

Bol. Cient. CIOH	Cartagena (Colombia)	No. 8	Pg. 71-81	Julio 1988	ISSN 0120-0542
------------------	-------------------------	-------	-----------	------------	----------------

NOTA SOBRE LA TURBIDEZ, CIRCULACION Y EROSION EN LA REGION DE CARTAGENA (COLOMBIA)

Por: Carlos Andrade (1), Francisco Arias (1) e Yves F. Thomas (2)

RESUMEN

Se analiza un mosaico fotográfico de una ventana de la imagen obtenida por el HRV-1 del satélite SPOT sobre la región de Cartagena el 27/03/86 con tratamiento especial para observar sedimentos en la suspensión (turbidez). La reflexión de superficie permitió observar diferentes patrones de olas. Con la densidad de la turbidez se pudo establecer la influencia y circulación de las aguas del Canal del Dique en la Bahía de Cartagena. También se detectaron sectores donde hay intensa erosión como la costa frente a Cartagena, las playas del norte de la Isla de Tierra Bomba y las playas oeste de la isla de Manzanillo. Los bajos valores de turbidez evidencian la protección natural de la Ensenada de Codego a la intrusión del agua dulce, así como la sospecha de un afloramiento local en el suroeste de la isla de Tierra Bomba.

ABSTRACT

A photographic mosaic of a window from an image taken by HVR-1 of the SPOT satellite over the Cartagena region on the 27/03/86 is analyzed with a special treatment in order to observe suspended surface sediments (turbidity). The specular reflection permitted the observation of different wave patterns; the turbidity density autorised stablish the influence and circulation of the Canal del Dique waters within the Cartagena Bay. Also served to detect severe erosion sectors as follows: The coast of Island and the western beaches of Manzanillo Island. Low turbidities in Ensenada de Codego suggests a natural morphological protection for the fresh waters of this inlet and probable local upwelling southeast of Tierra Bomba Island.

1. INTRODUCCION

La teledetección (sensoramiento remoto desde el espacio) es una joven disciplina científica que ofrece grandes posibilidades especialmente para los estudios de conjunto de las condiciones ambientales. El presente artículo analiza las generalidades observadas en las aguas sobre la región de Cartagena en una de las primeras imágenes logradas por medio del sistema francés para la observación de la tierra conocido como SPOT.

(1) Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas, Apartado Aéreo 982, Cartagena, Colombia.

(2) Unite Associé "Etude des Rivages" du CNRS, Laboratoire de Géographie del ENS, Mountrouge., France.

II. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

La región de Cartagena está localizada sobre la costa del Caribe en la esquina noroccidental de Sur América (figura 1)

Se encuentra en la zona de confluencia intertropical que le brinda unas características climáticas especiales; de diciembre a abril está sometida al régimen de los vientos Alisios que soplan regularmente del noroeste con una intensidad importante, esto determina una estación seca; de septiembre a noviembre los vientos disminuyen su intensidad dando lugar a una estación húmeda o de lluvias; entre estas dos estaciones se presenta un período de transición, mayo a agosto, de altas temperaturas y algunas lluvias de poca intensidad.

La circulación de las aguas en la región tiene tres agentes principales; la corriente del Caribe engendrada por los vientos Alisios; la contracorriente del Darién que fluye en dirección opuesta a la anterior; y las aguas del río Magdalena que llegan a la Bahía de Cartagena a través del Canal del Dique.

III. METODOLOGIA

El material de estudio es un mosaico fotográfico de una ventana de la imagen SPOT que fué tomada el 27 de marzo de 1986 por el sensor HRV-1 (imagen 641 - 329) en modo espectral multibanda con una resolución geométrica sobre el terreno de 20 X 20 metros, con un método de cobertura "cuasi vertical" y nivel 1B de pretratamiento. Otras características de la imagen se resumen en la siguiente tabla:

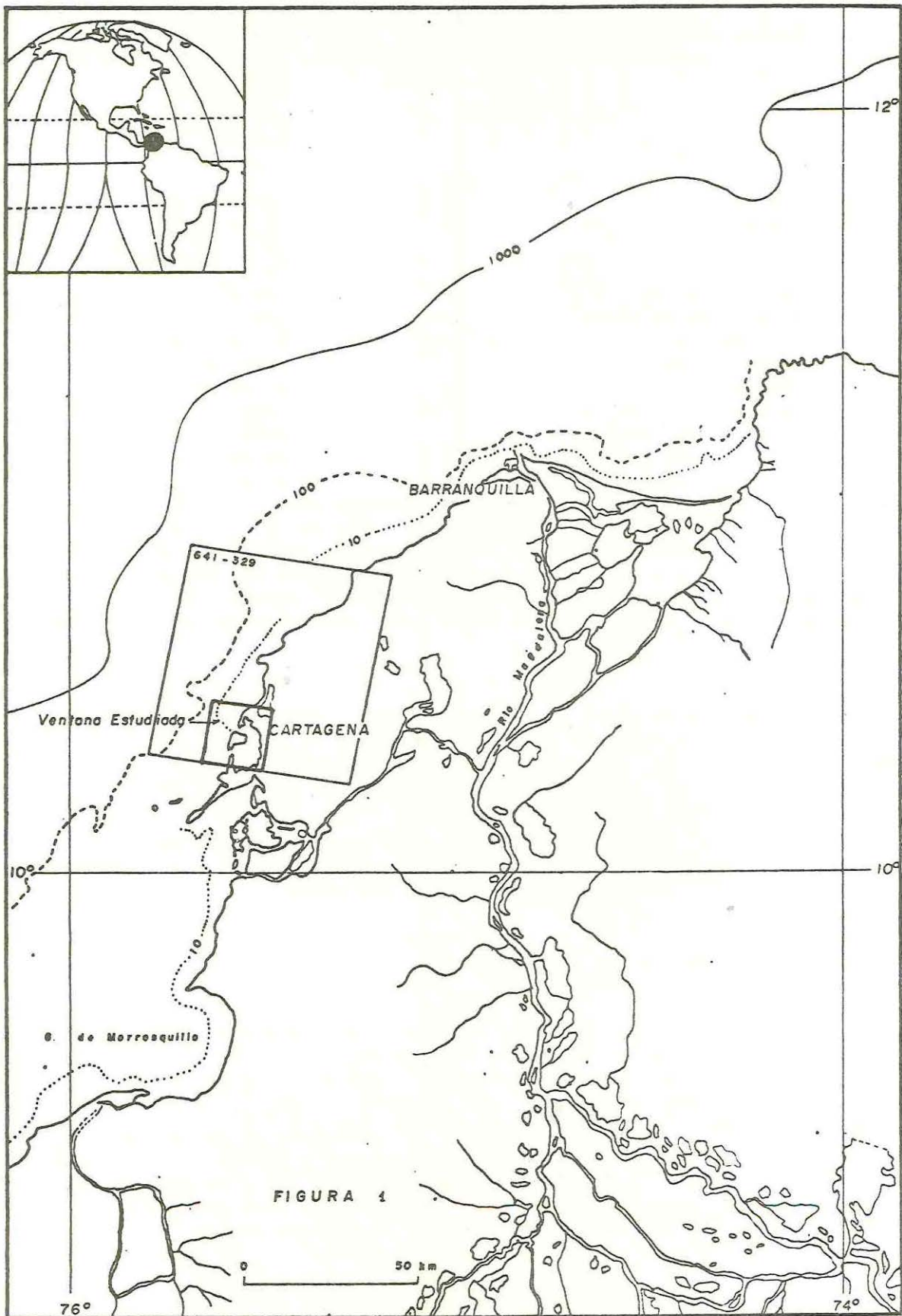


Tabla 1. Características generales de la imagen.

CARACTERISTICAS	IMAGEN
Satélite	SPOT 1
Sensor	HRV 1
Modo	XS
Referencia { K	641
{ J	329
Fecha	marzo 27/86
Hora	15 h 37'08"
Centro { L	10° 31'06" N
{ I	75° 27'27" W
Azimut solar	108,9°
Elevación solar	66,0°
Incidencia	D 2, 3°
Orientación	8, 8°
Ganancia	5 6 5
Número de Líneas	3004
Número de Píxeles	3178
Tamaño del Pixel	20 m
Nivel de Pretratamiento	1 B

Los coeficientes de calibración absolutos A (k) tales que (k=1,2 y 3) fueron los utilizados para calcular la luminancia equivalente L (k) de los objetos observados a partir del valor radiométrico X (k) de los elementos de la imagen en la siguiente fórmula: $L(k) = X(k) / A(k)$. Las luminancias son expresadas en $W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1} \cdot \mu m^{-1}$.

El procedimiento de tratamiento hizo una visualización de la banda espectral XS - 1 (0,50 a 0,59 μm) muy sensible a la difusión de la iluminación incidente por las materias en suspensión en el agua y que evidencia el trazado de plumas turbias. El medio emergido (tierra) se ha enmascarado con la banda espectral XS - 3 (0,79 a 0,89 μm) que corresponde a un grupo de longitudes de onda para las cuales la iluminación incidente es fuertemente absorbida por el agua.

IV. DESCRIPCION DE LA IMAGEN

La imagen fue captada durante el período seco donde los vientos Alisios son el fenómeno meteorológico predominante generando olas con dirección sur y sur-oeste. Sobre la imagen se alcanzan a distinguir dos patrones, el primero compuesto por "olas de viento", de 80m. aproximadamente de longitud de onda, difractados hacia el sur-este y al este al "sentir el fondo" a lo largo de la línea de costa y el segundo, proveniente del nor-este, compuesto de ondas de largo período o "swell" con una longitud de onda de 600 hasta 750 m. aproximadamente (figuras 2 y 3).

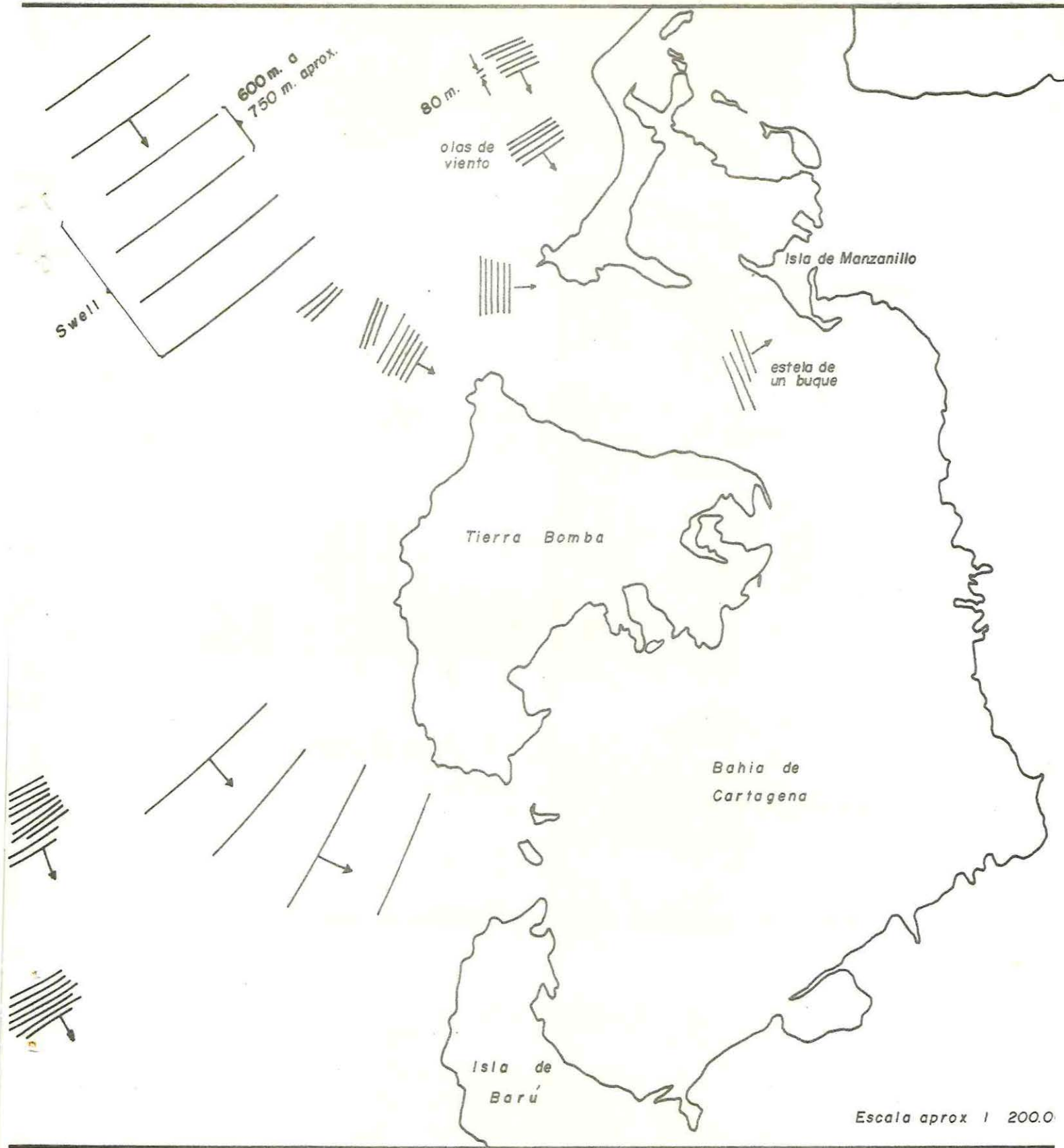


FIGURA 2 DIRECCION Y LONGITUD DE OLAS VISIBLES SOBRE LA IMAGEN

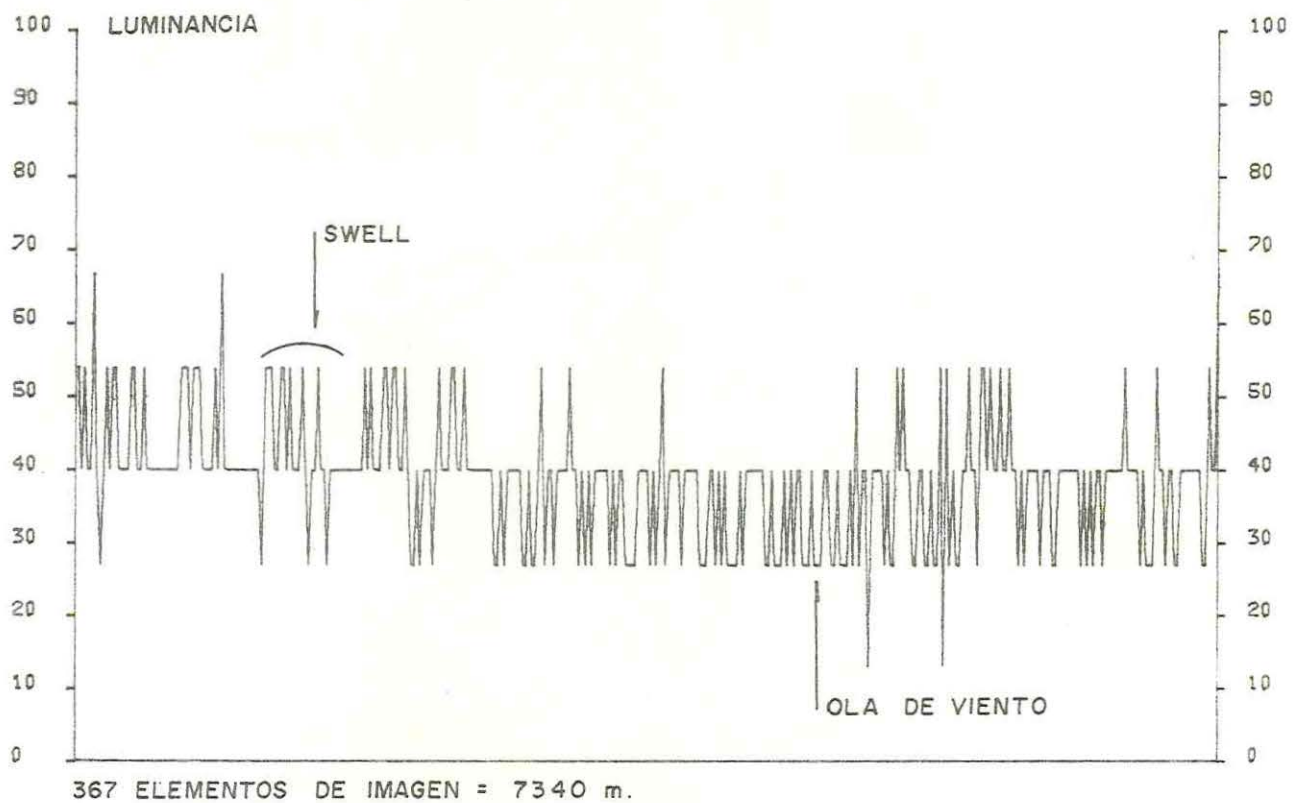


FIGURA. 3. PERFIL DE LUMINANCIAS PARA IDENTIFICACION DE OLAS.

Turbidez

La representación de las aguas según el contenido de sedimentos en suspensión corresponde a una definición en color de las reflectancias así (Imágen 1):

Magenta	= muy alto
Rojo	= alto
Amarillo	= medio
Verde	= bajo
Cian	= muy bajo
Azul Oscuro	= el más bajo

Las principales características de la turbidez en la imágen son:

1. Las aguas del Canal del Dique entran a la Bahía por la boca de Pasacaballos trayendo consigo una pesada carga sedimentaria claramente definida en la imágen.

2. Viniendo desde el norte se presentan unas aguas muy turbias que corresponden a la deriva litoral generada por los vientos Alisios.

3. Se distinguen las aguas oceánicas al oeste del sector y las que penetran en la Bahía por el sector de Bocachica.

4. Se encontraron dos áreas de la más baja turbidez en la imágen. Una sobre la costa sur-oeste de Tierra Bomba y otra sobre la misma Isla en la Ensenada de Codego en el interior de la Bahía.

5. Dos zonas de reflectancia extraña fueron localizadas, una al este de Isla Brujas y otra en la esquina sur-este de la Bahía (sector de Mamonal) que contrastan con las aguas turbias del Dique.

Circulación

Para conocer la circulación superficial de las aguas en la imágen estudiada se utilizó la turbidez como "trazador". Una interpretación general de esta circulación se presenta en la Figura 4, en la cual observamos básicamente lo siguiente:

1. Una pluma turbia que ingresa por el Canal del Dique a la Bahía de Cartagena desde el sur, que avanza hacia el norte impulsada por la fuerza de la descarga. Estas aguas ricas en sedimentos alcanzan la Bahía interna haciendo su tránsito

sobre la costa oriental (Isla de Manzanillo).

2. Por los canales en el sector de Bocachica se aprecia la entrada de aguas oceánicas que empujan las aguas del Canal del Dique sobre la zona de Mamonal y encierran un sector de aguas turbias en el extremo sur de la Bahía.

3. La Contracorriente del Darién que fluye hacia el norte compuesta por aguas oceánicas, frena frente a Bocagrande la fuerte deriva litoral proveniente del norte, la empuja hacia la costa a lo largo de la Escollera y la isla de Tierra Bomba deteniéndose finalmente en la Ensenada de Chamba.

Erosión

Se encontraron varios puntos sometidos a intensa erosión reconocibles en la imagen por sus altas reflectancias (Figura 3) independientes de los procesos anteriores anotados, que son:

1. Una erosión que se viene presentando desde más al norte, de la costa que da frente al Mar Caribe y que se suspende a la altura de Bocagrande.

2. La costa norte de la Isla de Tierra Bomba.

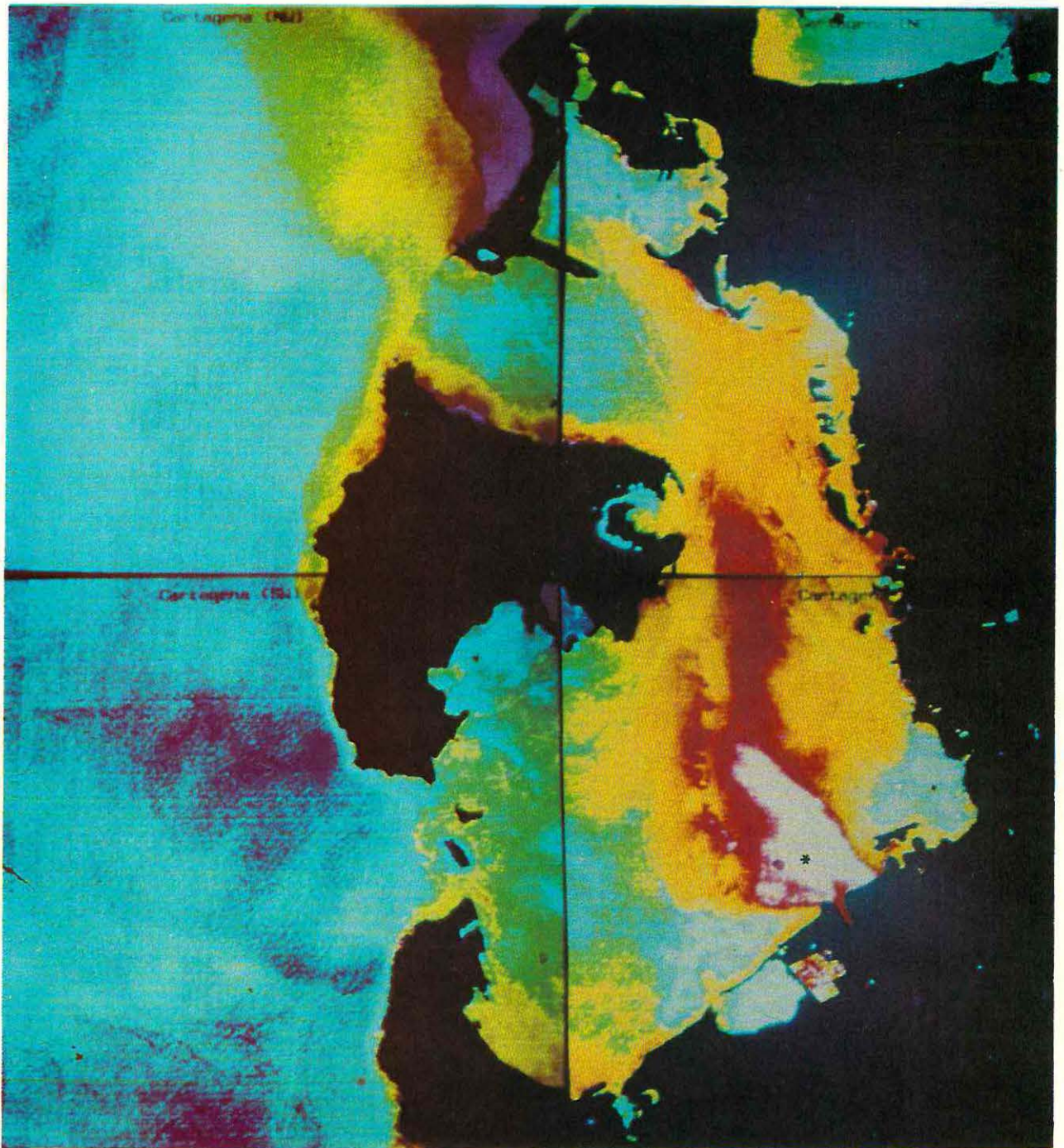
3. Las playas occidentales de la Isla de Manzanillo, que reciben en forma perpendicular la energía del oleaje y la corriente ascendente de las aguas del Dique.

4. La punta norte de la isla de Barú cuyo sedimento erodado esta siendo acumulado en el sur de la bahía por las aguas oceánicas que entran a ésta.

V. CONCLUSIONES

1. La resolución de la imagen permitió la observación en el oleaje, de trenes de larga y mediana longitud de onda, 750 y 8 metros respectivamente.









Se detectaron claramente los cambios de rumbo en los diferentes trenes de ola ocasionados por la disminución de profundidad

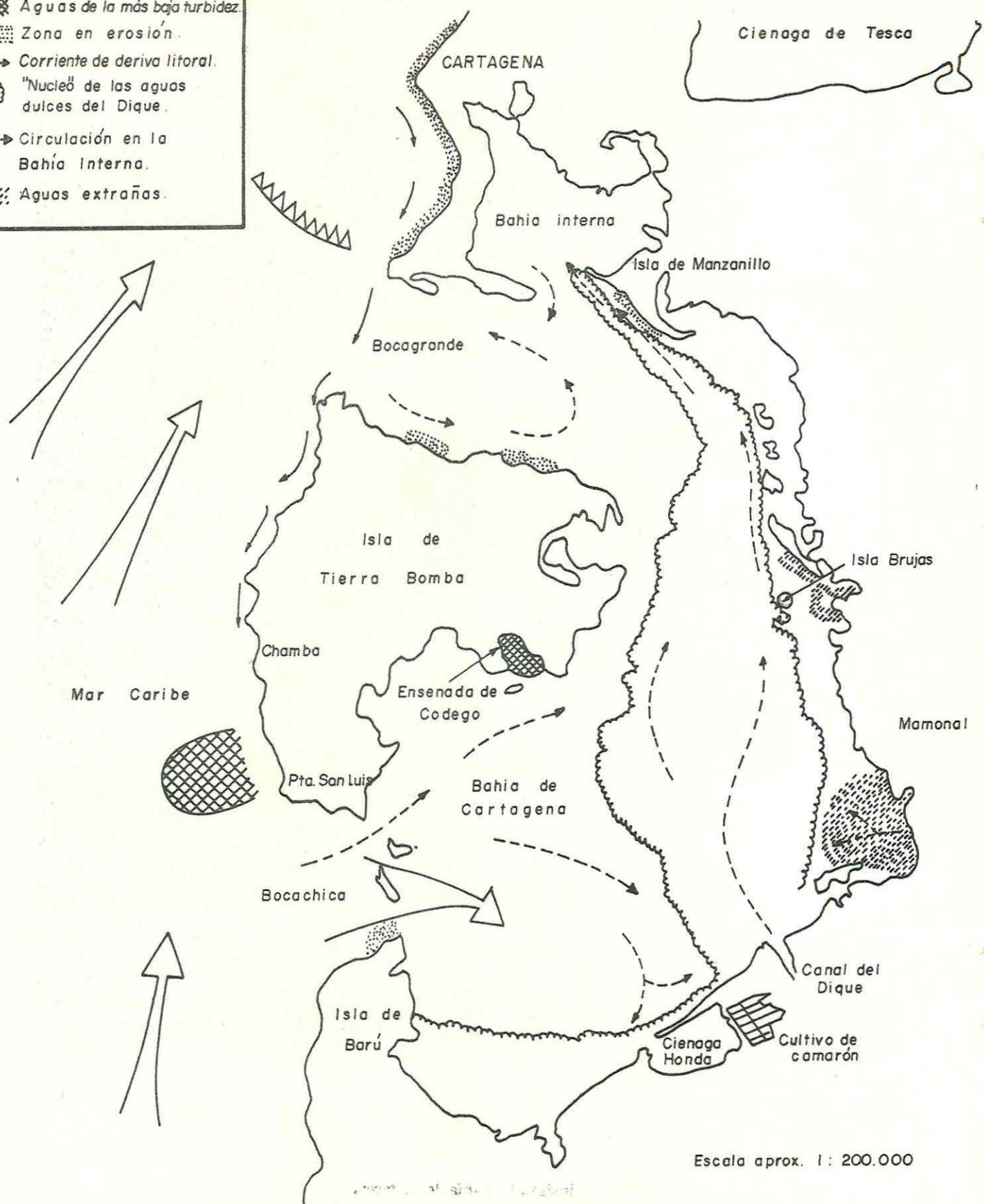


* Valores correspondientes a color Magenta (Reflectancia "muy alta")

Imágen 1. Bahía de Cartagena

CONVENCIONES

-  Contra corriente del Darien
-  Frente de turbidez.
-  Aguas de la más baja turbidez.
-  Zona en erosión.
-  Corriente de deriva litoral.
-  "Núcleo de las aguas dulces del Dique."
-  Circulación en la Bahía Interna.
-  Aguas extrañas.



Escala aprox. 1 : 200.000

o los accidentes morfológicos de la costa.

2. Se confirmó que la única vía de intercambio importante de aguas entre la Bahía y el Mar Caribe es a través de Bocachica por el efecto de barrera que produce la Escollera en Bocagrande.

3. Se evidencia la condición de relativa protección morfológica de la Ensenada de Codego compuesta por aguas "claras" (confirmado con estudios de campo anteriores como de alta calidad en relación con otros sectores de la Bahía).

4. La importancia de los aportes del Canal del Dique y su tránsito hasta la Bahía Interna.

5. La presencia de reflectancias diferentes al contexto general en la esquina sur-este de la Bahía y al norte de Isla Bruja (sector Mamonal), establecen la presencia de aguas, con material extraño en suspensión, que son arrojadas a la Bahía.

6. El sector de la más baja turbidez frente a San Luis, en la esquina sur-oeste de Tierra Bomba, sugiere la presencia de un afloramiento local probablemente producido por "stress" de los vientos que apartan las aguas superficiales de la costa. (Existen referencias de buena pesca - productividad - por parte de los pescadores artesanales del sector).

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ANDRADE C. Y THOMAS Y. Sediments en suspension et hydrodynamique au Sud Est du Delta du Rio Magdalena; Mer des Caraibes (Colombie), En Prensa, 1987, PP.5.

CARTA NAUTICA COL 261 - 24506 Bahía de Cartagena 2a. Ed. 1977.

CNES et SPOT - IMAGE. Guide des utilisateurs de données SPOT. Toulouse, CNES et SPOT - IMAGE Ed., 1986, multipagination.

PUJOS M., PAGLARDINI J., STEER R., VERNETTE G. y WEBER O. influencia de la Contracorriente Norte Colombiana para la Circulación de las aguas en la plataforma continental; su acción sobre la dispersión de los efluentes en suspensión del Río Magdalena. Bol. Cient. CIOH, No. 6, Cartagena, 1986 pg. 3-15.