

ESTUDIO GEOLOGICO E HIDROLOGICO DEL GOLFO DE URABA

Por: PHILLIPE CHEVILLOT*
 TN. AMPARO MOLINA M.**
 Ing. Oceanólogo LUIS GIRALDO**
 Ing. Geóloga CONSUELO MOLINA M.**



RESUMEN

Los procesos costeros de diferente intensidad producen efectos sobre la línea de costa de cualquier región que de una u otra forma afectan su economía. El balance erosión-sedimentación de las playas se encuentra íntimamente ligado a la hidrodinámica del mar y a su interacción con la atmósfera, complementando de esta forma el sistema costa-mar-aire.

En el presente documento se relacionan los principales resultados obtenidos en el estudio de las características hidrodinámicas y geológicas del Golfo de Urabá, llevado a cabo entre 1988 y 1989 en cooperación con la Misión Técnica Francesa.

Este estudio ha permitido identificar la formación de prismas de acrecimiento sedimentario principalmente en los alrededores de los deltas de los ríos Atrato y Turbo, así como definir las condiciones oceanográficas durante las épocas húmeda y media, además de determinar las características morfológicas del lecho marino.

ABSTRACT

The coastal process of different intensity are responsible of effects over the coast line in a region which in a way or another affect their economy. The erosion-deposition balance in the beaches is close related to the hidrodinamics of the sea and the interaction with the atmosphere, completing in this way the sistem coast-sea-air.

Is this document a relationship between the main results obtained in the study of the hidrodinamic and geological characteristics of the Gulf of Urabá is presented, carried out between 1988 and 1989 with the cooperation of the French Technical Mission.

This study permitted to identify the formation of sedimentary accresion prism mainly in the surroundings of the deltas of the Atrato and Turbo rivers, as to define the oceanographical conditions during the humid and dry seasons, and also determine the morphological characteristics of the marine bottom.

* Misión Técnica Francesa (Universidad de Bourdeaux).

** Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas.

INTRODUCCION

Los procesos de sedimentación y erosión, directamente afectados por la circulación de las aguas, están provocando un desgaste considerable a las playas de la costa oriental en lugares como el Apostadero Naval No. 13, lo mismo que en el sector de boca Tarena localizada en la costa oeste. De otro lado, los procesos de sedimentación están colmatando la región de bahía Colombia en los sitios de fondeo de los buques transportadores de banano. Como es lógico de esperar, estos fenómenos están causando graves traumas económicos a toda la región del Urabá. Las posibles soluciones de estos problemas solo pueden ser planteadas luego de la realización de estudios que permitan dilucidar el funcionamiento del sistema costa-mar-aire en la región.

Dentro de este contexto en la última década se han realizado varios cruceros oceanográficos y geológicos con el fin de determinar el régimen hidrodinámico del área, debido al gran significado económico que ésta representa para la región y el país en general.

Es así como, dentro del programa "Estudio Sedimentológico de las Plataformas Continentales Colombianas", realizado en cooperación con la Misión Técnica Francesa, el CIOH, orientó sus esfuerzos en 1988 al estudio de los diferentes procesos que están afectando la zona.

1. OBJETIVOS

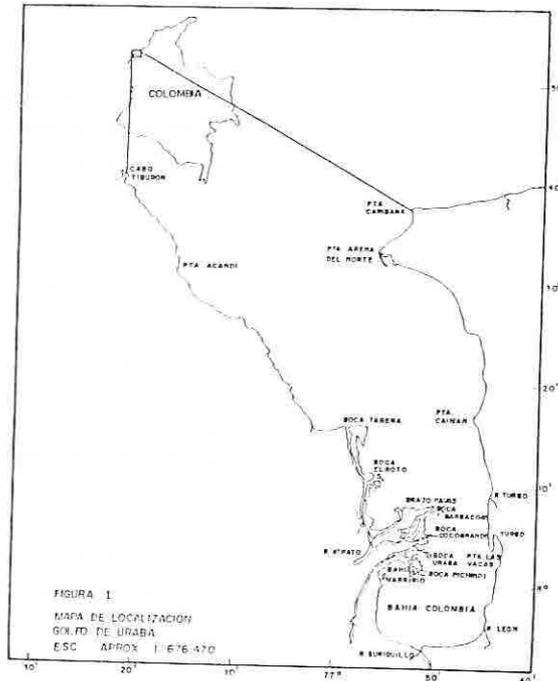
Debido a que se dispone de muy poca información geológica y oceanográfica general de esa área, que permita dar soluciones a problemas locales se efectuó este estudio con el fin de:

- Realizar de forma parcial la batimetría del sector y definir las características morfológicas del fondo, así como la influencia de la depositación de los sedimentos.
- Definir el régimen hidrodinámico de la región durante la época media y época húmeda.

-Identificar las diferentes facies sedimentológicas la cobertura superficial de éste sector de la plataforma Caribe colombiana.

1.1 UBICACION DE LA ZONA DE ESTUDIO

El Golfo de Urabá está localizado en la parte meridional del Mar Caribe en cercanías a la frontera con Panamá entre 7° 55' y 8° 40' de latitud norte y 76° 53' y 77° 23' de longitud W. (Fig 1).



1.2 METODOLOGIA

El estudio se realizó mediante los cruceros geológicos "Golfo de Urabá"- fases I y II, desarrollados durante los meses de octubre/88 (época húmeda) y febrero-marzo/89 (época media) a bordo del buque Oceanográfico ARC "PROVIDENCIA"; en profundidades inferiores a los 15 mts, se utilizó una lancha con motor fuera de borda.

Se tomaron registros sobre parámetros físico-químicos y sedimentológicos en las dos épocas como: temperatura, salinidad, corrientes, turbidez, con el fin de observar su evolución en el espacio.

Para determinar la morfología de los primeros metros del subsuelo se efectuaron perfiles batimétricos, registrando las profundidades medidas con ondas acústicas, para lo cual se utilizó una ecosonda ELAC 12.5 KHZ que debido a su baja frecuencia de emisión tiene la capacidad de funcionar como "MUD PENETRADOR".

2. DISCUSION Y RESULTADOS

2.1 MORFOLOGIA Y CARACTERISTICAS DEL SUBSUELO

El Golfo de Urabá presenta sobre más de 100 Km una forma alargada, cuyo eje pasa de una orientación norte sur a noroeste-sureste a nivel de una línea

trazada entre boca Tarena y punta Caimán; la profundidad a lo largo de su eje central no supera los 65 mts a la entrada y 30 mts en bahía Colombia, mostrando así el carácter uniforme y poco profundo de ésta última.

La topografía en el fondo parece relativamente sencilla, de forma cóncava; sin embargo, su posición intermedia entre las regiones bajas del este y la Serranía del Darién al oeste hace que presente una morfología diferente con pendientes abruptas hacia el costado occidental que se van suavizando hacia el centro y el este del Golfo.

Por comparación de datos batimétricos de 1937 con el mapa batimétrico (Figura 2), se nota que los principales cambios ocurrieron frente al delta del río Atrato y más precisamente, entre la Isla de los Muertos y boca Tarena.

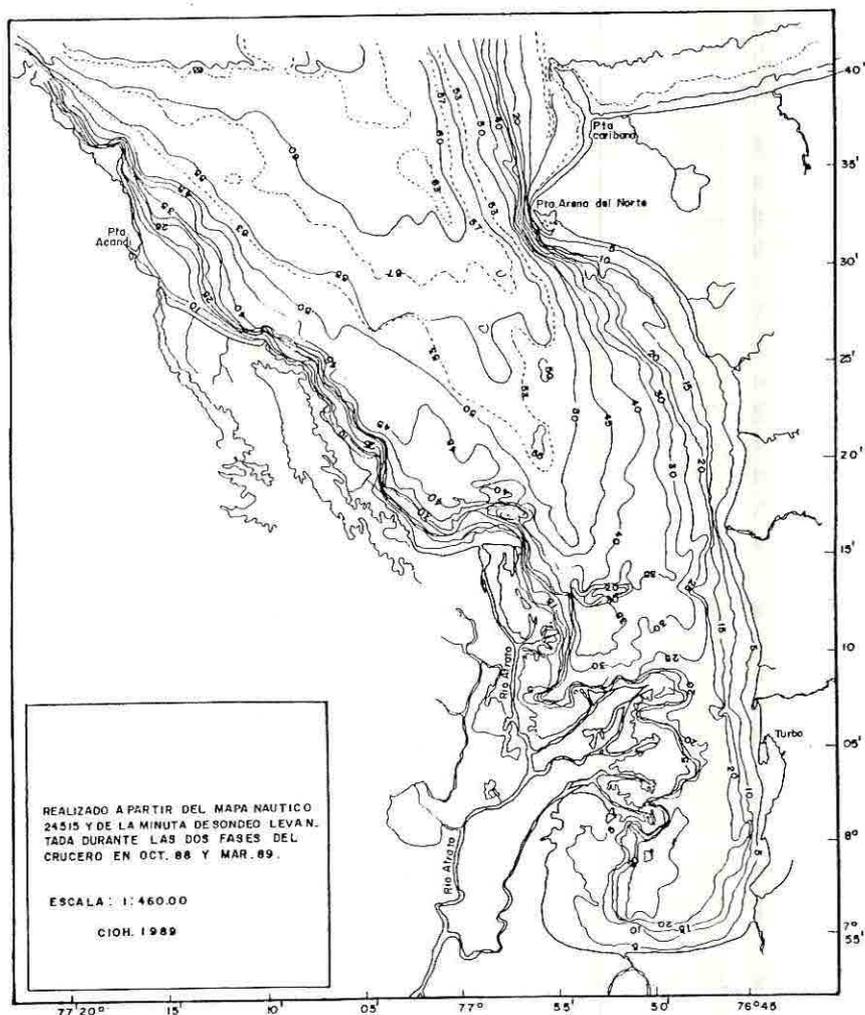


Figura 2.

Mapa batimétrico crucero geológico
Golfo de Urabá.

Ese cambio se traduce frente a boca Tarena por la erosión de un prisma sedimentario de 10 mts.; dicha erosión habría sido de 800 mts. entre 1937 y 1989, con una transferencia de material hacia el este.

Paralelamente se está desarrollando un prisma sedimentario frente a boca el Roto, con una acumulación de 10 a 15 mts de sedimentos en menos de 50 años, que provienen posiblemente de la destrucción del prisma de boca Tarena y del aporte del río Atrato. Este fenómeno se inició en 1898 con el cierre de boca Tarena debido a la acción del oleaje que al cerrarla favoreció la actividad de la boca El Roto.

La última zona donde se pudieron notar ciertos cambios se ubica en la desembocadura del río Turbo, en la que se desarrolló un prisma sedimentario estrecho de dirección este-oeste producto del cambio de curso del río entre 1960 y 1970 (Fig. 2) (Correa, et al, 1990) que fué desviado a desembocar unos kilómetros más al norte.

El resultado más notorio fue el desarrollo rápido de una flecha litoral hacia el sur que provoca por refracción del oleaje la erosión de las playas de Turbo.

El conjunto de perfiles batimétricos (Figs. 3, 4, 5 y 6) muestran la existencia de un sustrato subyacente de superficie irregular y más o menos entallado por algunos canales "C", siendo los de mayor importancia los ubicados frente a boca Tarena que alcanzan profundidades entre 10 y 13 mts, mientras que los en la entrada al Golfo presentan profundidades entre 5 y 7 mts.

Estos canales se formaron posiblemente durante las últimas glaciaciones cuaternarias, cuando los ríos desembocaban a nivel de la plataforma. La multiplicidad de los canales frente a boca Tarena pueden atestiguar el importante papel que habría tenido el río Atrato en esta zona durante la última regresión.

2.2 DINAMICA Y DISPERSION DE LOS SEDIMENTOS

Para definir los procesos de dispersión y distribución

de los materiales en suspensión se requiere conocer las condiciones oceanográficas que prevalecen en el área.

La dinámica de las aguas de cualquier región oceánica se ve directamente influenciada por la posición geográfica de esta, su morfología y obviamente, por su régimen climático. Este último determina la intensidad del intercambio de cantidades de calor y movimiento en la interfase superficie del mar-aire, es decir, la interacción entre el océano y la atmósfera y por consiguiente, la cantidad de energía cinética que las masas de agua superficiales adquieren.

La zona del Golfo se caracteriza por presentar dos épocas climáticas definidas: la primera va de finales de diciembre hasta abril con predominio de los alisios, denominada época media, los vientos son fuertes con promedios mensuales de 4 m/s siendo más intensos en febrero, cuando el promedio alcanza los 9.4 m/s. Los vientos durante esta época son generalmente del norte y noreste.

La segunda comienza en Mayo, presenta vientos de direcciones variables, con predominio de las componentes del Sur y velocidades bajas.

La zona está catalogada como una de las más lluviosas del mundo. En Turbo el promedio anual es de 2490 mm; asimismo la temperatura promedio anual es de 27.2 grados (Aguilera et al., 1988).

Estos indicadores climáticos, unidos a los altos aportes de agua dulce de los ríos Atrato, Suriquillo y León entre otros, hacen de ésta, una zona con características hidrológicas y dinámicas muy particulares.

La distribución de la temperatura superficial durante la época media (Fig. 7), presenta una cierta homogeneidad con un promedio de 27 °C, a diferencia de la registrada durante la época húmeda (Fig. 8) donde alcanza valores promedio de 28.5 °C; ésto se explica por la presencia y la actividad permanente de los vientos en época media, los cuales provocan un leve descenso en la temperatura. A profundidad la temperatura conserva la homogeneidad en su distribución mostrando variaciones con respecto a la superficie de aproximadamente 0.8 °C.

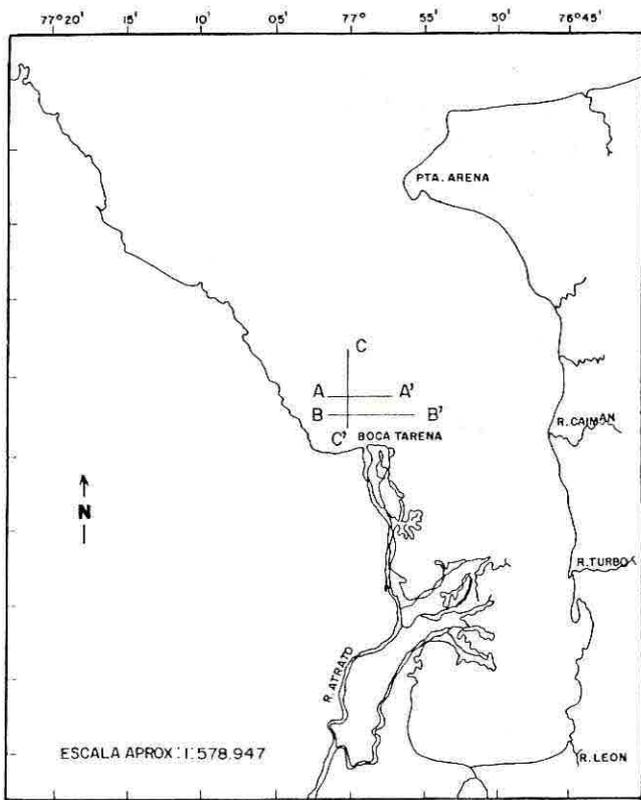


Figura 3. Ubicación de los cortes batimétricos.

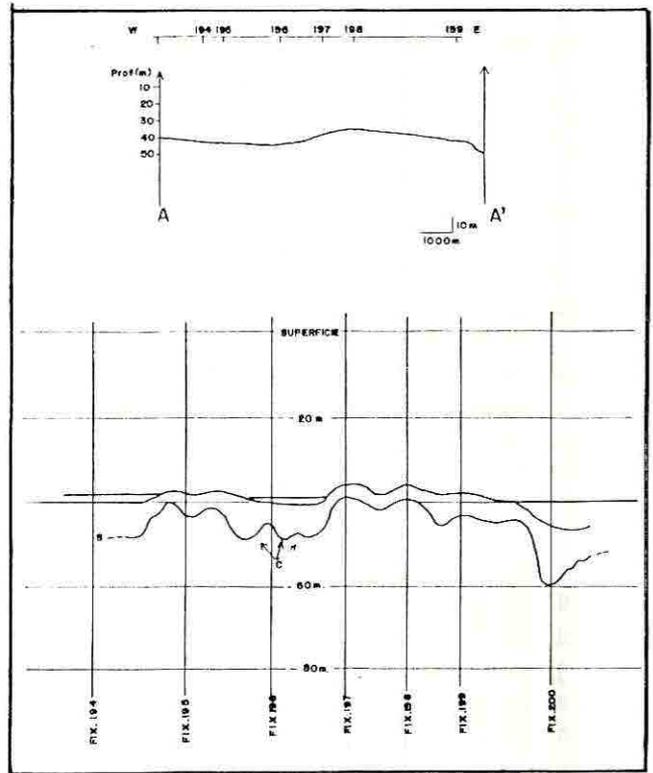


Figura 4. Corte batimétrico AA'.

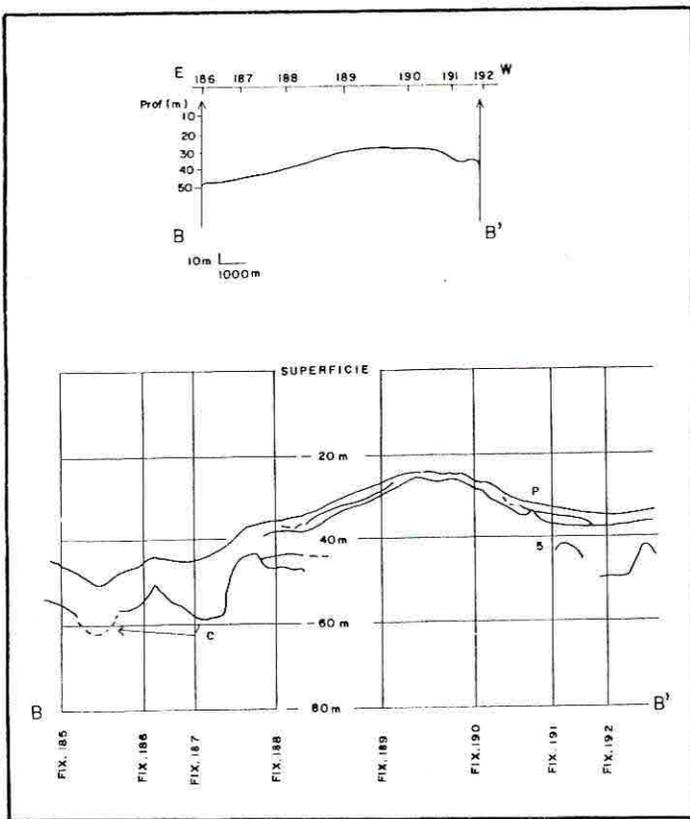


Figura 5. Corte batimétrico BB'.

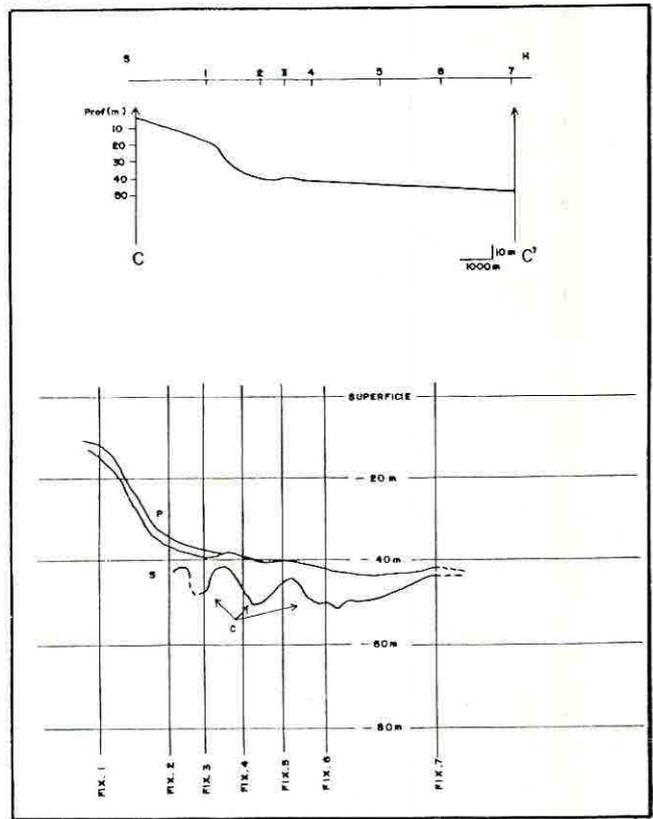


Figura 6. Corte batimétrico CC'.

La influencia de los vientos en época media no solamente afecta la temperatura sino también la salinidad (Fig 9), provocando un descenso de ésta última al restringir las aguas dulces aportadas por los ríos cerca a sus desembocaduras y alcanzando un valor promedio de 2‰ en la zona central del Golfo.

Existe un incremento de la salinidad superficial durante la época húmeda (Fig. 10) con valores máximos de 30‰ en bahía Colombia, bahía de La Candelaria y hacia la entrada del Golfo encontrándose fuertes gradientes horizontales cerca a las desembocaduras de los principales ríos y hacia la costa que reflejan el aumento de ésta hacia el centro.

Cerca del fondo en ambas épocas la estratificación es bien marcada, las aguas dulces permanecen restringidas en las desembocaduras de los ríos Atrato y León y al suroeste de bahía Colombia, permitiendo que la mayor parte del Golfo esté ocupada por aguas oceánicas que podrían provenir

de la penetración de un ramal de la contracorriente de Panamá. Esta distribución vertical de la salinidad a lo largo de la columna de agua demuestra la permanencia de las aguas dulces sólo en los niveles superficiales.

Parcialmente, el sentido de las corrientes ha sido confirmado por el análisis de imágenes de satélite, realizado por Molina et al. (1992), que dan como resultado una dirección norte-sur en la parte oeste y sur-norte en el este del Golfo. Dicho esquema está bien definido para la parte interior del mismo, comprendida aproximadamente entre la línea boca Tarena-punta Caimán y la costa sur de bahía Colombia. Al norte de esta zona no se han definido aún con claridad los procesos que allí tienen lugar, pero por el comportamiento del campo de salinidad, al parecer durante la época media la superficie del Golfo se encuentra dominada por una serie de vórtices de mayor y menor dimensiones de tipo ciclónico y anticiclónico. En términos generales, al sur de la línea antes mencionada este esquema se conserva durante las dos épocas climáticas.

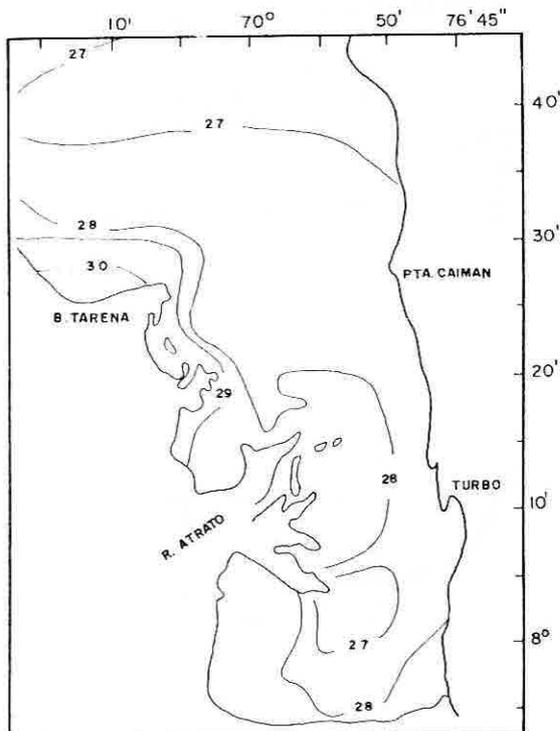


Figura 7. Temperatura superficial en Febrero-Marzo/89.

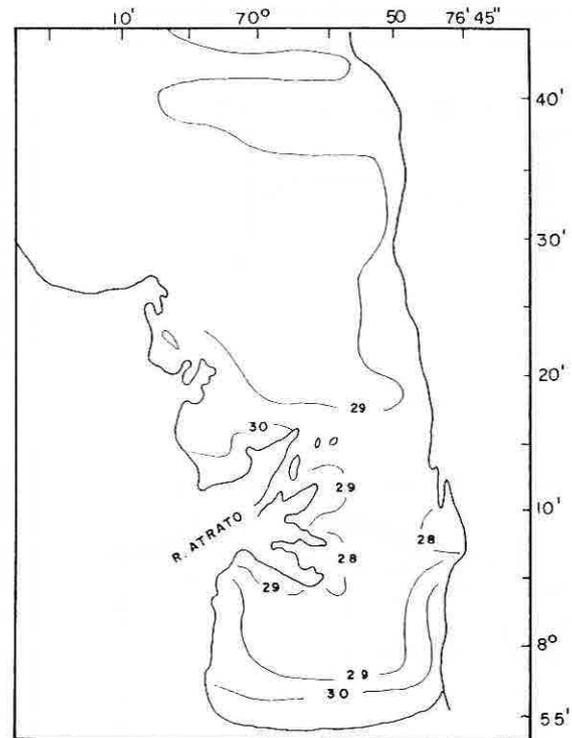


Figura 8. Temperatura superficial en Octubre/88.

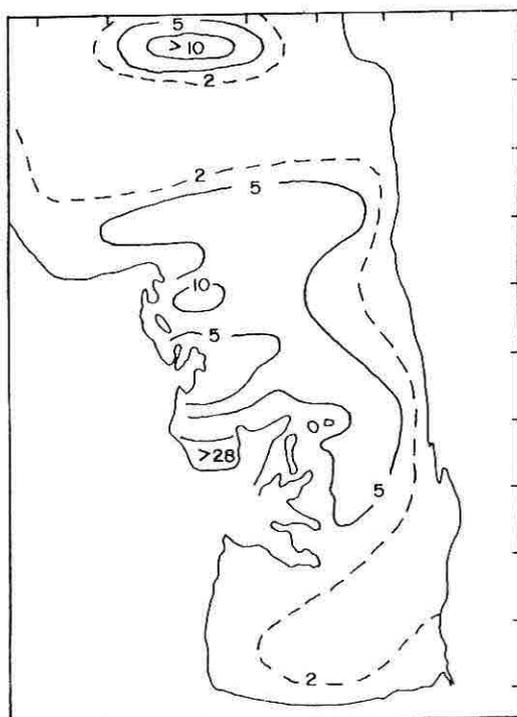


Figura 9.

Salinidad superficial en Febrero-Marzo/89.

Al norte de esta, la circulación cambiaría de acuerdo con la dirección e intensidad de los vientos.

La circulación de las aguas constituyen el factor esencial de la distribución y repartición de los sedimentos. La alternancia estacional produce dos tipos de circulación:

En época media (fig 11) las precipitaciones son débiles y los vientos de los sectores norte a noroeste, son particularmente activos. Apesar de que los ríos traen menos agua dulce, el volúmen de esas aguas en el Golfo es mayor que en la época húmeda. Eso se traduce en una estratificación horizontal y vertical bien marcada de las aguas.

El bloqueo de las aguas continentales dentro del Golfo se explica por la acción de los fuertes vientos del sector noreste que predominan durante ésta época. Sin embargo, una parte de estas aguas

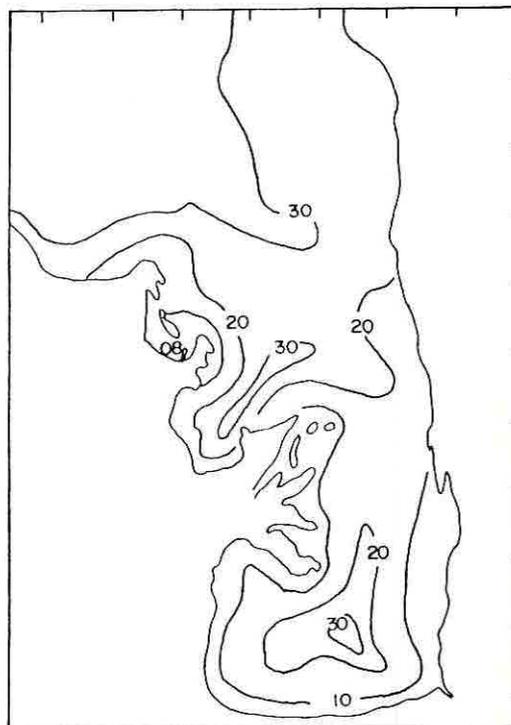


Figura 10.

Salinidad superficial en Octubre/88.

tiende a salir; lo haría a favor de las corrientes de dirección noreste. Con esa configuración los penachos de turbidez quedan ubicados a nivel de desembocaduras. Durante esta época los sedimentos se depositan principalmente alrededor del delta del Atrato así como dentro de bahía Colombia.

A diferencia de la época húmeda estas plumas turbias presentan valores de menor intensidad (5 NTU frente a boca El Roto) a excepción de boca Pava donde la turbidez alcanza 30 NTU.

El oleaje en la zona es bastante fuerte en la época media. Se registra una frecuencia de 10% para oleajes con altura superior a los cuatro metros y de 3% para olas mayores a los seis metros. El oleaje es el factor determinante de la deriva litoral que afecta las costas del Golfo, provocando erosión en algunos puntos y sedimentación en otros.

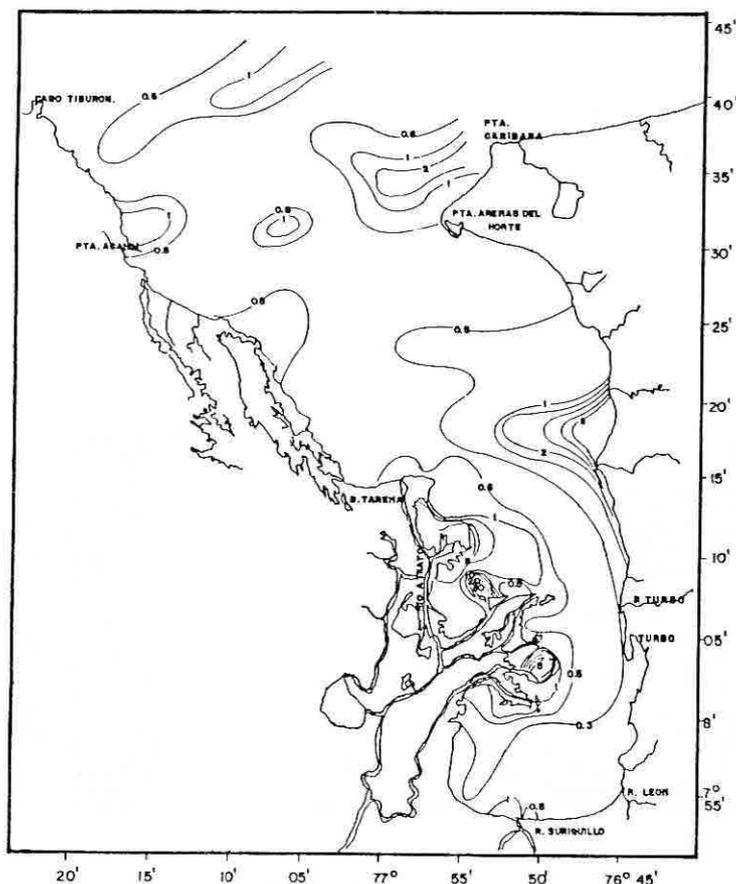


Figura 11. Material en suspensión (NTU).

Repartición de superficie. Febrero-Marzo/89. Crucero Geológico Golfo de Urabá. Esc. Aprox.: 547615.

De ahí la importancia de realizar un monitoreo detallado y preciso de la magnitud, dirección e incidencia del oleaje en las diferentes épocas climáticas a todo lo largo de la costa, con el fin de precisar los resultados obtenidos hasta ahora en algunos trabajos. Un análisis de observaciones "in-situ" de estos tópicos, indicaría de manera efectiva el camino a seguir en la protección de las zonas afectadas por la erosión.

En época húmeda, (fig 12) caracterizada por una alta pluviosidad y por vientos débiles variables del sur, llegan de los ríos cantidades de agua dulce, cuya alta turbidez se concentra al llegar al Golfo en los primeros metros. La acción conjunta del viento y de las corrientes de superficie facilitan el transporte hacia el norte de esas partículas diluidas en las masas de agua, cuyo carácter marino aumenta a medida que se alejan del Golfo.

Las plumas turbias más importantes se encuentran

a nivel de boca El Roto donde alcanzan valores superiores a 20 NTU (Unidades Nefelométricas); de manera general los penachos se dirigen en el mismo sentido de las corrientes.

En profundidad la turbidez es muy débil y ocupa una zona restringida, el carácter oceánico de las aguas predomina con la presencia de una lengua de agua marina, cuya penetración hacia el sur podría ser generada por la contra corriente de Panamá.

En resumen, mientras que salen en superficie las aguas dulces y turbias, penetra a profundidad el agua marina bajo la influencia de la contracorriente.

Un esquema de la circulación superficial mostrado en las figuras 13 y 14 es deducido de manera indirecta a partir de los campos hidrológicos (T y S), lo que permite tener una noción solo de la posible dirección de las corrientes dentro del Golfo pero no de sus velocidades.

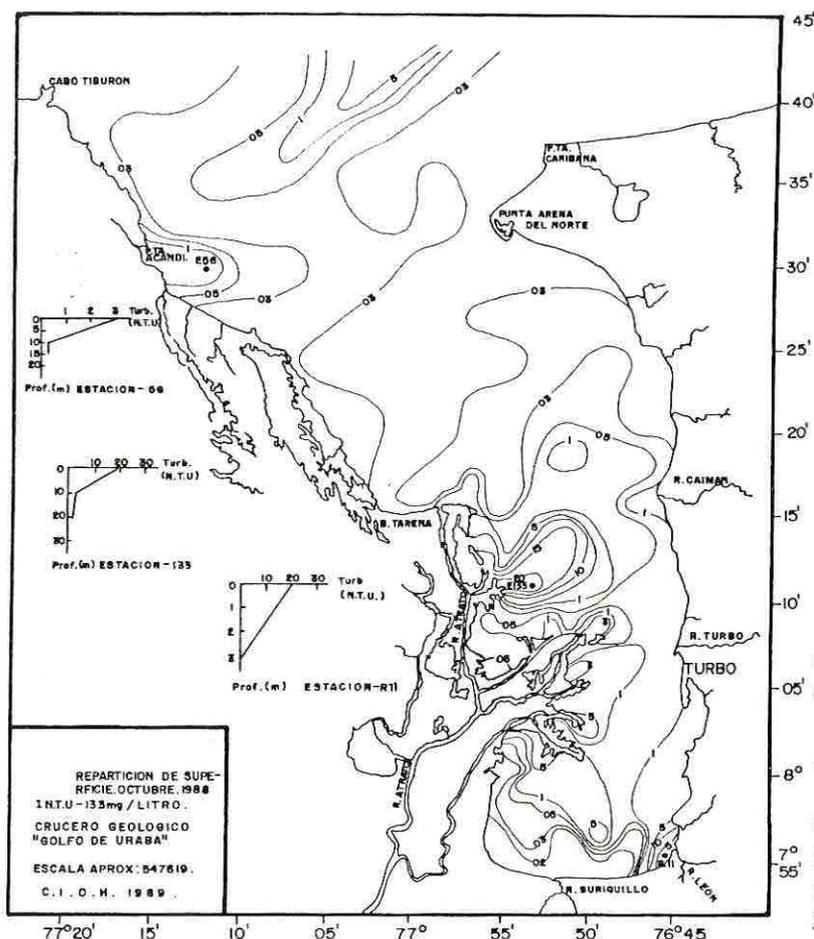


Figura 12. Material en suspensión (NTU).

1 NTU = 13.3 mg/litro.

Repartición de superficie.
 Octubre 1988 Crucero Geológico
 Golfo de Urabá. Esc. Aprox.:
 547619.

2.3 SEDIMENTOLOGIA

El análisis de los sedimentos superficiales con base en 230 muestras, permitió identificar 5 tipos de sedimentos a saber: arena terrígena, arena lodosa-terrígena, arena lodosa-carbonatada, lodo carbonatado y lodo terrígeno (Fig 15).

El área en un 80% está cubierta por lodos terrígenos que son aportados por los ríos, se desplazan en

suspensión y se depositan por decantación; en menor porción la sedimentación la constituyen las arenas terrígenas de origen fluvial, arenas lodosas, carbonatadas y no carbonatadas, que se ubican alrededor de las desembocaduras de los ríos principalmente del Atrato y formando una facie antigua, como es el caso de la parte noroeste del Golfo.

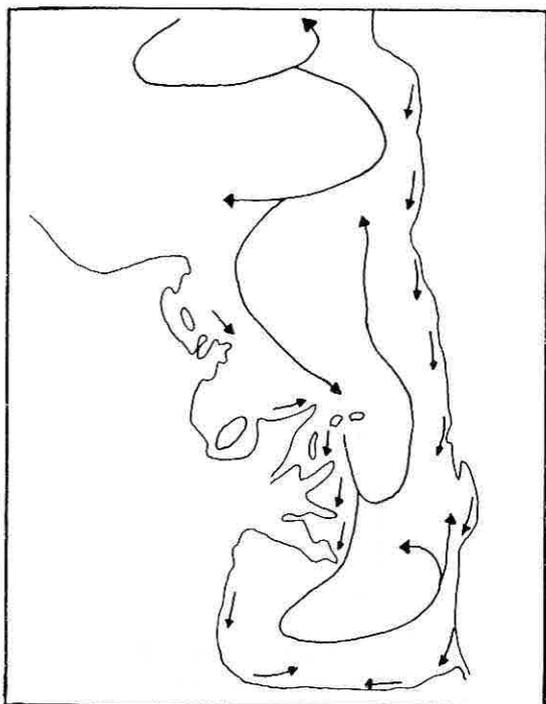


Figura 13.
Circulación en la superficie época media.

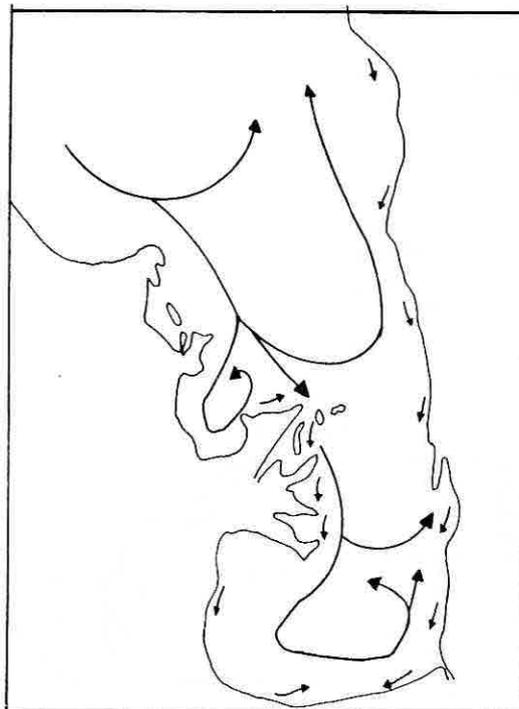


Figura 14.
Circulación superficial época húmeda.

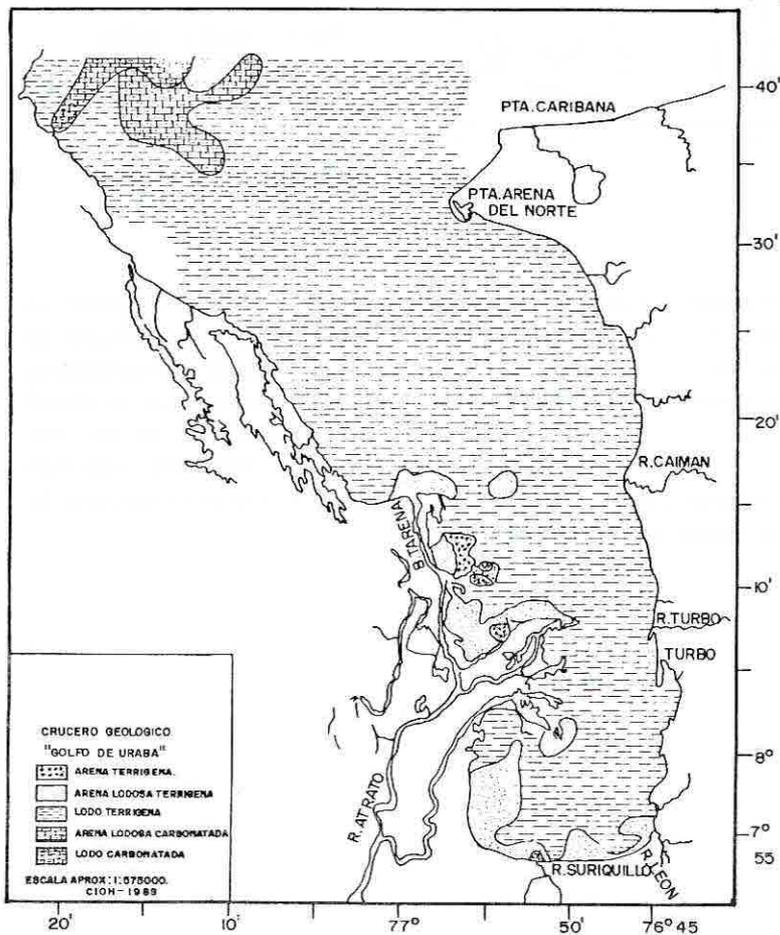


Figura 15.

Mapa sedimentológico de los depósitos superficiales.

Crucero Golfo de Urabá.

CONCLUSIONES

El Golfo de Urabá se encuentra en la prolongación de la depresión subsidente del Atrato, extendiéndose de sur a norte hacia el borde de la plataforma Caribe, con una morfología de tipo cóncavo.

El sustrato a veces entallado por numerosos canales, constituye una superficie de apoyo a la sedimentación. Ese depósito forma una especie de "mantel", cuyo espesor disminuye de la ribera hacia el centro del Golfo y presenta una morfología similar a la del sustrato.

Alrededor del delta del Atrato la acumulación de los sedimentos es muy importante con el desarrollo del prisma de acreción y cuya progradación persiste al nivel de las bocas activas, tal como la boca El Roto. El conjunto de esos caracteres indica que el Golfo se encuentra en fase de relleno.

Los fuertes vientos, predominantes durante la época

media, provocan un leve descenso de la temperatura del agua en la superficie y a su vez, impiden la salida libre de las aguas hacia el océano, restringiéndolas al interior del Golfo ocasionando el brusco descenso de la salinidad y alterando de esta forma la circulación en la zona.

Aunque, al igual que en casi toda la costa del Caribe colombiano, el efecto de las mareas en el régimen hidrodinámico del golfo de Urabá es despreciable, un aumento en el nivel del mar provocado por estas, superpuesto a un oleaje del Sur puede traer consigo consecuencias peligrosas para las costas de esta región. En tales casos se recomienda llevar un registro concienzudo (horario o trihorario) de las variaciones del nivel del mar en varios puntos de las zonas que puedan ser afectadas, con el fin de obtener series de suficiente magnitud que permitan elaborar análisis armónicos y/o espectrales de este parámetro.

BIBLIOGRAFIA

- AGUILERA, J. 1988. Estudio Oceanográfico para Diseño de las Obras de Protección de las Playas de Turbo. Informe Interno Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas (CIOH). A.A. 982 (Cartagena).
- CORREA, I, et al. 1980. Proyecto Erosión Litoral entre Turbo y Necoclí, Costa Este del Golfo de Urabá (Antioquia) Resultados Preliminares. Universidad EAFIT.
- MOLINA, A. 1992. La Percepción Remota Aplicada para Determinar la Circulación de las Aguas Superficiales del Golfo de Urabá y las Variaciones de su Línea de Costa. Boletín Científico CIOH No. 11.

