

Bol. Cient.	Cartagena (Colombia)	No. 11	Julio 1992	Pág 43 - 58	ISSN 0120 0542
-------------	-------------------------	--------	---------------	-------------	----------------

**LA PERCEPCION REMOTA APLICADA PARA DETERMINAR
LA CIRCULACION DE LAS AGUAS SUPERFICIALES DEL GOLFO DE URABA Y LAS
VARIACIONES DE SU LINEA DE COSTA**

Por:

*TN. Amparo Molina M.***

*Consuelo Molina M. ***

*Philippe Chevillot **

RESUMEN

Este trabajo es una continuación del proyecto "Estudio Geológico e Hidrológico del Golfo de Urabá" realizado en cooperación con la misión técnica francesa a partir de 1988 con una duración de 2 años.

En las instalaciones del CIOH, a través del programa ANIM del Center National de Recherches Scientifiques (CNRS), se efectuó el procesamiento de una Imagen SPOT captada sobre el área en época media (Febrero/89), con el fin de determinar la circulación de las aguas superficiales en el Golfo durante este tiempo usando como trazador las plumas turbias (distribución del material en suspensión) de los ríos que desembocan allí (Atrato, León, Turbo, etc).

En la Universidad de Bordeaux (1991) se realizó el tratamiento de esta imagen con el programa Pericolor para la visualización del contorno costero del Golfo y la incidencia del frente de olas en las proximidades de Bocatarena, con el propósito de analizar en esta última la disipación y concentración de la energía de la ola en este tramo de la costa.

Los cambios morfológicos costeros (erosión-sedimentación) ocurridos en esta área en los últimos años se obtuvieron a partir de comparaciones de la línea de costa de las cartas náuticas de 1938 y 1983 y del contorno costero de la imagen SPOT de 1989.

Asimismo fué posible determinar las variaciones del fondo marino a través de comparaciones batimétricas de las cartas antes mencionadas.

La circulación de las aguas superficiales en el Golfo se presenta en dos sentidos: N-S hacia el sector oeste, esto lo determina la dirección este-oeste con tendencia hacia el sur de las plumas turbias frente a la desembocadura del río Atrato, influenciadas por la acción de los vientos Alisios durante esta época (media) del año; y S-N en la zona oriental del Golfo donde las plumas turbias están flectadas hacia el norte y cargadas de abundante material en suspensión.

La pérdida de grandes extensiones de costa, la formación de flechas litorales y el desarrollo de deltas han determinado importantes cambios morfológicos en la línea de costa del Golfo en los últimos años.

A diferencia de la línea de costa donde predomina la erosión sobre la sedimentación, el fondo marino

**Ingeniera Geóloga. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. A.A. 982 Cartagena Colombia

* Geólogo. Misión Técnica Francesa

del Golfo, presenta una gran acumulación de sedimentos hacia la parte este y central del mismo, específicamente a la altura de Bahía Colombia.

ABSTRACT

This work is a results of project "Hydrologic and Geologic study of the Urabá Gulf" carried out jointly with the Technical French Mission from 1988, which had a two year duration.

At the CIOH, trough the Centre Nationale de Recherche Scientifique(CNRS) ANIM program the processing of a SPOT Image took place; this image was received on an area during the mean stage (February/89) in order to determine the surface water circulation in the Gulf during such time using a turbidity feather (distribution of material in suspension) of rivers flowing there (Atrato, León, Turbo, etc).

At the Bordeaux University (1991) a treatment of this image with the Pericolor program was done for visualing the Gulf shore contour and the incidence of the wave fronts on the Bocatarena surroundings of Atrato river, in order to analize about the latter the energy deposition and concentration of waves around this section of the coast.

The coastal morphological changes (erosion - sedimentation) ocurred within this area during the last recent years were obtained starting from comparisons of shore lines from nautical charts of 1938 and 1983 and from SPOT Image coastal contour of 1989.

Also, it was possible to determine the sea bottom mareations through bathymetric comparisons of the abovementioned charts.

The Gulf surface water circulation shows two directions: N.S. towards the west sector which determines the East - west direction with a tending towards the south of turbidity feather in front of the river Atrato flowing; influenced by the action of trade winds during the age (mean) of the year; and N - S on the Gulf west zone where the turbidity feather are affected towards the north and are loaded with plenty of material in suspension.

The loss of large extensions of shore, the formation of litoral drifts and the development of deltas have determined important morphological changes on the Gulf shore line in the recent years.

Contrary to the shore line where erosion is predominant over sedimentation the Gulf bottom presents a great sediment acumulation towards its own east and central part specifically at Bahia Colombia.

INTRODUCCION

El río Atrato y sus 150 afluentes es uno de los principales ríos que desembocan en el golfo, drena una cuenca de 300 kms de longitud y posee un caudal muy importante en proporción a su curso, debido a las fuertes precipitaciones; además este

río tiene gran influencia en la dinámica del Golfo.

El clima tropical presenta en esta región dos estaciones bien marcadas: Media de enero a marzo y húmeda de abril a diciembre, caracterizadas la

primera por fuertes vientos (Alisios) de dirección norte-noroeste y la segunda por alta pluvisidad.

- Imagen satélite SPOT multispectral del golfo de Urabá con las siguientes características:

La circulación superficial en este sector, está influenciada por la contracorriente de Panamá que durante la época de los Alisios penetra en el Golfo y se desplaza hacia el norte de la costa colombiana, con velocidades de 0.7 nudos.

OBJETIVOS

Estudiar los procesos costeros (erosión-sedimentación) de la franja costera de la región del Golfo de Urabá, aplicando la percepción remota como herramienta complementaria, a fin de determinar los cambios morfológicos ocurridos en esta zona durante los últimos años.

Analizar cualitativamente la imagen de satélite SPOT, captada sobre el área de estudio con el propósito de conocer la circulación de las aguas superficiales en el área durante la época media (febrero), a partir de la repartición del material en suspensión y de los regímenes de corrientes y de esta forma determinar las condiciones oceanográficas que prevalecen en la región.

LOCALIZACION DEL AREA

El golfo de Urabá (figura 1) está localizado en la parte sur-occidental del Caribe colombiano y más precisamente en la prolongación de la cuenca del Atrato geográficamente está comprendido entre las siguientes coordenadas:

07° 54' N 08° 40' N
77° 53' W 77° 23' W.

DATOS

- Carta batimétrica de 1938, No. 5694 escala 1:100.000

- Carta batimétrica de 1983, COL 295, escala 1:30.000 proyección Mercator

Satélite	SPOT I
Sensor	HRV2
Modo	XS
Referencia K	639
J	334
Fecha	14/02/89
Hora	15h 49' 11"
Centro L	08 00' 54"N
I	76 57' 43" W
Azimut solar	132,5
Elevación solar	58,6
Incidencial	D 14,5
Ganancia	5 6 5
Tamaño Pixel	20mts
Nivel pretratamiento	1B

La escena de la imagen de satélite tratada corresponde a 639-334 que cubre un área de 60 Kms cuadrados, con una resolución geométrica sobre el terreno de 20 x 20 Mts.

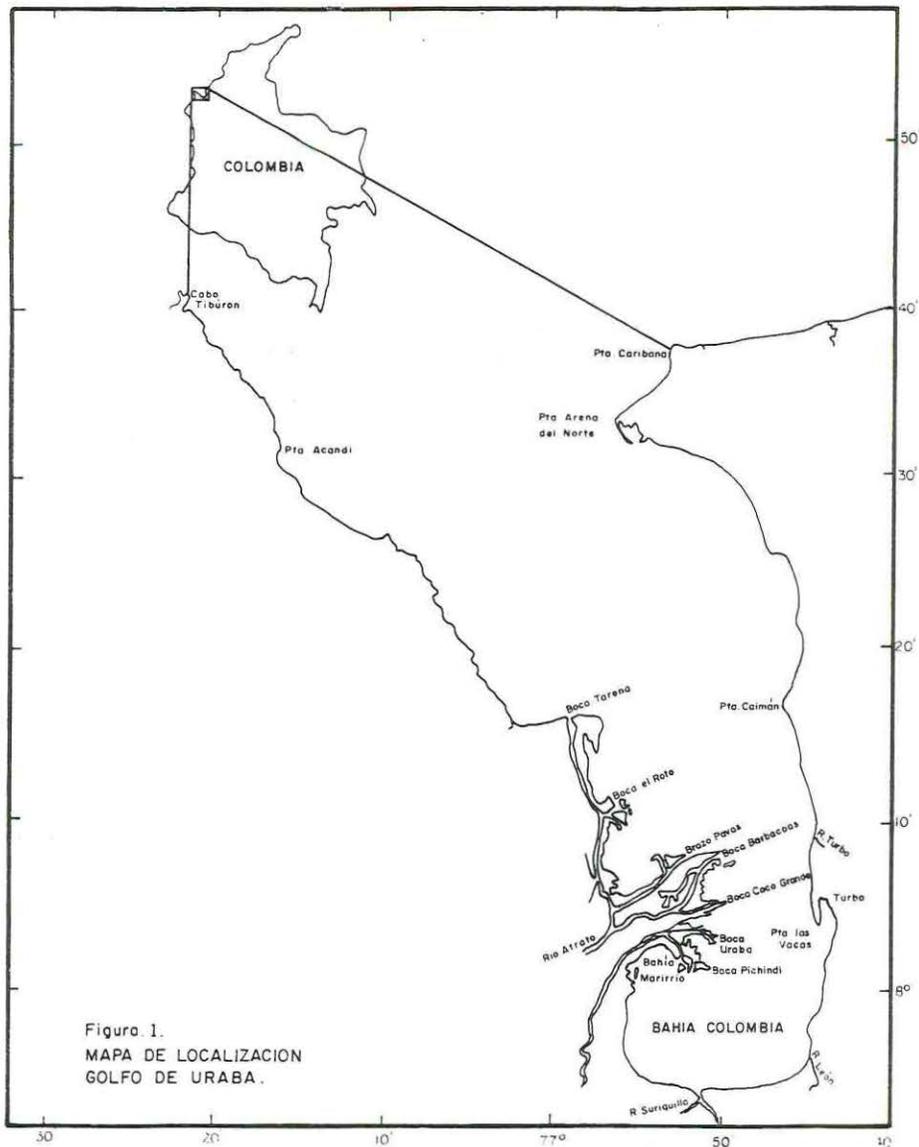
METODOLOGIA

ANALISIS DE LA CIRCULACION DE LAS AGUAS SUPERFICIALES

Este estudio se basó en el análisis cualitativo de la imagen de satélite SPOT tratada para visualizar la distribución horizontal del material en suspensión dentro del golfo durante la época media (febrero/89).

Inicialmente, se efectuó una primera aproximación de la imagen con las bandas XS-1 (0.50-0.59 micras) y XS-2 (0.61-0.69 micras), sensibles a la difusión de la iluminación incidente por el material en suspensión en el agua, que facilitan el trazado de las plumas turbias.

Con estas bandas, se pudo observar que las aguas del golfo de Urabá tienen una gran carga de mate-



rial en suspensión que se concentra en los primeros metros de la superficie.

Esta gran carga sedimentaria impide que la banda XS-1, empleada para el análisis de la turbidez a nivel inferior, penetre más allá de esta zona turbia y suministre en este caso una información similar a la obtenida con la banda XS-2, a partir de la cual se realiza el análisis de turbidez a nivel superficial.

La distribución horizontal del material en suspensión, se determinó a través del procesamiento de la imagen con el programa ANIM, con el cual se efec-

tuó para las bandas XS-1 y XS-2 la extracción límite Continente - Océano enmascarando la tierra en cada una de ellas con la banda XS-3 (0.70 - 0.89 micras); el cálculo de la reflectancia del material en suspensión se realizó a partir de los datos de la toma de la imagen (Azimut solar, fecha, hora, transmitancia del agua clara etc.)

Cada color en la imagen corresponde a un tipo de reflectancia definida por el mayor o menor grado de concentración del material en suspensión, blanco (Muy alto), rojo (Alto), amarillo (Medio) y verde (Bajo); por último se realizó el filtraje para reducir el

ruido residual de la imagen y mejorar su aspecto visual.

TRAZADO DE LA LINEA DE COSTA

Con el fin de definir los cambios morfológicos (erosión y/o sedimentación) ocurridos en la zona costera del Golfo durante los últimos 45 años, inicialmente se efectuó una comparación del trazado de línea de costa sobre las cartas náuticas de 1938 y 1983 a escala 1:100.000.

Con el propósito de observar y cuantificar las variaciones morfológicas en los siguientes seis años, se compararon las líneas de costa obtenidas sobre la carta náutica de 1983 y la imagen de satélite SPOT; durante la comparación se presentaron algunas distorsiones debido a que la proyección de la imagen y de la carta eran diferentes.

El contorno costero sobre la imagen SPOT se obtuvo a partir del tratamiento de la banda XS-3 con el programa Pericolor, sobre la cual se determinó el valor de la luminancia o radiancia del límite continente-océano que permite la visualización del trazado de la línea de costa del área de estudio.

DETERMINACION VARIACION MORFOLOGICA DEL FONDO

Sobre las cartas náuticas se elaboraron 5 perfiles batimétricos, 4 de ellos en dirección E-W y una en sentido N-S con el fin de observar las variaciones topográficas del subsuelo marino a partir de la repartición sedimentológica durante 45 años.

CALCULO DE LA ENERGIA TEORICA A LO LARGO DE LA COSTA

Para determinar la incidencia del frente de las olas sobre el área de Bocatarena se trató la imagen SPOT a través del programa Pericolor y se procedió a efectuar el cálculo de la energía del oleaje sobre este tramo de la costa mediante las siguientes fórmulas:

$$E = E_k + E_p = \rho g H L / 8$$

donde la energía de las olas (E), es igual a la suma de la energía cinética (E_k), y de la energía potencial (E_p).

$$\rho g = 10050$$

$$H = \text{Amplitud}$$

$$L = \text{Longitud de onda.}$$

En este cálculo se tomó un valor arbitrario para H = 3 m.

Para determinar la longitud de onda (L), se realizó un promedio de 10 medidas de las longitudes de onda del oleaje frente al área, así:

$$113.6 + 85.2 + 142 + 125 + 85.2 + 85.2 + 113.6 + 85.2 + 85.2 + 113.6 = 1034 - 10 = 103.4$$

$$L = 103.4 \text{ m.}$$

El cálculo del flujo de energía por hora en megajulios se efectuó de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$F_t = \frac{[\rho g (H_b^3) \times C \times 3600] \times 10^{-6}}{8}$$

$$H_b = \text{Amplitud arbitraria a la costa} = 3 \text{ m}$$

$$C = \text{Velocidad} \sqrt{g(H+d)}$$

$$d = \text{Profundidad de la rompiente}$$

Aplicando los valores tenemos entonces que:

$$F_t = \frac{[10050 \times 9 \times C \times 3600] \times 10^{-6}}{8}$$

$$F_t = 10050 \times 1125 \times 0.0036 \times C$$

$$F_t = 40.7025 \times C$$

$$C = \sqrt{g(H+d)} \quad C = \sqrt{9.81(3+3)} \quad C = 7.672$$

El valor aproximado del flujo de energía (F_t) con ausencia de medidas reales sobre el campo será de:

$$F_t = 312 \text{ MJ/h/m de playa}$$

$$F_t = 312 \times \frac{dl}{dp}$$

dI : Distancia entre ortogonales lejos de la costa donde está concentrada la energía (1 cm = 0.568 Km).

dp : Distancia entre ortogonales cerca de la costa.

DISCUSION DE RESULTADOS

CIRCULACION DE LAS AGUAS SUPERFICIALES

Los ríos que vierten sus aguas al golfo, traen consigo una gran carga sedimentaria en suspensión que origina plumas turbias (Fotos. 1 y 2) frente a sus desembocaduras que en el caso del río Atrato, toman una dirección este-oeste con tendencia hacia el sur, debido a la acción de los vientos Alisios de dirección nor- noreste, que penetran al golfo generando corrientes.

Estas corrientes restringen las aguas dulces y turbias cerca de sus bocas y permiten asimismo, la posterior depositación del aporte sedimentario alrededor de éstas, dando lugar a prismas de acreción que conforman el delta del Atrato.

En la foto 1, se observa que cerca a las bocas ac-

tivas del río Atrato (Roto, Pavas, Cocogrande, Urabá y Pichindí), se presentan las mayores concentraciones de la turbidez que corresponden a los colores rojo, naranja y amarillo. Esta turbidez disminuye al alejarse de las bocas y mezclarse con las aguas oceánicas, esto se traduce por el cambio de color de amarillo a verde hasta azul.

A un nivel un poco más inferior (Banda XS-1), aparece el mismo fenómeno, sin embargo una disminución de la intensidad de los colores nos permite suponer una reducción de la concentración del material en suspensión con la profundidad (Foto 2).

Bocatarena, localizada al norte del delta del Atrato (figura 1) es la única boca inactiva del río, allí los valores de reflectancia (violeta) son producto del material en suspensión originado por la rompiente del oleaje cerca de la costa.

A diferencia del Atrato, a todo lo largo de la costa este del Golfo se puede observar que las plumas de los ríos (Turbo, Currulao) en color blanco, rojo, naranja y amarillo (Fotos 1 y 2) están flectadas hacia el norte, determinando con esto una circulación de las aguas superficiales en esta dirección (Fig.2).

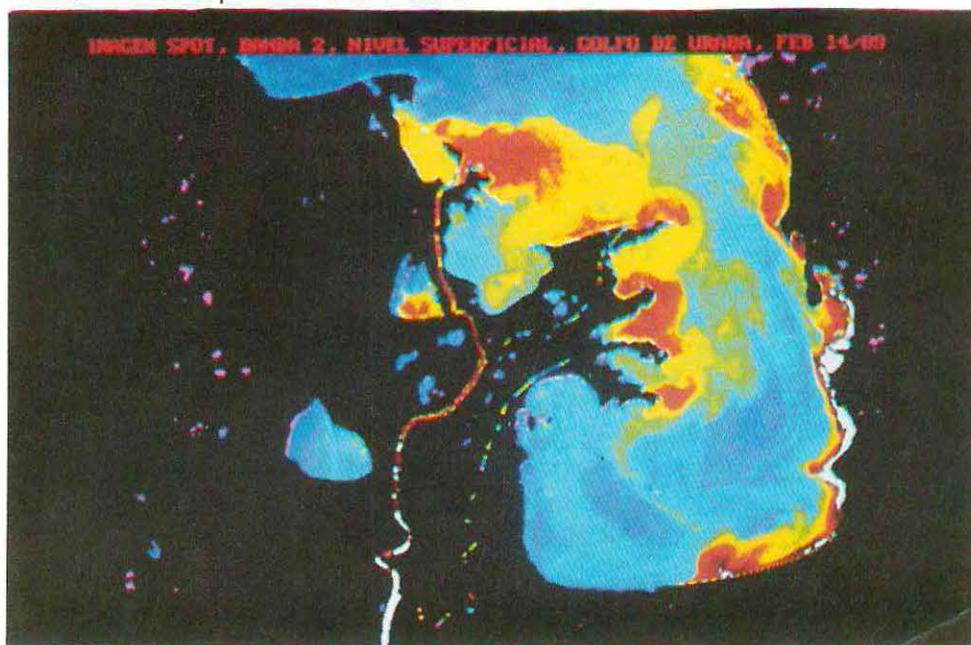


Foto 1: Tratada para visualizar la distribución del material en suspensión a nivel superficial (Banda XS - 2).

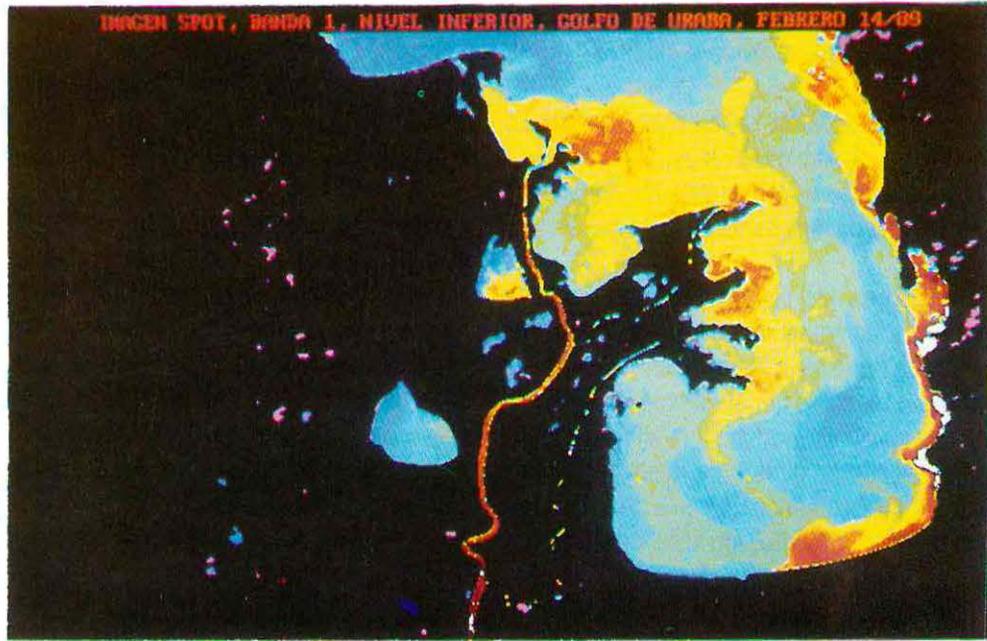


Foto 2: Tratada para visualizar la distribución del material en suspensión a nivel interior (Banda XS - 1)

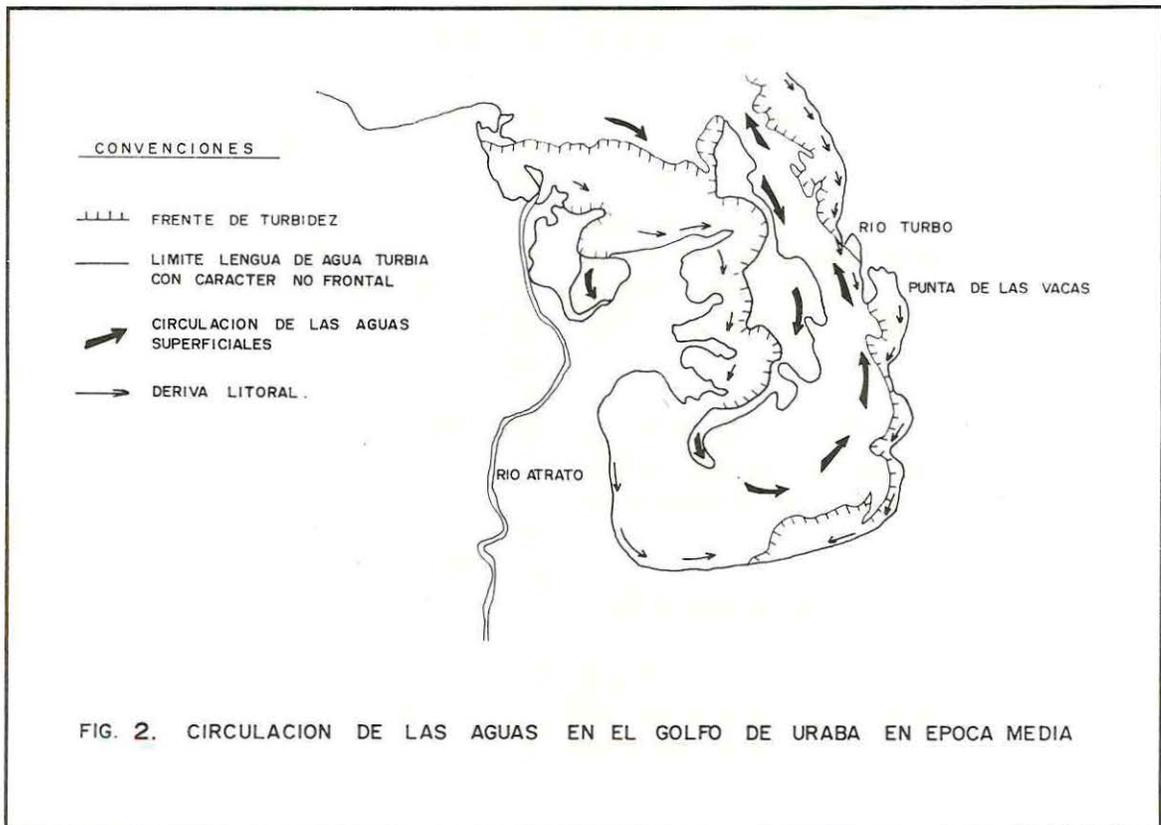


FIG. 2. CIRCULACION DE LAS AGUAS EN EL GOLFO DE URABA EN EPOCA MEDIA

Esto indica que la mayor parte de los aportes en suspensión del río Turbo no alcanzan a llegar a la flecha Punta de las Vacas, como es de suponer teniendo en cuenta la forma de la flecha.

En este sector del Golfo se presenta una mayor concentración de la turbidez (blanco), los sedimentos en suspensión constituyen en esta área una franja delgada localizada muy cerca de la costa.

La dirección de las plumas señalan que la circulación de las aguas superficiales en el Golfo se presentan de norte a sur al oeste del golfo y de sur a norte en el sector este; el cambio de dirección hacia el noroeste se produce a la altura de bahía Colombia, donde se genera un remolino dextral (fig.2, fotos 1 y 2), creando un frente de turbidez en color verde y amarillo, ubicado al sur de la boca del Atrato.

Según Chevillot (1989) durante esta época las aguas dulces aportadas por los ríos se distribuyen a nivel superficial en la zona central del golfo y en el sector de bahía Colombia, el aporte de estas aguas es mínima a la entrada del Golfo. Estas aguas dulces presentan a nivel superficial una gran concentración de material en suspensión que va disminuyendo hacia profundidad.

La dirección de la deriva litoral en el golfo es en sentido norte-sur; su circulación origina la formación de las flechas litorales localizadas frente a Turbo (Punta de las Vacas) y río Turbo (Fotos 1,2 y Fig.2), las cuales presentan una dirección en el mismo sentido de la deriva.

En la zona del delta del Atrato esta deriva hace que las aguas dulces queden restringidas a nivel de la desembocadura contribuyendo al desarrollo del delta.

CAMBIOS MORFOLOGICOS COSTEROS

La comparación del trazado de la línea de costa realizado sobre las cartas náuticas de los años 1938 y 1983 (Figura 3), permitió observar que la zona costera del golfo de Urabá ha sufrido importantes

variaciones morfológicas, algunas de las cuales han sido aceleradas por la acción del hombre, como es el caso de la formación de una flecha litoral de dirección norte-sur frente a la actual desembocadura del río Turbo, el cual sufrió un cambio en su curso normal y fue desviado a desembocar unos kilómetros más al norte.

La desembocadura del río Currulao durante este tiempo ha tenido una evolución importante, lo cual se manifiesta por la formación de una zona de acreción en forma de delta. Se presentan a ambos lados de este delta dos áreas erosivas; el retroceso de la costa en este sector puede deberse a la ubicación de éstas, en donde tanto la flecha litoral de Punta de las Vacas como el mismo delta del río Currulao le sirven de obstáculo, evitando la retención de sedimentos permitiendo que actúen en ellas los fenómenos erosivos.

En su parte sur-oeste, frente a bahía Marirrio, la costa del Golfo toma el carácter de un tómbolo, en su mayor parte colonizado por manglar.

El delta del Atrato ha sufrido cambios considerables en su desembocadura, las zonas de acreción de sedimentos se localizan principalmente frente a las bocas activas: Pavas, Barbacoas, Cocogrande, Urabá y Pichindi mientras que ha sufrido algunos retrocesos a lo largo de sus brazos.

De acuerdo con un balance erosión-sedimentación, realizado sobre la costa del Golfo, se definió que ésta ha sido afectada en su mayor parte por una erosión considerable, mientras que las zonas de acreción solamente alcanzaron a cubrir áreas de menor extensión.

TABLA DE RESULTADOS

AÑOS	EROSION (Km ²)	SEDIMENTACION (Km ²)
1938-1983	9835	7730
1983 - 1989	7605	3320

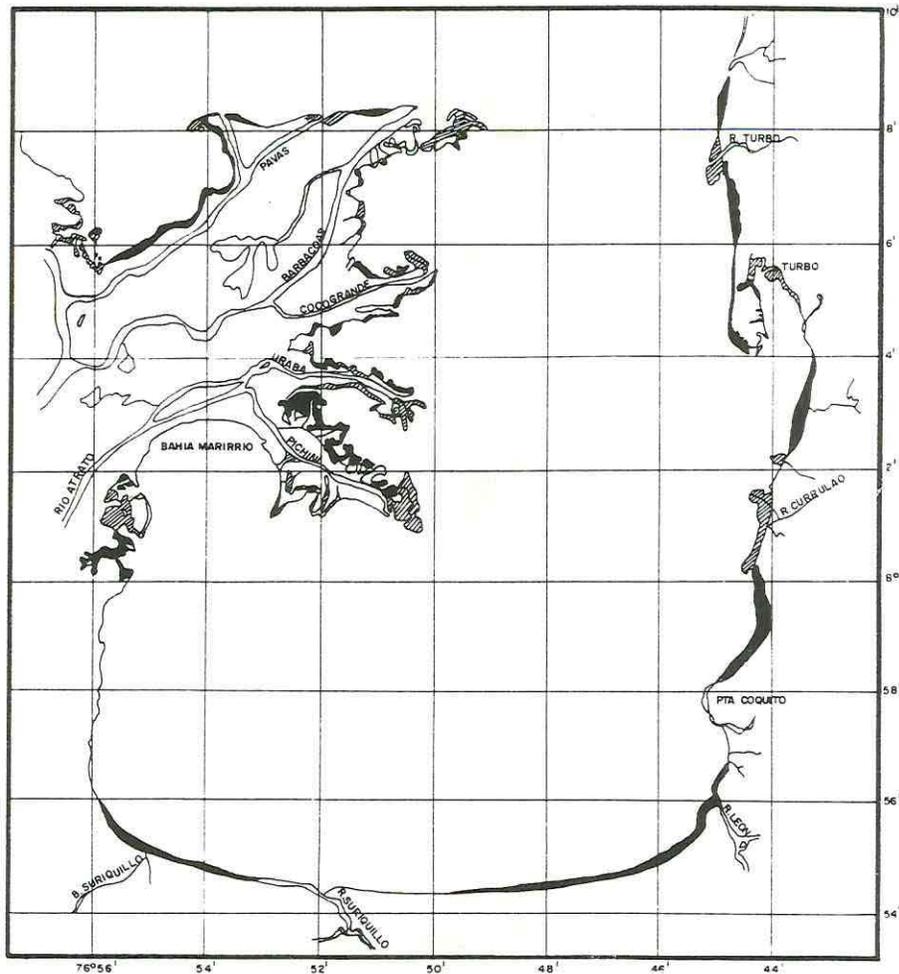


Figura N° 3. Variación morfológica de la zona costera durante 1938 y 1983.

	EROSION	CARTA NAUTICA	1938	ESCALA. 1: 100.000
	SEDIMENTACION	CARTA NAUTICA	1983	

Apartir de 1983 y hasta 1989 los rasgos morfológicos costeros antes mencionados, han sufrido variaciones importantes (Figura 4). Durante este tiempo, sobre la costa del Golfo continúa predominando la erosión sobre la sedimentación; sin embargo, la extensión del retroceso y avance de la costa disminuye considerablemente en comparación con el lapso anterior (1938-1983).

En lo referente a las variaciones morfológicas se observó que la flecha Punta de las Vacas hasta 1989 continúa su erosión tanto en su parte oeste

como en su zona interna.

El río Turbo desemboca un poco más al norte, desarrollando un delta tipo oleaje.

El río Currulao continúa desarrollando su delta tipo lobulado con la extensión de sus brazos, mientras que la costa a ambos lados de éste se ha mantenido estable.

El tómbolo formado frente a la bahía marirrio desaparece, sin embargo, se observa la formación de un bajo frente a éste.

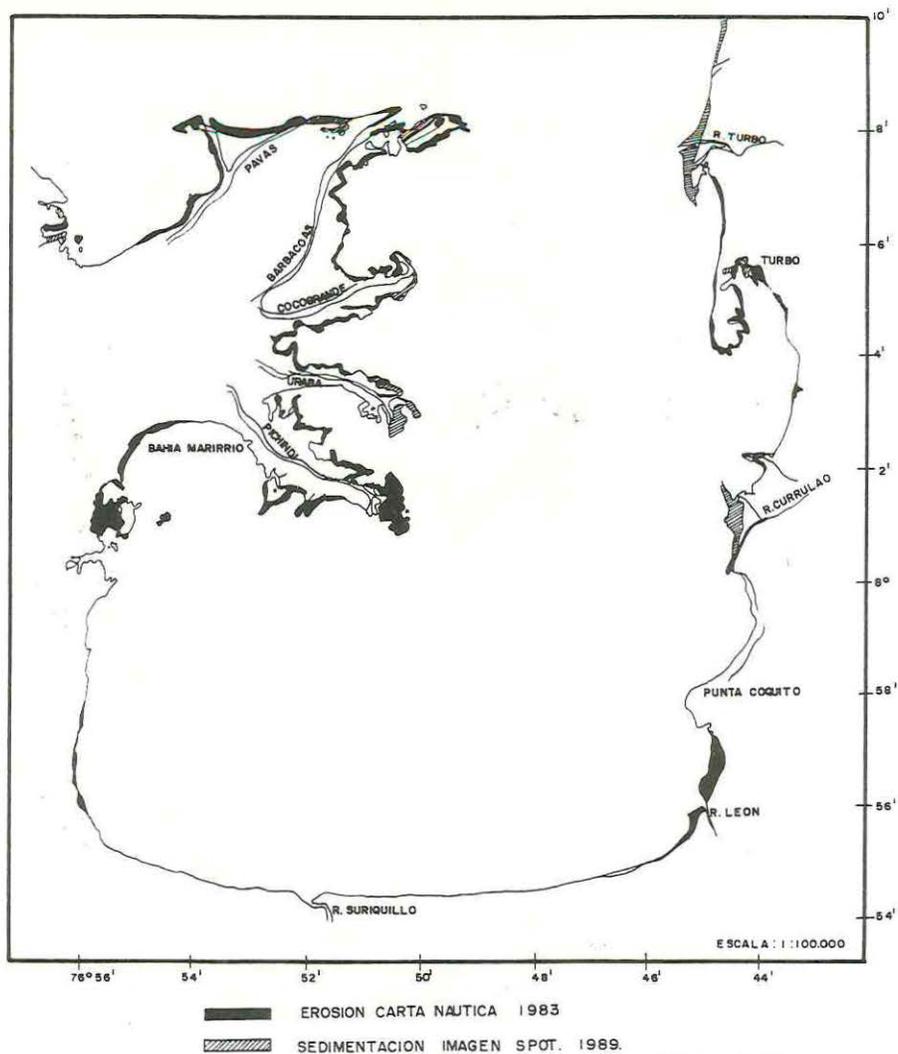


Figura 4. Variación morfológica de la zona costera durante 1938 y 1989.

El Delta del Atrato es afectado por una fuerte erosión a lo largo de sus brazos y frente a sus bocas: Pavas, Barbacoas, Cocogrande y Pichindí; la erosión afectó principalmente el brazo oeste de boca Pavas, hasta hacerlo desaparecer; las zonas de acreción en el delta son menos extensas e importantes.

MORFOLOGIA DEL FONDO

Durante 45 años la distribución de la sedimentación sobre el fondo del Golfo de Urabá, presenta cambios importantes que a su vez producen modificaciones sobre la topografía del subsuelo marino (Figuras 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11).

A diferencia de la zona costera, en el fondo del Golfo predomina la acreción sedimentaria sobre los fenómenos erosivos. Desde la línea de costa localizada al este del Golfo y hasta unos 5Km hacia el interior de éste prevalece una zona de sedimentación, en donde la acumulación de los depósitos sedimentarios a partir de 1938 alcanza un espesor de aproximadamente 4 m.

Una situación diferente se observa al oeste del Golfo frente a la desembocadura del río Atrato, donde la erosión afecta principalmente las pendientes de los bancos sedimentarios formados a partir de la acumulación de los sedimentos que

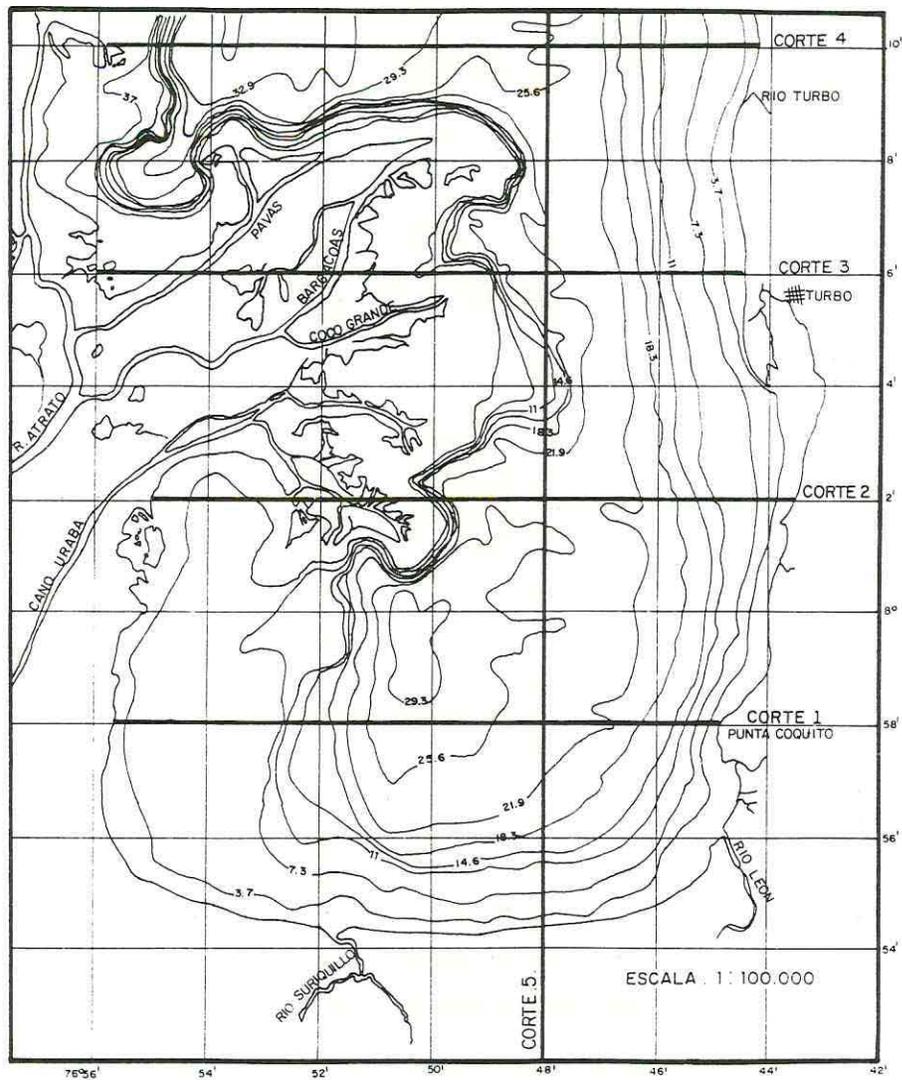


Figura 5. Morfología del fondo submarino Gofu de Urabá (1938).

han sido transportados por el río y depositados frente a sus bocas: Urabá y Cocogrande, que presentan un retroceso de 3 m en promedio, evitando de esta forma la progradación del delta.

Al norte de boca Pavas (Corte 4 - Figura 10), se presenta una zona de acreción sedimentaria, allí los depósitos de sedimentos han progradado 3 m aproximadamente.

Hacia la parte central, la profundidad del golfo disminuye debido a que en esta zona la acumulación

de sedimentos alcanza los 7 m de espesor a partir de 1938 (Corte 5 - Figura 11), a excepción del área comprendida entre Cocogrande y Urabá, donde la erosión presenta un máximo de 12 m.

INCIDENCIA DEL OLEAJE SOBRE LA COSTA DEL AREA DE BOCATARENA

La imagen SPOT permitió observar que en esta zona el tren de olas tiene una dirección este-oeste e incide paralelamente a la costa. Un trazado de las crestas de olas a partir de la imagen se muestra en

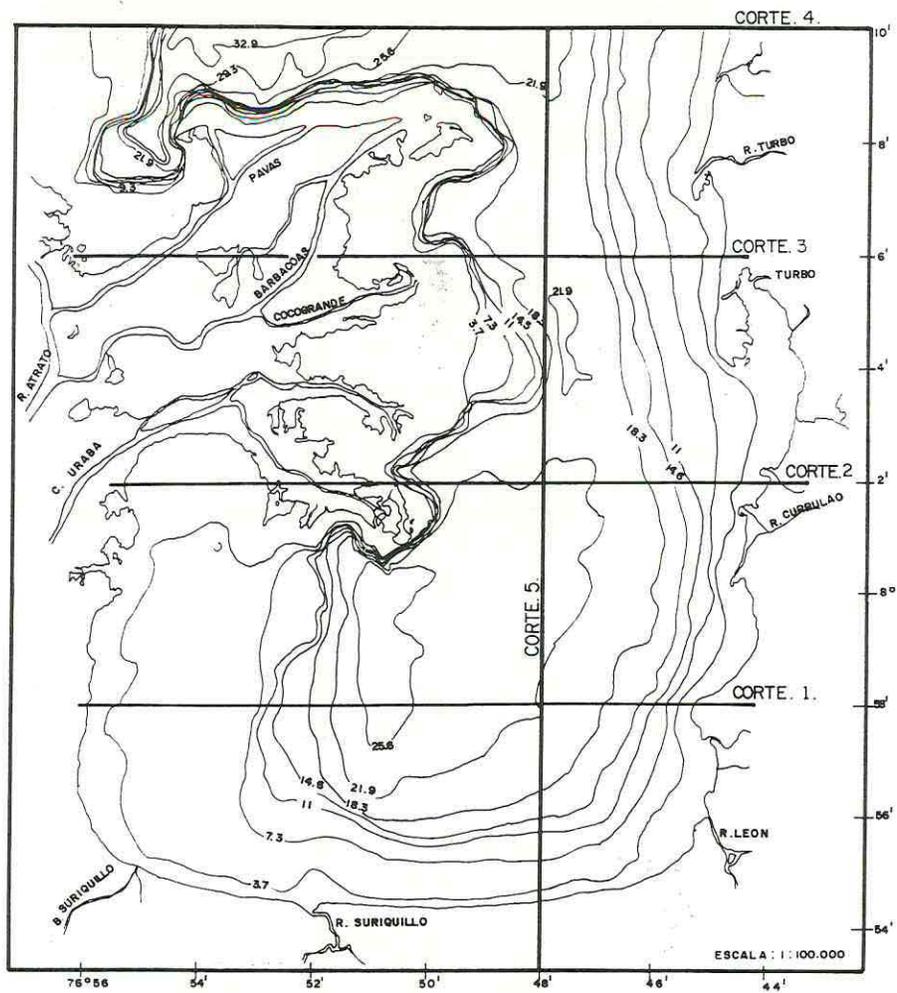


Figura 6. Morfología del fondo submarino Golfo de Urabá (1983).

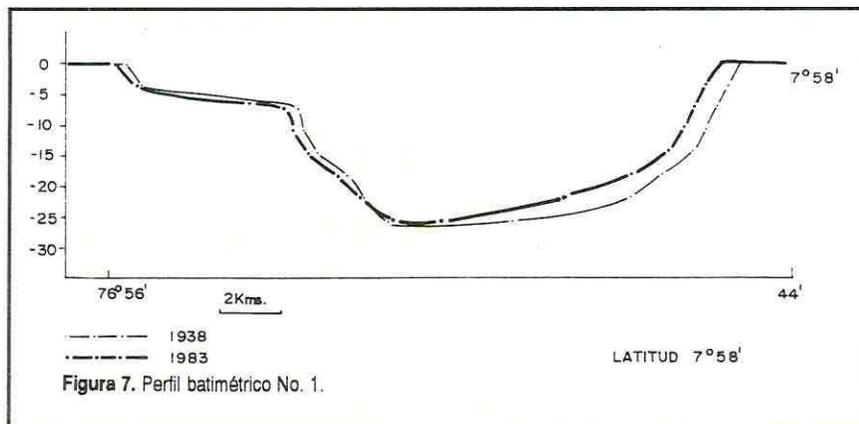
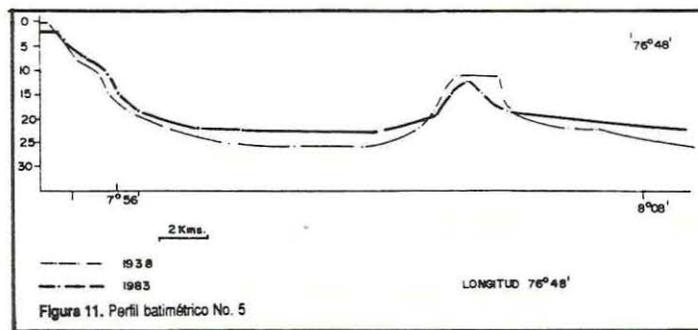
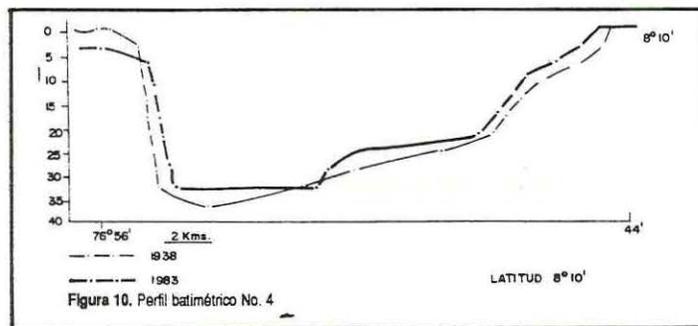
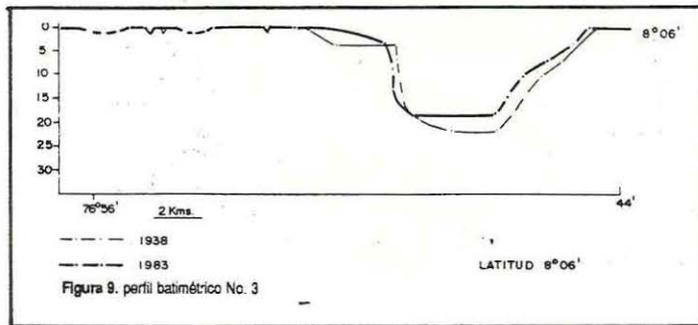
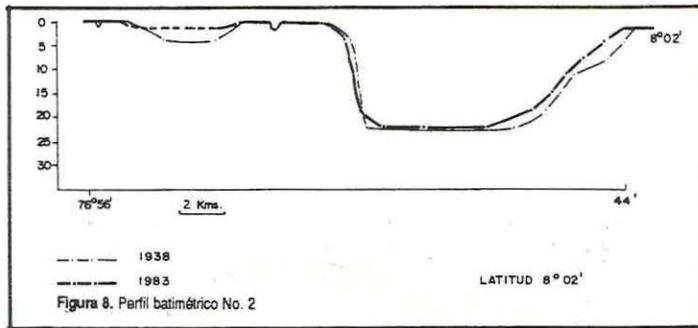


Figura 7. Perfil batimétrico No. 1.



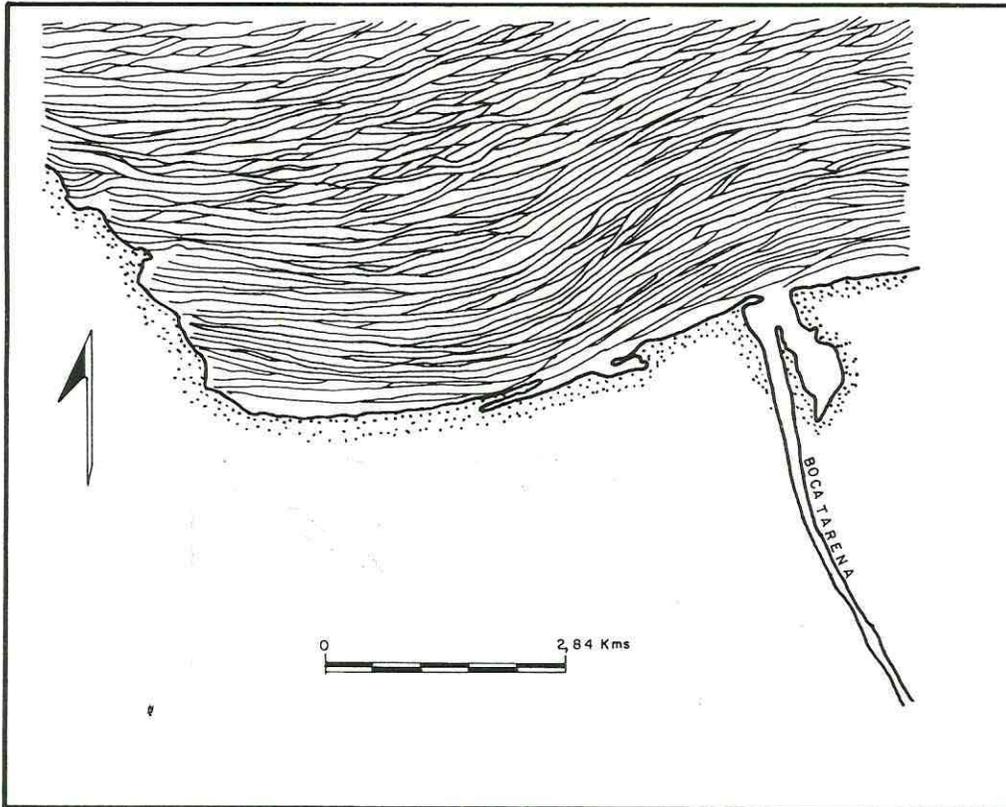


Figura. Nº 12. PLANO DE CRESTA DE LA OLA OBTENIDO A PARTIR DE LA IMAGEN SPOT (CANAL x 53)

la Figura 12.

De acuerdo con el análisis de ortogonales (Figura 13), pudo determinarse que la mayor concentración de la energía (630 MJ/h/m) se presenta en el sector este del área frente a Bocatarena; esta energía va disminuyendo paulatinamente hacia el oeste del

área, alcanzando un valor mínimo de 96.72 MJ/h/m (Tabla 2).

Actualmente Bocatarena es una boca inactiva, esta zona que tiene la misma dirección del oleaje (Este-Oeste), no recibe los aportes del río Atrato y está muy influenciada por la acción del oleaje.

TABLAS DE MEDIDAS DEL FLUJO DE ENERGIA

Zonas Costeras	Distancia Km	dl / dp	Flujo Total (Ft) MJ/h/m
1	0.68	0.568/0.68	259
2	0.97	0.568/0.97	184
3	0.80	0.568/0.80	221
4	0.91	0.568/0.91	193
5	0.99	0.568/0.99	179
6	1.05	0.568/1.05	168
7	1.82	0.568/1.82	9672
8	0.76	0.568/0.76	234
9	0.57	0.568/0.57	312
10	0.40	0.568/0.40	443
11	0.40	0.568/0.40	443
12	0.45	0.568/0.45	393
13	0.31	0.568/0.31	571
14	0.34	0.568/0.34	521
15	0.28	0.568/0.28	630
16	0.37	0.568/0.37	477

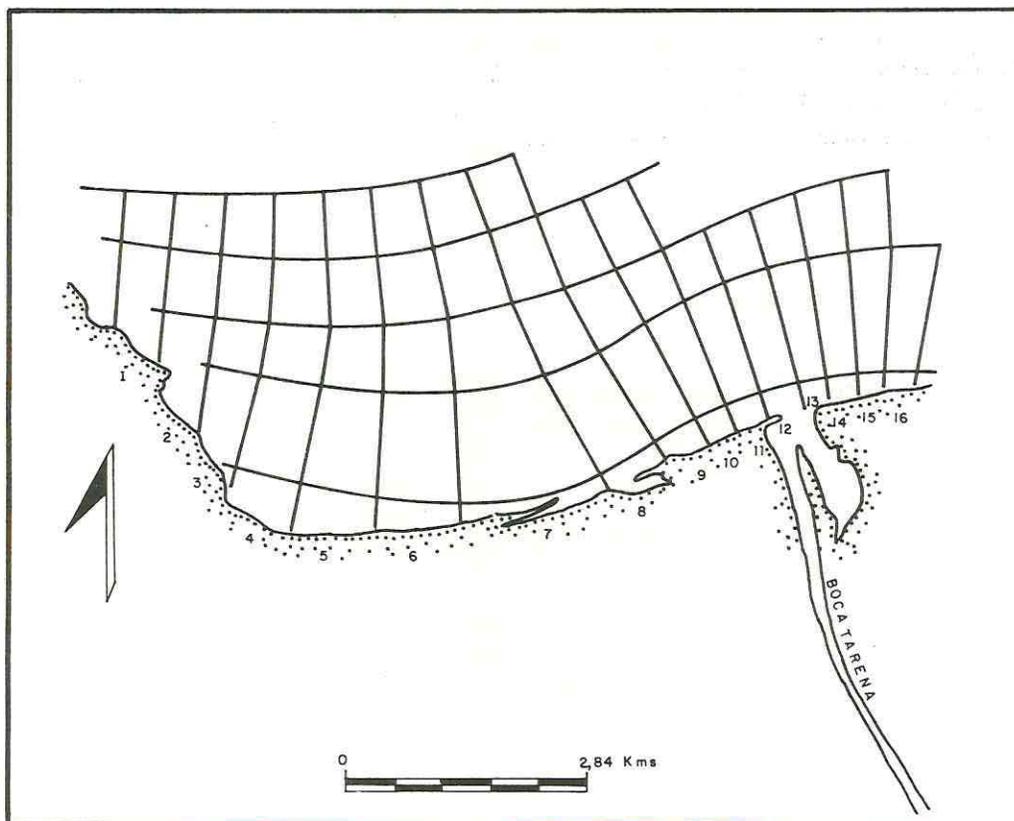


Figura Nº 13. PLANO DE ORTOGONALES DE OLAS.

CONCLUSIONES

Los aportes de los ríos que llegan al Golfo forman plumas turbias frente a sus desembocaduras, la dirección de las plumas localizadas en la parte oeste (Río Atrato), está influenciada por la circulación de los vientos y la deriva litoral, mientras que las plumas del sector este tienen una dirección sur-norte, esto se debe a la circulación de las aguas superficiales cuando tratan de salir del golfo.

La circulación de las aguas superficiales en el Golfo es en sentido norte-sur en el sector oeste, varía su rumbo al este a la altura de bahía Colombia y continúa hacia el norte por la costa este del golfo.

Las aguas superficiales presentan una mayor concentración en el sector este del golfo (en color blanco), allí los sedimentos en suspensión constituyen una franja delgada muy cercana a la costa.

Existen dos movimientos de partículas, una superficial de dirección sur-norte (orientación de las plumas del este) y una cerca al fondo en sentido norte-sur que sería el responsable de la formación de flechas litorales en dirección al sur y del desa-

rollo del delta en este mismo sentido.

La zona costera del golfo de Urabá ha estado expuesta durante 51 años a fenómenos erosivos y de acreción sedimentaria, que han producido en ella importantes cambios morfológicos, donde pueden observarse en algunos sitios, grandes retrocesos de la costa y en otros formación de flechas litorales y progradación de zonas deltáicas.

Un balance erosión-sedimentación muestra a nivel de la línea de costa, un predominio de los fenómenos erosivos, mientras que a nivel del fondo marino prevalecen los fenómenos de acreción sedimentaria.

Estas variaciones morfológicas han sido la respuesta no sólo a los efectos de fenómenos naturales, sino también a fenómenos antropogénicos.

En el sector norte del delta del Atrato, en el área de Bocatarena actualmente inactiva, el oleaje este-oeste incide paralelamente a la costa, concentrando su energía en todo el frente de esta boca y haciéndose menos fuerte (disipación) hacia el oeste de la zona.

BIBLIOGRAFIA

CNS et SPOT - IMAGE Guide des utilisateurs de données SPOT. Toulouse, CNS et SPOT - IMAGE ed., 1986, multipagination.

CHEVILLOT P. 1989. Estudio Geológico e hidrológico del Golfo de Uraba (CIOH).

I.G.A.C. 1983. Atlas Regional del Pacífico 96 Pags.

FROIDEFOND, J.M.; Gallissaires, J.M. and Prudhomme, R., 1990. SPATIAL VARIATION IN SINUOSIDAL WAVE ENERGY ON A CRESCENTIC NEARSHORE BAR APPLICATION TO THE CAP-FERRET COAST FRANCE JOURNAL OF COASTAL RESEARCH.

SIONNEAU Jean. NOTAS DE CLASE - PROCEDIMIENTO DE IMAGENES CON EL PERICOLOR. Instituto Geográfico "Agustín Codazzi".