

## Comportamiento de la Dinámica Marina en el Sector Costero entre Galerazamba y Cartagena

CCING. AMPARO MOLINA, Ing. Geólogo ARNAUD PELGRAIN<sup>†</sup>,  
CFES JAIRO SUZUNAGA<sup>‡</sup>, Ing. Oceanólogo LUIS GIRALDO

*División de Estudios Ambientales Marinos, Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas, Cartagena de Indias D.T. y C., Colombia*

### RESUMEN

Este trabajo presenta los resultados del estudio de oceanografía costera realizado por el CIOH en el sector entre Galerazamba y Cartagena, mediante el monitoreo de las condiciones oceanográficas y la aplicación de la percepción remota. Este estudio determinó la circulación de las aguas superficiales, la dinámica del oleaje, su incidencia y efectos sobre la morfología costera, durante la época seca; así mismo, se identificó una zona norte caracterizada por un acrecimiento sedimentario importante y una zona sur donde predomina una deriva litoral intensa, costas bajas arenosas y acantilados en erosión.

### ABSTRACT

*Results of the studies in coastal oceanography through ocean monitoring and remote sensing from Galerazamba to Cartagena, made by the CIOH are presented. The study shows the surface circulation, wave dynamics and its effects in the coastal morphology during the dry season. A northern zone was characterized by important sedimentation and a southern zone where intense litoral drift prevails, sandy low beaches and eroding cliffs.*

### 1. INTRODUCCION

La zona costera constituye un medio marginal de naturaleza frágil expuesta a diversos y complejos procesos que originan cambios sustanciales en su morfología (erosión y sedimentación) y evolución. La defensa y conservación de la franja litoral requiere estudios de geología y oceanografía costera que permitan conocer las causas y efectos de estos fenómenos.

Actualmente la teledetección es una de las técnicas utilizadas en estos estudios, a través de la cual es posible definir los rasgos morfológicos y los principales procesos costeros ocurridos en la franja litoral.

### 2. LOCALIZACION DEL AREA

La zona de estudio corresponde al sector central de la costa Caribe colombiana, localizada geográficamente entre 10° 15' 00" y 10° 47' 00" de latitud norte y 75° 25' 00" y 77° 40' 00" de

longitud oeste. Está constituida por accidentes geográficos importantes como son las bahías de Cartagena y Barbacoas, ciénagas de Tesca, Totumo y el tómbolo de isla Cascajo (Figura 1).

### 3. METODOLOGIA

Durante el monitoreo correspondiente al período seco se registró la dirección y velocidad de las corrientes hasta el nivel de tres metros, información que posteriormente se corroboró con el estudio de los campos hidrológicos (temperatura y salinidad) y de turbidez, (Figura 2). Así mismo, se recolectaron muestras de sedimento superficial sobre las cuales se realizaron análisis granulométricos.

Adicionalmente con el propósito de establecer la circulación de las aguas superficiales en esta época climática, se tomó una imagen de satélite SPOT el 07/03/90, simultáneamente con el monitoreo, a fin de calibrarla en términos de repartición de

<sup>†</sup> Misión Técnica Francesa

<sup>‡</sup> Ahora en la División de Litorales - DIMAR - Bogotá

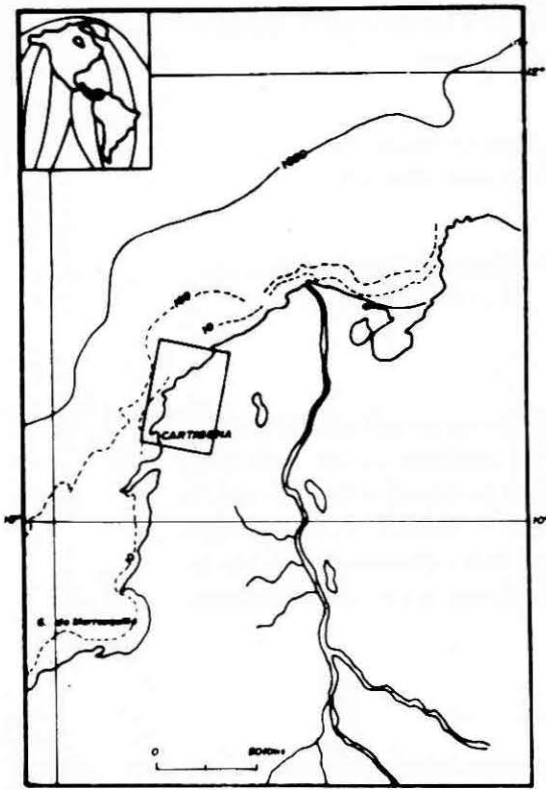


Fig. 1. Localización área de estudio.

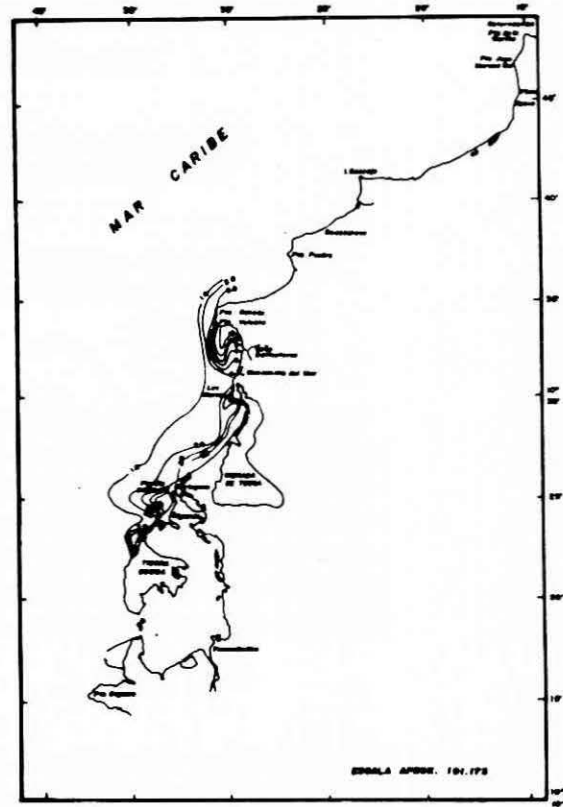


Fig. 2. Mapa de repartición de la turbidez costera superficial. Resultados muestreo marzo/90.

sólidos en suspensión. Los cambios de la línea de costa a través del tiempo en el área de isla Cascajo se obtuvieron a partir del mapa náutico de 1937, fotografías aéreas de 1956 y 1983 y levantamiento semidetallado con brújula y cinta en 1990.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSION

##### 4.1 DINAMICA MARINA

El régimen climático, la topografía del fondo marino y la conformación de las costas constituyen tres factores importantes en la dinámica de las aguas de esta región. (Figura 3). En época seca los fuertes vientos alisios generan un oleaje continuo que rompe en forma oblicua hacia la costa originando una corriente litoral que fluye a todo lo largo de la misma en sentido norte-sur.

##### 4.1.1 CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS

En época seca cuando la deriva presenta mayor intensidad, afecta en mayor o menor grado los diferentes tramos del litoral, dependiendo de la orientación de la línea de costa por efecto de las disminuciones batimétricas. A la disposición de la energía del

oleaje contribuye también la refracción alrededor de puntas salientes, islas e islotes y demás accidentes geomorfológicos. Bajo condiciones de vientos débiles la intensidad del tránsito sedimentario disminuye. La manifestación más clara es el decrecimiento significativo de la turbidez y el aumento de la temperatura del agua por efecto de la radiación solar. En cuanto a la salinidad, este parámetro presentó un comportamiento típico de zona costera, con tendencia a aumentar en la profundidad y hacia mar adentro. Sin embargo, las aguas entre Galerazamba y Bocagrande se presentaron más saladas (34.0‰) que en Tierra Bomba, donde se registró un valor de 30.7‰ en marzo. Esta diferencia parece estar asociada a una mayor influencia del régimen fluvial, representado inicialmente por la desembocadura del canal del Dique en la bahía de Cartagena.

##### 4.1.2 Repartición de los Sólidos en Suspensión.

En el período seco la deriva litoral transporta la carga sedimentaria en suspensión proveniente de la desembocadura del río Magdalena y de la erosión marina de numerosas puntas acantiladas. En la imagen de satélite (Figura 6), la corriente litoral de dirección norte sur, forma una lengua turbia de color naranja,

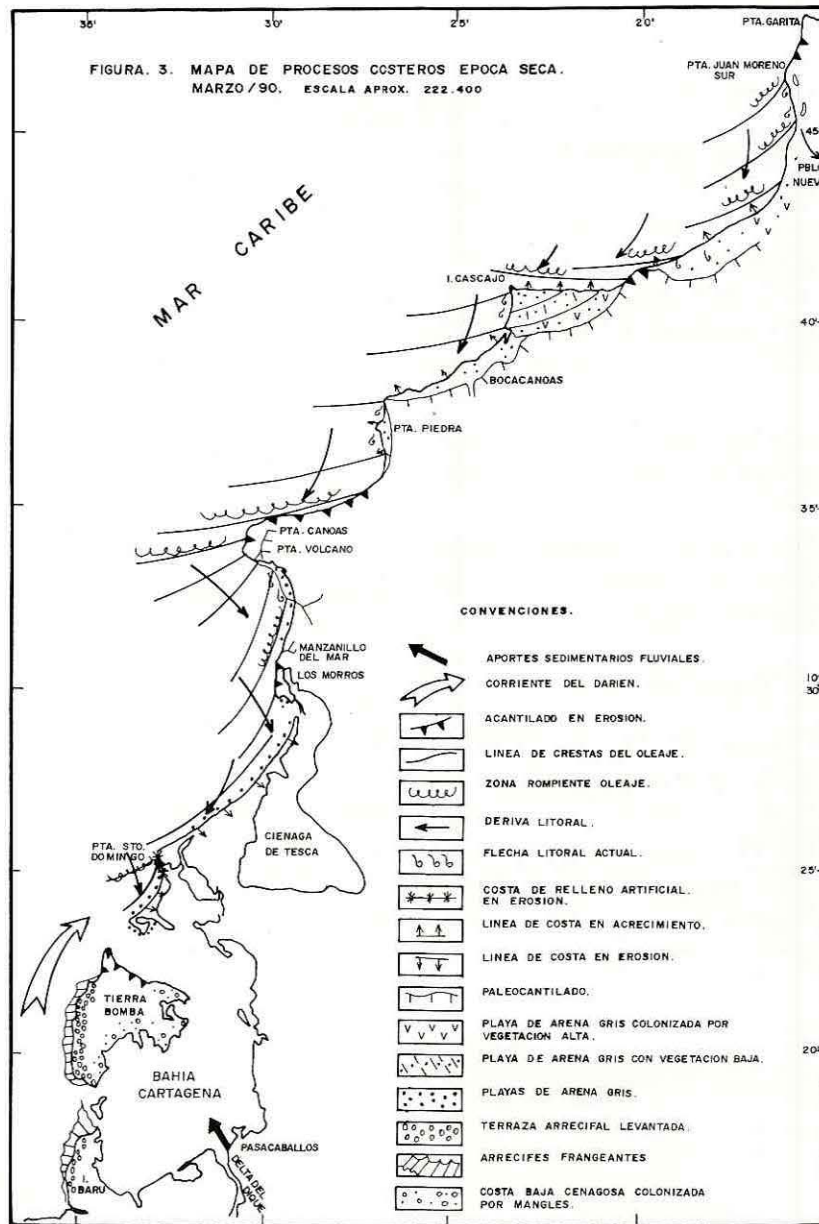


Fig. 3. Mapa de procesos costeros. Epoca seca marzo/90.

amarilla y verde que se desplaza a todo lo largo de la zona litoral comportándose como el motor de la sedimentación costera confirmando lo descrito por Andrade et al, (1988).

La banda XS-1 penetra hasta una profundidad de 20 metros. En esta zona la concentración de las partículas en suspensión es mayor que en los 3 primeros metros. Los sitios de erosión activa (rojo) se presentan en los Morros, Punta Canoas, Punta Santo Domingo y frente a Bocagrande. Esta gran cantidad de turbidez termina de manera radical frente a la entrada de la bahía de Cartagena por Bocagrande, comportándose como un límite geomorfológico costero. La turbidez es interrumpida por la contracorriente del Darién que sube en época seca hasta Cartagena impidiendo que la deriva litoral continúe hacia el sur. La interacción entre estas dos corrientes produce un remolino ciclónico a nivel de Punta Canoas

y Punta Santo Domingo.

La turbidez que se observa en la bahía de Cartagena se debe a los aportes del Canal del Dique por Pasacaballos. Para esta época el efecto de los vientos alisios hace que la pluma de turbidez intensa (naranja, rojo y café), permanezca en proximidades a su boca formando un remolino ciclónico.

La banda SX-2 penetra hasta aproximadamente 3 metros (Figura 5). A este nivel se observan los mismos sitios de erosión intensa (Punta Canoas, los Morros y Punta Santo Domingo). En la bahía de Cartagena se aprecia una disminución de la intensidad de la pluma de turbidez del canal del Dique (rojo, naranja, amarillo) lo que indica la poca influencia de las aguas dulces y turbias del Dique a este nivel.

#### 4.2. COMPORTAMIENTO DE LA LINEA DE COSTA

En este sector la franja litoral está constituida por unidades geomorfológicas de origen marino, fluvial y fluvio marino, entre las que se destacan playas, tómbolos, flechas litorales, barras litorales, llanuras costeras, plataformas de abrasión, colinas y montañas, lo que concuerda con lo descrito por *Martinez*, 1993. De acuerdo con las características morfológicas del área y con la influencia de la deriva litoral, el perfil costero se dividió en dos regiones, (Figura 3):

- Una región norte, entre Galerazamba y Punta Canoas, caracterizada por una acrecimiento sedimentario bastante fuerte.
- Una región sur, entre Punta Canoas y Bocagrande, donde predomina una deriva litoral intensa, sedimentación arenosa detrítica y una sucesión de puntas en erosión.

##### 4.2.1 Región Norte (Galerazamba - Punta Canoas)

En este sector la franja litoral de dirección nor-noreste está conformada por una costa baja, totalmente arenosa construida por la acción del oleaje sobre los sedimentos en suspensión transportados por la deriva litoral. La costa limita hacia el continente con una línea de paleoacantilados de origen tectónico bien marcado, que indican claramente una antigua línea de costa a una distancia aproximada de 300 metros de la actual.

Los procesos costeros en esta zona contribuyen a la formación del tómbolo de isla Cascajo y de las flechas litorales arenosas de Galerazamba, Punta de Piedra y Punta Canoas. El área de isla Cascajo está claramente en acrecimiento sedimentario y ha sufrido a través del tiempo importantes cambios morfológicos (Figura 6).

##### 4.2.2 Región Sur (Punta Canoas - Cartagena)

En esta zona la costa toma una dirección norte-sur, presentando zonas de erosión y sedimentación, como producto de la hidrodinámica sedimentaria que se manifiestan por una sucesión de puntas acantiladas (Punta Canoas, los tres Morros, Punta Santo Domingo) que alternan con costas bajas y arenosas, tales como barras litorales (La Boquilla) y flechas litorales (Punta Canoas, Bocagrande, Laguito y Castillogrande).

El extremo de punta Canoas está conformado por una plataforma de abrasión levantada constituida por acantilados donde rompe el oleaje, acentuando los procesos erosivos. En dirección al sur hacia Manzanillo del Mar se observan playas con depósitos de "chinas", en la zona de rompiente, que por su tamaño (gravas y cantos) no pueden ser transportados largas distancias por la deriva litoral. Las chinas provienen de la erosión costera de antiguos conglomerados (paleodelta del río Magdalena) y representan testigos fósiles de una depositación deltáica clástica terrestre (prisma de alto nivel según la clasificación de P.R. *Vail*, (1977)).



Fig. 4. Imagen de satélite SPOT entre Pueblo Nuevo y Cartagena, tratada para visualizar la distribución de la turbidez a nivel de 3 m. de profundidad. Epoca seca marzo/90; (franjas rojo, naranja, amarillo y verde).



Fig. 5. Imagen de satélite SPOT entre Pueblo Nuevo y Cartagena tratada para visualizar la distribución de la turbidez hasta aproximadamente 20m. de profundidad. Epoca seca, en marzo/90; (franjas rojo, naranja, amarillo y verde).

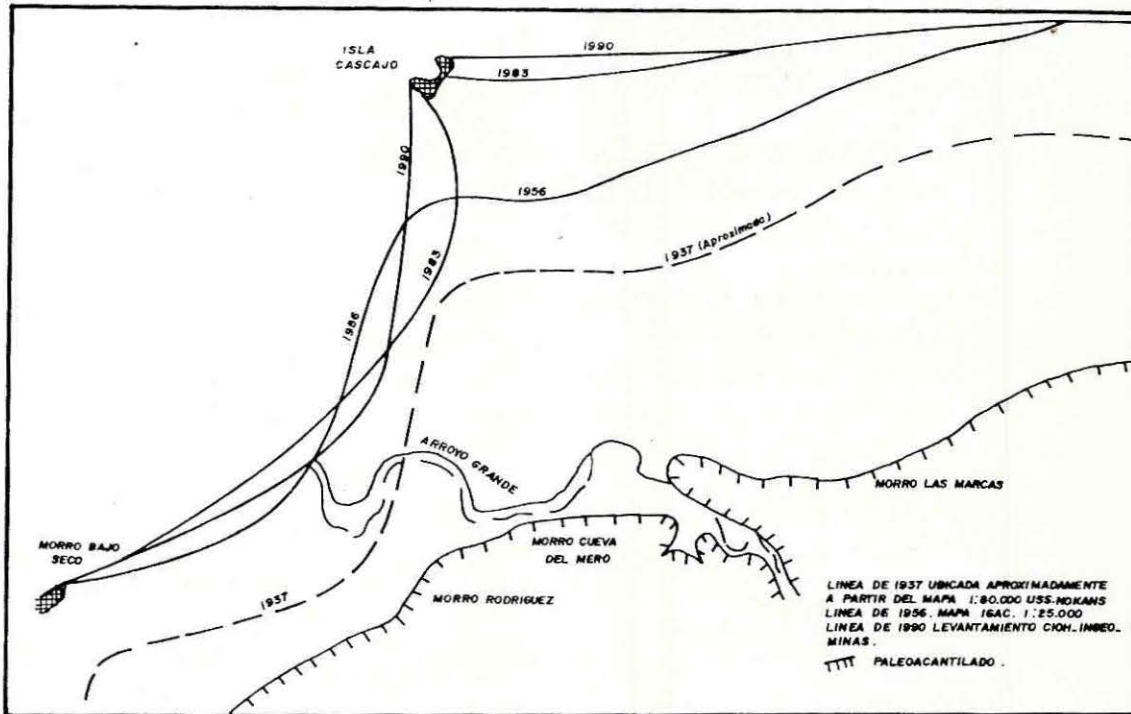


Fig. 6. Evolución espacio-temporal del tómbolo de isla Cascajo.

Los Morros están constituidos por tres puntas acantiladas en erosión activa, los cuales están conformados en la parte superior por calizas arrecifales. Entre estas puntas aparecen dos bahías calmadas donde es también común observar depósitos de chinás. Entre la punta más al sur de los morros (Morrito) hasta la Boquilla se desarrolló una zona de sedimentación importante después de la última transgresión marina (Vernette, 1985), conformando una barra litoral que separa la ciénaga de Tesca, actualmente estabilizada por la vegetación y la actividad humana.

De la Boquilla hasta la Punta Santo Domingo se observa una costa baja, muy expuesta a la energía del oleaje, donde no ocurre abundante depositación, lo cual al parecer se debe a la incidencia paralela del oleaje al llegar a la costa, además a los rellenos artificiales con bloques de caliza que constituyen una fuerte pendiente.

A partir de esta punta, se aprecia una zona de rompiente muy importante que sigue la dirección de la costa, que al parecer es provocada por un bajo que indica la presencia de una flecha litoral aún sumergida. Continuando hacia el sur aparece la flecha litoral de Bocagrande. En su parte distal, el oleaje se refracta alrededor de la punta del Laguito perdiendo energía frente a la escollera. El resultado de esta refracción es la elaboración de otras pequeñas flechas "parásitas" correspondientes al Laguito y Castillo grande.

En la Bahía de Cartagena frente a la desembocadura del canal del Dique por Pasacaballos, se desarrolla un pequeño delta de tipo fluvial que forma a ambos lados de la boca dos barras actualmente

vegetadas. Según Pelgrain, 1990, la Bahía está encerrada por relieves y tiene un origen tectónico (pull apart). Sus condiciones oceanográficas son muy suaves y no participan en la morfogénesis de la costa, que a menudo se presenta baja, pantanosa y colonizada por el manglar. La isla de Tierrabomba, de geología similar al cerro de la Popa y los Morros, presenta hacia el mar un litoral abrupto de pendiente fuerte conformado por calizas arrecifales, donde se desarrollan arrecifes típicos costeros. De lado de la Bahía se observa una costa baja, arcillosa, cenagosa colonizada por el manglar

## 5. CONCLUSIONES

Las condiciones oceanográficas entre Galerazamba y Cartagena están definidas por el desarrollo de playones que constituyen el tómbolo de isla Cascajo, y las flechas litorales de Galerazamba, Punta de Piedra, Punta Canoas, Bocagrande, Laguito y Castillo grande, la barra litoral de la Boquilla y la formación del delta en la desembocadura del canal del Dique en la bahía de Cartagena.

En esta zona, los parámetros que determinan la circulación de las aguas y la distribución del material en suspensión son la velocidad y dirección del viento, la configuración de las costas y la morfología submarina que juegan un papel importante en la dirección de las plumas.

Una de las principales consecuencias de las condiciones oceanográficas en la región, es la formación de flujos ó tránsitos litorales de relativa intensidad que han provocado variaciones importantes de la línea de costa.

El oleaje está influenciado por la acción de los vientos que prevalecen en el área y junto con las corrientes marinas son los principales agentes de la erosión, que es considerada como la causa principal de los cambios morfológicos costeros.

La incidencia oblicua del oleaje en costas bajas de pendientes muy suave, permite el proceso de acrecimiento sedimentario.

A la altura de Bocagrande, durante la época seca la deriva litoral es interrumpida por la contracorriente del Darién, que empuja las aguas limpias hacia el norte, definiendo en esta zona un frente de turbidez que se presenta como un límite geomorfológico costero.

En época lluviosa la irregularidad de los vientos explica la ausencia de procesos costeros fuertes que generan una incipiente deriva litoral que permite a la contracorriente del Darién continuar más al norte de lo que avanza en época seca.

## BIBLIOGRAFIA

- Andrade, C., y Y.F. Thomas. Sedimentos en Suspensión y e Hidrodinámica al suroeste del Delta del Rio Magdalena, Mar Caribe (Colombia), *Bol. Cient CIOH. No.8*, Cartagena Colombia, pp. 27-31, 1988.
- Andrade, C., F. Arias y Y.F. Thomas., Nota Sobre la Turbidez, Circulación y Erosión en la Región de Cartagena (Colombia), *Bol. Cient. CIOH No.8*, Cartagena, Colombia, pp. 71-82, 1988.
- Martinez O., Geomorfología y Amenazas Geológicas de la Costa del Caribe Central Colombiano, (Sector Cartagena-Bocas de Ceniza), *Bol. Ingeominas No.19*, pp. 1-62, 1993.
- Molina, A. et al., Manual de Técnicas de de Laboratorio, Análisis Sedimentológicos - CIOH. 1990. Inédito
- Pelgrain de Lestang A., Manual de Procesos Costeros. Misión Técnica Francesa. CIOH. Inédito, 1990.
- Rasgos Tectónicos y Estilo Estructural de la Margen Activa Norte Colombiana, VIII Seminario de las Ciencias del Mar, Cali, 1990.
- Vail P.R. Mitchum, Estratigrafía Sísmica y Cambios del Nivel del Mar, *AAPG. Num. 26*, pp. 49-313, 1977.
- Vernette, G., La Plataforma continental Caribe en Colombia. Importancia del Diapirismo de la Arcilla sobre la Morfología y la Sedimentación, *Memorias del IGBA*, 1985.
- 
- A. Molina, L. Giraldo, Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas, A.A. 982, Cartagena, Colombia.
- J. Suzunaga, División de Litorales - DIMAR - CAN, Bogotá, Colombia.