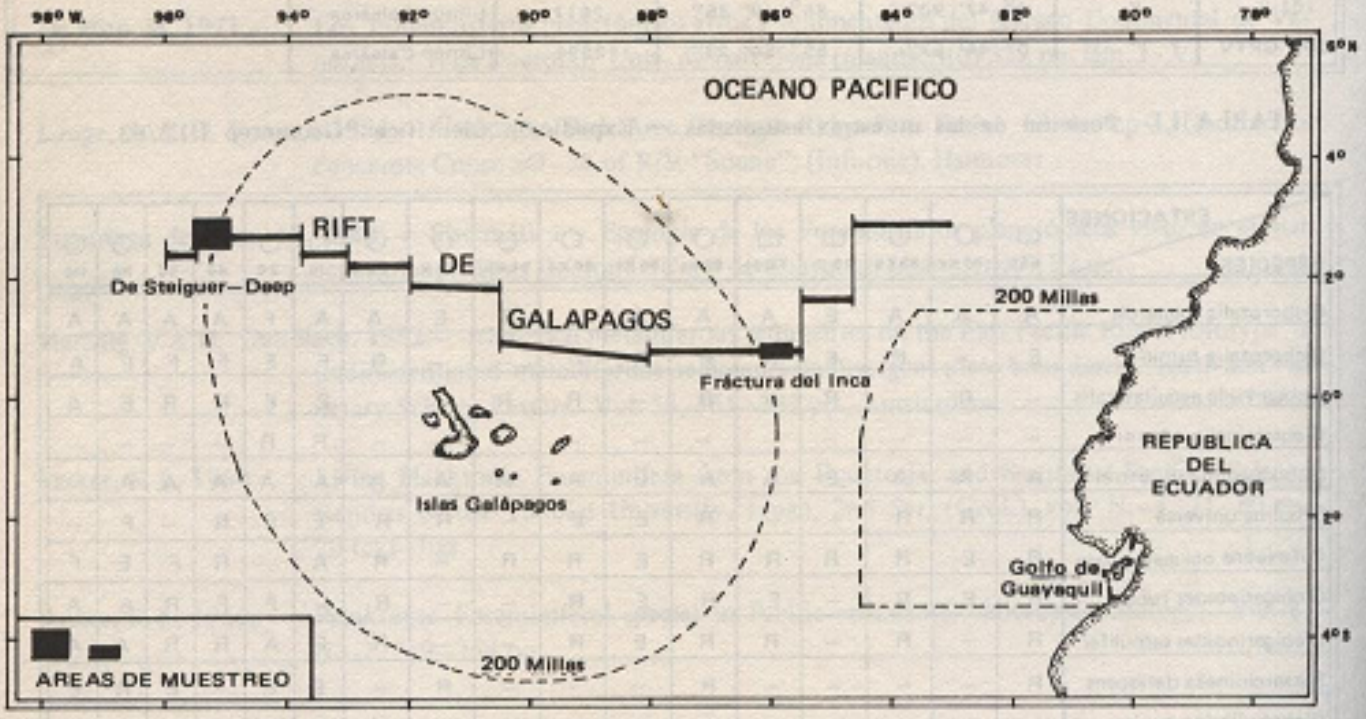


Fig. 1a.— Area de Muestreo - Expedición Científica "Geometep III", 19 Enero—16 de Febrero/83.

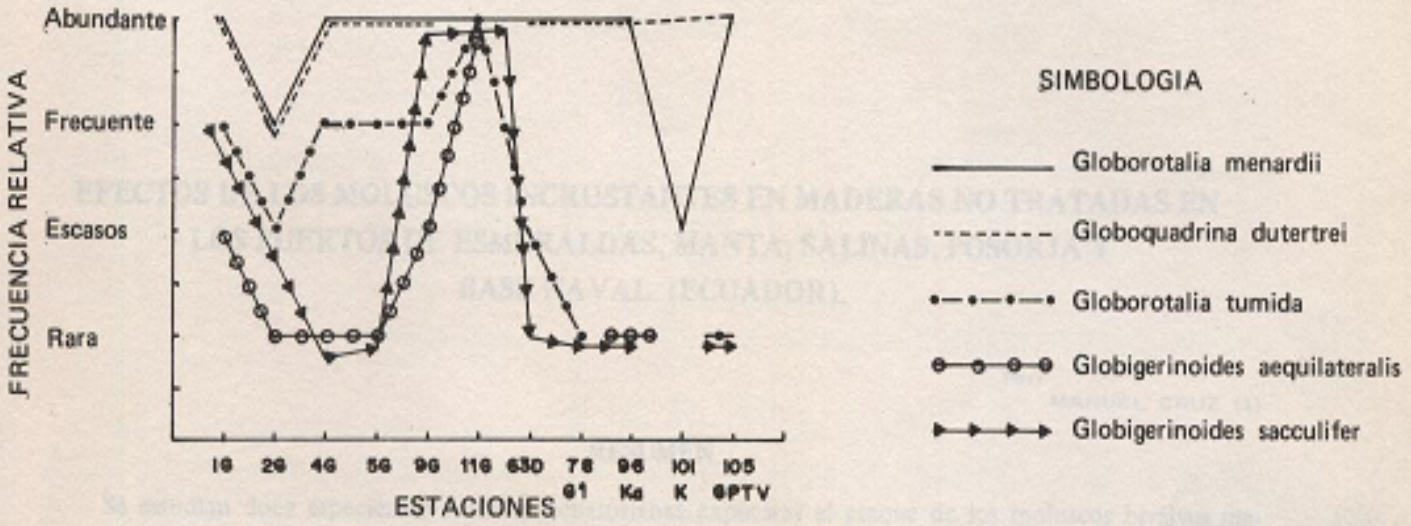


Fig. 1.– Distribución de las especies de f. planctónicos hallados en el área de estudio.

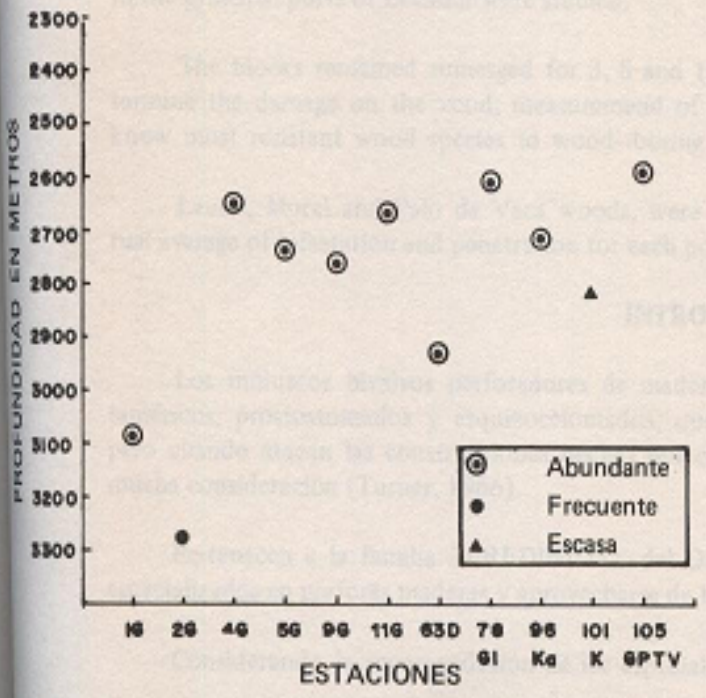


Fig. 2.– Distribución de *Globorotalia menardii*, de acuerdo a la profundidad.

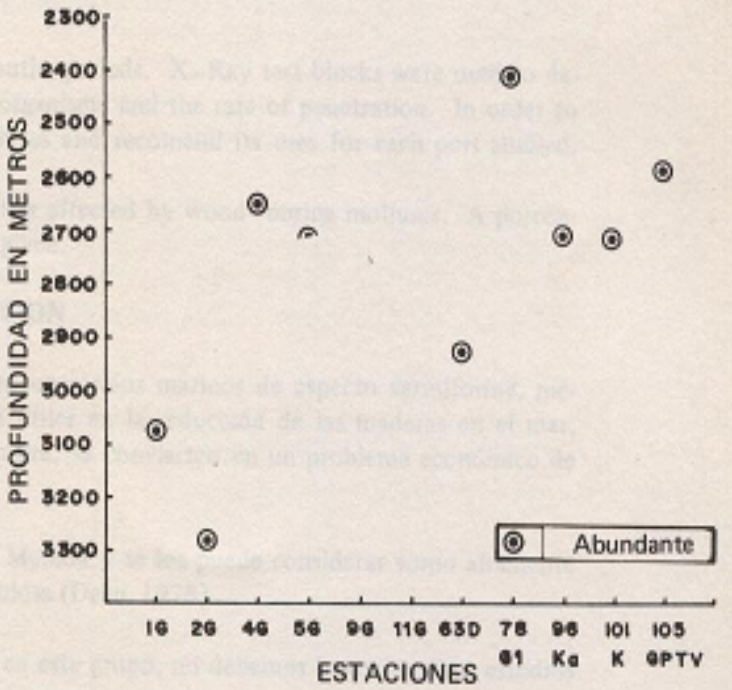


Fig. 3.– Distribución de *Globoquadrina dutertrei*, de acuerdo a la profundidad.

EFECTOS DE LOS MOLUSCOS INCRUSTANTES EN MADERAS NO TRATADAS EN LOS PUERTOS DE ESMERALDAS, MANTA, SALINAS, POSORJA Y BASE NAVAL. (ECUADOR).

Por:
MANUEL CRUZ (1)

RESUMEN

Se estudian doce especies de maderas ecuatorianas expuestas al ataque de los moluscos bivalvos marinos en los principales puertos de la costa ecuatoriana. Se muestran las radiografías tomadas a 3, 8 y 12 meses de los bloques de maderas (colectores) que estuvieron sumergidos. En base a las radiografías se contaron y se midieron los organismos para determinar el grado de penetración en los diferentes bloques de maderas y observar las que fueron menos atacadas o más resistentes para recomendar su uso en cada lugar estudiado de la costa ecuatoriana.

Considerando al Laurel, el Moral y el Palo de Vaca, como las maderas más resistentes, se da el promedio porcentual de infestación y penetración en cada puerto estudiado.

ABSTRACT

Twelve species of ecuadorian wood panals exposed to the attack of marine wood–boring molluscs in the principal ports of Ecuador were studied.

The blocks remained sumerged for 3, 8 and 12 months periods. X–Ray test blocks were used to determine the damage on the vood; measuremend of the organisms and the rate of penetration. In order to know most resistent wood species to wood–boring molluscs and recomend its uses for each port studied.

Laurel, Moral and Palo de Vaca woods, were the less affected by wood–boring molluscs. A porcentual average of infestation and penetration for each port is given.

INTRODUCCION

Los moluscos bivalvos perforadores de madera son organismos marinos de aspecto vermiforme, metaméricos, prostostomados y esquizocelomados, que son útiles en la reducción de las maderas en el mar, pero cuando atacan las construcciones hechas por el hombre, se convierten en un problema económico de mucha consideración (Turner, 1966).

Pertenecen a la familia TEREDINIDAE del Orden Myoida y se los puede considerar como altamente especializados en perforar maderas y aprovecharse de la celulosa (Dean, 1978).

Considerando la recomendación de los especialistas en este grupo, no debemos basar nuestros estudios

(1) Instituto Oceanográfico de la Armada. Div. Biología Marina. P.O. Box. 5940. Guayaquil - Ecuador.

en los trozos de maderas infestados, que encontramos en la playa, o en otro lugar, desconociendo su origen y pudiendo haber sido arrastrados por corrientes marinas, de marea, el viento, etc. Acogiendo esta sugerencia, se colocaron colectores para estos organismos, utilizando doce bloques o trozos de maderas diferentes e iniciar este tipo de investigación, en toda nuestra costa ecuatoriana (Fig. 1).

El propósito de esta primera contribución al conocimiento de los moluscos perforadores de madera en el Pacífico Este Ecuatoriano, es conocer el tipo de madera más resistente y la más atacada por estos organismos, además, medirlos para evaluar el daño ocasionado en un tiempo determinado y por último recomendar la madera más resistente al ataque de los organismos perforadores y que debe usarse en construcciones de muelles, compuertas de camaroneras, bases habitacionales (Pilares de casas), embarcaciones, etc.

Con este aporte se estaría proporcionando orientación al pueblo Ecuatoriano, para mejorar la economía del país en la utilización adecuada de nuestros recursos en el medio marino.

AREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprende los principales Puertos de la Costa Ecuatoriana: Esmeraldas, Manta, Salinas, Posorja y la Base Naval en el Estero "El Muerto" (Fig. 1) abarcando un área desde 1° Lat. N. a 2° 45' de Lat. S., y desde 79° 40'W a 81° 1'W aproximadamente.

Los Puertos de Esmeraldas y Manta generalmente tienen una influencia de aguas cálidas provenientes del Norte. En Salinas y Posorja las aguas son más frías por el aporte de la corriente del Perú; mientras que en la Base Naval el ambiente es totalmente estuarino.

Estos distintos nichos ecológicos permiten la existencia de una gran diversidad de especies características de cada lugar haciendo que estos estudios sean más importantes y complejos al mismo tiempo.

ANTECEDENTES

El conocimiento de los moluscos incrustantes es muy antiguo, por ser estos bivalvos, unos de los organismos que se convirtieron en un problema económico para el hombre, cuando este comenzó a construir en el mar embarcaciones de madera, muelles, etc.

Uno de los trabajos más importantes de la época pre–linneo, fue el de Sellius (1733) en Turner (1966), quien escribió el gran daño que ocasionaban estos moluscos en los diques de Netherlands.

Según Turner (op. cit), más tarde Linnaeus, (1758), en su famosa obra "Systema Naturae" 10 ma. edición, se refiere al trabajo de Sellius y crea el género *Teredo* para estos moluscos incrustantes. Después, aparece en esta época el descubrimiento de nuevos géneros y especies para la ciencia por investigadores como Guttard (1770); Gmelin (1791), Splengler (1792); Hanley (1882) entre otros.

Las expediciones extranjeras aumentan y se recolectan nuevos ejemplares ya de profundidad como el material obtenido por el "Galatea" a profundidades mayores a 400 metros y dado a conocer por Knudsen (1961), en su trabajo "The Bathyal and Abbysal Xylophaga (Pholadidae, Bivalvia) en el que describe 17 nuevas especies para la ciencia.

El conocimiento de los bivalvos perforadores de madera y sus variaciones en sus conchas y paletas, debido a factores ecológicos, hicieron que muchos investigadores hagan nuevos reportes, cuando en realidad eran especies ya descritas. Este problema lo ayuda a solucionar Turner (1966), con su trabajo "A Survey and Illustrated Catalogue of the Terdinidae (Mollusca: Bivalvia)" en el que da a conocer el nombre científico correcto y una amplia lista de sinónimos, lo que le permitió hacer una distribución más concreta a nivel mundial de las especies descritas hasta esa fecha. Se profundizan los estudios particularmente de la larva y los mecanismos para su fertilización y desarrollo larvario (Turner, 1971). Se hacen guías para identi-

ficarlos (Turner, 1971 b); y otros autores como Scheltema (1971), estudían la dispersión de la larva a través de las corrientes marinas y la influencia del alimento en su crecimiento. Eckelbarger and Reish (1972) también estudió los mecanismos de fertilización en teredinidos y precisamente en *Lyrodus pedicellatus*; particulariza su trabajo indicando que la actividad óptima para la larva es 25 °/oo salinidad y 14–24° C y que dejaban de nadar a menos de 10.8 °/oo de salinidad.

Dean, (1978) estudia los mecanismos de la digestión y la degradación de la celulosa en azúcar soluble y observó que podía ingerir la larva partículas de madera de menos 10 u. de diámetro.

El análisis de las sustancias o extractos de las diferentes maderas aplicadas a las larvas fue realizado por Bultan (1978) quien obtuvo del guayacan cuatro extractos: Olivil, iso–olivil, Guayacanin y Guayin de los cuales el iso–olivil fue evaluado como anti–incrustante en la zona del Canal de Panamá y otras maderas como el laurel negro es considerado resistente a: *Teredo*, *Limnorias* y Termitas Subterraneas pero no fue resistente a *Pholas* y a las infecciones por hongos terrestres.

Estas investigaciones aplicadas son analizadas con más profundidad por Benson et. al., (1973) en su trabajo "Marine Fouling its Prevention" en el que analiza los factores que afectan a los organismos marinos y el efecto degenerativo que ocasionan ciertos metales pesados a nivel celular por ejemplo: el Cu interfiere en el sistema osmorregulador de antipodos y en los peces produce necrosis celular en el tejido epitelial; con el Zn y Pb hay cambios degenerativos en otros tejidos; el Hg daña el sistema excretor de copépodos; el C12 Hg destruye la clorofila en *Chlorella* etc., estos conocimientos son aplicados a los organismos incrustantes habiendo empleado muchos métodos y sus probables mecanismos con el único objetivo de controlar la acción destructora de los Bivalvos perforadores de madera.

Las especies del Pacífico Este han sido poco estudiadas si las comparamos con las de otros lugares de Norteamérica y Europa. Keen (1971), solo reporta dos especies para el Ecuador que son *Nausitora dryas* (Dall, 1909) y *N. excolpa*, Bartsch, 1922). Otro investigador, Hendricky (1980) amplía la distribución de 3 especies a lo largo del Pacífico de América, desde California hasta México.

En Chile Stuardo et. al., (1970) en su trabajo "Sobre el ataque de *Bankia (Bankia) martensi* Stempell (Mollusca: Bivalvia) a maderas chileras no tratadas", concluye que las maderas duras fueron menos atacadas y entre las resistentes estuvieron el eucalipto y el pellin y no fue atacado el Ulmo. Además recomienda estudiar el contenido de silice como posible factor limitante.

Acogiendo la recomendación que hiciera Stuardo (op. cit.), en Montevideo, Calvo (1984) en su trabajo "Ataques de Organismos Perforantes a 6 especies de maderas expuestas el medio marino" encontró que el pino fue el más atacado y considera que el contenido de silice en las maderas no es un factor decisivo en la resistencia a la penetración de estos organismos habiendo encontrado además a *Teredo bartschi* como el más dominante y las maderas que permanecieron libres de organismos fueron el eucalipto colorado (Eucalyptus sp.) y el Lapacho (Tabebuiaipe).

No se conocen estudios realizados en Colombia, ni en el Perú, de igual forma en nuestro país, donde este primer aporte al conocimiento de los moluscos incrustantes se limita en esta oportunidad a las especies de maderas más resistentes al ataque de estos moluscos, en los puertos principales de la costa ecuatoriana.

MATERIALES Y METODOS

Para el estudio de los moluscos perforadores de madera, se confeccionaron colectores de organismos (Fig. 2), los que se formaron con 12 "trozos" o "bloques" de diferentes tipos de maderas que tuvieron las siguientes dimensiones: 10 cms. x 10 cms. x 5 cms. A cada uno de los bloques se los ensartó por el centro con una soga o cabo de nylon y se hizo un nudo entre los "bloques" para mantenerlos separados. En el extremo posterior se le amarró un peso o "muerto" para mantenerlo sumergido.

Se pusieron cuatro colectores en cada Puerto de la Costa Ecuatoriana (Esmeraldas, Manta, Salinas, Posorja y Base Naval) con la finalidad de obtener información trimestral. De lo planificado se obtuvieron datos a los 3, 8 y 12 meses con ciertas novedades haciendo que los resultados no sean tan uniformes pero demuestran similitudes concretas. A los 3 meses en Posorja, no encontramos los colectores; se perdieron, pero se pusieron otros nuevos en el segundo viaje (8 meses) y se tienen resultados sólo de 3.5 meses. En Salinas se perdieron los últimos colectores existiendo resultados de 3 y 8 meses de exposición, mientras que en el Estero "El Muerto" en el Golfo de Guayaquil, se considero sólo el último colector de un año de exposición al medio marino.

A cada uno de los "bloques" de maderas, del colector, después de sacarlos del mar se identificaba inmediatamente las maderas y el estado de degradación que presentaba cada uno de ellos y se lo preservaba con formol al 5 °/o neutralizado con borax. Después se le tomó una radiografía para contar los organismos, medirlos y determinar las maderas más atacadas y las más resistentes, motivo de ésta contribución.

Como medida para identificar a que tipo de madera pertenece un "bloque" se marcaron (Fig. 3, 3a) y se pusieron en un orden ya conocido (Fig. 2).

En el Laboratorio de Biología Marina del INOCAR se encuentra en proceso la separación, identificación y correlación de las especies con los diferentes tipos de maderas y ambientes en la Costa del Ecuador.

RESULTADOS

PUERTO DE ESMERALDAS:

De los once tipos de maderas que estuvieron expuestas en el medio marino al ataque de los moluscos bivalvos perforadores, se observó a los 3 meses lo siguiente:

Las maderas menos infestadas en su orden fueron: el Laurel, el Moral y Palo de Vaca (Tabla A).

En el Laurel se encontraron menos organismos, pero de un tamaño mayor que los hallados en el Moral. Mientras que el Palo de Vaca fue el más infestado de los tres . (Lámina I).

A los 8 meses se encontró que el Palo de Vaca fue extremadamente infestado.

El Laurel se mantuvo poco infestado, mientras que en el Moral aumentó el número de organismos, pero todos pequeños. (Tabla A).

A los 360 días, se observó que estas dos últimas maderas presentaron de un 50 °/o a 75 °/o de infestación, considerando que a pesar de su deterioro, todavía podría ser útil para soportar pequeños esfuerzos. (Fig. 4).

Considerando esta resistencia a la degradación, podría recomendarse para este puerto, el uso del Laurel y el Moral en un medio marino.

Las maderas más duras como el Mangle y el Guayacan, son las más atacadas por los moluscos perforadores que en 3 meses ya son inservibles, por lo tanto no se recomienda su uso en el mar. (Lámina I).

MADERAS MAS INFESTADAS.– Chanul, Fernan Sánchez, Pino, Guayacan, Mangle, Figueroa, Machares y Tillo.

El organismo más largo a los:

108 días midió 72 mm. en la madera Chanul. Penetración/mes 20 mm.
240 días midió 75 mm. en la madera Pino. Penetración/mes 9.3 mm.
360 días midió 120 mm. en la madera Laurel. Penetración/mes 10 mm.

(POCOS ORGANISMOS)

Maderas menos infestadas y promedio mensual de penetración de los organismos			
MADERA/DIAS	108	240	360
Moral	4.1 mm. penetración/mes	2.1 mm./mes	2.0 mm./mes
Laurel	11.1 mm. penetración/mes	3.1 mm./mes	10 mm./mes
Palo de Vaca	16.1 mm. penetración/mes	6.2 mm./mes	INSERVIBLE

PUERTO DE MANTA:

En este puerto también se pusieron once tipos de maderas diferentes. A los 108 días, se observó que la madera más resistente fue el Palo de Vaca. Mientras que las "pocas infestadas", en su orden estuvieron: Laurel, Moral, Chanul, Fernan Sánchez, Pino, Guayacan y Tillo. "Bastante infestado" se observó el Mangle y mucho más, la madera Figueroa; siendo extremadamente infestado o inservible el Machares. (Tabla A).

A los 240 días de estar sumergidos en el mar sólo resistieron el Laurel, y el Moral, habiéndose detectado en las radiografías, que casi todos los organismos perforadores eran menores a 2 cms. de largo. El Laurel presentó una menor abundancia de estos organismos. (Lámina II).

A los 360 días; el Laurel tuvo menos cantidad de organismos (26 a 50) pero de mayor tamaño, que los encontrados en el Moral. (Tabla A).

Podemos concluir que para el Puerto de Manta, las maderas más resistentes fueron el Laurel y el Moral, mientras que el Palo de Vaca sólo fue resistente los 3 primeros meses. (Fig. 5).

Posiblemente la sustancia del Palo de Vaca se disuelve en los primeros meses, dejándola a los 4 meses aproximadamente, en condiciones favorables para el ataque de estos organismos y degraden la celulosa.

MADERAS MAS INFESTADAS.– Fue el Machares. El organismos más largo a los:

108 días midió 98 mm. en la madera Figueroa. Penetración/mes 27.2 mm.
240 días midió 120 mm. en la madera Mangle. Penetración/mes 15.0 mm.
360 días midió 105 mm. en la madera Guayacan. Penetración/mes 8.7 mm.

Maderas menos infestadas y promedio mensual de penetración de los organismos			
MADERA/DIAS	108	240	360
Moral	1.9 mm. penetración/mes	2.5 mm. penetración/mes	1.2 mm. penetración/mes
Laurel	5.5 mm. penetración/mes	3.1 mm. penetración/mes	1.2 mm. penetración/mes
Palo de Vaca	NO INFESTADO	INSERVIBLE	

PUERTO DE SALINAS:

De las doce maderas diferentes, que se pusieron en el rompeolas del Yatch Club, se observó lo siguiente después de haber permanecido sumergido totalmente el colector.

A los 125 días, el Laurel, Moral y Palo de Vaca, estuvieron poco infestadas. (Lámina III). Todas las demás maderas, estuvieron extremadamente infestadas o inservibles. (Tabla A).

A los 240 días, se consideró que el Laurel y el Palo de Vaca, seguían siendo poco infestados, en cambio el Moral presentó una mayor abundancia de organismos, pero pequeños. El Tillo se infestó extremadamente. (Fig. 4).

A los 360 días. No hay datos por haberse perdido los colectores.

Podemos resumir que para el Puerto de Salinas, las maderas más resistentes fueron el Laurel, Palo de Vaca y el Moral. (Fig. 6).

MADERAS MAS INFESTADAS.– Chanul, Nato, Fernan Sánchez, Pino, Guayacan, Mangle, Figueroa y Machares.

El organismo más largo a los:

125 días midió 150 mm. en el Mangle. Penetración/mes 36 mm.
240 días midió 115 mm. en el Guayacan. Penetración/mes 14.3 mm.

Maderas menos infestadas y promedio mensual de penetración de los organismos

MADERA/DIAS	125	240
Laurel	4.8 mm. penetración/mes	8.7 mm. penetración/mes
Palo de Vaca	4.8 mm. penetración/mes	8.5 mm. penetración/mes
Moral	4.3 mm. penetración/mes	2.5 mm. penetración/mes

PUERTO DE POSORJA:

El colector con doce "bloques" de maderas que permanecieron sumergidas en el mar se observó:

A los 110 días el Moral y el Palo de Vaca no fueron atacados por los moluscos perforadores, pero el Laurel y el Guayacan presentaron "poca infestación". Mientras que el Chanul se encontró bastante infestado. (Tabla A).

Las demás maderas se encontraron extremadamente atacadas, por lo que se consideran como "inservibles" para su uso prolongado, expuestas al medio marino. (Fig. 6).

Lamentablemente se perdieron los "colectores" y no se pudo obtener la información complementaria y conocer si las maderas que mostraron resistencia al ataque de estos moluscos, fueron posteriormente infestadas.

MADERAS MAS INFESTADAS.– Nato, Fernan Sánchez, Pino, Mangle, Figueroa, Machares y Tillo.

No. Bloque	Nombre Común	Nombre Científico	Familia
4	Palo de Vaca	*Alseis eggersii*	RUBEACEAE
5	Pino	*Pinus caribea*	CONIFERAE
6	Guayacán	*Tabebuia chrysantha*	BIGNONACEAE
7	Mangle	*Ryzophora harrisonii*	RYZOPHORACEAE
8	Figueroa	*Carapa guianensis*	MELIACEAE
9	Machares	*Synphonia globulifera*	GUTIFERAE
10	Laurel	*Cordia alliodora*	BORRAGINACEAE
11	Moral	*Chlorophora tintorea*	MORACEAE
12	Tillo	*Celtis schppil*	ULMACEAE

CONCLUSIONES

- La madera más infestada fue el Machares, que a los tres meses y medio presentó un "ataque" de moluscos bivalvos perforadores, que la degradan en un 80 °/o aproximadamente. (Tabla A). Además en esta madera se encontró el organismo más largo que midió 180 mm. con un promedio de penetración mensual de 15 mm.

- Se encontró que en todos los puertos ecuatorianos, motivo de este estudio; el Laurel, el Moral y el Palo de Vaca, presentaron menor infestación con respecto a las demás maderas, aunque el Palo de Vaca en el Puerto de Esmeraldas, sólo se mantuvo "resistente" los tres primeros meses. (Fig. 7).

- Se observó que en el Estero "El Muerto" del Golfo de Guayaquil, las maderas tuvieron menor infestación, que en los otros puertos de la costa ecuatoriana. (Fig. 5).

- El mayor deterioro o degradación de las maderas expuestas al medio marino, ocurrió en el Puerto de Esmeraldas. (Tabla A).

- Las maderas más duras como el Mangle y el Guayacan tuvieron mayor infestación que otras maderas menos duras como el Laurel y el Palo de Vaca.

- Se sugiere no usar el Mangle como pilote en la construcción de muelles en un medio marino, en los Puertos de Esmeraldas, Manta, Salinas y Posorja.

  Es posible emplear esta madera en el Estero Salado, cerca de la ciudad de Guayaquil, donde se ha encontrado una sola especie de bivalvo perforador y el daño o infestación es "reducido".

- El Moral durante todo el tiempo de estudio y en todos los puertos de la costa ecuatoriana, presentó la mayor resistencia a la degradación y al desarrollo de los organismos, habiéndose medido especies con una longitud máxima de 25 mm. Mientras que en el Palo de Vaca se encontraron organismos de 58 mm. y en el Laurel de 120 mm. de largo.

- No es la "dureza"lo que evita la penetración de los organismos, quizas el tipo de sustancia o composición química que contiene cada una de estas maderas.

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mis agradecimientos al Director y Subdirector del Instituto Oceanográfico, por el valioso apoyo brindado en la realización de este trabajo.

De igual forma a la Organización de Estados Americanos (O.E.A.) a través del Programa Multinacional de Ciencias del Mar. A mi esposa la Dra. María Luzuriaga de Cruz y a mis compañeros del INOCAR por sus críticas constructivas en la lectura del manuscrito, especialmente al Msc. Biol. Fernando Arcos por las sugerencias en la corrección del resumen en inglés.

Agradezco al Ing. Agr. Luis Bonilla por proporcionarme los nombres científicos de las maderas, al Sr. Víctor Mesías O., por los dibujos y la diagramación de las láminas, de igual manera mi reconocimiento a la Srta. Luz María Iperty por el tipeado a máquina.

BIBLIOGRAFIA

Bartsch P., 1944.– A new Shipworm From The Panama Canal. Smithsonian Mis. Coll. Vol. 104, No. 8, pp. 1 - 3.

Barnard J.L., and D.J. Reish, 1957.– First discovery of Marine Wood Boring Copepods. Science. Vol. 125. No. 3241, pág. 236.

Barnes H., 1972.– Fundamental aspects of the problem of antifouling. Proc. 3rd. Internat. Cong. Mar. Corr., and fouling. Maryland, pp. 648 - 652.

Benson P.H., D.L. Brining and D.W. Perrin, 1973.– Fouling and its Prevention. Mar. Tech. Vol. 10. No. 1, pp. 30 - 37.

Boyle P.J. and R.D. Turner, 1976.– The Larval Development of the wood boring piddock *Martesia striata* (L) (Mollusca: Bivalvia: Pholadidae) J. exp. mar. Ecol., Vol. 22, pp. 55 - 68.

Bultan J.D., 1978.– The Naval research laboratory and Marine wood - destroyers. Naval research, Arlington. Vol. 21. No. 8, pp. 1 - 29.

Calvo G., 1984.– Ataques de organismos perforantes a 6 especies de maderas expuestas al medio marino. Contrib. Dpto. Ocean. (F.H.C.) Montevideo. Vol. 1. No. 3, pp. 1 - 7.

Crisp D.J., 1972.– Mechanisms of adhesion of fouling organisms. Third Int. Cong. Mar. Corr. and foul, Maryland, pp. 691 - 709.

Culliney J.L., 1975.– Comparative larval development of the shipworms *Bankia gouldi* and *Teredo navalis*. Mar. Biol. Vol. 29, pp. 245 - 251.

Dean R.C., 1978.– Mechanisms of wood digestion in the shipworm *Bankia gouldi* Bartsch enzyme degradation of celluloses, hemicelluloses, and wood cell walls. Biol. Bull, 155: 297 - 316.

Eckelbarger K.J. and D.J. Reish, 1972.– A first report of self - fertilization in the wood - Boring family Teridi-dae (Mollusca: Bivalvia). Bull. South Calif. Acad. Sci., Vol. 71. No. 1, pp. 48 - 50.

Eckelbarger K.J. and D.J. Reish, 1972.– Effects of varying temperatures and salinities on settlement. growth and reproduction of the wood - boring pelecypod, *Lyrodus pedicellatus*. Bull. Calif. Acad. Sci., Vol. 71. No. 3, pp. 116 - 127.

Hendricky M., 1980.– Range extensions of three species of Teredinidae (Mollusca: Bivalvia) Along the Pacific coast of America. The veliger. Vol. 23. No. 1, pp. 93 - 94.

Keen M., 1971.– Sea Shells of tropical west america. Stanf. Univ. Press. Calif. 2da. Edit., pp. 1 - 1064.

Knudsen J., 1961.– The Bathyal and Abyssal Xylophaga (Pholadidae, Bivalvia) Galathea report. Vol. 5, pp. 163 - 208.

Kofoid C.A. and R.C. Miller, 1972.– Biological section. In Marine Borers and their relation to marine construction on the Pacific coast (C.L. Hill. and C.A. Kofoid, eds.). San Francisco Bay Piling Comm., San Francisco. Figs. 68 - 141, pp. 188 - 343.

Scheltema R.S., 1971.– Dispersal of Phytoplanktotrophic Shipworm larvae (Bivalvia: Teredinidae)

over long distances by ocean currents. Intern. Jour Oceans and coastal water. Vol. 11. No. 1, pp. 5 - 11.

Stuardo J. H. Saeler and R. Rosende, 1970.– Sobre el ataque de *Bankia (Bankia) martensi* Stempell (Mollusca: Bivalvia) a maderas chilenas no tratadas. Bol. Soc. Biol. de Concepción. Tomo XLII, pp. 153 - 166.

Turner R.D. (1954).– The family Pholadidae in the western Atlantic and Eastern Pacific. Part I Pholadinae. Johnsonia 3: pp. 3 - 64.

Turner R.D. (1966).– A Survey and illustrated catalogue of the Teredinidae. Cambridge. Mus. of Comp. Zoop. Harvard. Univ. Cambridge. Mass, pp. 265.

Turner R.D.,(1971).– Identification of marine wood - boring mollusks. Marine Borer, Fungi and fouling Organisms of wood. Chapter I, pp. 17 - 64.

Turner R.D. and A.C. Johnson, 1971.– Biology of marine wood - boring mollusks. Mar Borers, Fungi and fouling Organisms of wood. Charter 13, pp. 259 - 301.

Turner R.D. and J.L. Culliney, 1972.– The Biologist's view of the Teredinidae and their control (with a documentary film on *Teredo* Life Histories). Proc. 3rd. Internat. Cong. Mar. Corr. and Foul. Maryland, pp. 83 - 93.

Turner R.D., 1976.– Some factors involved in the settlement and metamorphosis of Marine Bivalve larvae. Proc. 3rd. Internat. Biodegradation Symposium, pp. 409 - 416.

Turner R.D., 1977.– Search for a "Weak link" proc. workshop biodet. trop. woods. Naval Research lab. pp. 31 - 40.

Vokes H.E., 1980.– Genera of the Bivalvia: A systemaric and bibliographic catalague (Revised and updated). Paleont. Res Inst. Ithaca. N.Y. USA. pp. 1 - 307.

LOCALIDAD	ESMERALDAS				MANTA				SALINAS				POSORJA				BASE NAVAL			
DIAS / MADERAS	108	240	360		108	240	360		125	240	360		110		360				360	
CHANUL	E	E	E	–	B	E	E	–	E	E		–	C						C	
NATO									E	E		–	E			–			C	
FERNAN SANCHEZ	E	E	E	–	B	E	⊖	–	E	E		–	E			–			C	
PALO DE VACA	D	E	E	–	A	E	E	–	B	B		B	A			A			*C	*C
PINO	E	E	E	–	B	⊖	–	–	E	⊖		–	E			–			E	–
GUAYACAN	E	E	E	–	B	E	E	–	E	E		–	B			B			C	C
MANGLE	E	E	E	–	C	E	E	–	E	E		–	E			–			D	
FIGUEROA	E	E	E	–	D	E	⊖	–	E	E		–	E			–			C	C
MACHARES	E	⊖	E	–	E	E	⊖	–	E	E		–	E			–			E	–
LAUREL	B	B	C	B C	B	*C	D	*CD	B	B		B	B			B				
MORAL	B	*C	*D	*C*D	B	*D	*E	*D*E	B	*C		B*C	A			A			B	B
TILLO	E	E	E	–	B	⊖	E		D	E		–	E			–			C	C

	PORCENTAJE	ORGANISMOS	
A	0 o/o	0	NO INFESTADO
B	25 o/o	1 – 10	POCO INFESTADO
C	50 o/o	11 – 25	BASTANTE INFESTADO
D	75 o/o	26 – 50	MUY INFESTADO
E	100 o/o	+ 50	EXTREMADAMENTE INFESTADO

SIMBOLOGIA

* Organismos pequeños < de 2 cm.

⊖ Maderas extremadamente infestadas y perdidos.

— Maderas que no valen.

TABLA A.– Cuadro referencial sobre la resistencia de las maderas al ataque de los moluscos incrustantes.

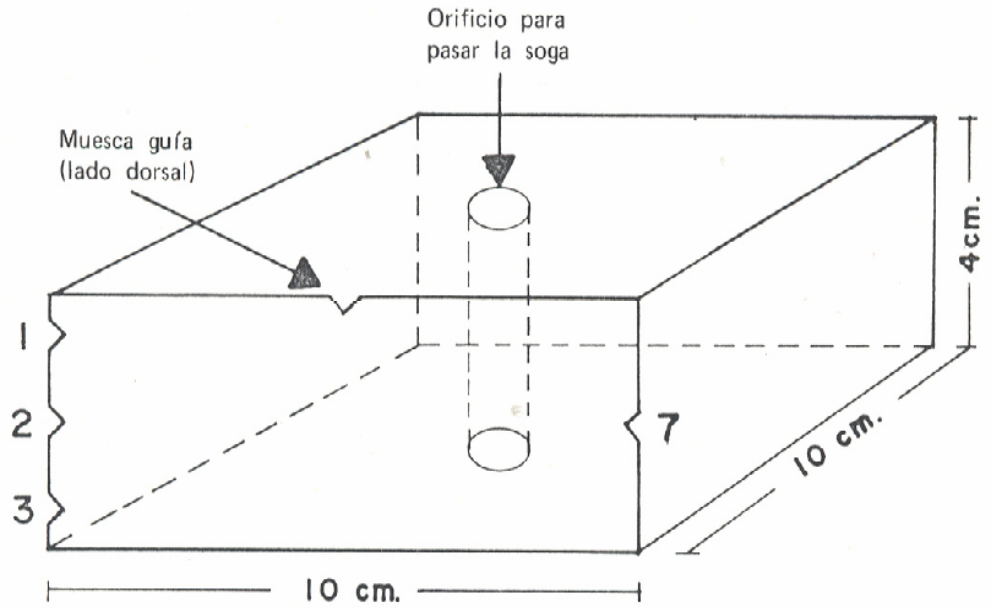


Fig. 3.– "Trozo" o "Bloque" de madera indicando las marcas realizadas con cuchillo para reconocer el tipo de madera después de haber sido atacado por los moluscos incrustantes.

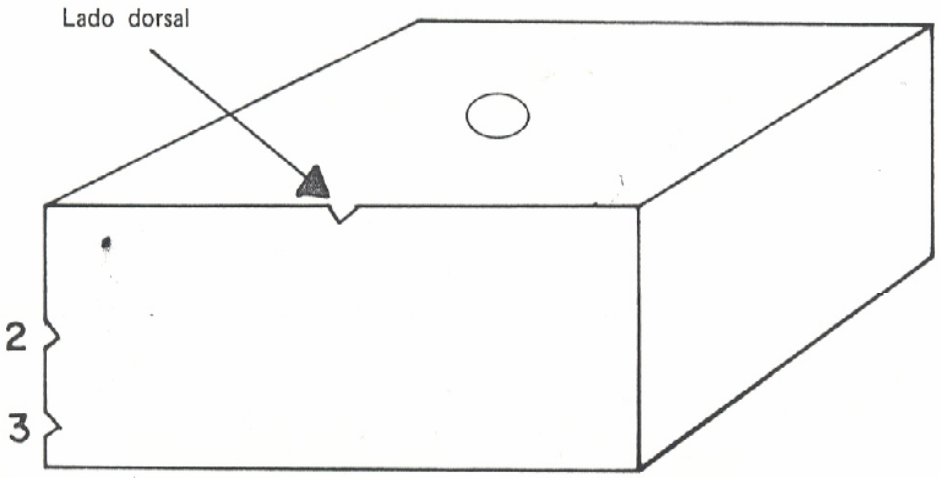


Fig. 3a.–En el presente ejemplo se trata del "Bloque" de madera número cinco (2+3) que corresponderá a un tipo de madera ya conocido con ese número.

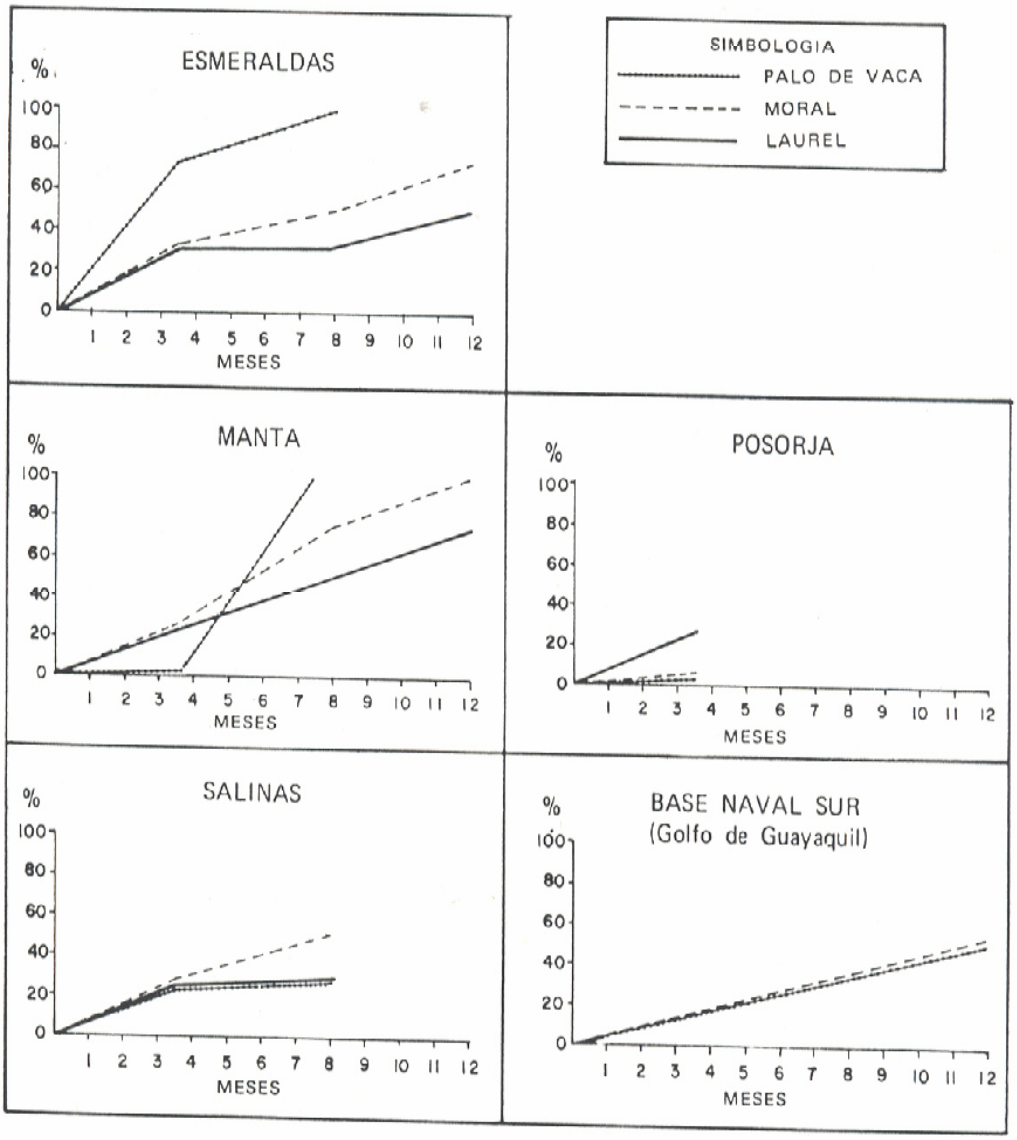


Fig. 4.– Promedio porcentual de infestación de las maderas más resistentes en cada puerto ecuatoriano.

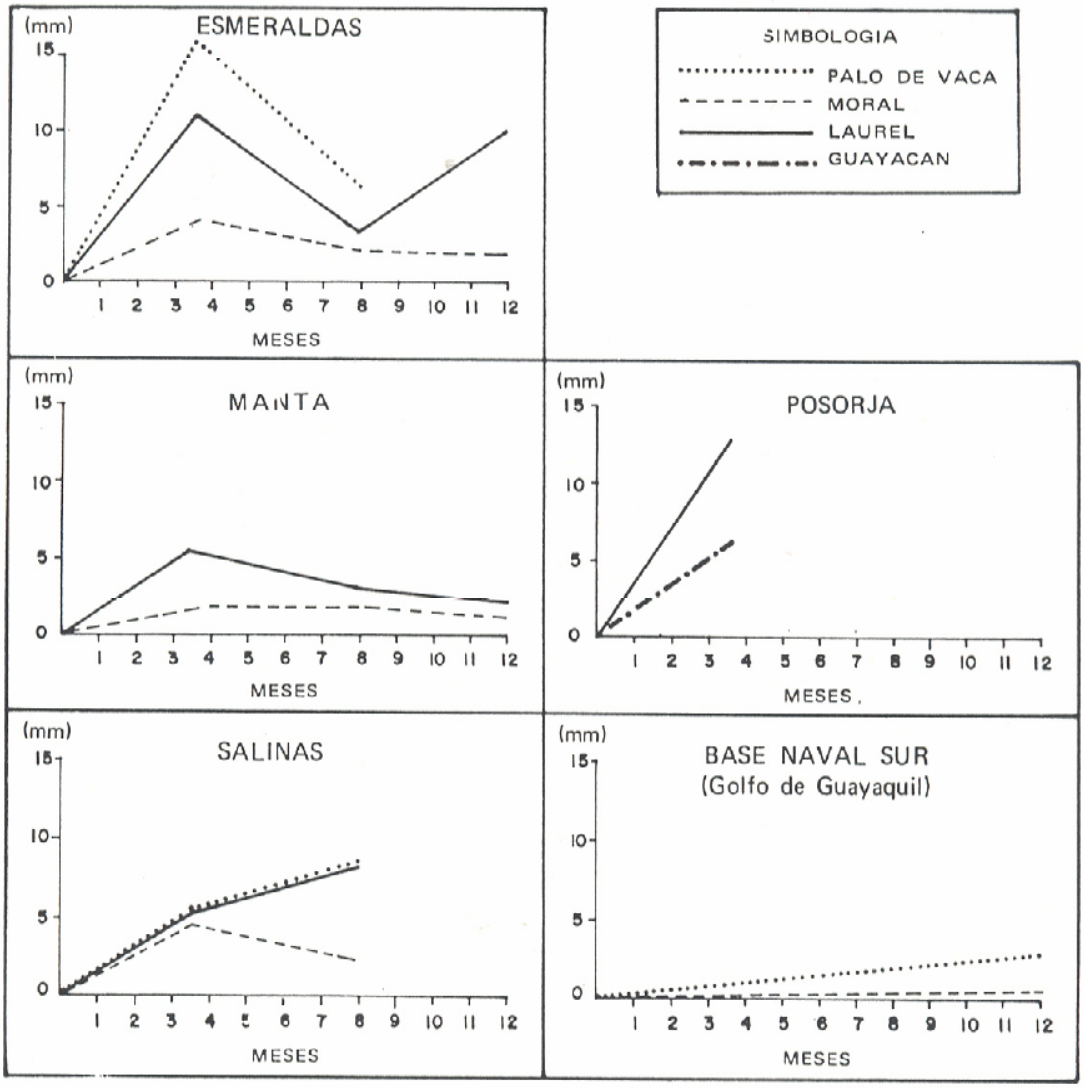


Fig. 5.— Promedio mensual de penetración de los organismos, en las maderas más resistentes.

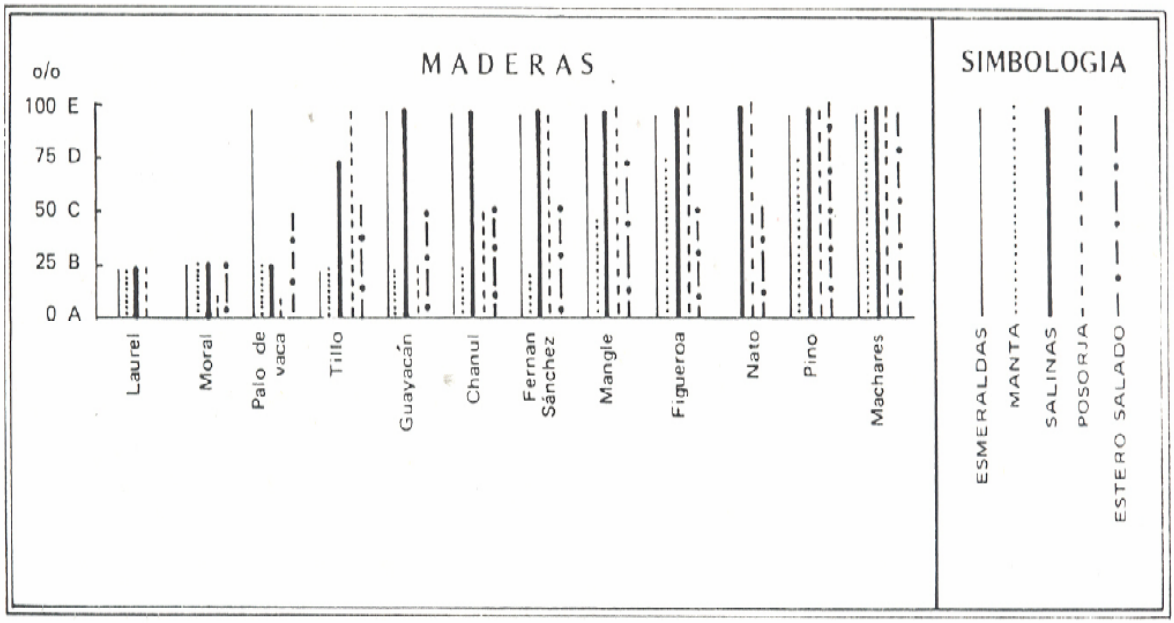


Fig. 6.– Promedio porcentual de infestación de los moluscos incrustantes a las principales maderas en la costa ecuatoriana.

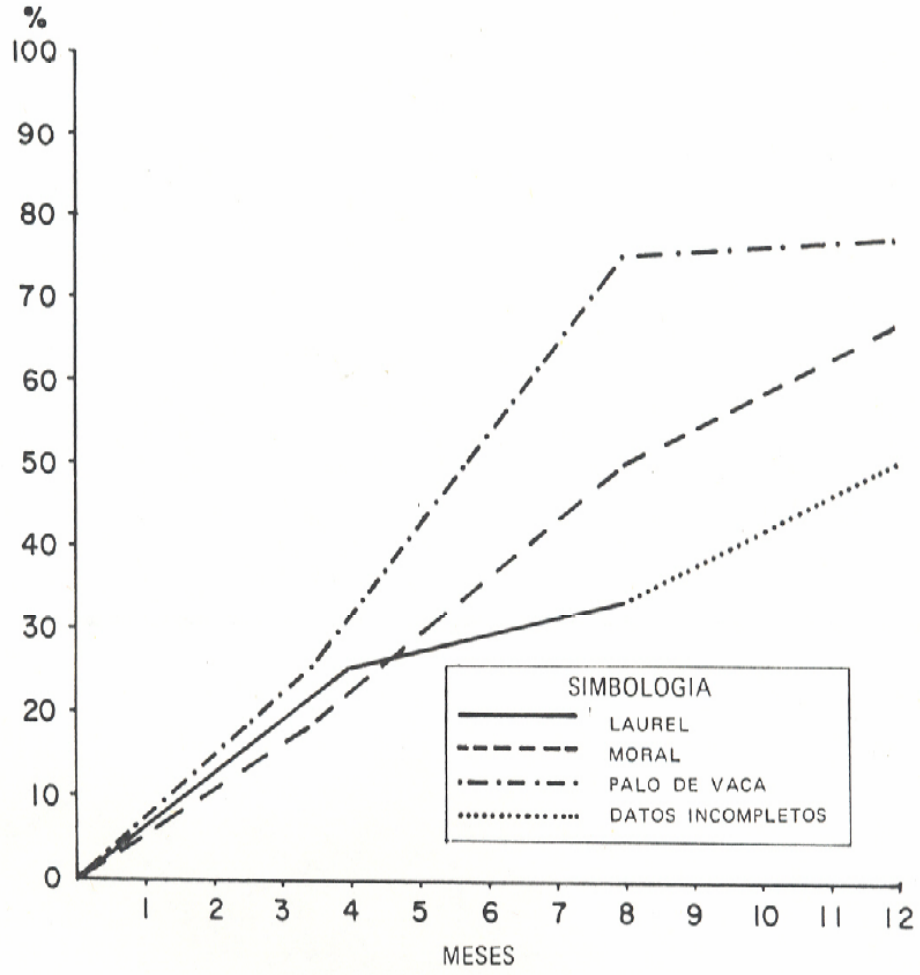


Fig. 7.– Infestación porcentual anual de las maderas más resistentes en la costa ecuatoriana.

LAMINA I

MACHARES.– A los 110 días se lo considera inservible.

MANGLE.– Desde los 110 días fue extremadamente atacado.

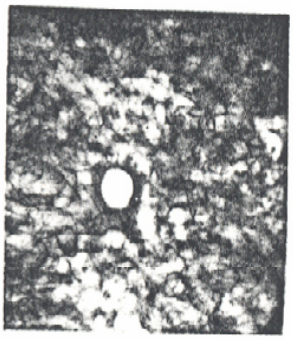
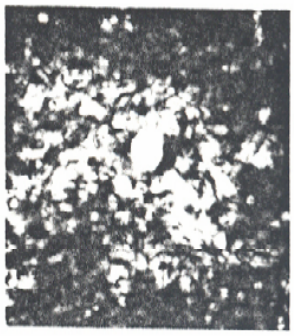
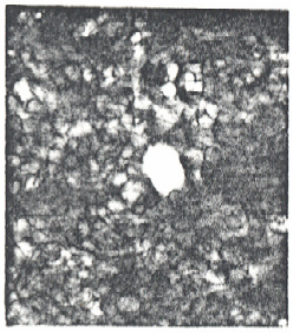
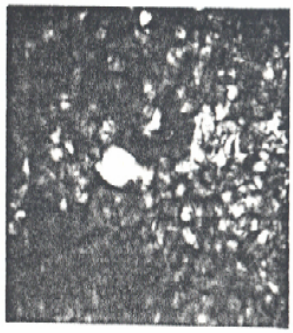
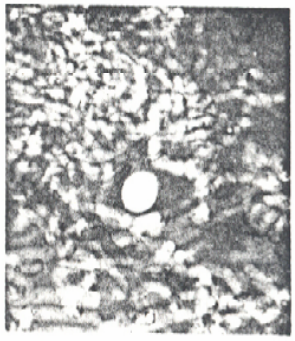
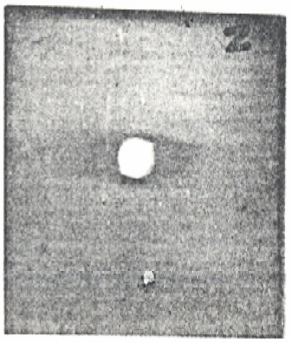
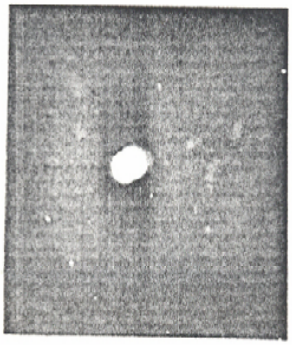
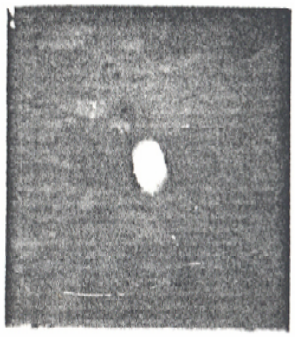
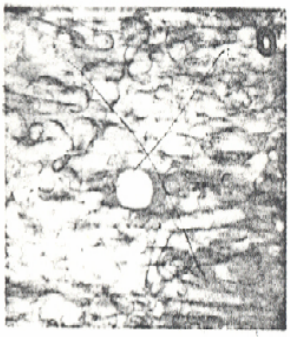
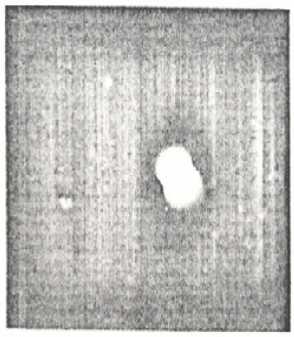
PALO DE VACA.– Se muestra poco atacado a los 110 días; bastante infestado a los 240 días y casi inservible a los 360 días.

LAUREL.– Se mantuvo ligeramente atacado desde los 110 días hasta los 240 días; en cambio a los 360 días se presentó bastante infestado.

MORAL.– A los 110 días muestra un ataque muy ligero por organismos pequeños. Se mantiene la infestación hasta los 240 días, y al año el bloque se presenta bastante infestado, pero con individuos menores a 3 cm. de largo.

ESMERALDAS

LAMINA I

110 días	240 días	360 días	
	Se desintegró		machares
			mangle
			palo de vaca
			laurel
			moral

MORFOLOGIA Y SEDIMENTACION DEL SISTEMA ESTUARINO ESTERO SALADO – RIO GUAYAS

Por:
FRANCISCO RADA [1]

RESUMEN

Durante el período 1984–1985 se realizaron estudios geológicos en el sistema estuarino Estero Salado – Río Guayas, los mismos que comprendieron trabajos de geomorfología, geofísica (sísmica) y sedimentología.

Los resultados de esas investigaciones, que se presentan en este artículo, llevan a establecer las diferencias existentes entre el Estero Salado y Río Guayas como consecuencia probable del mayor aporte de sedimentos y corrientes de agua recibida por el Río Guayas, y de la carga adicional de sedimentos por la construcción de camaroneras y tala de manglares.

ABSTRACT

During the period 1984–1985 Geologic studies were excecuted in the estuarine system Estero Salado – Guayas River, including Geomorphologys, Geophysics and sedimentologis works.

The result of those investigations, present in this articule, bring to establish the existing differences between the Estero Salado and the Guayas River as a probable consecuence of the mayor contribution of sediments and water currents recibed by the Guayas River and the adicional charge of sediments due to the construction of shrimp nets and the devastation of the mangrove.

INTRODUCCION

El Sistema Estuarino Río Guayas – Estero Salado, se encuentra localizado en los 2° y 3° de Latitud Sur, y entre los 79° 40' a 89° 20'0., formando parte del Golfo de Guayaquil. (Fig. 1).

El Río Guayas, que drena aproximadamente 30.000 Km^2, entra al Sistema Estuarino cerca de la ciudad de Guayaquil en donde tiene un ancho estimado de 1.5 Km y profundidad del orden de 10 a 15 m. y continúa con una longitud de 125 Km. hasta desembocar en el Canal de Jambelí, en donde presenta un ancho de 25 Km. y profundidad cercada a los 30 m.

El Estero Salado se inicia en la ciudad de Guayaquil extendiéndose cerca de 75 Km. hacia el Suroeste, con un ensanchamiento gradual hasta desembocar en el Canal del Morro en donde presenta un ancho de 3 Km. y profundidades cercanas a los 60 m.

[1] Instituto Oceanográfico de la Armada. Div. Geología Marina. P.O. Box. 5940. Guayaquil - Ecuador.

Entre los dos Estuarios existen áreas bajas donde crecen manglares que son cortados por canales, de los cuales, el más importante es el Canal Cascajal, ubicado a lo largo de la parte Norte de la Isla Puná.

Las bocas de ambos estuarios parecen completamente diferentes. El Canal del Morro se asemeja a una entrante de mar con un delta submarino extenso en el Golfo de Guayaquil, costa afuera de la Isla Puná; con canales radiales y bajos entre ellos. Mientras que el Canal de Jambelí, tiene forma de embudo terminado en terrazas marinas, producto probablemente de levantamientos tectónicos.

Ya en el área del Golfo de Guayaquil, el fondo se inclina suavemente hasta los 100 m. de profundidad, en una distancia aproximada de 75 Km. de la boca del sistema estuarino, para experimentar un cambio brusco y alcanzar profundidades superiores a los 4.000 m. correspondientes a la fosa submarina que limita la plataforma continental.

ESTUDIOS GEOLOGICOS

SISMICA

Estudios sísmicos efectuados en la parte exterior del Canal del Morro y en el Estero Salado (Fig. 2), han permitido definir la morfología del Canal, así como la relación sedimento–sustrato rocoso del fondo.

La parte exterior presenta una topografía relativamente plana, la profundidad promedio es de 12 m., incrementándose a medida que se aproxima a la boca del Canal del Morro. El fondo está cubierto de una delgada capa de sedimentos que varía desde cero, en su parte más interna, hasta 3 m. en su parte externa.

Frente a la Punta del Morro, el fondo es rocoso, muy irregular; y las profundidades son superiores a los 20 m.

En el Estero Salado las profundidades y composición del fondo son variables, distinguiéndose claramente 3 sectores. (Fig. 3).

a. Desde la desembocadura hasta la Boya 35 (10 Km. aproximadamente), la profundidad disminuye de 20 a 8 m., con una pendiente promedio de 1 por 1.000. La capa de sedimento aumenta desde cero (fondo rocoso en la desembocadura) hasta valores superiores a los 10 m.

b. Entre las Boyas 35 – 55 (parte media del Estero), el fondo es relativamente plano, la profundidad se mantiene en los 8 m. y el espesor de los sedimentos supera los 10 m.

c. De la Boya 55 hasta cerca de Guayaquil, se mantiene la capa de sedimento pero se incrementa las profundidades hasta valores superiores a los 20 m.

SEDIMENTO DE FONDO

ESTERO SALADO: Muestras de sedimento de fondo fueron tomadas en el Estero Salado y Río Guayas (Fig. 4); del análisis granulométrico de las mismas (Tabla No. 1) se observa que existen dos grupos de sedimentos cuyas características generales son: (Fig. 5).

a. Un sedimento limo–arcilloso, mal clasificado, con ligera tendencia a localizarse en los flancos del canal. Los parámetros granulométricos en términos promedios son:

Diámetro	=	0.01	mm.
arena	=	1.99	%
limo	=	82.59	%
arcilla	=	15.42	%

b. Un sedimento areno–limoso, moderadamente clasificado, localizado cerca del eje del Canal. Los parámetros granulométricos se definen como:

Diámetro	=	0.28	mm.
arena	=	98.55	%
limo	=	1.45	%

RIO GUAYAS: El comportamiento granulométrico es diferente al del Estero Salado, no encontrándose agrupaciones típicas, pudiendo clasificarlo como sedimento medianamente clasificado con diámetro que varía de fino (0.012 mm.) a medio (0.265 mm.). El contenido de arena, limo y arcilla es muy variable; en algunas muestras las arenas y los limos presentan proporciones del 50 o/o cada una. (Tabla No. 2).

RELACIONES DE SEDIMENTACION–EROSION

Una correlación entre las batimetrías realizadas en 1952, 1978, 1985, permitió establecer lo siguiente:

- En términos generales se presenta un continuo proceso de sedimentación–erosión que se mantiene en un equilibrio dinámico.
- En la parte media del Estero Salado (Boyas 39 a 32) hay un predominio de la sedimentación, acentuándose frente a las Islas Palo Santo y Escalante.
- Presencia de un relativo desplazamiento de los bancos de sedimentos hacia el eje del Canal en el Estero Salado.
- En el Río Guayas las áreas de significativa sedimentación se ubican en la margen izquierda y en la desembocadura del Canal Cascajal.

Los mayores valores de sedimentación se dan en el período 1978–1984.

CONCLUSIONES

1.– Todo el Sistema Estuarino ha sido formado por fuerzas morfogenéticas en los últimos 5.000 a 6.000 años. Dichos procesos que se pueden observar en la actualidad son:

- Descarga de agua dulce y sedimentos desde los ríos.
- El ingreso de agua salada y de la onda de marea,
- Los movimientos de agua y sedimentos en toda la geometría del Sistema a causa de las dos fuerzas mencionadas.
- Movimientos tectónicos del área evidenciadas por las terrazas submarinas del Canal de Jambelí.

2.– Poco se conoce acerca de la evolución geológica sobre este sistema estuarino; probablemente el Estero Salado sea un antiguo cause del Río Guayas abandonado en períodos recientes.

3.– El Estero Salado es de un fondo relativamente más plano, con mayores profundidades y un sedimento más fino que el del Río Guayas, lo cual puede ser atribuido a:

- Escaso abastecimiento por los ríos.
- Corrientes de poca energía.
- Grandes volúmenes de sedimentos agregados al estuario, y.
- Fuertes influencias de las mareas.

El Estuario del Río Guayas recibe mayor influencia de los ríos Guayas, Taura y de las corrientes de

marea, lo cual le dá una mayor energía que la del Estero Salado.

4.– Un factor externo que en los últimos años ha provocado un cambio en la morfología de este Sistema es la construcción de camaroneras, que han incrementado en grandes cantidades la carga sedimentaria, sea por:

- Sedimentos arrojados directamente o,
- Por la tala de manglares que hacían de filtros retenedores de sedimentos en suspensión.

AGRADECIMIENTO

El autor expresa su reconocimiento al Director y Jefe de Ciencias del Mar, del Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador.

Así mismo deja constancia de que en la realización de los trabajos participaron activamente, el Geólogo Bolívar Soledispa, Químicas: Mariana de Solórzano y Liliana Llanos, y el dibujante Francisco Arce, a quienes manifiesta su agradecimiento.

BIBLIOGRAFIA

Benites Stalin, 1975.— Morfología y sedimentos de la plataforma continental del Golfo de Guayaquil. (Tesis) ESPOL. Dpto. IGMP., pp. 28 - 34; 48 - 54.

Consulnac, 1985.— Informe de perforaciones y ensayos de laboratorios. Canal de acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil entre las Boyas 32 - 39. Guayaquil., pp. 23 - 61.

Cruz Orozco R., 1974.— Morphodynamics and sedimentation of the rio Guayas delta Ecuador. Tesis de Grado, Ph. D. Universidad Louisiana, pp. 14 - 20.

Delft Hydraulics Laboratory, 1986.— Causes of sedimentation and recomendadtions on remedial measures R 1859/H 250. Vol. I. Holanda, pp. 22.

Folk Robert, 1977.— Manual de petrología sedimentaria. ESPOL - Guayaquil, pp. 101 - 113.

Gómez Morin, 1982.— Análisis hipsométrico del puerto Ensenada, Baja California. Jour., ciencias marinas. Universidad Baja California, México, pp. 9 - 17.

MUESTRA	DIAMETRO MEDIO (EN MICRAS)	% ARENA	% LIMO	% ARCILLA
D - 1	8	7.7622	60.4486	31.7892
D - 2	–	1.7532	60.3015	37.9453
D - 3	11	2.111	89.789	8.100
D - 5	–	0.5086	38.058	61.4326
D - 6	11.5	1.296	88.024	10.680
D - 7	11	0.240	91.037	8.723
D - 8	10	0.2564	81.4422	18.3014
D - 9	12.5	3.2260	82.4963	14.2777
D - 10	10	4.590	86.6466	12.7633
D - 11	122	96.77	5.9729	–
D - 12	11	3.844	83.307	12.849
D - 13	10	1.9960	82.5899	15.4141
D - 14	10	0.9786	93.295	5.7264
D - 15	9	0.6621	90.5205	8.8174
D - 16	8	0.9393	87.7886	11.2721
D - 17	7	7.0779	63.3291	29.5930
D - 18	45	48.5264	38.8426	12.6310
D - 19	160	84.48	15.52	–
D - 21	12	11.36	88.64	–
D - 22	160	97.11	2.89	–
D - 23	260	97.79	2.21	–
D - 24	160	95.34	4.66	–
D - 26	13	7.1253	87.4240	5.4506
D - 27	12	9.54	90.46	–
D - 28	240	96.31	3.69	–
D - 29	250	83.92	16.08	–
D - 30	280	98.55	1.45	–

TABLA I.– Granulometría del Estero Salado.

MUESTRA	DIAMETRO MEDIO (EN MICRAS)	% ARENA	% LIMO	% ARCILLA
D - 41	85	56.62	35.08	8.30
D - 42	12	1.0607	81.4801	17.4592
D - 43	275	98.83	1.17	–
D - 44	25	2.8922	90.9686	6.1392
D - 45	145	63.93	32.55	3.52
D - 46	22	2.4246	92.7811	4.7943
D - 48	47	42.26	50.14	7.60
D - 49	40	20.3	72.60	7.03
D - 50	140	97.96	2.04	–

TABLA II.– Granulometría del Río Guayas.

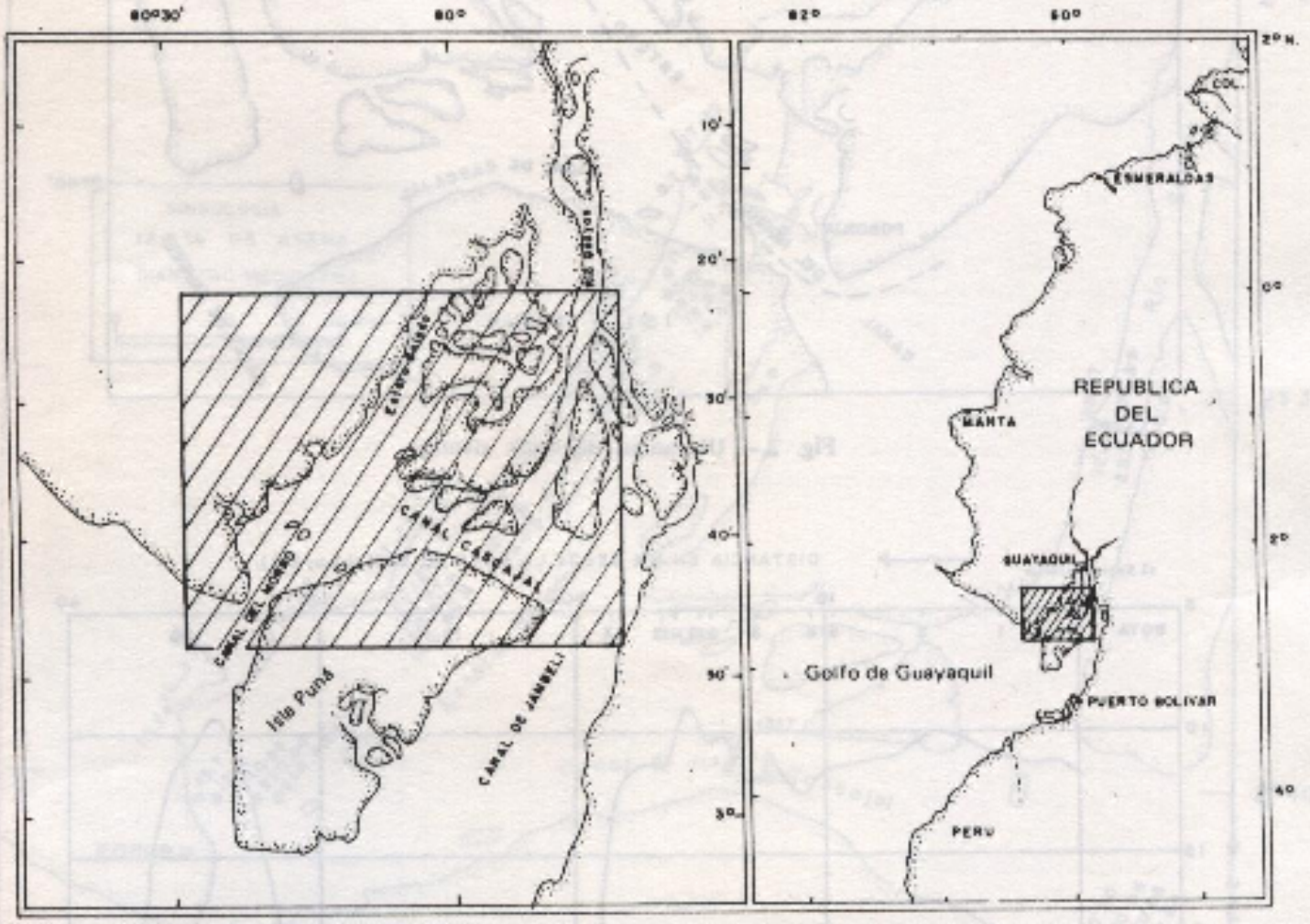


Fig. 1.– Area de estudio.

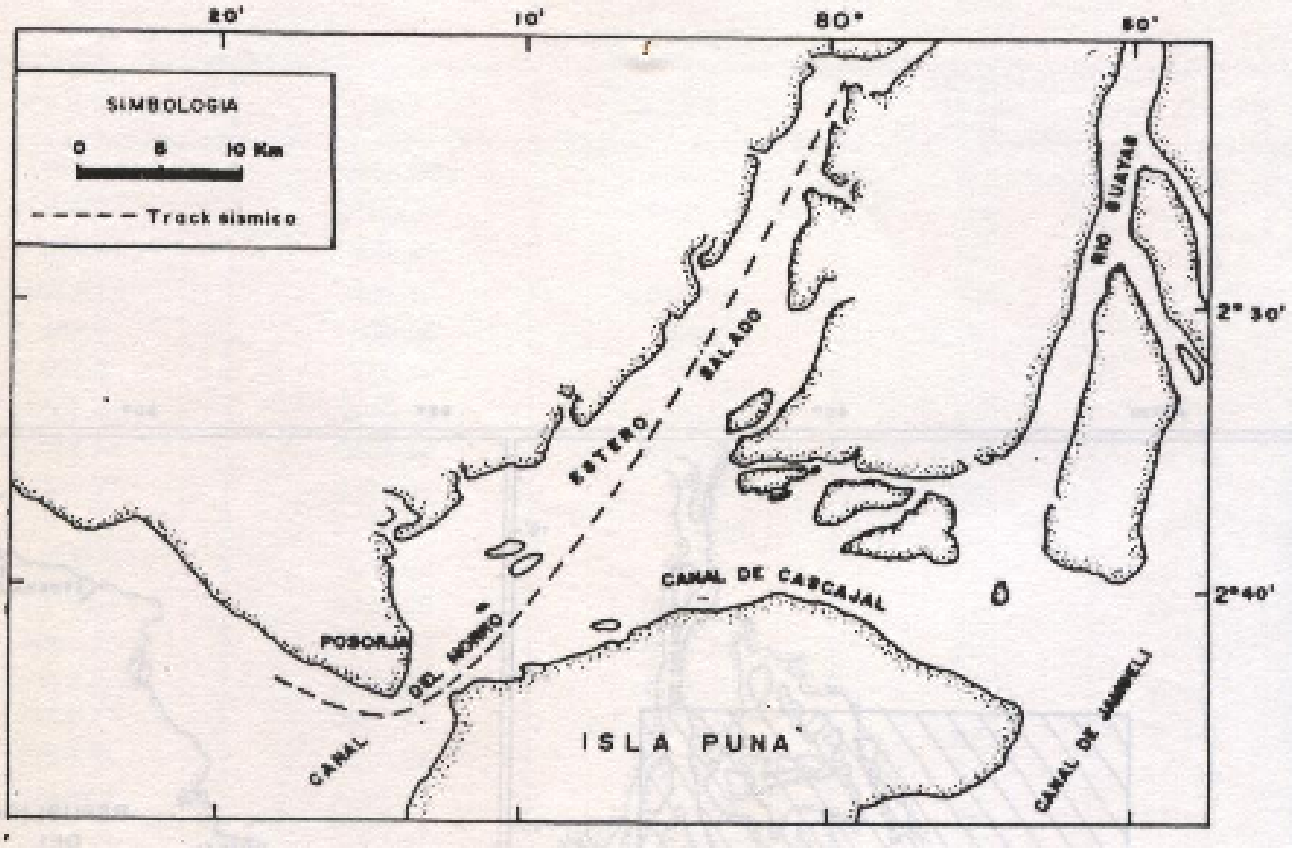


Fig. 2.— Ubicación de track sísmico.

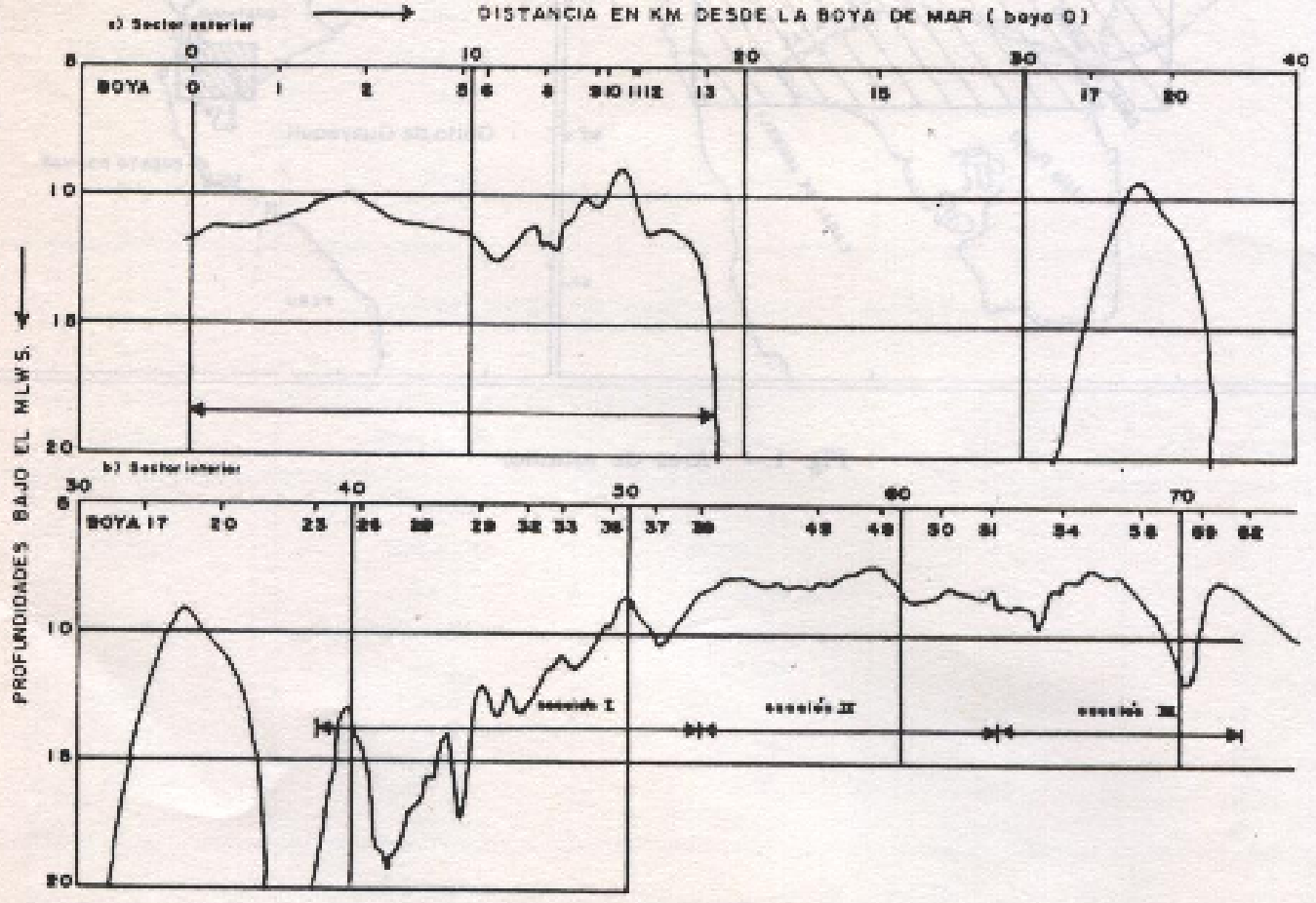


Fig. 3.— Morfología del Estero Salado según datos sísmicos.

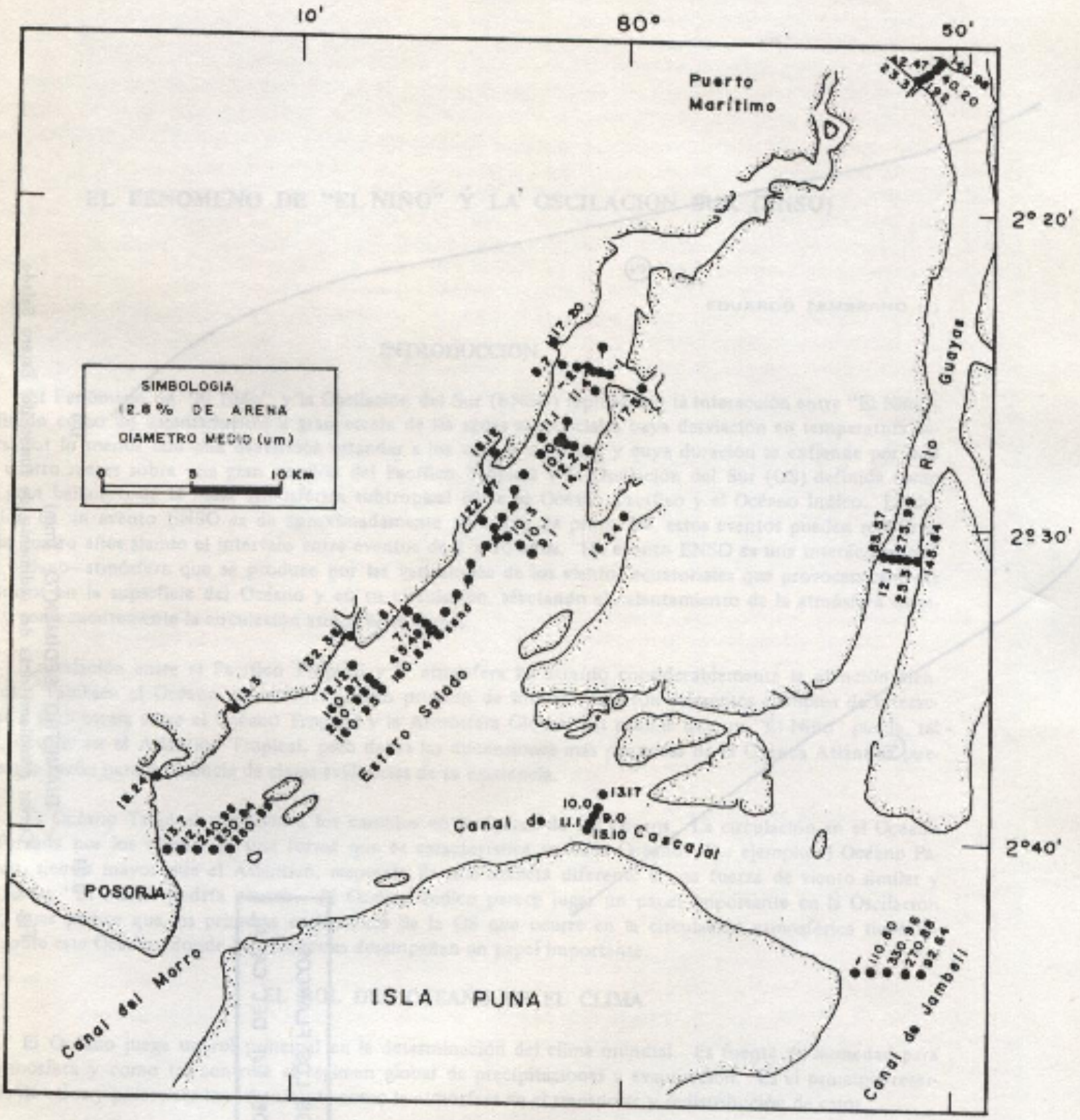


Fig. 4.— Ubicación de muestras de fondo.

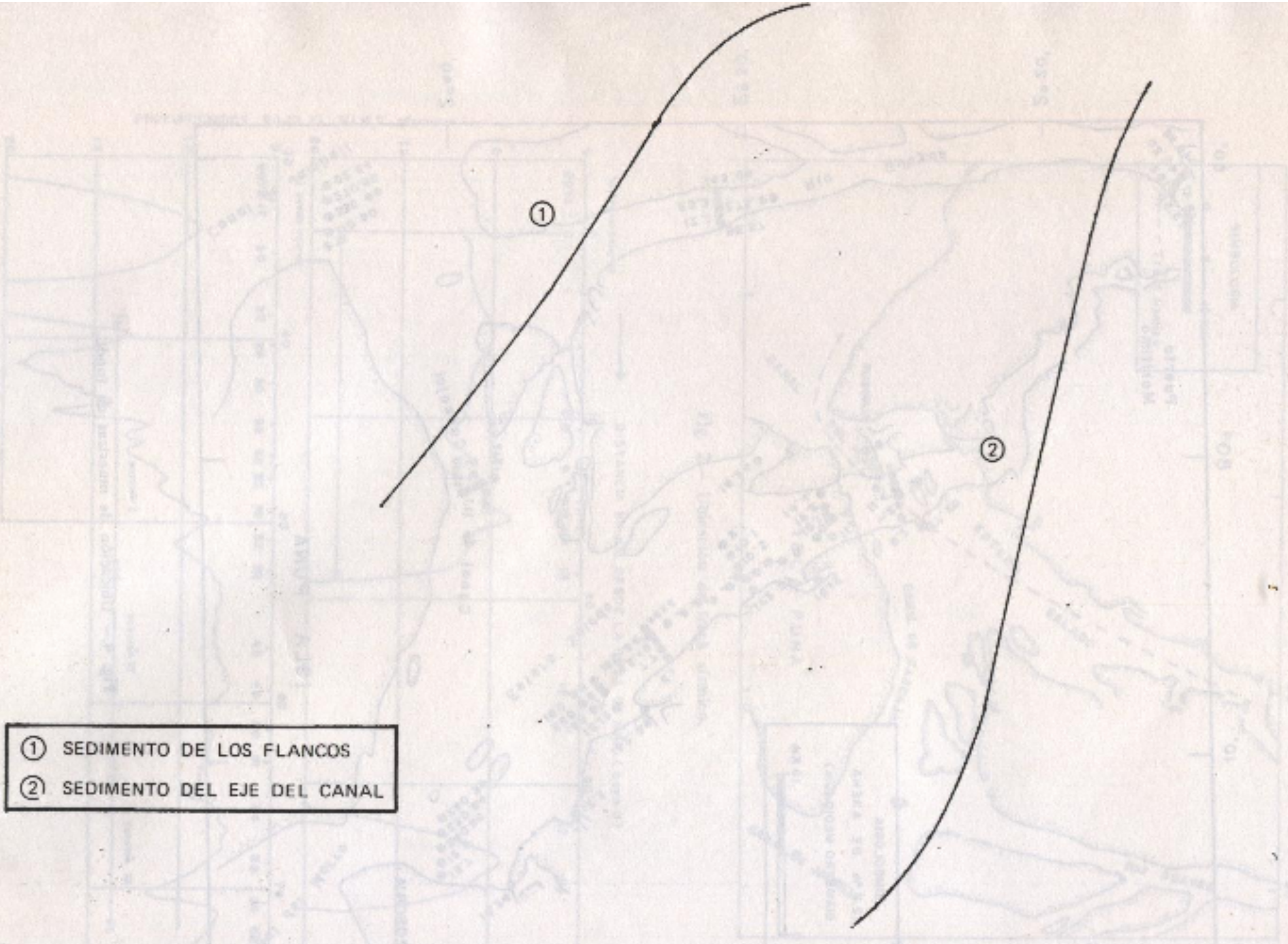


Fig. 5.— Curvas granulométricas del sedimento de fondo del Estero Salado.

EL FENOMENO DE "EL NIÑO" Y LA OSCILACION SUR (ENSO)

Por:
EDUARDO ZAMBRANO (1)

INTRODUCCION

El Fenómeno de "El Niño" y la Oscilación del Sur (ENSO) representan la interacción entre "El Niño", definido como un calentamiento a gran escala de las aguas superficiales cuya desviación en temperatura supera por lo menos con una desviación estandar a los valores normales y cuya duración se extiende por más de cuatro meses sobre una gran porción del Pacífico Tropical y la Oscilación del Sur (OS) definida como un gran balanceo de la masa atmosférica subtropical entre el Océano Pacífico y el Océano Indico. La duración de un evento ENSO es de aproximadamente un año y de promedio, estos eventos pueden repetirsecada cuatro años siendo el intervalo entre eventos de 2 a 10 años. Un evento ENSO es una interacción global océano–atmósfera que se produce por las variaciones de los vientos ecuatoriales que provocan cambios térmicos en la superficie del Océano y en su circulación, afectando el calentamiento de la atmósfera tropical y consecuentemente la circulación atmosférica global.

La relación entre el Pacífico Tropical y la atmósfera ha atraído considerablemente la atención científica. También el Océano Atlántico e Indico proveen de interés, pero son diferentes ejemplos de interacción a gran escala entre el Océano Tropical y la Atmósfera Global. Es posible que un "El Niño" pueda, tal vez, ocurrir en el Atlántico Tropical, pero dadas las dimensiones más pequeñas de la Cuenca Atlántica puede ser la razón para la carencia de claras evidencias de su existencia.

El Océano Tropical responde a los cambios en la fuerza de los vientos. La circulación en el Océano es forzada por los vientos en una forma que es característica en cada Océano. Por ejemplo el Océano Pacífico, siendo mayor que el Atlántico, responde de una manera diferente a una fuerza de viento similar y un fuerte "El Niño" podría ocurrir. El Océano Indico parece jugar un papel importante en la Oscilación Sur, pues parece que las primeras evoluciones de la OS que ocurre en la circulación atmosférica tiene lugar sobre este Océano, donde los Monzones desempeñan un papel importante.

EL ROL DEL OCEANO EN EL CLIMA

El Océano juega un rol principal en la determinación del clima mundial. Es fuente de humedad para la atmósfera y como tal controla el régimen global de precipitaciones y evaporación. Es el principal reservorio de calor y parece ser tan importante como la atmósfera en el transporte y redistribución de calor.

La capacidad calórica del mar es enorme y tan solo en los primeros metros del Océano este puede contener igual o más calor que toda la atmósfera. El Océano absorve energía del sol y la libera a la atmósfera en lugares y tiempos distintos del punto donde la energía fue recibida. El rango de variación estacional de la temperatura es mínima sobre las zonas costeras, debido a la gran capacidad calorífica del Océano.

(1) Instituto Oceanográfico de la Armada. Div. Oceanografía Física. P.O. Box. 5940. Guayaquil - Ecuador.

El flujo de calor en los océanos es de la misma magnitud que en la atmósfera, pero los procesos oceánicos de transporte no están bien entendidos aún. Cualquier intento para entender el clima mundial deberá tomar en cuenta el rol del Océano en el establecimiento y mantenimiento del balance global del calor.

OSCILACION DEL SUR (OS)

La señal más prominente en la variabilidad climática anual es la Oscilación del Sur (OS) la cual está asociada con las fluctuaciones de presión atmosférica a nivel del mar en los trópicos, los monzones y la circulación atmosférica, durante los inviernos. A pesar de que la OS es conocida por los meteorólogos desde hace muchos años atrás, sin embargo, su relación con el fenómeno de "El Niño" no fue establecida hasta fines de la década del 60. Recién en los últimos años ha empezado a surgir el entendimiento teórico de las relaciones entre la OS y el fenómeno de "El Niño".

La Oscilación del Sur, es el intercambio de masa atmosférica a gran escala entre los hemisferios oriental y occidental en los trópicos. Puede ser detectada en los registros de presión atmosférica a nivel del mar como un balanceo entre la alta presión del Pacífico Sur y la baja presión en el Océano Indico. La OS tiene un ciclo característico de un par de años y puede ocurrir en intervalos de 2 a 10 años. El más obvio ejemplo de variabilidad climática interanual es "El Niño". Siendo esta la mayor oscilación oceánica, caracterizada como la de un anómalo calentamiento del mar frente a la costa de Sur - América.

Como consecuencia directa el plancton, los peces, y las aves dependientes en cadena por los nutrientes que proveen los afloramientos de las aguas oceánicas frente a la costa, mueren. Esto tiene efecto desastroso en las industrias pesquera y de fertilizantes. "El Niño", también trae consigo fuertes lluvias costeras causantes de inundaciones y pérdida de cosechas a lo largo de la costa de América del Sur.

La Oscilación del Sur, tiene gran significación climática debido a su fuerte señal y también a su escala de tiempo. Existen evidencias de la correlación entre las anomalías climáticas durante la estación de invierno en el Hemisferio Norte con las primeras anomalías de temperatura superficial del mar en el Pacífico Ecuatorial. La cálida temperatura superficial del mar es seguida por la alta presión atmosférica sobre Indonesia y Australia. A través de los procesos a escala global enlazados entre sí llamados "Teleconecciones", se han correlacionado estos eventos con la sobre normal temperatura de invierno en el Sur-Este de los Estados Unidos y con las temperaturas bajo lo normal durante el invierno al Nor-Oeste de Canadá.

Durante el invierno del Hemisferio Norte de 1982 - 1983, se hizo presente el mayor evento de "El Niño" posiblemente jamás observado. Este evento no fue pronosticado y no fue reconocido como "El Niño" hasta que estuvo bien desarrollado, así mismo su evolución y duración no fue anticipada. Se ha desarrollado una considerable investigación estimulada por la ocurrencia de este evento, lo cual pone de manifiesto el incompleto estado de nuestro conocimiento sobre el fenómeno de "El Niño".

EL FENOMENO DE "EL NIÑO"

El evento de "El Niño", es el ejemplo más espectacular de la variabilidad interanual en el Océano, con grandes repercusiones en el clima y en el ecosistema marino. "El Niño" de 1982 - 83, es quizás el más fuerte de este siglo y el que mejor ha sido documentado hasta la presente fecha. El interés en el fenómeno de "El Niño" se ha intensificado a partir del reconocimiento de que este fenómeno es parte de las anomalías global tanto en la atmósfera como en el océano. Los cambios atmosféricos relacionados con la OS fueron identificado hace muchos años, pero la relación de este con el fenómeno de "El Niño", ha sido solamente de los últimos 15 ó 20 años. En la actualidad el ciclo El Niño/Oscilación del Sur (ENSO) involucra una interacción entre el Océano y la Atmósfera, en la cual las alteraciones en los régimen de vientos causan cambios en la temperatura superficial del mar que afectan la circulación atmosférica.

La temperatura superficial del mar en el Pacífico a lo largo del ecuador es cálida en el Oeste y fría en el Este; también la capa de mezcla es profunda en el Oeste y somera en el Este. El nivel del mar es de

igual manera alto en el margen Oeste del Pacífico.

La mayor variabilidad en el Pacífico Tropical ocurre entre la costa de Sur–América y 140° W, a consecuencia de la fría corriente de Humboldt proveniente del Sur. Los afloramientos costeros y ecuatoriales son otra fuente para la baja temperatura superficial del mar en esta región. La Corriente Ecuatorial del Sur es la encargada de llevar estas aguas hacia el Oeste, siendo durante su trayectoria calentada por la atmósfera, incrementando su temperatura en varios grados centígrados.

Todo este sistema de corrientes es movido por los vientos Alisios del Sur-Este. Los movimientos ecuatoriales son de especial importancia para el fenómeno de "El Niño". Como resultado de las observaciones, durante los eventos de "El Niño", sobre del nivel del mar en el Pacífico Oriental, anomalías en la estructura termal del Océano, la variabilidad interanual de los vientos y de los afloramientos costeros, Whyrtki propuso de que "El Niño" es una respuesta dinámica del Océano al anómalo debilitamiento de los vientos Alisios en el Pacífico Ecuatorial Central. Un cambio en el régimen de vientos generaría una fuerte respuesta, principalmente a lo largo del ecuador. Un debilitamiento de los vientos en el Pacífico Central u Occidental, exitará un paquete de ondas ecuatoriales de Kelvin. Estas ondas pueden cruzar el Océano hacia el límite Oriental del Pacífico en pocos meses, incrementando el nivel del mar en esta región.

En principio se creía, que el calentamiento de las aguas del Pacífico Oriental se debía al cese de los vientos paralelos a la costa de Sur–América, deteniéndose o disminuyendo los afloramientos costeros. Resultados de trabajos efectuados durante la década del 70 (Zuta et. al., 1976), indica que existe poco cambio en los vientos costeros favorable a los afloramientos durante los eventos de "El Niño", excepto en las latitudes muy bajas. Entonces, los cambios observados en las corrientes, la estructura termal, elevación del nivel del mar y profundización de la termoclina, dependen principalmente de la amplitud de la onda Kelvin incidente en el límite Oriental del Pacífico.

"EL NIÑO" DE 1982 – 1983

Las anomalías de vientos que presagian la ocurrencia de un "El Niño", se hicieron presentes, muy debilmente, durante la primavera de 1982 del Hemisferio Norte, y en Julio la anomalía de los vientos fue lo suficientemente fuerte para pensar de que algo extraño estaba ocurriendo en el Pacífico Central.

A pesar de esto, no se habían dado ninguno de los elementos precursores de un "El Niño". Los vientos orientales no habían sido fuerte durante los meses anteriores y no existía la tendencia para que la temperatura superficial del mar sea inusualmente baja en el lado Este del Pacífico y alta en el sector Oeste. De igual manera el nivel del mar no se había incrementado en el Pacífico Occidental y la termoclina se encontraba a profundidades normales.

En Septiembre de 1982, la temperatura superficial del mar en el Pacífico Oriental se encontraba sobre sus valores medios y ya en Octubre el calentamiento en esta área era sustancial y los vientos eran altamente anómalos con vientos Occidentales reemplazando a los Orientales en una gran extensión del Pacífico Ecuatorial.

El inicio de "El Niño" de 1982–83, según Barber et. al., (1983), parece ser en Septiembre para la costa Oriental del Pacífico. Las grandes anomalías de vientos ecuatoriales en el Pacífico Occidental asociadas con este evento ocurrió en Junio de 1982. Ahora bien, ¿Cuáles fueron los eventos precursores de estas anomalías en el Océano?. El Centro de Análisis Climático (CAC) de los Estados Unidos mostró mapas de temperatura superficial del mar presentando un ligero calentamiento alrededor de 180° W a inicios de 1982. El reporte de los barcos sobre los vientos, indicaba que junto al ecuador entre 140° W y 160° E, se observaron anomalías de vientos occidentales entre Diciembre de 1981 y Marzo de 1982. Trabajos anteriores han señalado de que tales anomalías podrían forzar a movimientos oceánicos los cuales se propagarían hacia el Este causando una profundización de la termoclina y un anómalo calentamiento de las aguas frente las costas de Sur–América alrededor de dos a tres meses después.

En Mayo de 1982 cerca de los 160° W los datos de los barcos de oportunidad indicaban que el afloramiento ecuatorial había desaparecido y que en cambio se hicieron presentes en la región aguas con temperaturas superior a los 28° C.

Hansen (1983), manifiesta que para Julio de 1982, las corrientes superficiales observadas por el movimiento de las boyas a la deriva fueron hacia el Oeste con velocidades típicas de 30 a 40 Km. por día en la Corriente Ecuatorial Sur. Así mismo, señala que, para Septiembre de 1982, conjuntamente con el gran calentamiento del agua cerca de la costa, las corrientes se debilitaron, continuando así hasta Diciembre en que las corrientes tomaron dirección hacia el Este, en casi todos los lugares próximos al ecuador, mientras que fue hacia el Sur a lo largo de la costa peruana. Así mismo, la dirección de la corriente fue hacia el Este desde Abril hasta Junio de 1983, posterior a esta fecha las corrientes se normalizaron hacia el Oeste en el sector ecuatorial.

D. Halpen (1983b), analizando las mediciones de corrientes y temperaturas en series de tiempo, efectuada dentro de los primeros 250 m. en dos sitios en el Ecuador (109.5° W y 95° W). Manifiesta que las primeras señales del inicio de "El Niño" observadas en los registros de corrientes, fue la presencia, en Agosto de 1982, de un anómalo flujo hacia el Este a 15 m. de profundidad. Normalmente en esta época del año el flujo cerca de la superficie es hacia el Oeste como parte de la Corriente Ecuatorial del Sur.

En Octubre y Diciembre nuevamente la dirección de la corriente superficial fue hacia el Este. De igual manera las boyas a la deriva también mostraron para Diciembre un anómalo flujo hacia el Este.

En Enero de 1983, el evento de "El Niño" alcanzó su máxima intensidad frente a las costas ecuatorianas y a partir de esta fecha hasta Marzo se nota una tendencia hacia la normalización de las condiciones oceanográficas para nuevamente en Mayo presentar un segundo repunte de las condiciones anómalas asociadas con "El Niño".

Es en Julio cuando se observa un debilitamiento definitivo, al detectarse afloramiento de aguas subsuperficiales en el Golfo de Guayaquil y al Oeste de las Islas Galápagos. Al mismo tiempo la Zona de Convergencia Intertropical se desplazaba hacia el Norte reduciéndose considerablemente las precipitaciones en la región del Ecuador; de igual manera la corriente de Humboldt se restablece y para Noviembre de 1983, el mar ecuatoriano había recuperado sus condiciones normales. (Moreano et. al. 1983).

EL NIVEL DEL MAR DURANTE "EL NIÑO" DE 1982 – 1983

Las anomalías positivas y negativas del nivel del mar, correspondiente a ciclos de "El Niño" y Anti-El Niño, se correlacionan muy bien a través de los trópicos de ambos hemisferios.

Durante las ocurrencias de "El Niño" se produce un rápido ascenso del nivel del mar en el Pacífico Oriental Ecuatorial, coincidiendo con un descenso del nivel del mar en el Pacífico Occidental. Wyrtki (1977) ha propuesto que las anomalías interanuales de los vientos Alisios en el Pacífico Ecuatorial Central causan la acumulación de agua en las capas superiores en la margen Oeste del Pacífico y la subsecuente tendencia de retorno hacia el lado Este, durante la época de Alisios débiles, en la forma de una onda ecuatorial, atrapada u onda interna de Kelvin. Algunos autores ha mostrado teóricamente que la perturbación ecuatorial incidente en el borde oriental del Pacífico puede ser parcialmente transmitida hacia los polos como onda costera de Kelvin.

K. Wyrtki y Roger Lukas (1983), mostraron que el nivel del mar cerca del ecuador a través del Océano Pacífico está significativamente correlacionado con las fluctuaciones del viento zonal en el Pacífico Occidental y que durante "El Niño" de 1982–1983, los vientos anómalos ocurrieron en el Pacífico Central en Septiembre de 1982 y en el Pacífico Oriental se produjeron en los primeros días de 1983.

Durante 1982 (Wyrtki y Lukas, 1983), los vientos Alisios en el Pacífico Tropical fueron anómalos, eventual-

mente con dirección contraria, es así que los vientos soplaron de Oeste a Este. Como respuesta se produjo una redistribución de masa, descendiendo el nivel del mar en el Pacífico Occidental y elevándose en el Pacífico Oriental. El mayor flujo de masa necesario para esta redistribución ocurre en la capa superficial sobre la termoclina. Wyrtki también encontró que la pendiente meridional del nivel del mar entre mareógrafos se incrementó, indicando una intensificación del flujo hacia el Este.

Los registros del nivel del mar frente a Sur América, presentan picos de varias semanas de duración entre Abril de 1982 y la primera gran subida en Septiembre. Esto presumiblemente fue forzado por la presencia de vientos anómalos del Oeste en el Pacífico Central. El nivel del mar en el Pacífico Oriental se elevó hasta Enero de 1983 para luego caer rápidamente. El nivel del mar vuelve a elevarse en Marzo, alcanzando nuevamente un máximo valor en Mayo y retornando a su valor normal en Agosto de 1983. Parece que la causa para la primera elevación del nivel del mar, inicio de "El Niño", sería la presencia de vientos anómalos occidentales al Oeste de la línea de fecha. El segundo máximo en Mayo se debió al sensible decaimiento de los vientos Alisios al Este de la línea de fecha.

CONDICIONES METEOROLOGICAS DURANTE "EL NIÑO"

Las condiciones Océano–Atmósfera en el Pacífico Ecuatorial al Este de la línea de fecha se caracterizan por la presencia de fuertes vientos alisios del Sur–Este y la relativamente baja temperatura superficial del mar debido a los afloramientos, mientras que en el límite Occidental del Pacífico los vientos son débiles y la temperatura superficial del mar elevada.

Rasmusson et. al. (1982), manifiesta que los meteorólogos pueden pensar que tanto la Oscilación del Sur como la Atmósfera en general responden a determinados cambios de la temperatura superficial del mar, de igual forma como el oceanógrafo podría tratar a "El Niño" como una respuesta a los cambios de esfuerzos del viento sobre la superficie del Océano. Los dos conceptos son válidos dependiendo del interés y del punto de vista de la persona que los enfoca.

Durante un episodio de ENSO, las aguas ecuatoriales en el centro del Pacífico Oriental son más cálidas que lo normal, mientras que la temperatura superficial del mar al Oeste de la línea de fecha está ligeramente bajo lo normal, de tal manera que el gradiente de temperatura Este/Oeste disminuye. La región de fuertes lluvias deriva hacia el Este, de manera que Indonesia experimenta sequías, y las Islas desérticas del Pacífico Ecuatorial Central, experimentan meses de lluvias torrenciales. Cerca y al Oeste de la línea de fecha los vientos Orientales de superficie a lo largo del ecuador se debilitan o cambian a Occidentales con repercusiones para la dinámica oceánica.

Durante un episodio de ENSO, el descenso de la presión atmosférica, a nivel del mar, por debajo de su valor medio, en el Pacífico Sur–Oriental, se inicia alrededor de Noviembre y continúa hasta el siguiente Agosto, mientras que en una amplia región del Occidente se incrementa. Esto sería lo que los meteorólogos llaman el Balance de la Oscilación del Sur. En un evento de ENSO la diferencia de presión al nivel del mar, entre Tahití menos Darwin, la cual es usada como Indice de Oscilación, desciende un 1 mb. con relación a la normal durante el inicio, y a casi 2 mb. en Agosto. Hacia el fin de este período generalmente se presenta un debilitamiento más pronunciado de la presión y los vientos Orientales de superficie se revierten a lo largo del ecuador en las proximidades de la línea de fecha, de igual manera el área de lluvias también deriva desde el Pacífico Occidental hacia la línea de fecha.

"El Niño" de 1982–83, se caracterizó por el abrupto descenso del índice de Oscilación del Sur. Entre Abril y Agosto de 1982 la diferencia de presión entre Tahití y Darwin descendió en 3 mb. desde la normal; los vientos y las lluvias en el Pacífico Central derivaron hacia el Este, mientras tanto más hacia el Oeste, sobre Indonesia, el Sur del Indico y Sur de Africa experimentaban una severa sequía. Estos cambios de vientos, de Orientales a Occidentales, al Oeste de la línea de fecha junto con la presencia de elevadas temperaturas superficiales del mar, frente a las costas occidentales de Sur América en Octubre de 1982, estarían corroborando la idea de que la elevación de la temperatura superficial del mar en el Pacífico Oriental

es una respuesta a los cambios bruscos en el esfuerzo del viento de superficie al Oeste de la línea de fecha.

Además, coincidiendo con la elevación de la temperatura supercicial del mar, la zona de convergencia intertropical en el Pacífico Oriental, caracterizada como una banda de alta precipitación, se movió hacia el Sur a partir del mes de Octubre, cuando normalmente por esta época permanece cerca de 10° N. Lo cual incrementó las precipitaciones a lo largo del Ecuador y Norte del Perú, manteniéndose este patrón hasta Mayo de 1983. A partir de Junio se inicia un lento proceso de recuperación de las condiciones Océano–Atmosférica, las anomalías de temperatura superficial del mar frente a las costas de Sur América decrecen y la Oscilación Sur retorna hacia sus valores normales.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

El reciente evento de "El Niño" 1982–83 ha despertado un gran interés en los oceanógrafos y meteorólogos, preparándose gran cantidad de artículos científicos describiendo el pasado evento.

Revisando la literatura que se ha escrito parace que está muy cerca el momento de hacer predicciones de las grandes anomalías de temperatura superficial del mar. Así mismo, parece ser que la clave para tales predicciones está en el conocimiento de los vientos zonales en la región ecuatorial del Pacífico Central y Occidental, tal como lo manifiesta T. Barnett (1983), quien señala que algunas de las configuraciones del calentamiento en el Pacífico ecuatorial durante 1982–83, pudieron haberse predicho 4 meses antes, y que los grandes eventos de "El Niño" (pueden ser predichos) con algunos meses de anticipación.

Estudios de Busalacchi y O'Brien (1981) han mostrado que los eventos de "El Niño" se debe al anómalo relajamiento de los vientos Orientales en el Pacífico Central y Occidental, exitando un gran pulso de la Onda de Kelvin, las cuales viajan a lo largo del ecuador arribando al Pacífico Oriental en dos a tres meses después. El arribo de la Onda Kelvin, a la costa de Sur América, ocasiona la profundización de la termoclina, creando una gruesa capa superficial.

Referente a los modelos numéricos para la simulación del fenómeno de "El Niño", estos han hecho grandes y significativos avances. Enfield (1980) efectuó una revisión de tales modelos numéricos entre los cuales menciona el trabajo de Hurlburt, quien numéricamente simula un "El Niño" como respuesta al forzamiento de los vientos y al subsecuente relajamiento de estos, encontrando que después del esfuerzo del viento, una Onda Kelvin era exitada en ambos extremos del ecuador. En el extremo Oriental el frente de Onda Kelvin se propagaba inmediatamente hacia los polos a partir del Ecuador a lo largo del límite oriental, invirtiéndose el flujo desde el Ecuador hacia los polos y profundizando la picnoclina. La Onda Kelvin, generada en el Pacífico Occidental se propaga hacia el lado Oriental llegando meses más tarde a las costas americanas. Una limitación de este modelo es que el efecto del viento se siente en toda la cuencca oceánica y no únicamente en el Océano Ecuatorial Central y Occidental. Enfield (1980) menciona también el trabajo de McCreary, quien investiga la respuesta dinámica del Océano Pacífico Oriental a las diferentes simetrías del campo de relajamiento del viento en el interior del Océano. Variaciones del viento meridional no producen un "El Niño" como respuesta, no así los vientos zonales. Un cambio asimétrico del campo de viento zonal ecuatorial produce efectos de un "El Niño", con profundización de las isotermas y flujo hacia los polos a lo largo del límite oriental.

Los estudios teóricos y numéricos en los últimos años, apoyan el argumento de Wyrtki, en el sentido de que "El Niño" es una respuesta dinámica al forzamiento de los vientos Alisios en el Océano Pacífico Ecuatorial. La depresión de la termoclina en el Pacífico Ecuatorial Oriental señala el arribo del disturbio ecuatorial en el límite oriental. La energía incidente es dividida en dos fases: a manera de Onda Kelvin que se propaga rápidamente hacia los polos a lo largo del límite oriental y como reflexión de Onda Rossby hacia el Oeste desde el límite oriental.

Los avances logrados en el conocimiento del fenómeno de "El Niño" ha despertado un gran interés por el mismo, desarrollándose nuevos programas de investigación tales como el programa de estudio sobre

la variabilidad interanual del Océano Tropical y la Atmósfera Global (TOGA) que está ejecutando un experimento Océano–Atmósfera a gran escala, que constituye una gran oportunidad para estudiar la fuerte señal climática natural que involucra, entre otras cosas, la Oscilación del Sur, el fenómeno de "El Niño", y las anomalías climáticas de invierno sobre Norte América.

El objetivo principal de la investigación climática del Océano, es mejorar la capacidad predictiva para la elaboración de un pronóstico interanual y estacional de las variaciones climáticas. Esta investigación básicamente es la siguiente:

a.– La investigación necesaria para obtener una descripción del sistema Océano–Atmósfera. Es necesario mejorar nuestro conocimiento de la climatología del Océano y necesitamos definir las conecciones de gran escala del sistema Océano–Atmósfera.

b.– La investigación necesaria para entender los procesos oceánicos, que describan la variabilidad climática. Por ejemplo ¿Cuál es el rol del océano en el transporte de calor y cuales son sus variaciones?

c.– Desarrollar modelos numéricos, con el propósito de predecir las variaciones climáticas. La valoración y prueba de estos modelos debe ser una actividad importante dentro del programa.

Otra aproximación a la designación de prioridades es definir qué factores están impidiendo el progreso. Existen algunos elementos que actuan como obstáculo, tal como la carencia de una tecnología observacional o la presencia de vacíos en el conocimiento de los procesos naturales de interacción, que deficulta el entendimiento global del proceso.

AGRADECIMIENTO

El autor desea expresar su agradecimiento a la Dirección del Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador, cuyo decidido apoyo hizo posible la realización del presente trabajo.

De igual manera, a los Señores CPCB–EM Hernán Moreano Andrade e Ing. Jorge Espinoza, por la revisión crítica del manuscrito y sus acertadas sugerencias.

BIBLIOGRAFIA

Barber R.T., S. Zuta, J. Kogelschatz y F. Chávez, 1983.– Temperature and Nutrient conditions in the Eastern Equatorial Pacific. Tropical Ocean–Atmosphere Newsletter, No. 16, pp: 15 - 17.

Barnett T.P., 1977.– An Attempt to verigy some theories of El Niño, J. Phys. Oceanography, 7, pp:633-647

Barnett T.P. 1981.– Statistical Relacions between Ocean/Atmosphere Fluctuations in the Tropical Pacific. J. Phys. Oceanography, 11: pp: 1043 - 1058.

Barnett T.P., 1983.– Prediction of the El Niño of 1982-83. Paper from 1982/83 El Niño Southern Oscillation Workshop. **NOAA**/AOML. Miami, ±Fi. Noviembre de 1983.

Behringer D.W., 1983.– Modal Analyses of Isopycnal Displacements in the Eastern Pacific. Paper from 1982/83, El Niño Southern Oscillation Workshop. NOAA/AOML. Miami, Fl. Noviembre de 1983.

Busalacchi A., and J.J. O'Brien, 1981.– Interannual Variability of the Ecuatorial Pacific in the 1960's. J. Geophys. Res., 86: pp: 10901 - 10907.

Donguy J.R., and C. Henin, 1980.– Surface Conditions in the Eastern Equatorial Pacific Related to the Intertropical Convergence Zone of the Winds, Deep-Sea Research, 27A; pp: 697 - 714.

Enfield D.B., and J. Allen, 1980.– On the Structure and Dynamics of Monthly Mean Sea Level Anomalies along the Pacific. Coast of North and South America, J. Phys. Oceanography, 10; pp: 557 - 578.

Enfield D.B., 1980.– Pacific Eastern Boundary Response to Interannual Forcing, Resource Management and Environmental Uncertainty, M.H. Glantz, Eds. (Wiley and sons, N.Y.).

Enfield D.B., and J.S. Allen, 1983.– The Generation and Propagation of sea Level Variability along the Pacific. Coast of México, J. Phys. Oceanography, 13; pp: 1012 - 1033.

Gill A.E., 1982.– Changes in Thermal Structure of the Equatorial Pacific. During the 1972 El Niño as revelated by Bathythermograph Observations, J. Phys. Oceanography, 12;pp:1373-1387.

Halpern D., 1983a.– Annual and Interannual Current and Temperature fluctuations in the Eastern Pacific. Upper Ocean 1980-82. Tropical Ocean-Atmosphere Newsletter, No. 16; pp: 18 - 19.

Halpern D., 1983b.– Upper Ocean Current and Temperature Observations Along the Equator West of the Galápagos Islands Before and buring the 1982-83. ENSO Event. Paper from 1982/83. El Niño Southern Oscillation Worskhop. NOAA/AOML. Miami, Fl. Noviembre/83.

Halpern D., S.P. Hayes, A. Leetmaa, D.V. Hansen, and S.G. Philander, 1983.– Oceanographic Observations of the 1982 Warning of the Tropical Eastern Pacific. Science, 221; pp: 1173 - 1175.

Halpern D., 1984.– Upper Ocean Heat Content in the Eastern Equatorial Pacific., during the 1982-83 ENSO Event. Tropical Ocean–Atmosphere, Newstelleter, No. 24; pp: 14 - 16.

Hansen D., 1983.– Aspectos a gran escala de condiciones atmosféricas y oceánicas asociadas con "El Niño" de 1982 – 1983. Artículo presentado en el taller sobre "El Niño" 1982–83, INOCAR, Guayaquil - Ecuador, Diciembre de 1983.

Keen R.A. 1984.– Equatorial Westerlies during the 1982–83 ENSO Event, Tropical Ocean–Atmosphere Newsletter, No. 25; pp: 10 - 11.

Mc Creary J., 1976.– Eastern Tropical Ocean Response to Changing Wind Systems: with application to El Niño, J. Phys. Oceanography, 6, pp: 632 - 645.

Moreano H., E. Zambrano, R. de Suéscum y N. Paredes, 1983.– El Niño 1982–1983, su Formación, Su Desarrollo y sus Manifestaciones en aguas ecuatorianas. Instituto Oceanográfico de la Armada - Ecuador, (manuscrito no publicado).

Philander S.G.H., 1980.– The response of Equatorial Oceans to a Relation of the Trade Winds, J. Phys, Oceanography, 11, pp: 176 - 189.

Quiroz R.S., 1984.– Observed Response of the Northern Hemisphere Atmospheric Circulation to the 1982–83 El Niño Ocean Warning, Tropical Ocean–Atmosphere Newsletter, No. 24, pp: 1 - 2.

Rasmusson E.M., and T. Carpenter, 1982.– Variations in Tropical Sea Surface Temperature and Surface Wind Fields Associated with the Southern Oscillation El Niño, Mon. Weather REV., 110, pp: 354 - 384.

Wyrtki K., 1975.– El Niño - The Dynamic Response of the Equatorial Pacific Ocean to Atmospheric Forcing, J, Phys. Oceanography, 5: pp: 572 - 584.

Wyrtki K., 1977.– Sea Level during the 1972 El Niño, J. Phys. Oceanography, 7, pp: 779 - 787.

Wyrtki K., 1979.– The Response of Sea Surface Topography to the 1976 El Niño, J. Phys. Oceanography, 9: pp: 1223 - 1231.

Wyrtki K., and R. Lukas, 1983.– Sea Level during the 1982–83 El Niño, Paper from 1982–83. El Niño Southern Oscillation Workshop. NOAA/AOML. Miami, Fl, Nov. 1983.

Zuta S., D. Enfield, J. Valdivia, P. Lagos y C. Blandin, 1976.– Aspectos Físicos del Fenómeno El Niño 1972–1973. Actas de la Reunión de trabajo sobre el Fenómeno conocido como "El Niño", FAO Inf. Pesca, 185, Roma, 1976.

DETERMINACION DEL DATUM VERTICAL EN LA LIBERTAD, ECUADOR

Por:

NELSON PAREDES (1)

RESUMEN

Normalmente en los levantamientos geodésicos se utilizan dos tipos de referencias: Las coordenadas de origen y el datum vertical. Las primeras están en función del elipsoide o superficie matemática de referencia que más se ajusta al área, y el segundo; por la determinación del nivel medio del mar con 19 años de observación.

El Ecuador tiene como elipsoide de referencia, el Internacional y el datum horizontal del punto localizado en La Canoa, Venezuela (Provisional South American Datum 1956, PSAD 56), cuyas coordenadas han sido transportadas a nuestro país mediante redes geodésicas.

En 1948, el Ecuador instaló una estación mareográfica en La Libertad (Lat. 02° 12'S., Long. 80° 55'W) y a la determinación del datum vertical se refiere el presente trabajo.

ABSTRACT

Normally, two tipes of references are used in geodetic surveys: The origin coordinates and the vertical datum. The first one are funtion of the best fitting ellipsoid or matematical surface reference and, the second by the determination of the mean sea level based in 19 years of observation.

Ecuador has as references the International ellipsoid, and the horizontal datum of a point located in La Canoa, Venezuela (Provisional South American Datum 1956, PSAD 56), whose coordinates have been transfered to our country with the help of geodetic networks.

In 1948, Ecuador established a tide station in La Libertad (Lat. 02° 12'S., Long. 80° 55'W). This paper is related with the determination of this vertical datum.

INTRODUCCION

Antes de la Segunda Guerra Mundial, pocas naciones se dedicaban al estudio de las mareas y las que lo hacían eran aquellas que tecnológica y económicamente podían llevar a cabo este tipo de investigaciones.

En la guerra, los países que participaban directamente en ella se dieron cuenta de la necesidad imperiosa de contar con mapas topográficos y cartas de navegación para defender o atacar posiciones. Seguramente, esos años fueron los de mayor producción y de esa manera se iniciaba el desarrollo tecnológico—

(1) Instituto Oceanográfico de la Armada. Div. O. Física. P.O. Box. 5940. Guayaquil - Ecuador.

cartográfico tan floreciente en nuestros días.

En el Ecuador, el Servicio Geográfico Militar (hoy Instituto Geográfico Militar IGM), era la oficina encargada de los levantamientos geodésicos, topográficos y de la producción de mapas terrestres, desde el año de 1928.

Para los levantamientos hidrográficos y la edición de cartas náuticas se creó el Servicio Hidrográfico de Faros y Boyas (hoy Instituto Oceanográfico de la Armada INOCAR) en 1932.

Posiblemente, los levantamientos geodésicos, topográficos y la producción de mapas que hacían tanto el IGM, como el INOCAR, estaban referidos a datums provisionales.

A partir de 1956 se toma para el Ecuador el datum horizontal del punto La Canoa, Venezuela (PSAD 56) y se refiere al elipsoide Internacional todos los trabajos de cartografía.

Para determinar el datum vertical, el IGM, con asesoramiento y colaboración del IAGS (Interamerican Geodetic Survey) del Ecuador, instalan, en 1948, un mareógrafo estandar, en el terminal petrolero de La Libertad, Provincia del Guayas.

Aproximadamente, entre 1960 y 1961, se calcula el nivel medio del mar, utilizando los datos extraídos de los mareogramas del período de 1950 a 1959. A este datum se refirieron las cotas que el IGM transportó a casi todas las ciudades, mediante nivelaciones geométricas.

En 1970, la estación mareográfica de La Libertad, pasa a depender exclusivamente de INOCAR, y, toda la documentación como: mareogramas, informes de inspección, libretas de nivelamiento y otros reportes son entregados al mencionado Instituto.

El INOCAR, desde 1970 hasta la fecha, ha efectuado semestralmente las debidas inspecciones mareográficas, cambio y nivelamiento de regla de mareas a hitos establecidos en tierra y especialmente, dar instrucciones al observador, a fin de que los datos tengan la exactitud requerida.

ANALISIS DE LOS DATOS

Para el cálculo del nivel medio del mar, se recopiló y procesó toda la información de las alturas horarias en un computador IBM, desde 1948 hasta 1984. Los informes de inspecciones mareográficas y las libretas de nivelamiento fueron revisadas con la finalidad de encontrar posibles cambios verticales en la posición de la regla de mareas. Las correcciones hechas a la primera regla instalada el 24 de octubre de 1948, son las siguientes:

PERIODO	CORRECCION
24. 10. 48 – 15. 01. 55	0 . 0
15. 01. 55 – 21. 11. 57	– 0. 01355
21. 11. 57 – 28. 04. 58	– 0. 04155
28. 04. 58 – 20. 07. 60	+0. 46045
20. 07. 60 – 02. 08. 65	+0. 35996
02. 08. 65 – 25. 02. 70	+0. 45615
25. 02. 70 – 19. 02. 71	+0. 35845
19. 02. 71 – 29. 11. 72	+0. 54395
29. 11. 72 – 09. 05. 81	+0. 53645
09. 05. 81 – 01. 01. 84	+0. 40195

En la Fig. 1, se ve la fecha de los cambios, las correcciones y las elevaciones con respecto al cero de la regla, referidos al BM.8, única marca de referencia que se ha mantenido indestructible desde 1948. Entonces, los movimientos verticales de la superficie del mar están referidos a este punto fijo establecido en tierra.

En la Fig. 2, se encuentra la implantación de la estación mareográfica de La Libertad. La regla de mareas está referida al BM.8, el cual, es una placa estandar con la inscripción de "INTERAMERICAN GEODESIC SURVEY, BME 48" y empotrada en una plataforma de concreto del edificio de transformadores de CEPE, el mismo que está a la izquierda de la entrada a la refinería. La entrada es la más cercana al muelle.

Se ha graficado también en la Fig. 3, los promedios mensuales del nivel del mar, en donde se puede apreciar su irregular variación. Son notables los picos de los años 1951, 1a–53–1954, 1957, 1963, 1968–1969, 1972, 1976, 1980–1981 y 1982–1983, en los cuales muchos científicos señalan la presencia de eventos de "El Niño", pues, el elevamiento del nivel del mar es una de las características principales.

CONCLUSIONES

El plano de referencia o datum calculado por el IAGS–IGM con 10 años de observación (1950–1959), tiene una cota bajo el BM.8 de 12.0823 mts. (ver Fig. 2), y el calculado con 19 años (1949–1967) tiene una cota de 12.0831 mts. existiendo una diferencia de apenas 0.8 milímetros con respecto al plano calculado con 10 años.

La cota de 12.0892 corresponde al cálculo de 36 años de observación (1949–1984) y tiene una diferencia de 6, 9 y 6.1 milímetros con respecto al de 10 y 19 años respectivamente. Esto significa que el nivel medio multianual está un poco más abajo que los anteriores.

Por otro lado, las cotas que fueron determinados por el IGM, mediante nivelaciones geométricas, en los diferentes lugares del país, deben ser sumadas 0.8 milímetros para que estén referidas al nivel medio del mar de 19 años de observación.

RECOMENDACIONES

El seguimiento diario de la variación del nivel es muy importante dentro del campo científico, pues, en él se pueden detectar irregularidades que pueden ocurrir en el océano, en la corteza terrestre, en la determinación de puntos geodésicos, en la precisión de levantamientos topográficos y en general en los fenómenos físicos que remotamente actuán en nuestro sistema solar.

La estación mareográfica de La Libertad es la más antigua del Ecuador y la que mejor ha funcionado desde 1948 hasta la presente fecha; sus datos son muy buenos y están referidos a un sólo cero de regla, por lo cual se recomienda seguir manteniendo en funcionamiento. Esta estación puede ser correlacionada con otras, en anteriores y futuras investigaciones, tanto geodésicas como oceanográficas.

AGRADECIMIENTO

Agradezco al señor CPCB–UN Galo Padilla Terán y al Señor Biólogo Eduardo Zambrano Q., por las oportunas y precisas sugerencias en la presentación de este trabajo.

BIBLIOGRAFIA

Inocar.– "Informes de Inspección y libretas de nivelamiento de la estación mareográfica de La Libertad". Archivo del Departamento de Hidrografía, Sección Mareas. INOCAR.

Iñiguez U., Mazón R., 1979.– "Cartografía Náutica aplicada a las zonas 16 y 17". Escuela Politécnica del Ejército. Tesis de Grado. Quito - Ecuador.

Seppelin T., 1974.– "El Departamento de Defensa, El Sistema Geodésico Mundial". Defensa Mapping Agency. Washington D.C., Manuscrito presentado en el Simposium Internacional: En problemas relacionados con la redefinición de los sistemas geodésicos norteamericanos. Fredericton New Brunswick, Canadá.

Walker J., 1977.– "Derivation and Aplication of Datum Transformations relating doppler positions to local and national datum in Latin America". Defense Mapping Agency. Topograhic Center. Washington D.C.

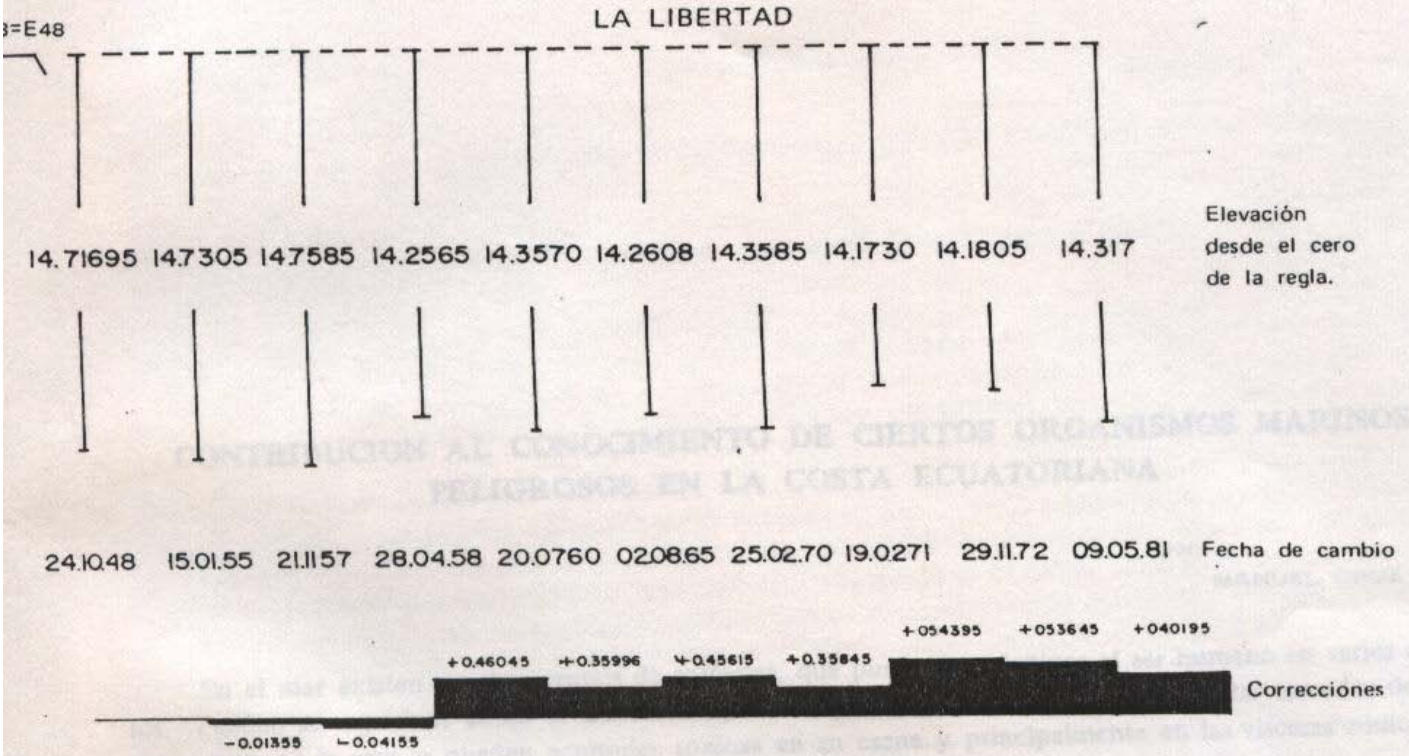


Fig. 1.– Cambios de la regla de mareas realizados en el período 1948 — 1981.

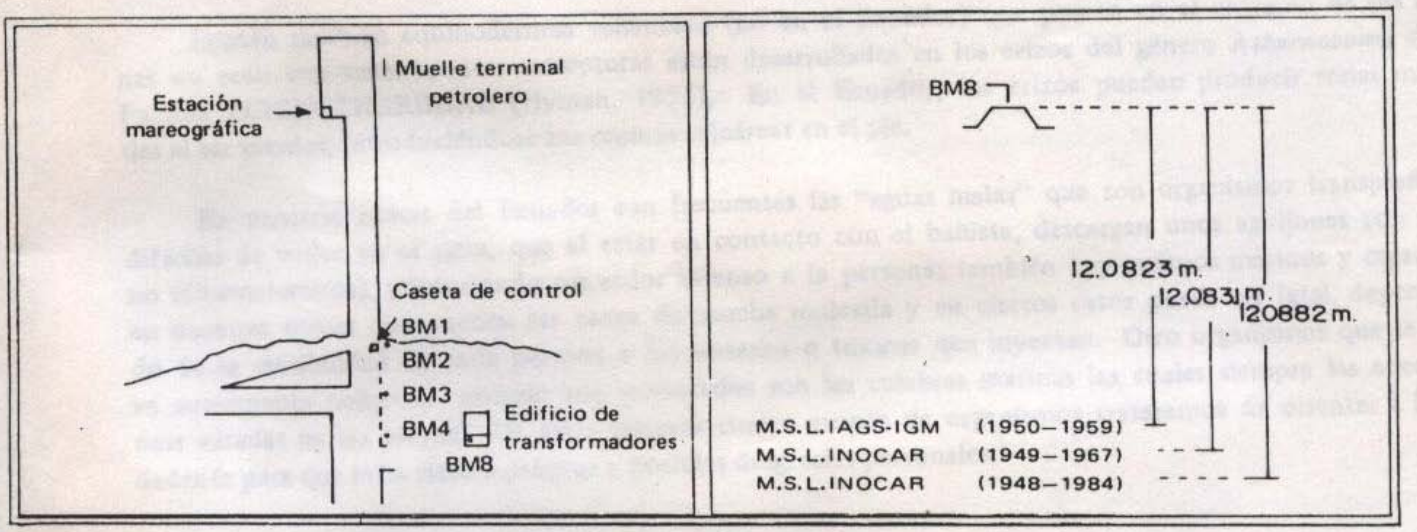


Fig. 2.– Implantación de la estación mareográfica.

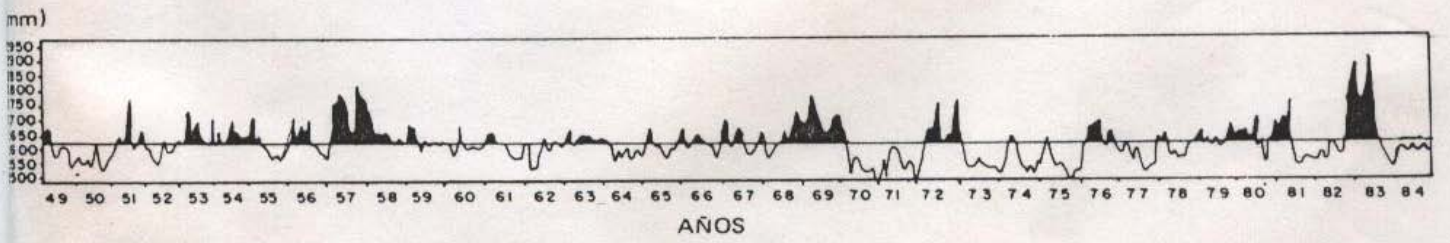


Fig. 3.– Variación del nivel del mar en el período 1948 — 1984.

CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE CIERTOS ORGANISMOS MARINOS PELIGROSOS EN LA COSTA ECUATORIANA

Por:
MANUEL CRUZ P. (1)

En el mar existen muchos grupos de animales, que pueden ser dañinos al ser humano en varios aspectos. Pueden ser agresivos como el tiburón; hay otros que son venenosos y pueden estar armados de espinas como en la raya o pueden acumular toxinas en su carne y principalmente en las visceras como en el caso del pez tambulero, que al ser comido por el hombre, lo envenena.

Existen también equinodermos venenosos (no en el Ecuador) que poseen en el extremo de sus espinas un saco con veneno; estas estructuras están desarrolladas en los erizos del género *Athernosoma* de la Familia ECHINOTHURIIDAE (Hyman, 1955). En el Ecuador, los erizos pueden producir serias molestias al ser pisados, introduciéndose sus espinas calcáreas en el pie.

En nuestras costas del Ecuador son frecuentes las "aguas malas" que son organismos transparentes, difíciles de verlos en el agua, que al estar en contacto con el bañista, descargan unos aguijones con veneno (Chematocistos), produciendo un ardor intenso a la persona; también hay gusanos marinos y caracoles, en nuestras playas que pueden ser causa de mucha molestia y en ciertos casos puede ser fatal, dependiendo de la sensibilidad de cada persona a los venenos o toxinas que inyectan. Otro organismos que se vuelve sumamente peligroso cuando son molestados son las culebras marinas las cuales siempre las encontramos varadas en las playas. De estos últimos cuatro grupos de organismos trataremos de orientar a la ciudadanía para que evite ciertos peligros y posibles desgracias personales.

(1) Instituto Oceanográfico de la Armada. Div. Biología Marina. P.O. Box. 5940. Guayaquil - Ecuador.

AGUA MALA (celenterados)

Son organismos marinos, diblásticos de aspecto gelatinoso y transparentes que pertenecen al filo coelenterata o Cnidaria.

Pueden ser solitarios como la "ortiga de mar" *Chrysaora quinquecirrha* (Fig. 1) o coloniales como *Physalia* (Barnes, 1977), Fig. 2.

En la costa ecuatoriana es frecuente encontrar a *Physalia* (Fragata portuguesa), que se encuentra flotando en el mar y es arrastrada por las corrientes marinas, de mareas y olas. A veces quedan varadas en las playas y en otras ocasiones se encuentran cerca de la costa ya sea aisladas o rara vez en grupos formando una lámina verde–azulada en la superficie del agua.

Physalia.— Tiene un gran flotador lleno de gas (monoxido de carbono) que es un polipo modificado, bajo el flotador hay un corto cenosarco del que cuelgan dactilozoides o tentáculos, gastrozoides y gonozoides grandes y pequeños (Meglitsch, 1978). Los tentáculos están armados de potentes nematocistos (Fig. 3) que son células urticantes que tienen como función la captura del alimento; miden desde 0.25 mm. a 1.1 mm y tienen un aguijón o cnidocilo (Fig. 3a) que sobresale de la epidermis y al ser tocado, se descarga una cápsula que contiene una sustancia tóxica (hidroxido de tetramethyl amonio) al mismo tiempo que dispara un estilete que es el que penetra en la piel de la presa y facilita la entrada del veneno el cual actúa sobre el sistema nervioso paralizando a organismos pequeños como peces, crustáceos, etc. y luego son llevados a la boca con sus tentáculos. (Hyman, 1955).

De existir un encuentro accidental con una colonia de estos organismos el bañista al ponerse en contacto directo con su piel puede producirle síntomas como: anestésico, irritación, quemazón, dolores intensos en la zona afectada, disturbios estomacales, postración y en casos extremos la muerte, ocasionada por interferencia respiratoria (Hyman, op. cit.). En la mayoría de los casos, sólo produce en la piel del hombre irritaciones superficiales, debido a su relación de tamaño con la cantidad de veneno, aunque depende también de la sensibilidad de cada persona.

RECOMENDACIONES:

Si se observan en el mar, estos organismos tratar de alejarse o salir del agua. Si están varadas en la playa, no cogerlas con la mano.

En caso de accidente, el bañista debe:

- Tranquilizarse.
- Salir inmediatamente del agua.
- No rascarse para evitar escoriaciones.
- Limpiarse la parte afectada con alcohol.
- Ir donde el médico.

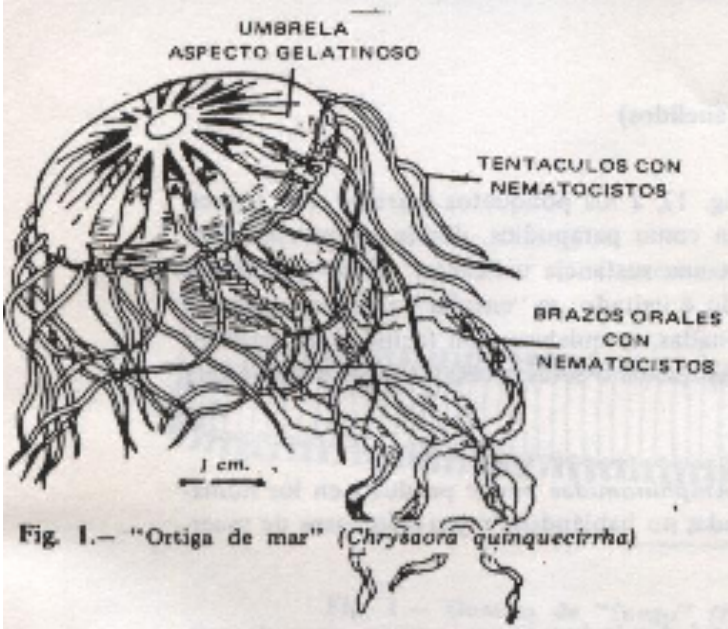


Fig. 1.– "Ortiga de mar" *(Chrysaora quinquecirrha)*



Fig. 2. *Physalia* (Fragata portuguesa) "o agua mala".

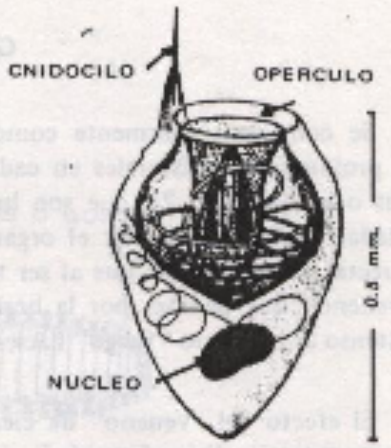


Fig. 3a. Cnematocistos no descargado (no usado).

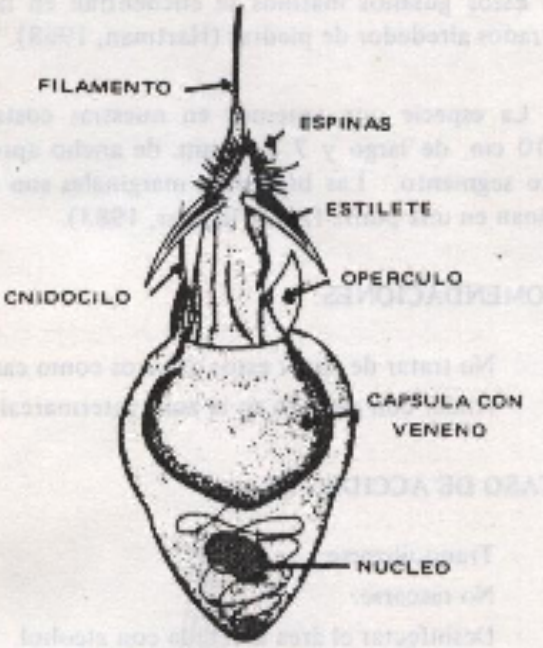


Fig. 3b. Cnematocistos descargado (usado).

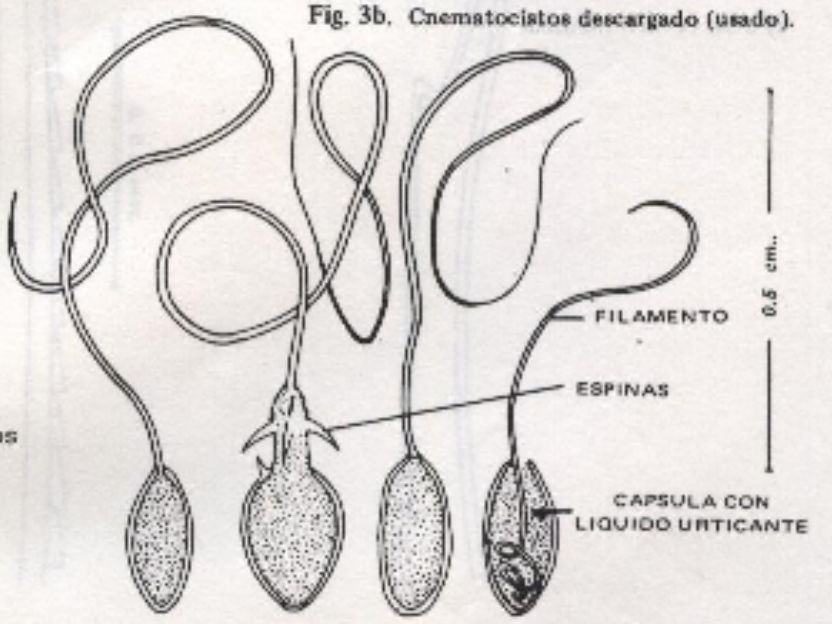


Fig. 3c. Tipos de nematocistos urticates.

GUSANOS DE "FUEGO" (anelidos)

Se conocen vulgarmente como gusanos de "fuego" (Fig. 1), a los poliquetos marinos que poseen unas prolongaciones laterales en cada segmento, que se conocen como parapodios, donde se insertan unas cerdas o quetas (Fig. 2), que son huecas internamente y alojan una sustancia urticante. Estas quetas son utilizadas como defensa por el organismo, quien al ser molestado o irritado, se "enrolla" o encorva poniendo erectas las quetas las que al ser tocadas o ligeramente presionadas, se quiebran con facilidad y derraman el "veneno" que penetra por la herida producida por las mismas quetas o setas, ocasionándole a la victima un intenso ardor como "fuego" haciendo mérito a su nombre.

El efecto del "veneno" de ciertas especies de la familia *Amphinomidae* puede producir en los humanos una angustia, disconformidad e infecciones en la zona afectada, no habiéndose reportado casos de muerte por esta causa (Fouchald, 1977).

Estos gusanos marinos se encuentran en la zona intermareal donde hay rocas y arena, pero siempre enterrados alrededor de piedras (Hartman, 1968).

La especie que tenemos en nuestras costas del Ecuador es *Pareurythoe spirocirrata* (Essenberg) de 9 a 10 cm. de largo y 7 a 8 mm. de ancho aproximadamente. El caruncle prostomial se extiende hasta el cuarto segmento. Las branquias marginales son dendríticas. Las notosetas aserradas, fuertes y gruesas, que terminan en una punta fina (Villamar, 1983).

RECOMENDACIONES:

- No tratar de coger estos gusanos como carnada para pescar.
- Andar con calzado en la zona intermareal donde hay rocas y arena.

EN CASO DE ACCIDENTE:

- Tranquilizarse.
- No rascarse.
- Desinfectar el área afectada con alcohol.
- Ir a un centro médico.

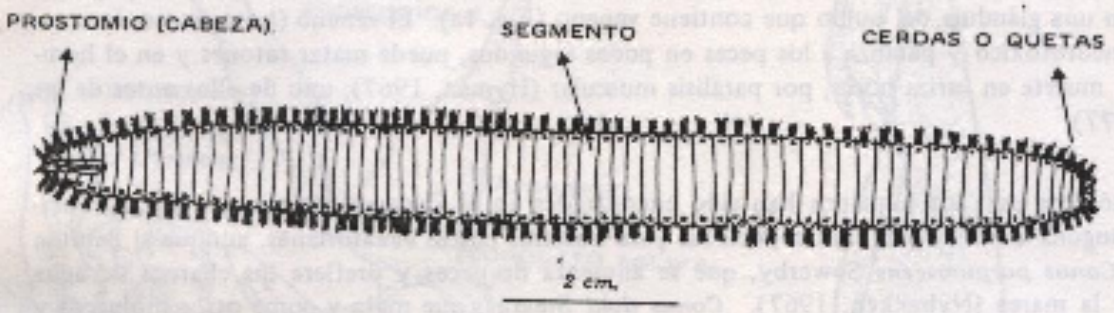


Fig. 1.— Gusano de "fuego" *(Pareurythoe spirocirrata)*

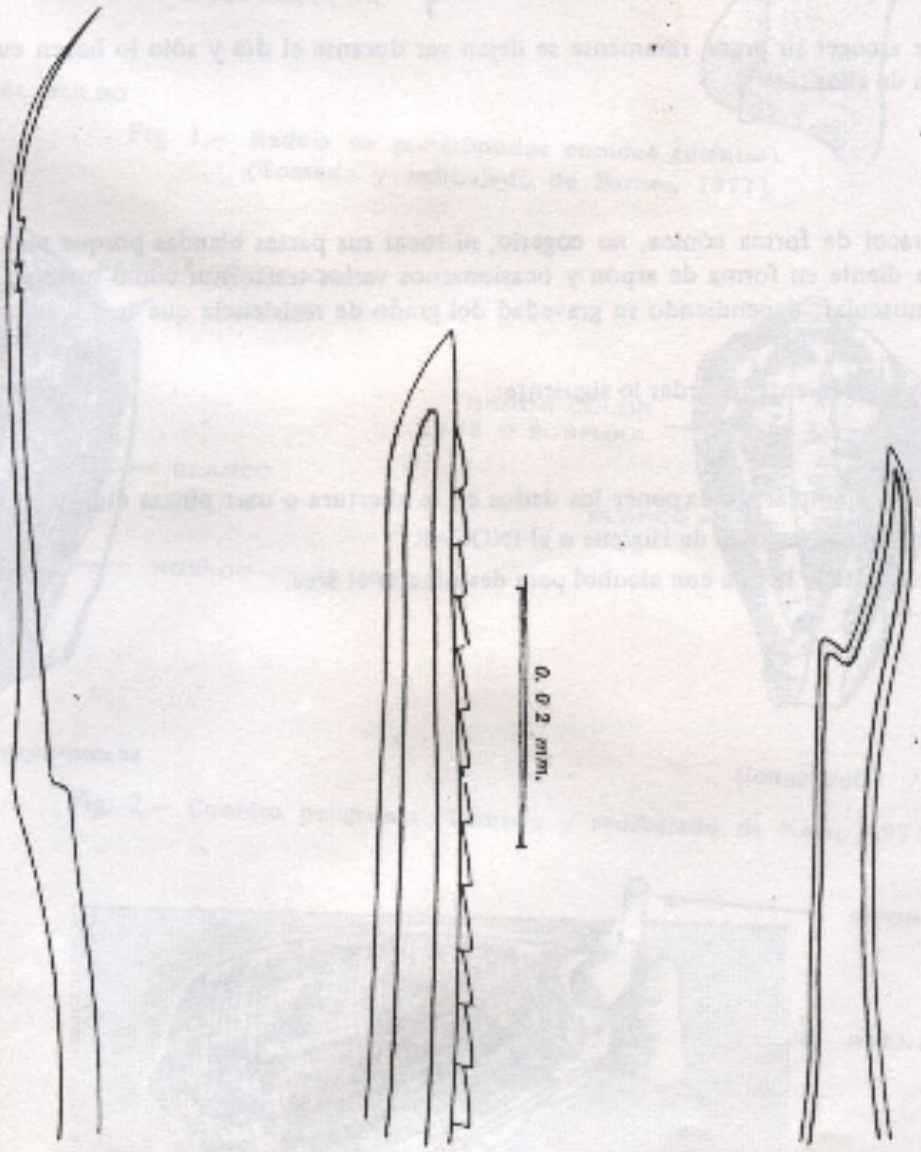


Fig. 2.— Quetas o cerdas frágiles, que en su interior poseen veneno. (Tomado de Hartman, 1968).

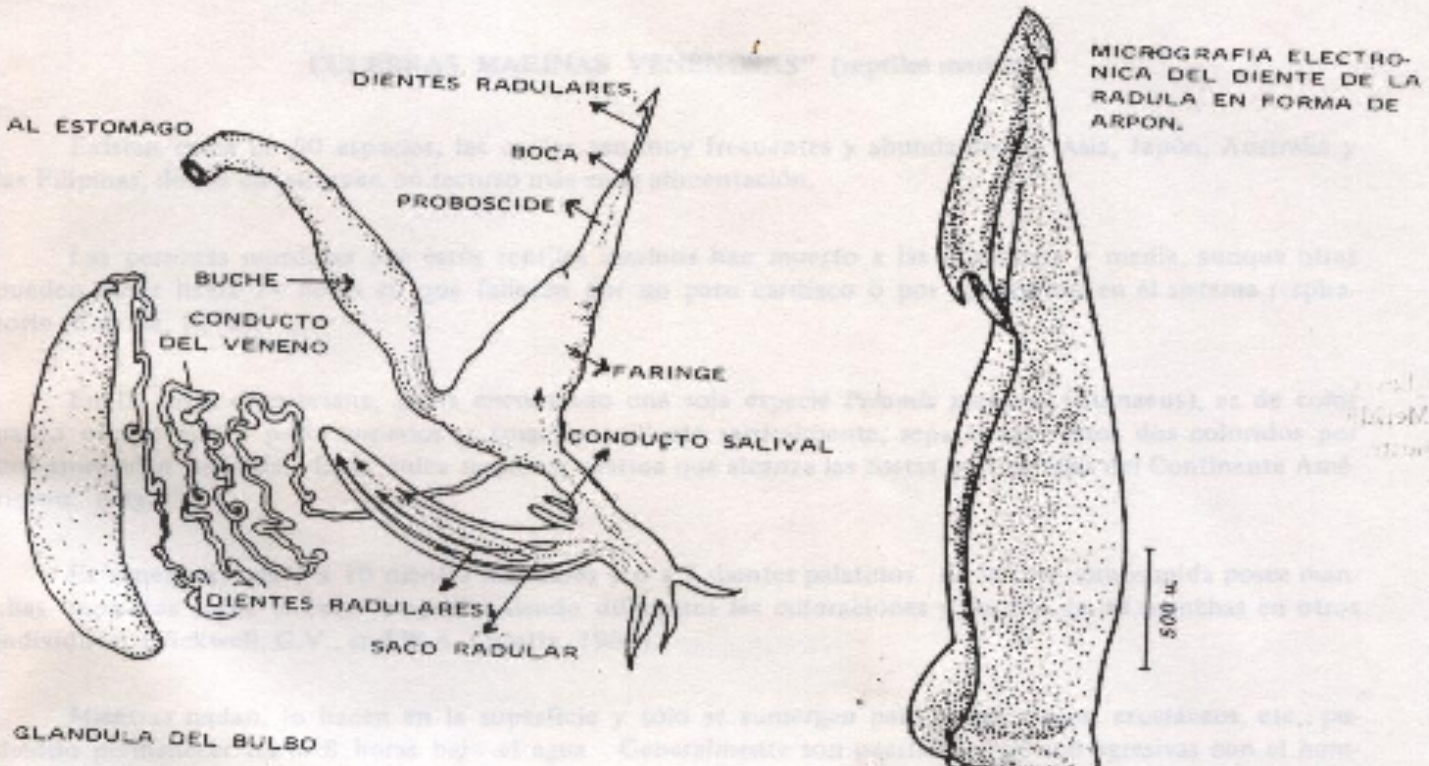


Fig. 1.– Radula de gasterópodos conidos (dientes). (Tomado y redibujado de Barnes, 1977).

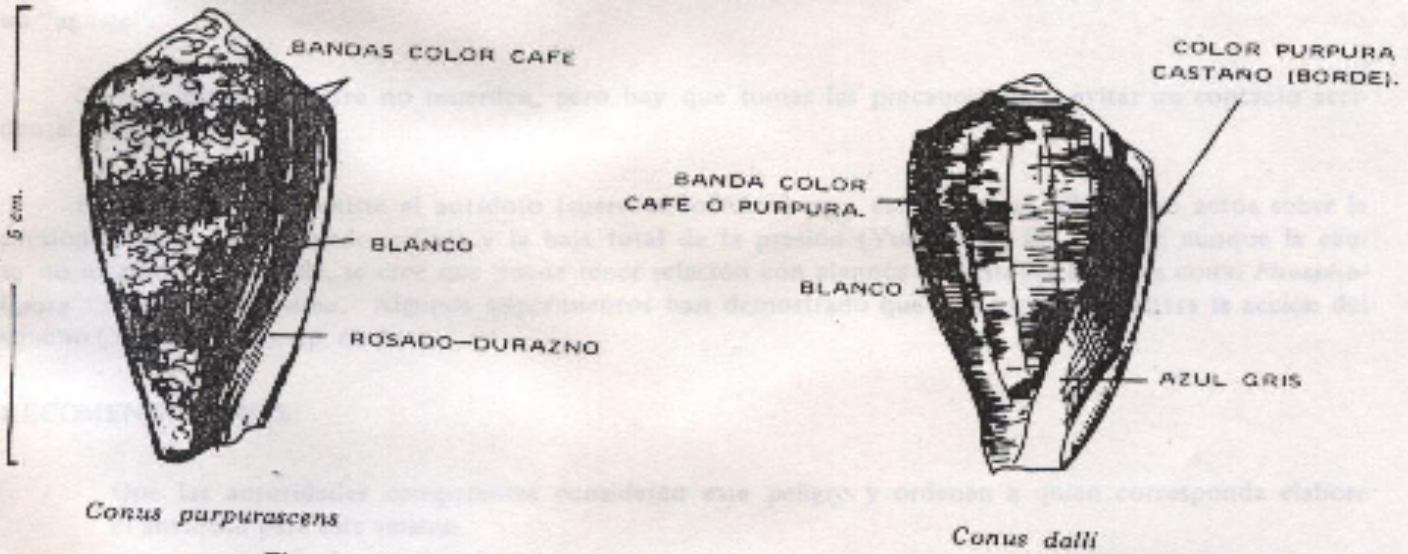


Fig. 2.– Conidos peligrosos (Tomado y redibujado de Keen, 1971).

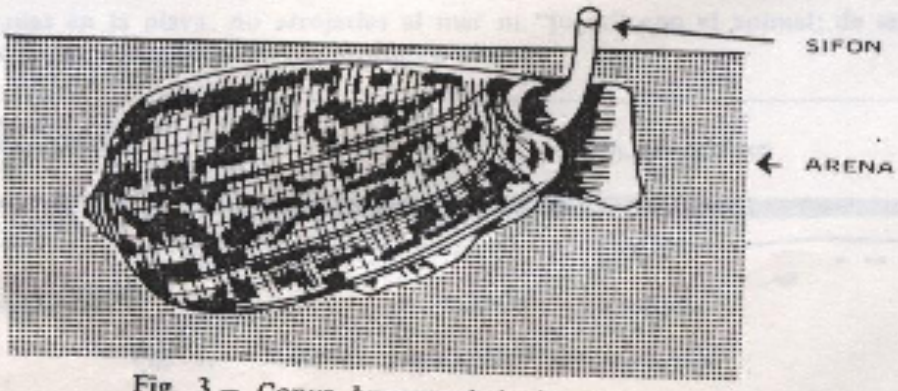


Fig. 3.– *Conus brunnus* bajo la arena.

CULEBRAS MARINAS VENENOSAS" (reptiles marinos)

Existen cerca de 50 especies, las cuales son muy frecuentes y abundantes en Asia, Japón, Australia y las Filipinas, donde constituyen un recurso más en la alimentación.

Las personas mordidas por estos reptiles marinos han muerto a las dos horas y media, aunque otras pueden durar hasta 24 horas en que fallecen por un paro cardíaco o por sofocación en el sistema respiratorio (Cromie, 1970).

En la costa ecuatoriana, se ha encontrado una sola especie *Pelamis platurus* (Linnaeus), es de color pardo oscuro en su parte superior y amarillo brillante ventralmente, separándose estos dos coloridos por una línea bien definida. Es la única serpiente marina que alcanza las costas occidentales del Continente Américano. (Fig. 1).

Es venenosa, con 7 a 10 dientes maxilares y 6 a 7 dientes palatinos. En la cola comprimida posee manchas negruzcas sobre el color amarillo, siendo diferentes las coloraciones y formas de las manchas en otros individuos. (Pickwell, G.V., and W.A. Culotta, 1980).

Mientras nadan, lo hacen en la superficie y sólo se sumergen para comer peces, crustáceos, etc., pudiendo permanecer hasta 8 horas bajo el agua. Generalmente son pacíficas y no son agresivas con el hombre si no son molestadas; pero en caso de que sean agredidas o irritadas principalmente en época de "celo" entonces si atacan con una velocidad asombrosa, así como lo hacen las serpientes terrestres. Hemos observado que frecuentemente se encuentran varadas en las playas, principalmente después de haber ocurrido un "aguaje".

Cuando están en tierra no muerden, pero hay que tomar las precauciones y evitar un contacto accidental con sus dientes.

En el Ecuador no existe el antídoto (suero antiofídico) para este veneno. El veneno actúa sobre la presión arterial, produciendo asfixia y la baja total de la presión (Yuan–Lee, Ch., 1979); aunque la causa no ha sido identificada, se cree que puede tener relación con algunos constituyentes tales como *Phospholipase* "A" y *Cardiotoxina*. Algunos experimentos han demostrado que la *Atropina* no altera la acción del veneno (Yuan Lee, Ch. op. cit.).

RECOMENDACIONES:

- Que las autoridades competentes consideren este peligro y ordenen a quien corresponda elabore el antídoto para este veneno.
- Si observan culebras marinas nadando, **no molestarlas** ni tratar de matarlas en el agua, simplemente alejarse o dejar que se vayan solas.
- Si están varadas en la playa, no arrojarlas al mar ni "jugar" con el animal; de ser posible, sacarla de la zona de playa y enterrarla lo más profundo posible.

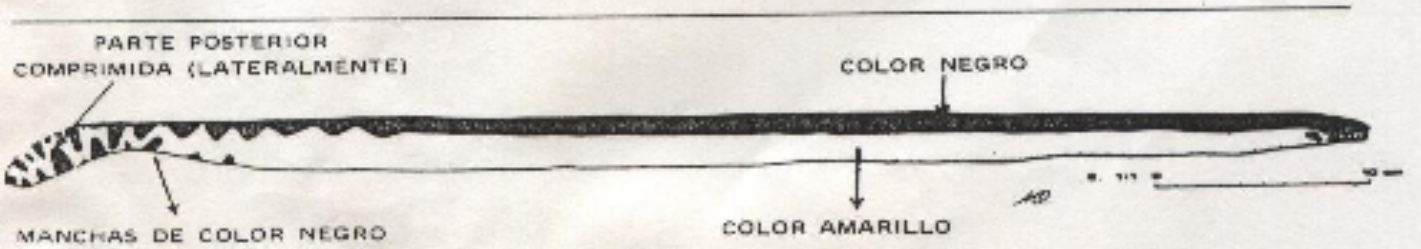


Fig. 1.– Culebra marina *(Pelamis platurus)*.

AGRADECIMIENTO

Deseo dejar constancia de mi agradecimiento a los Directivos del INOCAR, por el apoyo en dar a conocer esta contribución. A mis compañeros Biológos por la crítica del trabajo y particularmente al Dr. Francisco Villamar por el nombre científico del poliqueto. Al Sr. Víctor Mesías O., por los dibujos y diagramación; de igual forma a la Srta. Luz María Iperty por el tipeado.