

## VARIACIONES MORFOLÓGICAS DE LAS COSTAS DE LA BAHÍA DE CARTAGENA A PARTIR DEL SIGLO XVI

G. Vernet\*\*\*, J. Buitrago\*, N. Campos\* y M. Llano\*

### RESUMEN

Los cambios morfológicos en las costas de la Bahía de Cartagena desde el siglo XVI son descritos mediante mapas y fotos aéreas de diferentes años.

Los cambios geográficos en el sector del Laguito desde 1935 son ilustrados e interpretados.

Una descripción detallada del estado actual de las costas de la Bahía es presentada.

### ABSTRACT

Morphological changes in the coast of Cartagena bay since 16th century are described using maps and aerial photographs of various ages.

The geographical changes of the sand spit at Laguito since 1935 is illustrated and discussed.

A details description of the actual coast of Cartagena bay is presented.

### 1. INTRODUCCION

El problema de los cambios sufridos en las orillas marinas juegan un papel importante en la paleomorfología marina. Estos cambios en la línea litoral son debidos principalmente a cuatro causas:

- Mudanza del nivel de los océanos o de la tierra con efecto en tiempo a escala geológica.
- Acción dinámica del agua con consecuencias generalmente rápidas si la costa no es rocosa. Este factor es directamente relacionado con las características meteorológicas y el fenómeno de mareas, aunque este último es de poca amplitud en el área estudiada.

\*Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Seccional Cartagena.

\*\*Misión Técnica Francesa Escuela Naval, Cartagena - Colombia

- Acción de los organismos y procesos químicos. Está demostrado que en las áreas costeras donde proliferan los arrecifes coralinos, estos ayudan a mantener estabilizadas las playas de una manera natural. Así mismo la precipitación de los carbonatos pueden cimentar las partículas en deposición.
- Elaboración de construcciones humanas en la costa que desempeñan un papel importante en ciertas áreas.

## 2. OBJETIVO

El objetivo de este trabajo fué estudiar los cambios del litoral de la Bahía de Cartagena en el transcurso del tiempo desde la fundación de la ciudad, o sea a escala de tiempo geológico muy corto.

Debido a los pocos datos sobre las características dinámicas del agua de la Bahía, se enfocó el estudio comparando fotografías aéreas de este sector en diferentes años e investigando un intervalo de tiempo un poco mayor, mediante el uso de mapas y datos cartográficos anteriores a la época de la fotografía aérea.

## 3. SECTOR DEL ESTUDIO

Se escogió como área de estudio la Bahía de Cartagena que se encuentra ubicada al suroeste del mar Caribe en la costa Norte de Colombia entre:

10° 25' 30" N y 10° 16' 15" N  
75° 34' 48" W y 75° 34' 48" W

## 4. VARIACIONES MORFOLOGICAS

### 4.1 Primeros datos

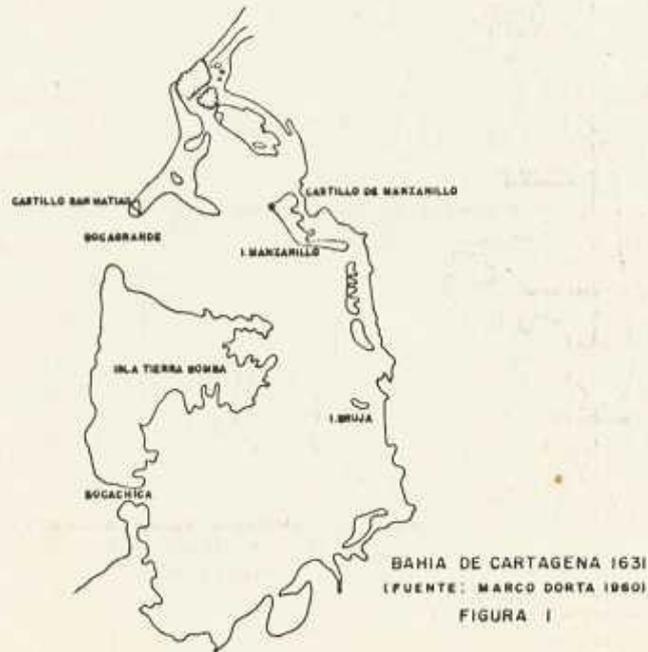
La ciudad de Cartagena fué fundada en 1533 por Don Pedro de Heredia; en ese entonces la Bahía tenía dos bocas naturales:

- La Bocagrande que era usada como canal de navegación entre la Bahía y el mar abierto.
- La Bocachica que era poco usada en navegación.

La situación en esa época (Figura 1) no presentaba grandes cambios aparentes en relación con la morfología actual. Se aprecia por lo menos la ausencia del Laguito y la separación de la Isla de Manzanillo de la costa.

Los primeros datos que se dispone sobre cambios sufridos por la Bahía, se remontan hacia comienzos del siglo XVII en que según Marco Dorta (1960) "El fuerte de San Matías construido en 1590 se encontraba en ruinas y era del todo ineficaz porque las aguas del mar habían formado playa, de modo que cuando se fundó estaba en la lengua del agua y en esa época estaba a 300 m. del mar que antes batía en él".

Estos datos nos precisan un aumento en la acumulación de depósitos sedimentarios a la prolongación del área de tierra de Bocagrande que tiende a unir Cartagena con la isla de Tierra Bomba.



#### 4.2 Cierre de Bocagrande.

A mediados del siglo XVII dos navíos zozobraron en la entrada de Bocagrande y las arenas que se fueron acumulando por las corrientes frente a estos obstáculos, acabaron por obstruir completamente la boca.

Esta circunstancia, tal vez la más importante de que se tenga conocimiento en Cartagena, provocó los mayores cambios en las líneas costeras de la Bahía. No sólo propició el crecimiento del "Tombolo" que va a unir la ciudad a la isla de Tierra Bomba formando la ensenada de Bocagrande (Figura 2); sino que probablemente poco a poco aumentaron las superficies de tierra alrededor de Castillo Grande y en las costas frente a Bocagrande desde Manzanillo hasta la isla Bruja que así se quedaron unidas al litoral (Fig. 3)





BAHIA DE CARTAGENA 1693  
(FUENTE: CASA INQUISICION CARTAGENA)  
FIGURA 3

#### 4.3 Construcción del Canal del Dique.

En la primera mitad del siglo XVII se empezó la construcción del Canal del Dique por medio de la unión de caños, ciénagas y brazos desde el Río Magdalena hasta su desembocadura en el extremo suroeste de la Bahía.

Este fenómeno no indujo aparentemente muchos cambios morfológicos en la Bahía, que parece estabilizarse durante los cien años que permaneció cerrado Bocagrande; pero seguramente sufrió grandes cambios desde el punto de vista de la mezcla de aguas dulces y turbias del Canal con las aguas claras y saladas de la Bahía.

En este tiempo probablemente empezó la desaparición de los corales que se encontraban viviendo en las aguas someras y limpias de la Bahía. Hoy en día, otra fuente de polución en las aguas de la Bahía corresponde al desecho debido sobre todo al sector industrial de Mamonal.

#### 4.4 Construcción de la Escollera

Cuando se esperaba el ataque de Vernon en 1741, Don Blas de Lezo, encargado de la defensa de la ciudad, fondeó el buque "Africa" en la ensenada de Bocagrande para impedir cualquier desembarco en aquella parte. Los marineros del navío abrieron un pequeño canal que facilitaba pasar a la playa del lado opuesto, pero no previnieron las consecuencias y los temporales muy abundantes en aquellos tiempos ampliaron la abertura (Marco Dorta 1960), (Figura 4).

El rápido ensanchamiento de Bocagrande hizo que llegara a hacerse practicable para buques de mediano tonelaje y hubo que elegir entre cerrar esa entrada o Bocachica.

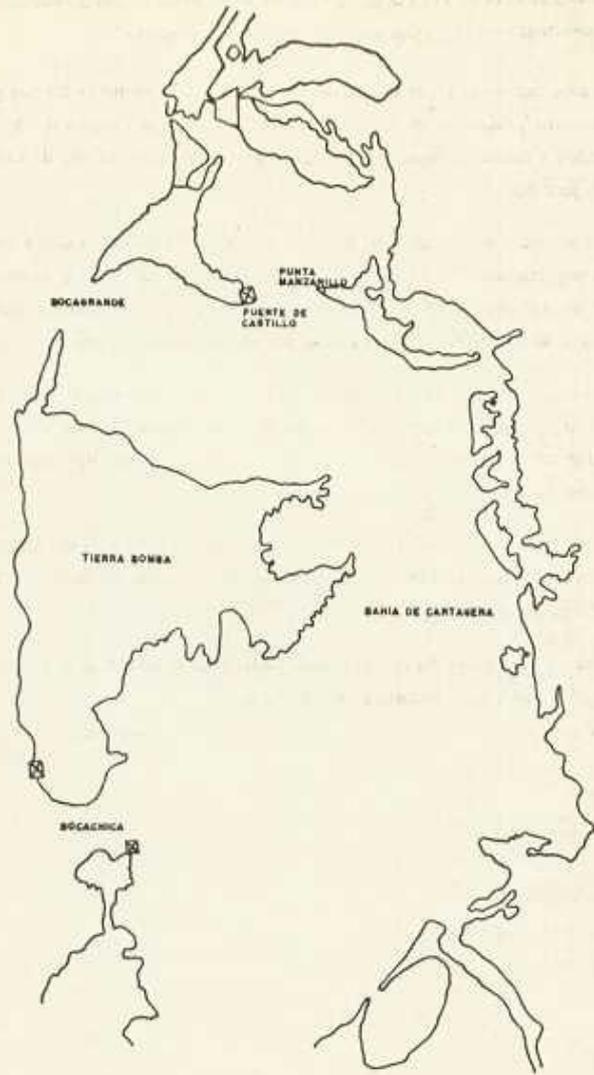
A principios de 1769, Don Martín de Lázarsa inspeccionó el canalito y en su informe dijo que "tenía entre media legua<sup>1</sup> de ancho y 15.5 a 16 pies<sup>2</sup> de profundidad".

Entonces se decretó por una real orden (Octubre 18 de 1768) la construcción de una escollera que empezó el 11 de Noviembre de 1771 a cargo de Don Antonio de Arévalo. Las piedras eran extraídas de las canteras de Tesca.

A fines de 1774 estaba hecha casi la mitad de la obra y se había creado una considerable playa, las arenas acumuladas continuaban elevando el nivel del bajo.

<sup>1</sup> Una legua = 5.555 m.

<sup>2</sup> Un pie = 30.5 cm.



BAHIA DE CARTAGENA 1741  
(FUENTE: CASA INQUISICION CARTAGENA)  
FIGURA 4

Se terminó la obra en 1778 dejando "casi en la mitad un trecho de 400 varas<sup>13</sup>, inferior a la marea baja con objeto de refrescar las aguas del puerto".

Los cambios sucesivos en el litoral desde el siglo XVIII no han sido tan grandes, sino el crecimiento progresivo de la "flecha litoral" en la parte externa de Bocagrande que formó poco a poco la ensenada del Laguito y la unión de la isla de Manzanillo a la tierra (Figura 5).

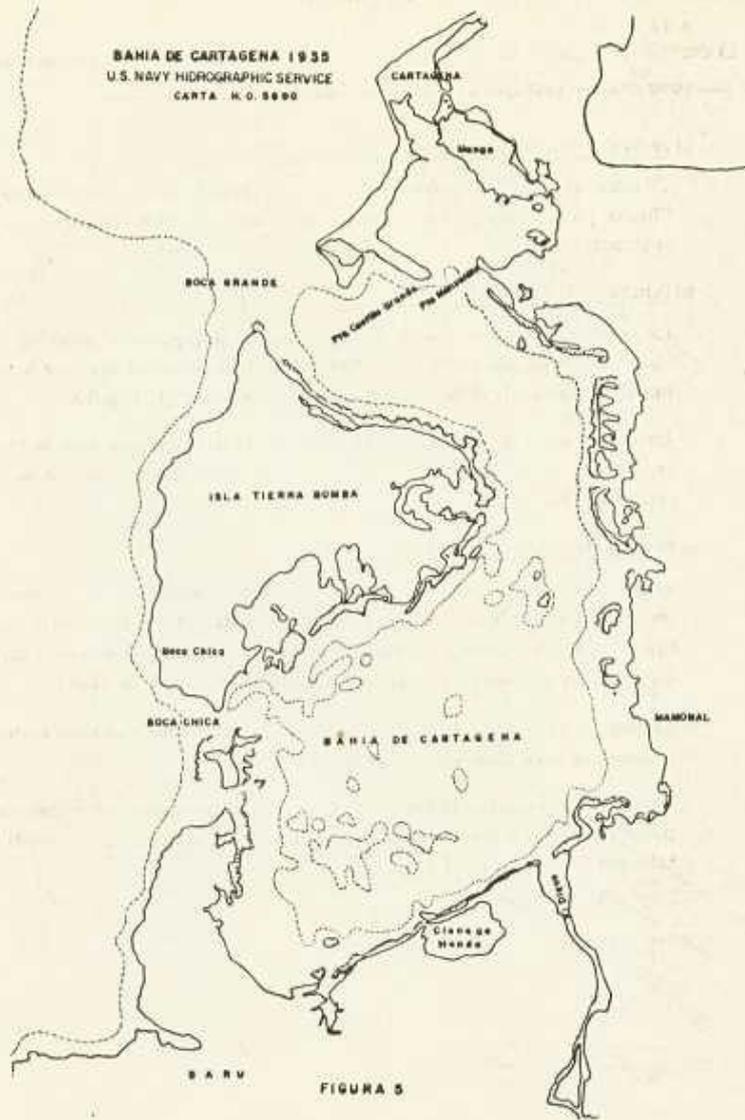
Hoy en día, dos siglos después de su construcción, la escollera ha sido erosionada hasta quedar completamente sumergida. Esta mide 1900 m. de largo y se encuentra entre 0.6 y 3 m. por debajo del nivel del mar. Está unido a Tierra Bomba por un bajo de 400 m. y a la península de Bocagrande por el espolón Iribarren.

En resumen, el estudio de los mapas antiguos permiten indicar que los cambios morfológicos más importantes sufridos en la Bahía desde la fundación de la ciudad de Cartagena fueron los que se presentaron en Bocagrande que sucesivamente fue abierta, cerrada, nuevamente abierta y al fin rellenada por una escollera.

Además de estos cambios morfológicos, la construcción del Canal del Dique transformó poco a poco las características físico-químicas de las aguas de la Bahía impidiendo el desarrollo de los arrecifes coralinos.

Este fenómeno de polución que se puede calificar de natural-está aumentado ahora por la instalación del sector industrial de Mamonal.

BAHIA DE CARTAGENA 1935  
U.S. NAVY HYDROGRAPHIC SERVICE  
CARTA N.O. 5990



S. A. R. V.

FIGURA 5

## 5. EL LAGUITO

El estudio de la evolución del Laguito por mapas y aéro-fotografías permite expresar su desarrollo desde el principio del siglo hasta hoy en día en tres períodos:

### a) Período de formación de la ensenada (Figura 6).

El mapa de 1935 y la foto aérea de 1945 presentan el Laguito como una "flecha litoral" que tiende a unirse con Castillo Grande, formando así una ensenada.

### b) Período de erosión (Figura 7).

La construcción de espolones en las playas de Bocagrande a partir de 1950 disminuyó la llegada de los sedimentos del Norte hacia el Sur debido a la deriva litoral que favorecía el depósito de arena en este sector del Laguito.

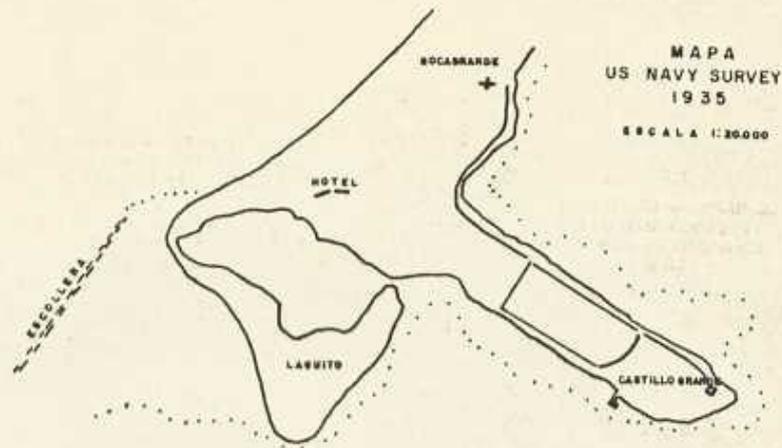
En consecuencia de la disminución de la fuente de sedimento y de la erosión por el mar, la "flecha litoral" se adelgazó rápidamente como lo indican las fotos aéreas de 1954 y 1957.

### c) Período de estabilización (Figuras 8 y 9).

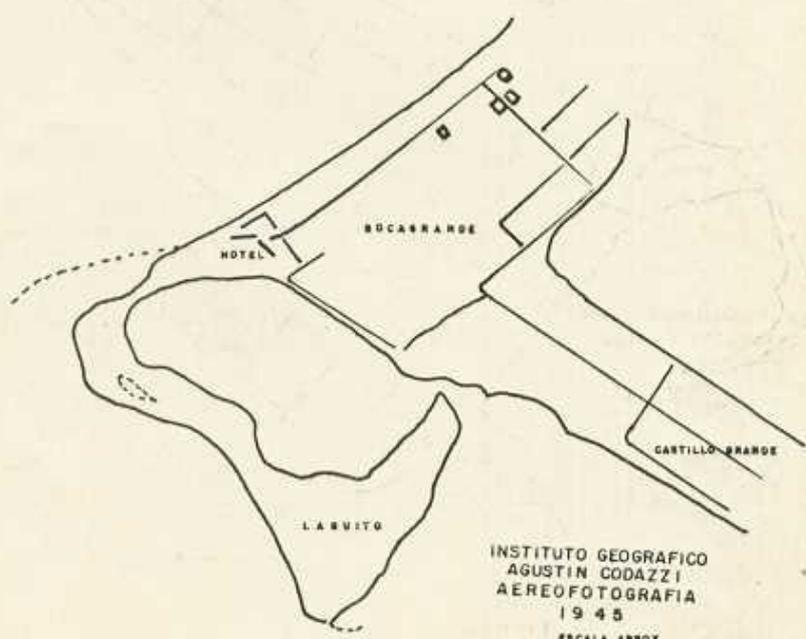
Este adelgazamiento importante y la desaparición progresiva de la ensenada, propició la construcción de otros espolones en la parte externa de la "flecha litoral" con el fin de fijar el tránsito de sedimentos procedentes del mar y en consecuencia estabilizar el sector del Laguito (Foto aéreas de 1961).

Se necesitó además el dragaje de la parte interna con el fin de permitir la entrada a buques de poco calado (Foto aéreas de 1968 y 1971).

Estos datos indican la importancia de las actividades humanas sobre la evolución de una costa baja caracterizada por un sedimento de arena influenciada también por la dinámica del mar.



MAPA  
 US NAVY SURVEY  
 1935  
 ESCALA 1:20,000

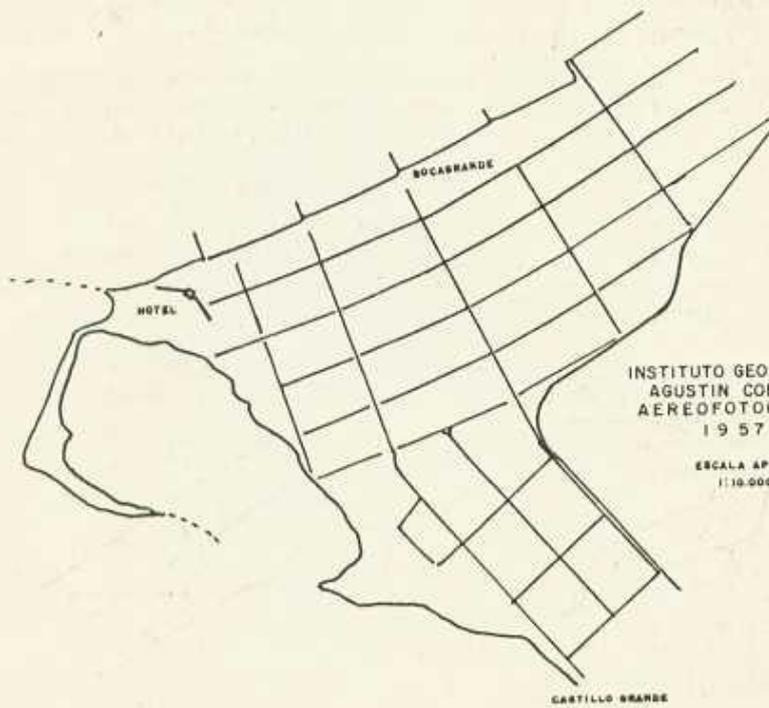


INSTITUTO GEOGRAFICO  
 AGUSTIN CODAZZI  
 AEREOFOTOGRAFIA  
 1945  
 ESCALA APROX.  
 1:18,000

FIGURA 6

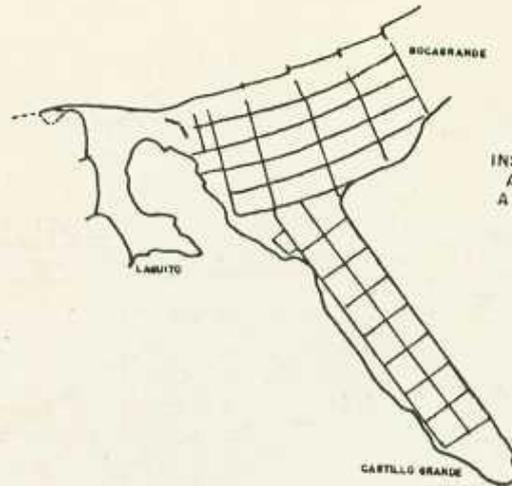


INSTITUTO GEOGRAFICO  
AGUSTIN CODAZZI  
AEREOFOTOGRAFIA  
1954  
ESCALA APROX.  
1:80.000

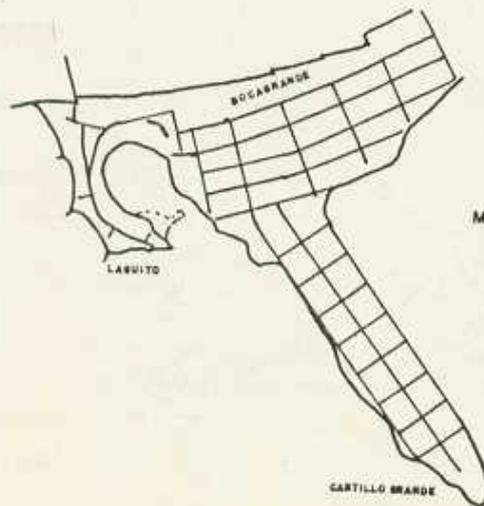


INSTITUTO GEOGRAFICO  
AGUSTIN CODAZZI  
AEREOFOTOGRAFIA  
1957  
ESCALA APROX.  
1:10.000

FIGURA 7



INSTITUTO GEOGRAFICO  
 AGUSTIN CODAZZI  
 AEREOFOTOGRAFIA  
 1961  
 ESCALA APROX.  
 1:20.000



MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS  
 AEREOFOTOGRAFIA  
 1968  
 ESCALA APROX.  
 1:20.000

FIGURA 8

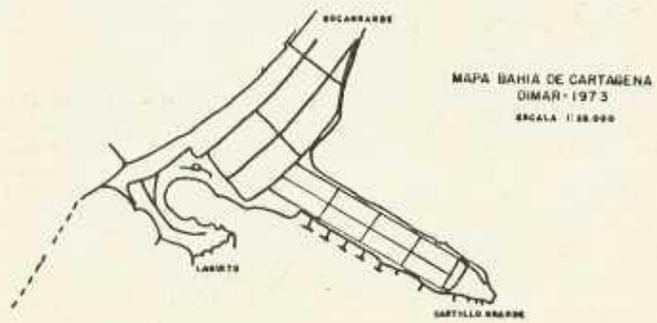
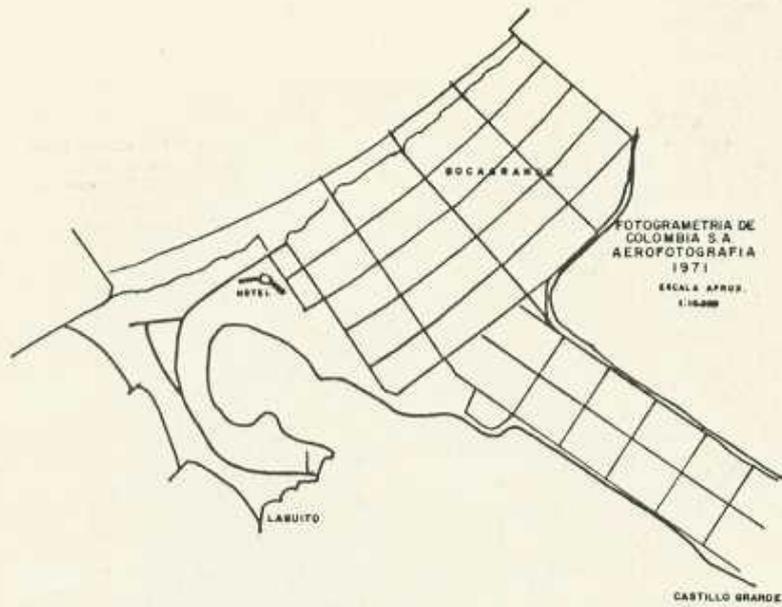


FIGURA 9

## 6. DESCRIPCIÓN DEL ESTADO ACTUAL.

La descripción de la morfología litoral y los cambios anotados se deducen de las diferentes investigaciones que se hicieron en las orillas de la Bahía durante el primer semestre 1976 (Figura 10).

La morfología actual, además de algunas costas primarias, corresponde principalmente a unas costas de tipo secundarias según F. Shepard (1973) o sea, debidas a factores preponderantes marinos.

### 6.1 Costas Primarias

#### 6.1.1. Delta.

Un ejemplo de Delta es la desembocadura del Canal del Dique en la Bahía, puesto que de una parte la marea en esta costa es de muy poca amplitud (inferior a 0.5 m.) y de otra parte la mayoría de los sedimentos transportados por el Canal, se depositan cuando llegan a la Bahía.

Los datos de batimetría indican claramente el cono de deyección en la desembocadura.

#### 6.1.2. Plataforma rocosa.

Se encuentran en la parte norte y sur de Tierra Bomba una plataforma con varios bajos de roca calcárea de tipo "beach rocks" que se unen a la costa por acumulación de sedimentos gruesos procedentes sobre todo de la erosión del cerro circundante.

Este tipo de costa corresponde también a la parte exterior de Tierra Bomba.

#### 6.1.3. Acantilados.

Existen varias áreas de fuerte pendiente (casi vertical) de más de dos metros de altura formadas por sedimentos desde poco consolidado (lodo calcáreo o arcillas) hasta roca compacta (arrecifes fósiles) y al pie de las cuales se presentan grandes bloques característicos de los acantilados erosionados por las olas.

### 6.2. Costas Secundarias

#### 6.2.1. Las playas

Dos tipos de estas costas se presentan en la Bahía:

- a) Las playas de residuos biotriticos y recifales de color claro, que se

encuentran ubicadas generalmente en las partes internas con respecto a los bajos que corresponden a las edificaciones coralinas.

La granulometría del sedimento es en este caso muy diferente en la parte mediolitoral (diámetro medio entre 125 y 250  $\mu$ ) y la parte supralitoral (diámetro medio superior a 10 mm.).

- c) Las playas de arena gris que constituyen la mayoría de las que dan hacia mar abierto. El sedimento es de tamaño de arena fina (diámetro medio entre 125 y 250  $\mu$ ) y está constituido por parte biodetrítica (residuos de conchas y corales) y detrítica (cuarzo, mica, minerales pesados). El porcentaje detrítico aumenta hacia mar abierto.

Estas playas son debidas mas bien a la acumulación por deriva litoral de sedimentos arenosos procedente del mar.

#### 6.2.2. Los manglares.

Los manglares ocupan como la mitad de las orillas de la Bahía y pertenecen esencialmente a los tipos Rhizophora mangle y Avicennia nitida.

El sustrato en donde crecen pueden ser de amplias variedades desde arena detríticas hasta puros restos de corales. En este sustrato el aumento de materia orgánica es notable puesto que en estas áreas, las aguas muy tranquilas ayudan la deposición de sedimentos finos con fuerte porcentaje de materia orgánica.

#### 6.2.3. Edificaciones coralinas

Los arrecifes que influyen en la formación de las costas en la Bahía son los frangeantes o sea que bordean muy cerca de la tierra.

Esos corales que ya son fósiles estaban muy desarrollados en un pasado reciente y pertenecen esencialmente a las especies Acropora cervicornis, Acropora palmata y Porites porites.

Se puede pensar que el factor que inició su desaparición pudo ser la creación del Canal del Dique vertiendo aguas poco saladas y turbias en la Bahía.

Ahora esos corales forman parte de los bajos que se encuentran en muchos lugares. La erosión de esos arrecifes dan numerosos depósitos de gran tamaño (superior a 10 cm.) en las partes supralitorales de las costas adyacentes.

BAHIA DE CARTAGENA 1973  
 FOTO AEREA  
 INSTITUTO GEOGRAFICO  
 ARBETIN COUZZI

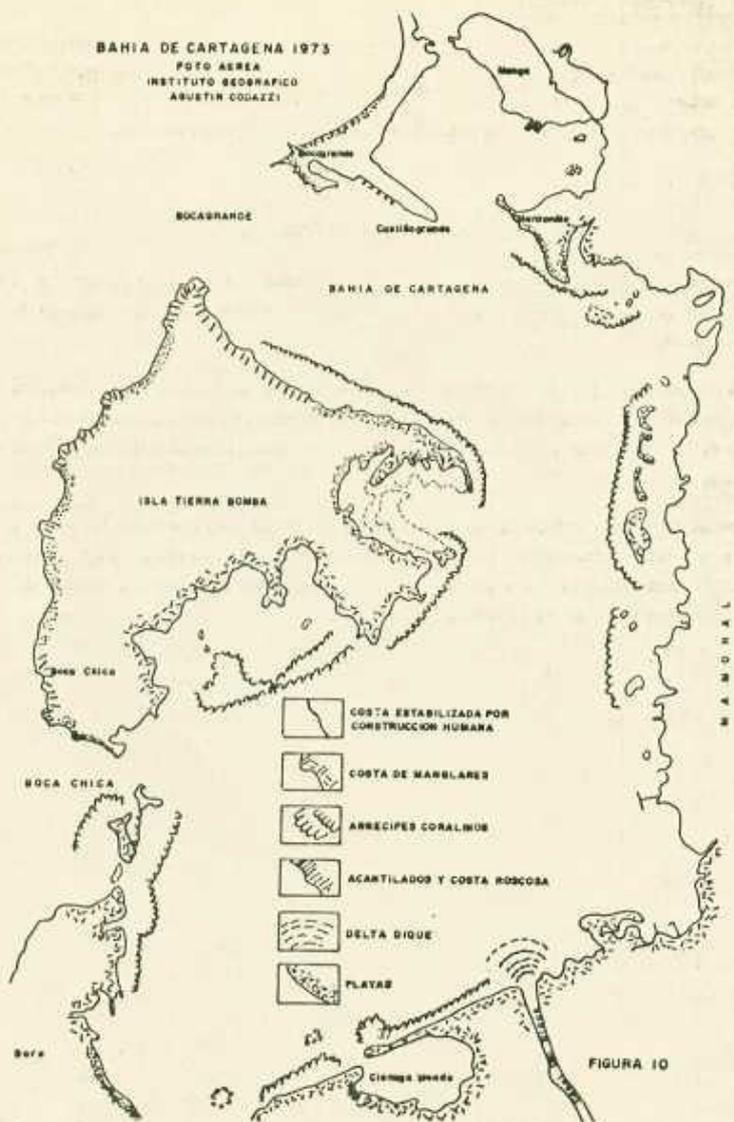


FIGURA 10

### 6.3 Edificaciones humanas .

Hay que tener en cuenta ahora la parte no despreciable de las costas estabilizadas artificialmente ya sea con objetivo económico en la ciudad de Cartagena (Bahía interna) y en la zona industrial o con objetivo turístico para la estabilización de las playas en el área de Bocagrande, Castillo Grande y El Laguito.

## 7. CONCLUSIONES

El estudio de las variaciones morfológicas de las costas por medio de mapas o de foto aéreas son de primordial interés para el conocimiento de la evolución de las características geomorfológicas.

Los cambios morfológicos costeros en la Bahía desde la fundación de Cartagena se notan principalmente en el área de Bocagrande; de una parte con las sucesivas cerraduras y aberturas de esta boca y de otra parte la evolución hasta la estabilización artificial de la ensenada del Laguito.

Además de estos cambios, la construcción del Canal del Dique sometió las aguas de la Bahía a una mezcla incesante con aguas turbias de poca salinidad que poco a poco cambiaron las características físico-químicas de las aguas impidiendo así el desarrollo normal de los arrecifes coralinos viviendo en la Bahía.

## BIBLIOGRAFIA

ATHEARN, W.

- 1963 Shoreline changes at cape hattera.  
Research review office of Naval research.  
Vol. 116 No. 6 pp. 17 - 24 woods hole Oceanografic institution No. 1361.

BOTTAGISIO, J., LECLER J. P. & LORIN, J.

- 1971 Estudio de playas en Cartagena. Protección Avenida Santander.  
Laboratoire central d'Hydraulique de France. Ministerio de Obras Públicas, Bogotá.

GUILCHER, A.

- 1957 Morfología litoral y submarina.  
Edición Omega, Barcelona.

MARCO DORTA, E.

- 1960 Cartagena de Indias, Puerto y Plaza fuerte Alfonso Amado, Editor Cartagena.

MC, CURDY, P. G.

- 1947 Manual of coastal delineation from aerial photographs.  
Hydrographic office US Navy Washington D. C. 25,

NAUDIN, J. J. & PRODHOMME R.

- 1971 Methodes d'analyses morphologiques et morphostructurales d' interpretation des  
topographies et des bathymetries dans les domaines continentaux et marins.  
Bull. Inst. Geol. Bassin d'Aquitaine. Vol. 10 pp 111 - 144.

PICARD, X. & GODDARD, D.

- 1975 Geomorfología y sedimentación de la costa entre Cabo Codera y Puerto Cabello.  
Bol. Inform. Assoc. Venezolana de Geol. Mineral y Petrol. Marzo Vol. 18 No. 1.

ROBINSON, A. H.

- 1965 Shoreline evolution of the east anglian coast Marine Geology Vol. 4 No.1

SHEPARD, F. P.

- 1973 Submarine Geology third edition.  
Harper & Row, publishers New York.

TUTTLE, S.

- 1960 Evolution of the new Hampshire shoreline.  
Bull. Geol. Soc. Amer. Vol. 71  
Woods hole Oceanografic institution No. 991.

## FE DE ERRATAS

- Pág. 7 - Introducción : Renglón 9o. (fué)
- Pág. 7 - Introducción : Renglón 20. (fué)
- Pág. 7 - Introducción : Renglón 21 (financiado y montado)
- Pág. 8 - Introducción : Renglón 19 (Postgrado)
- Pág. 9 - Extracto : Renglón 2 (las variaciones)
- Pág. 9 - Introducción : Renglón 1 (realizados)
- Pág. 10 - Introducción : Renglón 6 (físico-químicos)
- Pág. 11 - Materiales y  
Métodos : Renglón 1 (las observaciones)
- Pág. 14 - Temperatura : Renglón 7 (proveniente)
- Pág. 14 - Oxígeno : Renglón 14 (las isoxigenas)
- Pág. 21 - Abstract : Renglón 4 (detailed)
- Pág. 23 - Variaciones  
Morfológicas : Renglón 9 (sedimentarios)
- Pág. 28 - (3) : Renglón 1 (una vara = 80 cms.)
- Pág. 28 - Construcción  
escollera : Renglón 9 (unida)
- Pág. 30 - Período de  
formación de  
la ensenada : Renglón 4 (al)
- Pág. 35 - Plataforma  
rocosa : Renglón 16 (encuentra)
- Pág. 36 - Los manglares : Renglón 15 (avicennia)
- Pág. 37 - Figura 10 : Bahía de Cartagena (Rocosa)
- Pág. 38 - Conclusiones : Renglón 17 (coralinos)

#### NOTICIA

El Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas ha instalado en sus dependencias equipos de alta precisión para la calibración de Termómetros reversibles y Batitermógrafos mecánicos, fabricados por el "Institute for Acoustical Research", de Miami, Fla, una división del "Palisades Geophysical Institute" de New York U.S.A., con la supervisión de la NOAA, bajo contrato celebrado con la "OEA".

Estaremos gustosos de poder prestar este servicio a toda la comunidad científica de América Central y América del Sur.

La precisión de tales calibraciones pueden ser elaborados a una centésima de grado centígrado ( $0.01^{\circ}$  C) y en requerimientos especiales a una milésima de grado centígrado ( $0.001^{\circ}$  C) para los Termómetros reversibles y para los Batitermógrafos mecánicos se proveen precisiones de  $0.01^{\circ}$  C en la temperatura y de 0.1 metros en la profundidad.

Más informaciones se podrán suministrar si se dirigen a la siguiente dirección:

Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas  
Apartado Aéreo 982  
Cartagena - Colombia  
S. A.

(((0)))