

Bol. Cient. CIOH	Cartagena (Colombia)	No. 5	p.g. 3-23	Dic. 1984	ISSN 0120 - 0542
------------------	-------------------------	-------	-----------	-----------	------------------

## EVOLUCION MORFOLOGICA Y SEDIMENTOLOGICA DE LA FLECHA LITORAL DEL LAGUITO, (BAHIA DE CARTAGENA - COLOMBIA)

Por Georges Vernet\* , Patrick Lesueur\* , Andre Klingebiel\*\* ,

Traducción Libre del francés: CCES. David René Moreno Moreno\*\*\*

Artículo publicado en el Boletín del Instituto de Geología del Bassin d'Aquitaine, Burdeos .

### RESUMEN

La investigación sobre el desarrollo de una "flecha litoral" además de aumentar el conocimiento de este fenómeno, juega un papel muy interesante cuando esta evolución natural está perturbada por la influencia del hombre.

Los estudios presentados aquí tratan de reconstruir la evolución de la "flecha litoral" del Laguito con la ayuda, de un parte, de las formaciones históricas a partir de la fundación de la ciudad de Cartagena y de otra parte con los datos hidrodinámicos y sedimentológicos.

### RESUME

L'évolution naturelle d'une fleche littorale apporte des informations particulièrement intéressantes lorsqu'elle est perturbée par l'intervention de l'homme, tant à l'endroit même, que dans son voisinage.

Cette étude retrace l'évolution de la flèche littorale du Laguito, avec l'aide, d'une part, de données historiques depuis la fondation de la ville de Cartagena et d'autre part, des caractéristiques hydrodynamiques et sédimentologiques de ce système.

### ABSTRACT

Natural evolution of a coastal spit takes a special interest when it is disturbed by man made operations. This study describes the historical and recent evolutions of the coastal spit of Laguito (at the mouth of Cartagena bay) since the founding of the town of Cartagena (Colombia), using old maps, aerial surveyings, hydrodynamic and sedimentological datas.

### INTRODUCCION

El estudio del Laguito presenta un doble interés: la búsqueda de las causas de la formación y de la evolución de una flecha litoral arenosa y su respuesta a la acción perturbadora, pero algunas veces también constructiva del hombre (VERNETTE, 1977).

\* CIOH, Misión Técnica Francesa. Cartagena.

\*\* Département de Géologie et Océanographie - Institut de Géologie du Bassin d'Aquitaine, Université de Bordeaux.

\*\*\* Escuela Naval de Cadetes. Decanatura de Oceanografía.

## SITUACION DE LA ZONA ESTUDIADA

La figura No. 1 permite visualizar el cuadro dentro del cual se sitúa la zona de estudio. Dentro de esta región el litoral está constituido por una sucesión de salientes rocosas y de depresiones cerradas por cordones de arena que aislan las lagunas o la bahías.

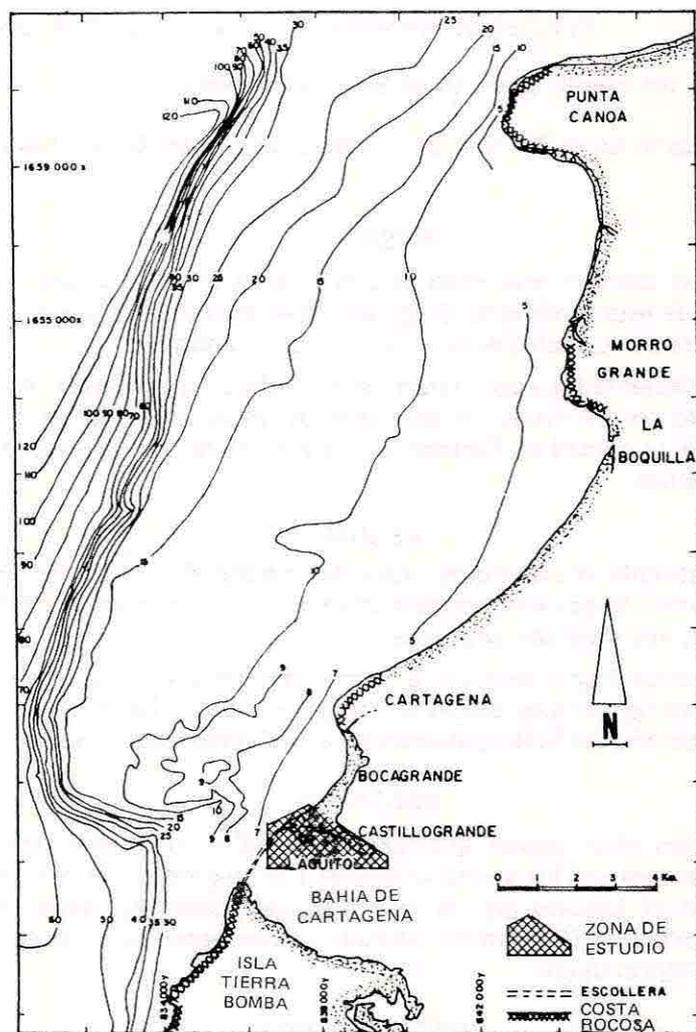


FIGURA 1 - Costa del Mar Caribe y Plataforma Continental dentro de la Región de Cartagena.

La costa muestra tres depresiones separadas por las puntas de "Punta Canoa", "Morro Grande" al norte de la Boquilla, y en fin por la saliente de la vieja ciudad de Cartagena.

Entre ésta última y la Boquilla, la costa es baja y arenosa. Sobre el sector norte de la ciudad, la costa está ahora protegida de la erosión por un conjunto de espolones en T, construídos según el estudio efectuado por el Laboratorio Central de Hidráulica de Francia en Bogotá.

### **Sector Oeste de Cartagena**

Toda la parte oeste de la ciudad está protegida de la erosión marina por depósitos de rocas y grandes obras perpendiculares al litoral.

### **La Playa de Bocagrande**

Esta playa de Bocagrande está ahora equipada de un sistema de espolones que permite un engrosamiento notable de la misma. Esta playa es ancha y no presenta erosiones marcadas sino solamente después de las tempestades.

### **La Flecha Litoral del Laguito**

Su fisonomía actual es la de un gancho arenoso de un kilómetro de largo, cuya dirección inicialmente es noroeste-sureste, después se curva oeste-este, delimitando una ensenada redondeada; su altitud es muy baja (del orden de 1 a 2 metros); su ancho máximo es poco importante (alrededor de 200 metros). El litoral interior del Laguito está constituido por playa arenosa, excepto a la entrada de la ensenada, a la derecha de la punta de la flecha, donde la costa está protegida por depósitos de roca. La urbanización de la flecha arenosa del Laguito, que es una continuación de Bocagrande, está casi finalizada en 1977.

### **El Sector de Castillogrande**

Este consiste en una punta perpendicular al cordón arenoso de Bocagrande; su costa sur ha sido adaptada recientemente con una serie de cinco espolones en T, sistema complementado por un conjunto de pequeños espigones transversales; esta costa ha sido estabilizada de esta manera, pero la pendiente de las playas, muy estrechas, es aquí mucho más grande que sobre la playa de Bocagrande.

## **II. LA EVOLUCION MORFOLOGICA DEL LAGUITO**

Dos conjuntos de datos han sido utilizados para el estudio de la formación y de la evolución del Laguito.

### **1. Las Cartas Antiguas**

La obra de MARCO DORTA (1960) reagrupa numerosas cartas antiguas de esta región, desde la fundación de la ciudad de Cartagena, en 1553, hasta el Siglo XVIII. Las cartas de los años 1632, 1697, 1769, 1774 nos interesaron particularmente (Fig. 2). Es posible destacar sobre estas cartas que la zona concerniente al actual emplazamiento del Laguito estaba directamente influenciada por la abertura del canal de Bocagrande hacia el mar. La flecha de Castillogrande ya existía y el emplazamiento del Laguito sólo estaba marcado al nivel de la unión entre las flechas de Bocagrande y Castillogrande, por la implantación del fuerte de San Matías.

Se piensa que el proceso natural de la evolución en flecha arenosa, a partir de ese Fuerte, había comenzado ya por esta época.

Más adelante, el encallamiento de dos buques a la entrada de Bocagrande fue la causa suplementaria de una intensa sedimentación que poco a poco conlleva al cierre completo de esta entrada de la bahía durante cerca de un siglo (figura 2, II).

A mediados del siglo XVIII (1741) las necesidades de comunicación con el exterior de la bahía conducirán a la abertura del cordón de arena, con el fin de dejar libre el paso a los buques de poco calado. Como consecuencia de esta abertura, se produce un rápido ensanchamiento del nuevo paso de Bocagrande. De esta forma, por seguridad para la ciudad, fue necesario escoger entonces entre cerrar este nuevo acceso a la bahía o aquel más al sur de Bocachica. En 1768 fue ordenada la construcción de un muro submarino ("escollera") que uniera la punta de Bocagrande a la Isla de Tierra Bomba. La construcción de este muro submarino fue inmediatamente seguida de importantes depósitos de arena que contribuyeron a disminuir aún más la profundidad de la abertura de Bocagrande.

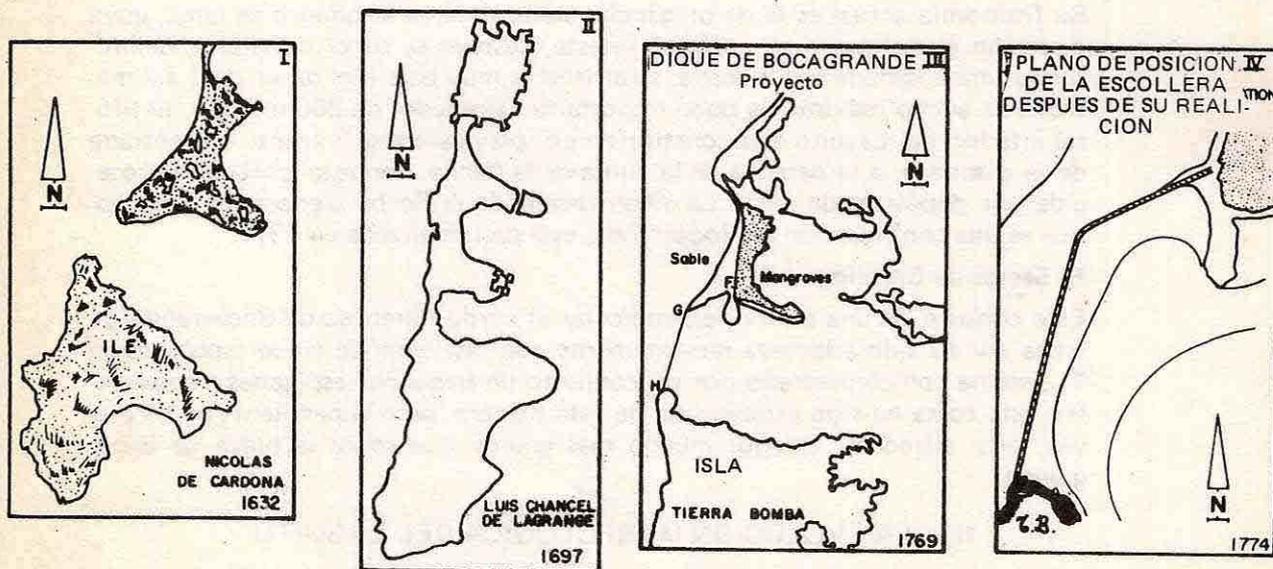


FIGURA 2 - Extracto de Cartas Antiguas (Según Marco Dorta).

Sin que una fecha precisa pudiera ser establecida, los documentos sitúan al siglo XVIII en el comienzo de la formación de la flecha litoral del Laguito (Fig. 2, III y IV). Con falta de información hasta el siglo XX, es por tanto difícil seguir el proceso de sedimentación en el transcurso de este período, el cual nos lleva poco a poco al estado donde nos encontramos en 1935, sobre la carta de la Marina Americana (Fig. 3).

## 2. Las Fotografías Aéreas: evolución reciente del Laguito.

La carta No. 24505 de 1935 (escala 1/20.000) muestra para el Laguito una flecha litoral que tiende a cerrarse sobre ella misma; la punta se sitúa hacia el sureste en dirección de Castillogrande (Fig. 3).

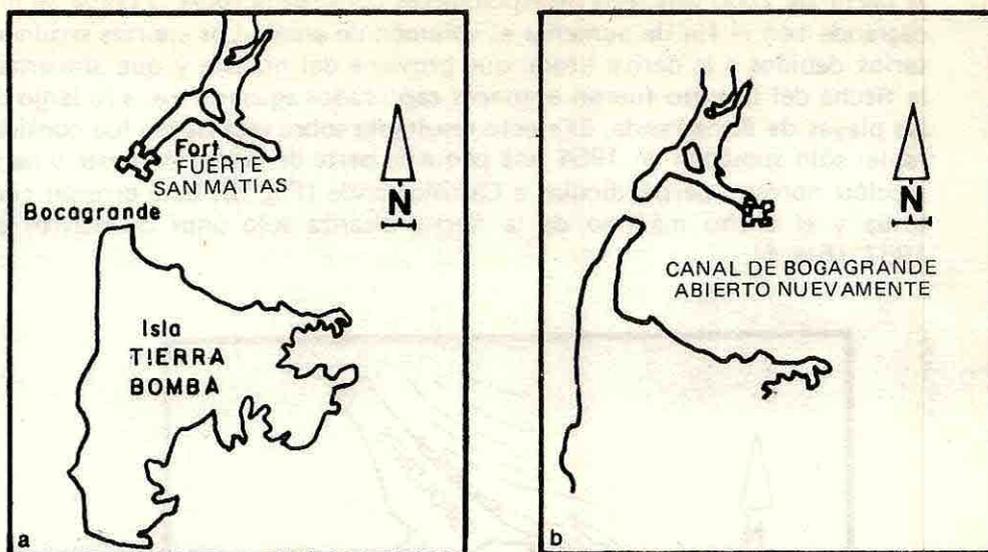


FIGURA 3 Extracto de Cartas Antiguas (Según Marco Dorta) a). Finales del Siglo XVI. b). Mitad del Siglo XVII.

La representación de las crestas del oleaje (Mc CURDY 1947), su incidencia sobre la costa y la refracción, fenómenos visuales en la fotografía aérea de 1945, indican una deriva litoral hacia el suroeste (Bocagrande), después hacia el sureste (Laguito) (Fig. 4). De esto resulta un cierre casi completo de la ensenada por avance de la flecha arenosa, perpendicularmente a aquella de Castillogrande, según un proceso análogo a aquel descrito por CASTAING y JOAUANNEAU (1976) en la desembocadura del estuario de la Gironde. A pesar de la ausencia de corrientes de evacuación parece que la estrecha boca de la ensenada no se ha cerrado jamás. Dragados eventuales han podido ser necesarios en esa época para permitir el paso de pequeñas embarcaciones del Hotel Caribe, primer edificio construido dentro de ese sector.



FIGURA 4 - Extracto de Cartas Antiguas (Según Marco Dorta) a). Mitad del Siglo XVII. b). 1770.

A partir de 1950 una serie de espolones es construída sobre la playa de Bocagrande con el fin de aumentar el volumen de arena. Los aportes sedimentarios debidos a la deriva litoral que proviene del noreste y que alimentan la flecha del Laguito fueron entonces capturados aguas arriba, a lo largo de las playas de Bocagrande. El efecto resultante sobre esta flecha fue considerable: sólo subsisten en 1954 una pequeña parte de la sección oeste y de la sección noreste perpendicular a Castillogrande (Fig. 5). Esta erosión continúa y el ancho máximo de la flecha alcanza solo unos 30 metros en 1957. (Fig. 6).

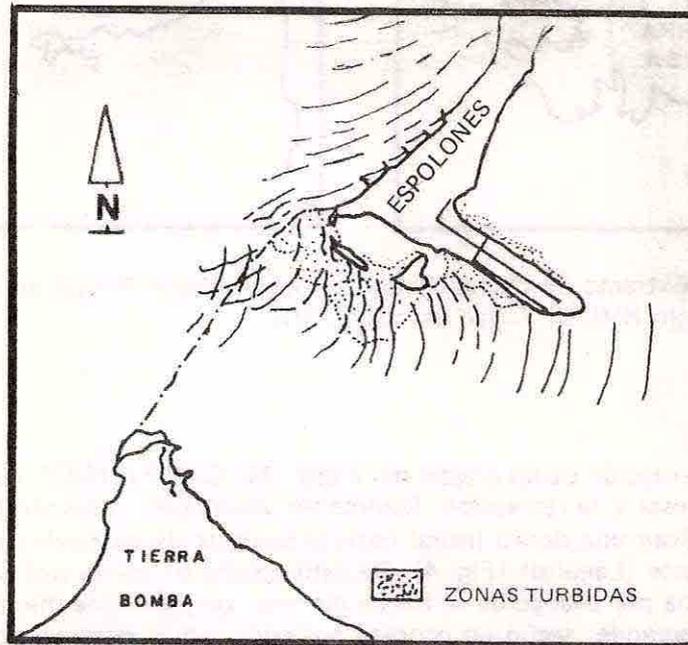


FIGURA 5 - Fotografía Aérea de 1954

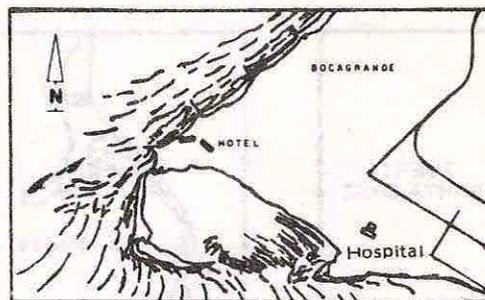


FIGURA 6 - Fotografía Aérea de 1957

Considerando esta erosión excepcional, la desaparición de la ensenada del Laguito y los riesgos posibles de erosión hacia las construcciones vecinas, fueron entonces implantados los primeros espolones del Laguito (Fig. 7.).

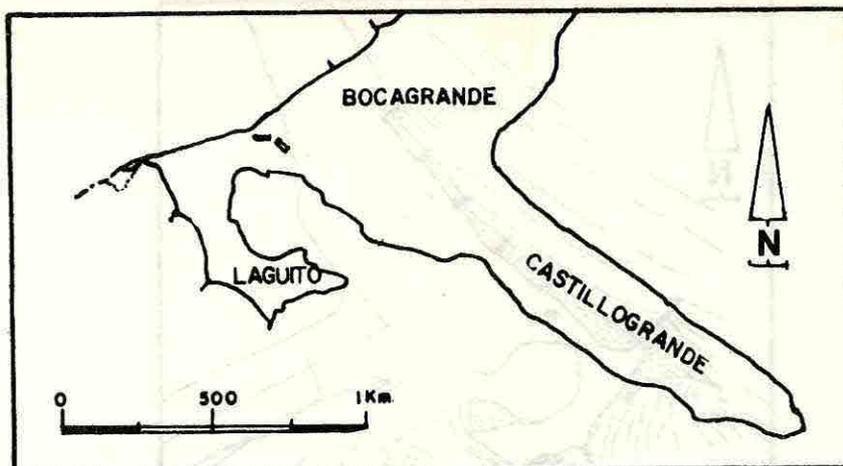


FIGURA 7 - Fotografía Aérea de 1961

Ya en 1961 la sedimentación aumenta en la parte suroeste de esta zona, ayudada además por un relleno artificial tomado del centro de la pequeña ensenada; poco a poco la flecha del Laguito toma un aspecto muy parecido a aquel que conocemos actualmente, especialmente en la zona de implantación de los espolones. La comparación de dos fotografías de 1957 y 1961 (Figs. 6 y 7), muestran que la sedimentación inducida por la construcción de los últimos espolones fue tan rápida como la erosión anterior.

Más adelante se construye el gran espolón suroeste de la playa de Bocagrande, con el fin de intentar bloquear el tránsito litoral de arena. La fotografía aérea de 1967 (Fig. 8) permite notar un nuevo ensanchamiento considerable de esta playa y un depósito sedimentario importante en la parte más al sur de esta construcción. La parte externa del Laguito parece haber sido estabilizada por los espolones y la parte terminal de la flecha arenosa continúa progresando hacia el noreste.

El tránsito litoral es atrapado casi en su totalidad, como se había previsto, entre los sectores de Bocagrande y el Laguito (Lader, 1972); se observa sobre la fotografía aérea de 1971 una erosión neta en la parte sur del litoral de Castillogrande (Fig. 9); la avenida que bordea esta costa se encuentra entonces amenazada. Es así como en 1973 se construyen los espolones en T con el fin de parar la erosión y fijar las arenas existentes. Además, el resto de obras transversales del Laguito son finalizadas en su parte terminal (Fig. 10); algunos espacios entre los espolones fueron rellenos artificialmente, como lo indica el estado de la costa en 1976 (Fig. 11).

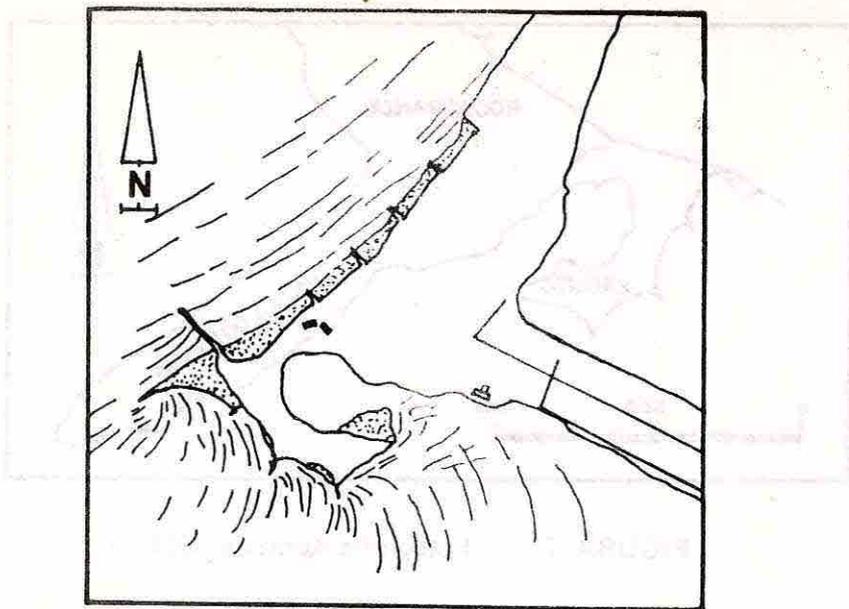


FIGURA 8 - Fotografía Aérea de 1968

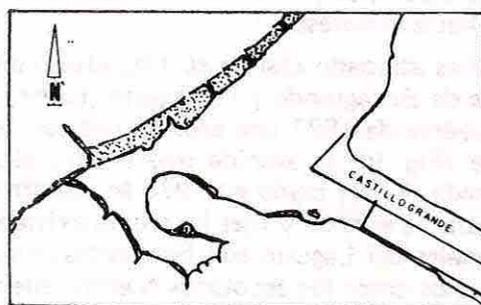


FIGURA 9 Fotografía Aérea de 1971

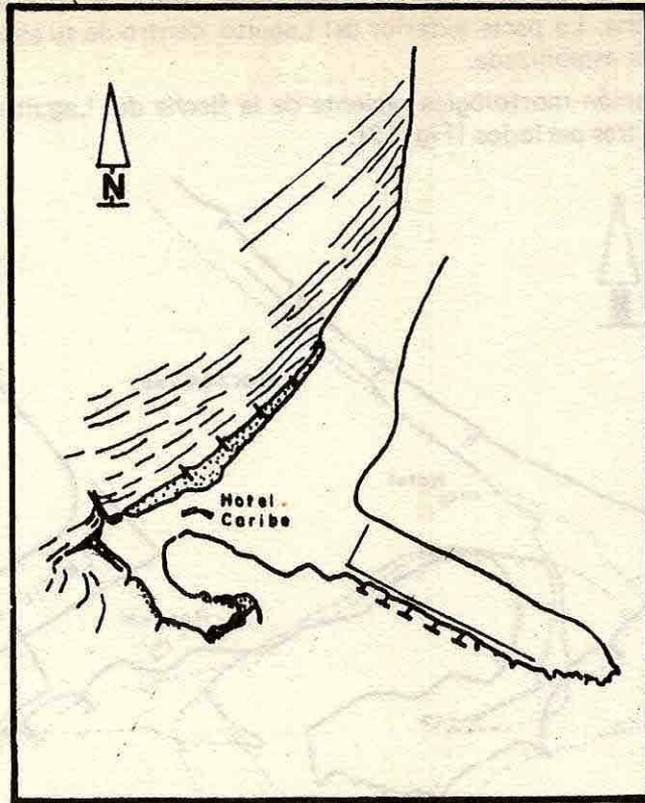


FIGURA 10 - Fotografía Aérea de 1974

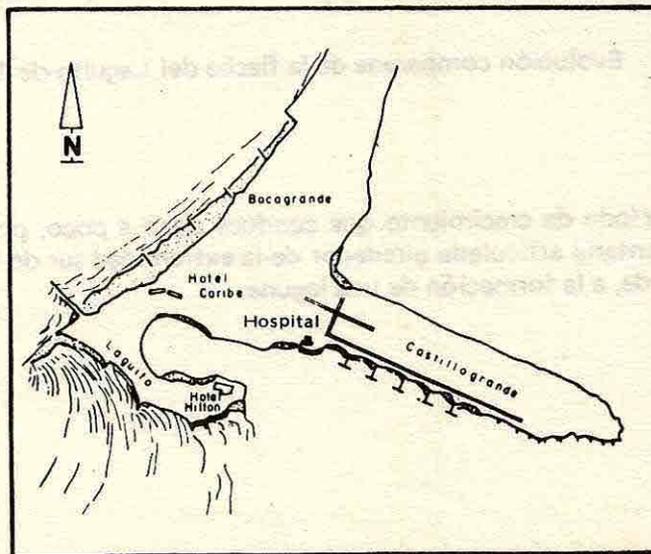


FIGURA 11 - Fotografía Aérea de 1976

Actualmente en la playa de Bocagrande continúa su crecimiento y está muy ancha. La parte exterior del Laguito, dentro de su aspecto general, parece estar estabilizada.

La evolución morfológica reciente de la flecha del Laguito puede ser resumida en tres períodos (Fig. 12):

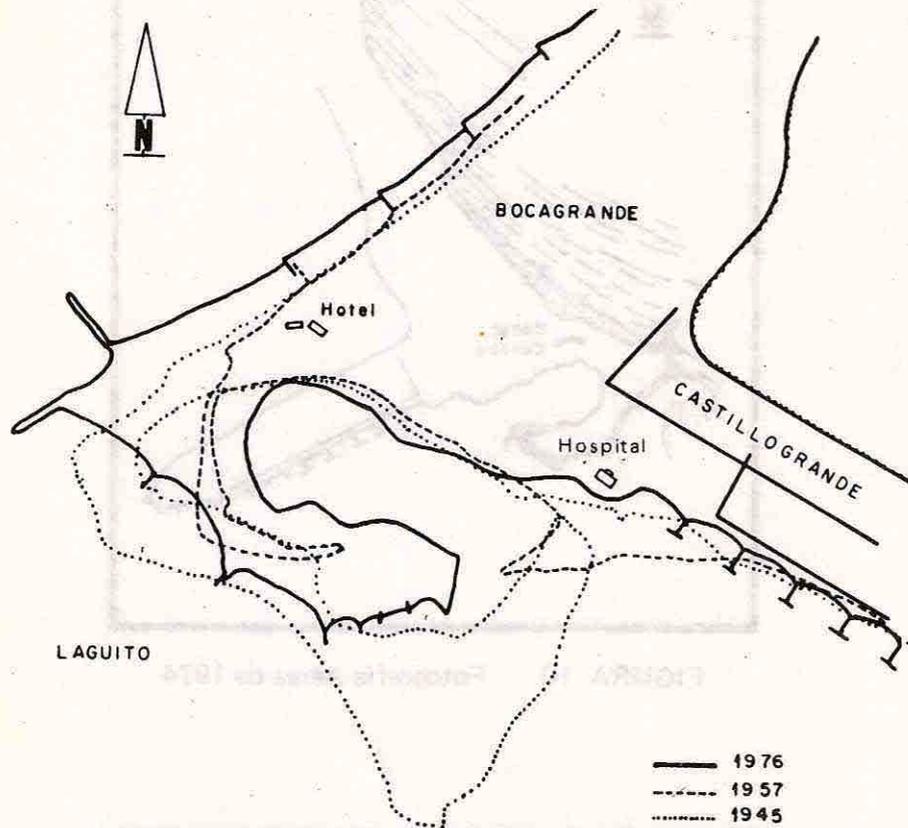


FIGURA 12 - Evolución comparada de la flecha del Laguito de 1945 a 1976

- Un período de crecimiento que conduce poco a poco, por acumulación sedimentaria articulada alrededor de la extremidad sur de la playa de Bocagrande, a la formación de una laguna.

- Un período de erosión intensa, a partir de 1954 y hasta 1960, como consecuencia de la construcción de espolones sobre las playas de Boca-grande.
- Un período de estabilización progresiva de la parte externa de la flecha del Laguito, a partir de 1967.

### III. FACTORES HIDROLOGICOS DE LA EVOLUCION DEL LAGUITO

#### a) Los Datos Físicos

##### 1. El "Fetch"

El "fetch" está limitado en el mar Caribe por las costas de Venezuela, de las Antillas y de América Central.

Dirección	NE	NNE	N	NW	W
Fetch (Kms.)	1000	750	650	1400	750

##### 2. Los Vientos

Un estudio de vientos durante el período de 1958 a 1964 (Bottagisio y otros, 1971), muestra que los vientos más frecuentes (70o/o) y los más violentos (Fig. 13), son aquellos del norte al noreste y corresponden a los alisios que soplan esencialmente de diciembre a abril.

##### 3. Las Olas

Los valores teóricos de la ola, indicados por los autores de referencia, han sido calculados partiendo de los valores máximos de velocidad del viento a todo lo largo del fetch.

Dirección	NE	NNE	N	NW	W
Amplitud (m)	6.00	5.40	5.10	3.30	2.25
Período (s)	13.0	12.0	11.5	11.5	9.0

Estos datos corresponden a los valores máximos y son evidentemente excesivos; para crear una ola de 6 mts. de amplitud y de 13 segundos de período, se necesitará un viento de velocidad superior a 16 m/s soplando durante 25 a 30 horas a todo lo largo del fetch considerado.

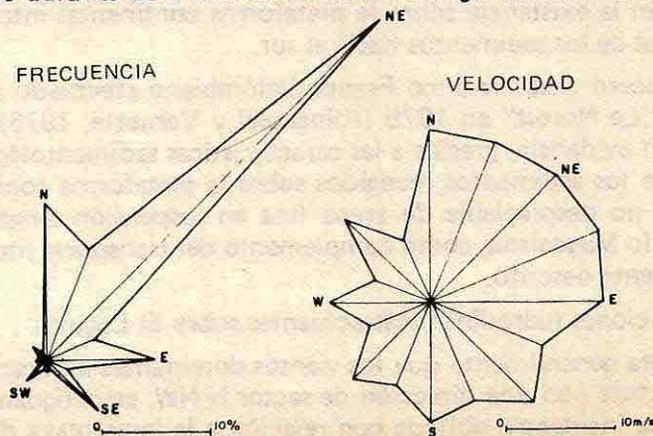


FIGURA 13 - Frecuencia y Velocidad de los Vientos en "Las Flores" para el período de 1958 a 1964.

Además de estos vientos dominantes que provocan las olas cuya deriva litoral resultante se dirige hacia el sur, tienen lugar excepcionalmente tormentas del oeste llamadas "Mar de Leva" las cuales son muy impresionantes por los efectos que ejercen sobre la costa: aunque estas tormentas se producen raramente, es necesario, sin embargo, tenerlas en cuenta por sus consecuencias catastróficas y a menudo irreversibles.

#### 4. La Marea

Es importante señalar que en la región de Cartagena la amplitud de la marea es mínima. BOTTAGISIO y otros (1971) indican como valores máximos + 57 cm y - 28 cms. con relación al nivel de referencia MLW (Mean Low Water). Datos más recientes del CIOH, muestreados durante un año, indican + 43 cm y - 13 cms. con relación al mismo MLW.

#### 5. Las Corrientes

La mediciones de corrientes superficiales efectuadas por el LCHF en agosto y diciembre de 1970, dan sentido de desplazamiento en mar adentro respectivamente del SSW al NNW y en sentido opuesto en relación con la dirección de los vientos; se puede deducir que las corrientes superficiales dentro de este sector están estrechamente ligadas a las condiciones meteorológicas.

#### b) Los datos sedimentológicos regionales.

Un estudio sedimentológico sobre la plataforma continental frente a Cartagena (BOTTAGISIO y otros, 1971), ha permitido establecer las características y los movimientos sedimentarios dentro de este sector.

La naturaleza de los fondos es generalmente arenosa hasta las profundidades de aproximadamente 25 metros, donde aparecen los sedimentos constituidos por 90o/o de lodos.

El estudio del diámetro medio del cuarzo, efectuado desde Punta Canoa hasta la Punta de Bocagrande, permite distinguir un eje de repartición N-S, excepto algunas zonas, una de las cuales se encuentra mar adentro, que posee materiales subfósiles más gruesos.

De esta forma, las características granulométricas y los datos hidrológicos indican la existencia sobre la plataforma continental interna de una deriva general de los sedimentos hacia el sur.

El crucero oceanográfico Franco-Colombiano efectuado a bordo del buque N/O "Le Noroit" en 1975 (Klingebiel y Vernet, 1976) ha permitido poner en evidencia, gracias a las características sedimentológicas y mineralógicas de los sedimentos recogidos sobre la plataforma continental, un transporte no despreciable de arena fina en suspensión temporal que proviene del Río Magdalena, como complemento del transporte litoral de arena anteriormente descrito.

#### c) Condiciones hidrodinámicas actuantes sobre El Laguito.

Se nota generalmente que los vientos dominantes inducen una ola que llega a la costa con una dirección de sector N-NW, amortiguándose y conservando una incidencia oblícua con relación a la larga playa del norte de la ciudad. La ola pivotea entonces alrededor de la punta de la ciudad antigua, conservando un cierto ángulo con relación a la costa, hasta el final de la

playa de Bocagrande donde hay difracción, compleja en el detalle, alrededor del Laguito y más particularmente a partir del comienzo de la escollera (Fig. 14 y 15).

Las profundidades que están relacionadas por la transferencia de sedimentos en ese sector permanecen aún muy someras, lo cual permite pensar que la acción de las olas difractadas y refractadas es primordial, a la vista de la acción de las corrientes (generales y de marea) muy disminuídas por la "escollera".

#### IV. CARACTERISTICAS SEDIMENTOLOGICAS ACTUALES DEL SISTEMA

El estudio de la evolución morfológica antigua y contemporánea nos lleva a examinar la repartición de las "facies" sedimentarias conjuntamente con la historia de la flecha del Laguito y de los fenómenos hidrodinámicos observados.

##### 1. Facies de los Sedimentos Superficiales

El muestreo de los sedimentos se efectuó en la forma clásica; muestras del frente de playa recogidos con la mano y al mismo nivel de la playa, muestras marinas a partir de una canoa con la ayuda de un cono Berthois y posicionamiento con círculo hidrográfico.

- Las arenas constituyen todo el dominio del frente de playa, los niveles supra e infralitorales, desde la playa de Bocagrande hasta aquella de Castillogrande y pasando por la flecha del Laguito. Estas son arenas finas de cuarzo de color gris claro.
- Los lodos recubren los fondos superiores a 6-10 mts. Son lodos generalmente limosos de color gris oscuro. La zona de paso de las arenas a los lodos parece hacerse siguiendo una franja estrecha.

Al interior del Laguito existe una zona profunda pero restringida en la superficie, donde decanta un sedimento de facies intermediaria areno-lodosa.

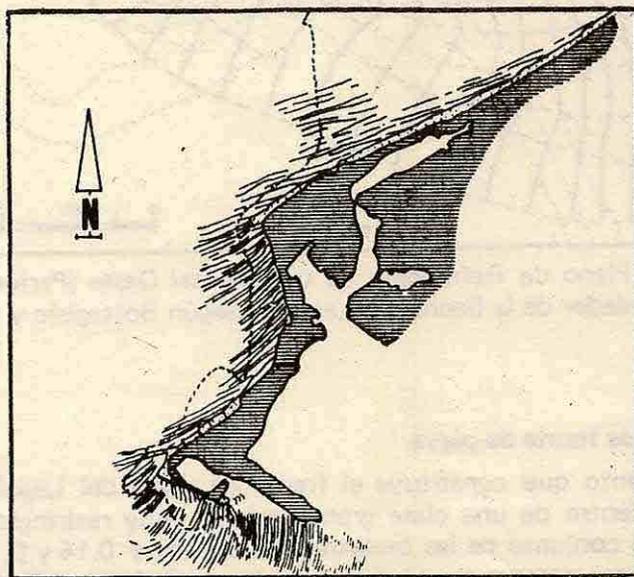


FIGURA 14 - Orientación de las crestas de Ola según Fotografía aérea del 4 de Enero de 1954

## 2. Granulometría de las Arenas: (figs. 16 y 17).

Las granulometrías han sido efectuadas con la ayuda de una serie de tamices (escala Tyler), las curvas granulométricas han permitido la determinación de los siguientes parámetros:

- El diámetro medio  $Md$  en milímetros (P 50o/o del sedimento)
- La varianza mm.
- La mediana  $X\phi = \frac{P\ 84 + P\ 16}{2}$  parámetro de talla
- La varianza  $\sigma\ \phi = \frac{P\ 84 - P\ 16}{2}$  parámetro de clasificación
- El Skewness  $a\ \phi = \frac{X\ \phi - Md\ \phi}{\sigma\ \phi}$  índice de asimetría

Los resultados se relacionan en las tablas anexas I y II.

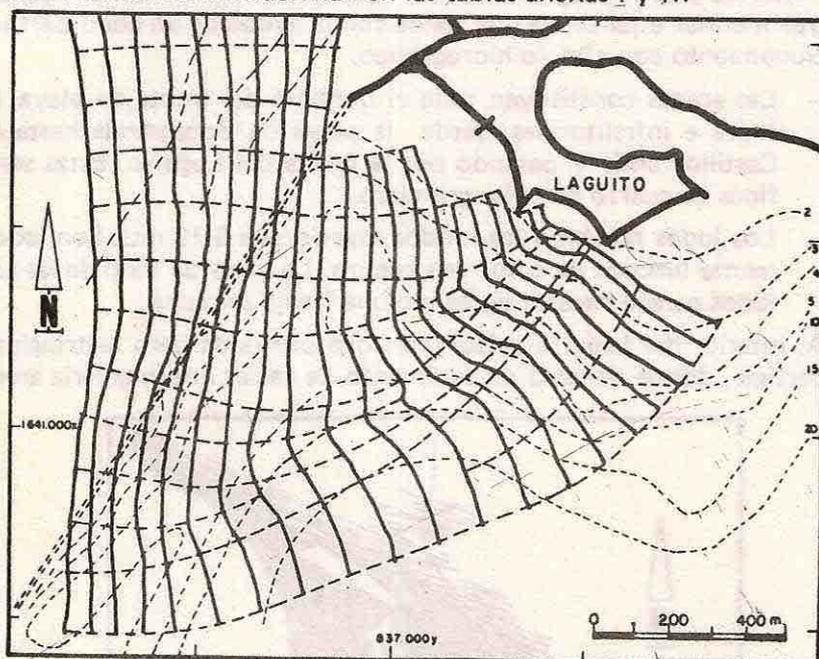


FIGURA 15 - Plano de Refracción de una ola del Oeste (Periodo 10 seg), alrededor de la flecha del Laguito (Según Bottagisio y otros, 1971).

## 3. Muestras de frente de playa

El sedimento que constituye el frente de playa del Laguito permanece siempre dentro de una clase granulométrica muy restringida: El diámetro medio del conjunto de las muestras se sitúa entre 0,14 y 0,18m.; la varianza permanece siempre muy baja (generalmente inferior a 0,10mm.).

Esto es característico de un depósito arenoso evolucionado, venido a la madurez a causa de las condiciones de selección largamente impuesta cuando se lleva a cabo la progresión de la arena sobre grandes distancias en relación con la ola inducida por los vientos dominantes del sector N - NE.

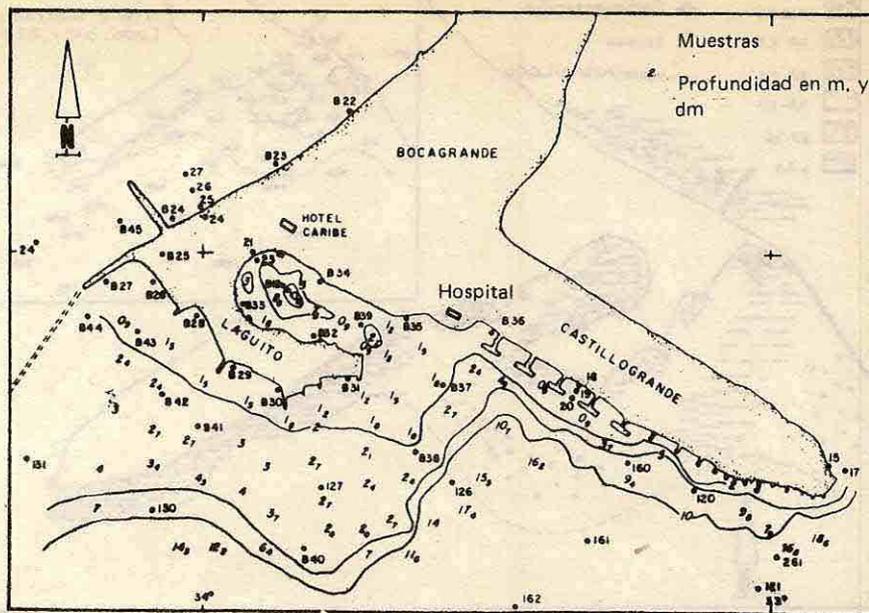


FIGURA 16 - Batimetría y plano del Muestreo de los fondos en la zona del Laguito.

a) **Playa de Bocagrande**

El examen de un perfil de playa muestra pocas variaciones de los parámetros granulométricos, excepto un ligero aumento del grano/medio dentro de la zona de rompimiento de la ola (muestra No. 26). La clasificación es muy buena y se efectúa más bien hacia los granos gruesos.

b) **Lengua arenosa del extremo oeste de la Playa de Bocagrande:**

Se nota, al Oeste de las construcciones de inmuebles, un desplazamiento eólico lento de las arenas, bajo la acción de los vientos dominantes del sector N - NE.

La muestra tomada en este sitio tiene las mismas características de aquellas de la playa de Bocagrande de la cual es producto.

c) **Playas Oeste de la Flecha del Laguito**

Las muestras de este sector, protegido por una serie de espolones, tienen las características parecidas a las precedentes; allí todavía la población es muy homogénea, el diámetro medio varía de 0.14 mm. a 0.16 mm.

d) **Muestras de la ensenada del Laguito**

Al interior del Laguito y desplazándose sobre el frente de playa en el sentido de las agujas del reloj, un aumento regular de la talla del grano es notable. El estudio de las fotos aéreas así como de las observaciones visuales muestran que el litoral NE sufre un barrido de las olas que difractan, antes de entrar, alrededor de la extremidad de la flecha arenosa.

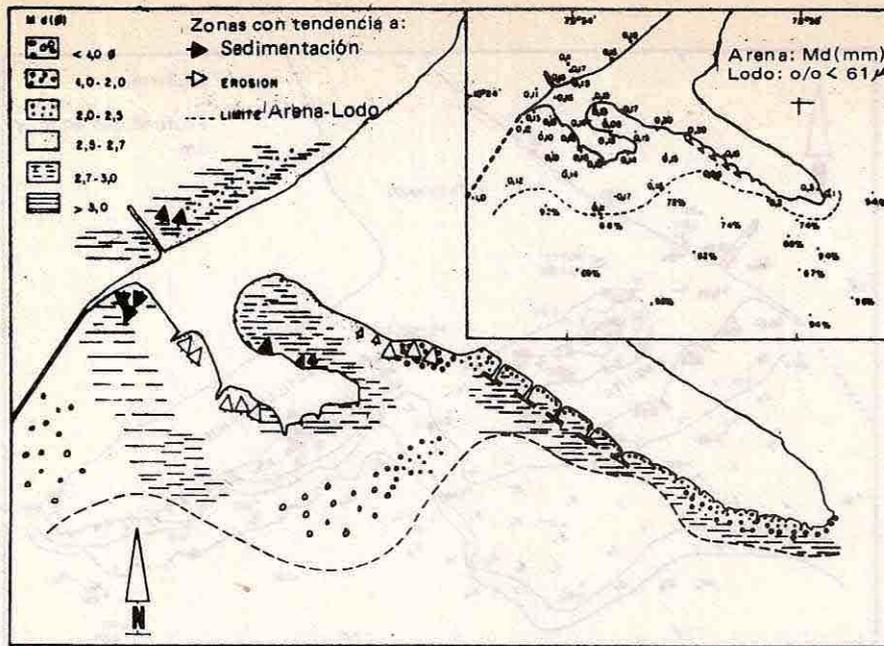


FIGURA 17 - Granulometría de los sedimentos de la zona del Laguito.

Esto explica que la muestra B 35, tomada a la derecha de esta extremidad, presente, con relación a las otras muestras: de una parte un grano mediano y más grueso, y de otra parte una dispersión más grande ( $Md = 0.30 \text{ mm.}$  y  $a = 0.15 \text{ mm.}$ ).

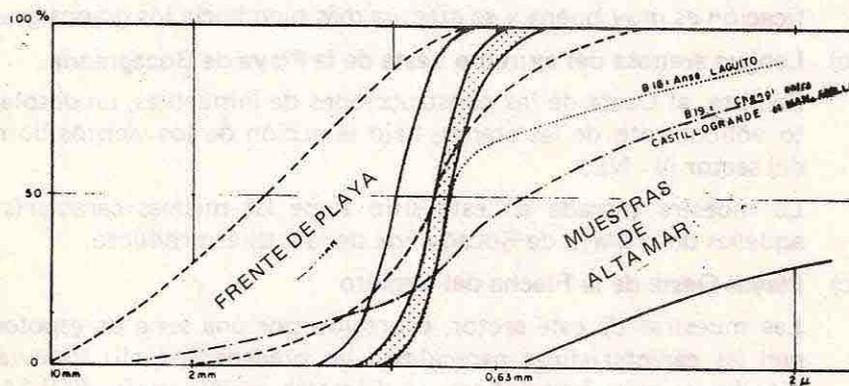


FIGURA 18 - Facies Granulométricas de los sedimentos de la zona del Laguito y de las regiones vecinas.

A la inversa, el sector SW de la ensenada es más propicio a los depósitos de sedimentos más finos.

La clasificación permanece buena para las muestras del frente de playa de la ensenada del Laguito y se efectúa preferencialmente hacia los más finos.

#### e) **Litoral Sur de Castillogrande**

Para la muestra B 36, situada en la unión de los sectores Laguito-Castillogrande (primer grupo de espolones en T), la clasificación es mejor y el grano mediano es más fino que en B 35.

La afinación se confirma además por las muestras situadas en el interior de los espolones más, al este, siendo la agitación mucho más débil. Al final de Castillogrande la dinámica se convierte en más grande, la talla media del sedimento aumenta.

#### 4. **Muestras de las Zonas Sumergidas (Fig. 18)**

Los sedimentos están constituídos de arenas finas a muy finas hasta profundidades de 6 a 10 mts., donde ellos pasan entonces a ser lodo.

Es posible distinguir varias zonas características:

- Una zona abrigada por la escollera donde están las arenas finas a muy finas (muestras B 42, 43 y 44).
- Al sur y al este de la flecha, por el contrario, las muestras 127, B41, B38, indican un esfuerzo de la agitación pues ellos tienen un grano medio más grueso y poseen también una parte importante de desechos de conchas.
- El centro de la ensenada del Laguito se presenta como un embudo cuyo fondo ha sido sondeado hasta -10m. con relación al cero marino. Dentro de esta zona estrecha, la granulometría varía mucho en una corta distancia. La muestra arenolodosa B18, presenta un grano medio de 0.07 y contiene 35o/o de elementos inferiores a 50 micras.

#### 5. **Los Lodos**

Se observa que alejándose del Laguito la facies de arena se convierte poco a poco en una facies lodosa. Este cambio, que sigue muy de cerca a la batimetría, aparece a profundidades entre -6 y -10m.; se sitúa muy cerca del litoral de Castillogrande donde la pendiente es más acentuada que en el Laguito (Fig. 17).

Las curvas granulométricas obtenidas por desimetría indican que las muestras 121, 122, 161, 162, 263 (Fig. 18) pertenecen a un mismo depósito.

Las muestras 126 y B40 tomadas más cerca de la zona límite entre las dos facies muestran una curva más marcada que se acerca a aquella de la muestra arenolodosa B18 anteriormente descrita.

La curva granulométrica de la muestra B19, tomada entre la punta de Castillogrande y la Isla de Manzanillo es particular, pues ella contiene una fracción de elementos prácticamente inexistentes en los sedimentos del grupo Bocagrande Laguito (13o/o de elementos superiores a 0.4 mm. constituídos de restos de conchas).

#### 6. **Estudios de los Carbonatos Totales**

Sobre cada una de las muestras, la medición del porcentaje de carbonato ha sido efectuada con la ayuda de un calcímetro Bernard (Fig. 19).

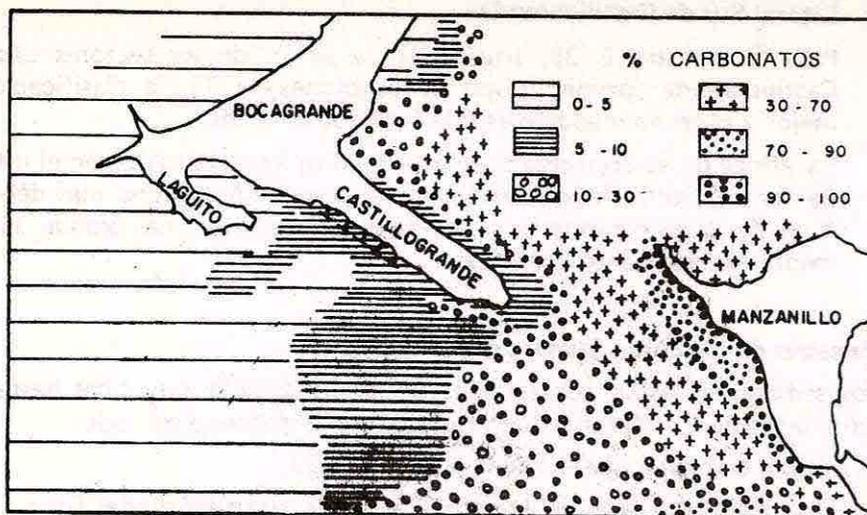


FIGURA 19 - Porcentaje de Carbonato de los sedimentos de la Bahía de Cartagena.

— **Muestras del Frente de Playa**

El contenido en carbonato de los sedimentos de playa del Laguito y de Bocagrande son del mismo orden (menos de 5o/o) y corresponden esencialmente a los restos de conchas. Sobre la playa sur de Castillogrande, los contenidos en carbonato aumentan regularmente del oeste hacia el este para alcanzar los valores de aproximadamente 20o/o en la punta.

— **Fondos Sumergidos**

El número de muestras tomadas permite construir una carta de los porcentajes de carbonato en el sector estudiado. permite igualmente indicar el tipo de evolución de la concentración de estos carbonatos cuando se penetra en la bahía, es así como partiendo de valores muy bajos esta concentración aumenta poco a poco a lo largo de Castillogrande, para pasar a un fuerte gradiente de aumento una vez se llega al canal de navegación y justo en dirección del litoral hacia la Isla de Manzanillo. En esta última zona los sedimentos son de tipo coralino, totalmente diferentes de aquellos que se han encontrado en los sectores presentados en este estudio.

**7. Composición**

Tres categorías de granos han sido consideradas:

Granos de cuarzo (QZ); otros minerales (MX); y residuos biotetríticos (BO). La importancia relativa de estas categorías ha sido evaluada con el microscopio binocular dentro de tres fracciones granulométricas:

- A) De 990 micras a 495 micras
- B) De 495 micras a 175 micras
- C) De 175 micras a 61 micras.

	FRACCION A			FRACCION B			FRACCION C		
	QZ	MX	BO	QZ	MX	BO	QZ	MX	BO
BOCAGRANDE	29	10	60	72	20	8	75	20	5
LAGUITO	30	10	60	79	15	6	81	15	4
C/GRANDE	30	8	62	54	13	33	65	17	18

Como ha sido indicado anteriormente, los sedimentos del frente de playa están constituídos por arenas de cuarzo finas, generalmente desprovistas de fracción A. Cuando esta fracción está representada, ella está constituida en su mayoría por restos de conchas. De esta forma sobre el conjunto de las muestras se pueden notar en primer lugar una disminución del porcentaje en residuos biodetríticos cuando se pasa de la fracción gruesa (A) a la fracción fina (C). La variación más notable de estos dos parámetros se sitúa entre las fracciones A y B en los alrededores de 500 micras.

Los minerales accesorios son interesantes a título de "Indicadores Hidrodinámicos". De esta forma, las láminas de mica de talla apreciable han sido encontradas sobre todo en la playa interna oeste del Laguito y al abrigo de la "escollera" donde la agitación es mínima. Por el contrario, los minerales pesados (siendo mayoritaria la magnetita) están presentes en forma mayoritaria en los sectores con tendencia erosiva donde la agitación es reforzada (playa exterior sur del Laguito).

Además, la figura 20 permite situar cada sector escogido, con la ayuda de la representación de los tres parámetros de composición escogidos (QZ, MX, BO). Se constata de esta forma que los sedimentos de las playas de Boca grande y del Laguito son muy abundantes en cuarzo, mientras que aquellos de Castillogrande poseen una fracción biodetrítica importante.

Hay entonces una continuidad de composición entre el sedimento que se desplaza a lo largo de la playa de Boca grande y aquel de la Punta de Castillogrande, pasando por el Laguito. Todo este depósito de arena es del mismo tipo que aquel que se desplaza más al norte, a lo largo del litoral Caribe, a partir del delta del Río Magdalena.

A lo largo de Castillogrande la evolución, hacia una arena de proporción biodetrítica más importante, indica el comienzo de una mezcla de ese depósito de arena no originario del lugar, con los sedimentos producto de la erosión de los arrecifes coralíferos existentes dentro de la bahía de Cartagena.

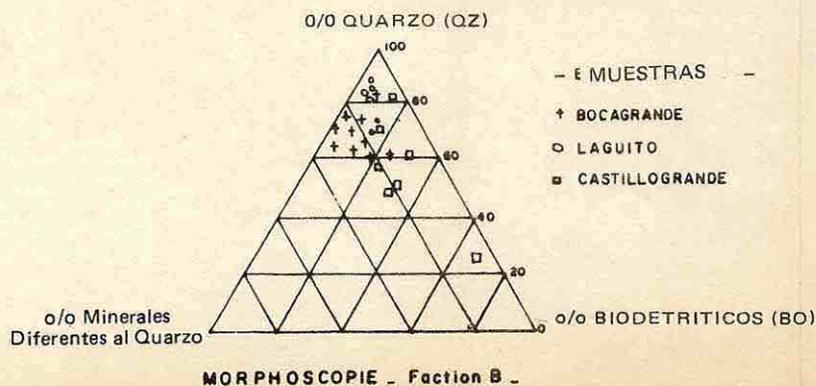


FIGURA 20 - Tipos de Composición de los sedimentos de la Bahía de Cartagena.

## V. CONCLUSIONES

Los estudios anteriores han demostrado el desplazamiento cuantitativo de sedimentos en una dirección general N-S bajo la influencia de las olas oceánicas siguiendo dos itinerarios: unos estrictamente litoral y otro sobre la plataforma submarina interna.

La formación de la flecha del Laguito transcurre históricamente con las condiciones de alimentación, de transporte y de retención de la deriva litoral.

Desde que el hombre ha mostrado interés sobre este sector residencial de la ciudad de Cartagena, el Laguito da un excelente ejemplo de modificaciones morfológicas debido a la intervención artificial (construcción progresiva de obras destinadas a mantener el litoral).

Actualmente, el Laguito parece haberse estabilizado en términos generales (a partir de 1965). Sin embargo, si fuera posible definir puntualmente las zonas más sensibles a la erosión (playa sur del exterior del Laguito y boca de entrada), o a la sedimentación (zona de abrigo de la "escollera"), se puede pensar que esta flecha podría aumentar todavía en superficie, entre el Laguito y Castillogrande, donde las profundidades son muy someras en comparación de aquellas que bordean la punta de Castillogrande.

El estudio de este sector del Laguito ha mostrado que el sedimento del cual está constituido es notable uniforme, bien seleccionado y proveniente muy probablemente de una fuente de alimentación lejana pero abundante.

Es una arena de fuerte proporción detrítica - cuarzosa y por lo cual se distingue en forma neta de las arenas encontradas sobre las playas interiores de la bahía de Cartagena, de origen esencialmente biodetrítico y coralino.

Dentro de un cuadro más amplio, el estudio de la región de Cartagena se sitúa en el extremo sur de un sistema evolutivo construido por la deriva litoral de los aportes sedimentarios detríticos reunidos de la región del delta del Magdalena.

La costa está así constituida por una serie de cordones litorales y de ganchos sucesivos de sedimentos móviles que se apoyan sobre los afloramientos rocosos de origen sedimentario o coralino.

## BIBLIOGRAFIA

- BOTTAGISIO J., LECLER J. P., LORIN J. (1971)  
Estudio de playas en Cartagena.  
Rapport d'étude para le Laboratoire Central d'Hydraulique de France, et le Laboratoire d'Essays Hidraulicos de Bogotá.
- CASTAING P., JOUANNEAU J.M. (1976)  
Les mécanismes de formation de la fleche de la coudre à l'embouchure de la Gironde. Bull. Inst. Géol. Bassin d' Aquitaine, Bordeaux, n° 19, p. 187-196
- KLINGEBIEL A., VERNETTE G. (1976)  
Marine Geology Research on the Colombian Carribean Shelf.  
Symposium CICAR II, Caracas July 12.
- LECLER J. P. (1972)  
Playas de Cartagena estudio en modelo reducido.  
Rapport LCHF-LEH, Bogotá, 57 p., 37 pl.
- MARCO DORTA E. (1960)  
Cartagena de India - Puerto y playa fuerte.  
A. Amado edit., Cartagena.
- McCURDY P.G. (1974)  
Manual of coastal delineation from aerial photographs. Hydrographic office of U.S. Navy, Washington D.C., 143 p.
- VERNETTE G., BUITRAGO J., CAMPOS N., LLANO M. (1977).  
Variaciones morfológicas de las costas de la Bahía de Cartagena a partir del siglo XV. Bol. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas, v. 1, n° 1.