

Bol. Cient.	Cartagena (Colombia)	No. 11	Julio 1992	Pág 15 - 26	ISSN 0120-0542
-------------	-------------------------	--------	---------------	-------------	----------------

**INFORME FINAL PROYECTO "CARTOGRAFIA FONDOS SUBMARINOS  
ISLAS DEL ROSARIO (COLOMBIA) Y  
APRECIACION DE SUS AREAS, A PARTIR DE IMAGENES DE SATELITE SPOT"**

**Por:**  
**Pierre Yves Genet\***

**RESUMEN**

Se hizo una calibración de las señales recibidas por el satélite SPOT en el área del Archipiélago del Rosario, utilizando un mapa de los fondos submarinos alrededor de la Isla Caribará. Por medio de una clasificación de señal se ha hecho un mapa de los fondos submarinos de cero hasta cuatro metros de profundidad distinguiendo tres fondos: Arena, arena con Thalassia testudinum y Parche de Corales.

Después de una comparación de los datos de campo y con los resultados de la clasificación se efectuó una corrección para obtener una estimación de las superficies cubiertas para cada uno de los fondos en el Archipiélago.

**ABSTRACT**

*A calibration of the SPOT satellite received signals was carried out in the Rosario Archipiélago area, using a chart for the underwater bottoms around the Caribaru Island. By a signal classification a chart of underwaters depth have been made making a distinction of three bottoms: sand, sand and Thalassia testudinum and a Coral patch.*

*After comparing the field data to the results of the classification a correction was made to obtain an estimate of covered surfaces for each one of the bottoms in the Archipiélago.*

**Palabras Claves:**

Arrecifes de coral, cartografía, Colombia, Rosario (Archipiélago del ), Sensores remotos, SPOT, Thalassia testudinum. Arena, arena con Thalassia testudinum (fanerógama béntica) y Parche de corales.

**INTRODUCCION**

Alrededor de las Islas del Rosario, se pueden distinguir tres tipos de fondos de baja profundidad: Este trabajo se propuso cartografiar los fondos sub-

Hasta cuatro metros de profundidad estos tres fondos tienen reflectancias distintas que permiten distinguirlos con los sensores del satélite SPOT.

\* Ingeniero Geólogo. Misión Técnica francesa.

marinos y estimar la superficie cubierta por cada tipo de fondo, a partir de una imagen SPOT calibrada con datos de campo.

### ZONA ESTUDIADA

El Archipiélago del Rosario está situado en el litoral

Caribe colombiano, departamento de Bolívar; se divide en 28 islas de tamaño variable ocupando un área que va desde los 10°09' a 10°15" de latitud norte y desde los 75°48' hasta los 75°42" de longitud oeste (Figura 1).

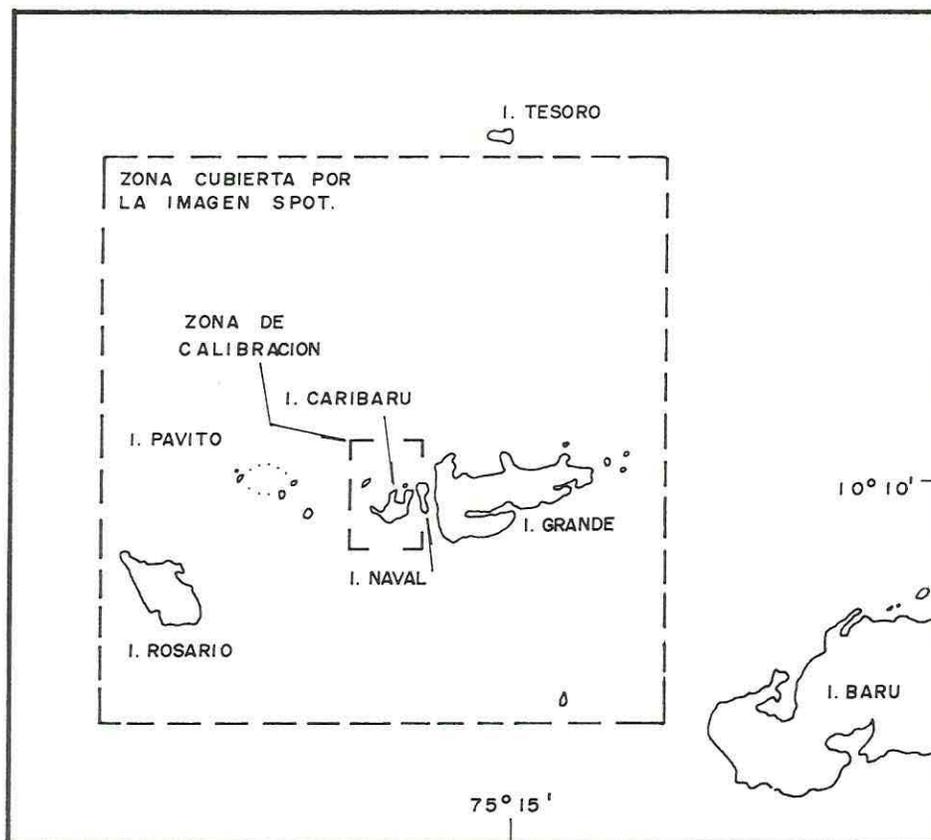


Figura 1: Localización del área de estudio y ubicación de la zona de calibración.

### DATOS UTILIZADOS

#### **Datos de Campo:**

Se ha utilizado un mapa de los fondos submarinos alrededor de Isla Caribarú elaborado por C. MONSALVE y J. RESTREPO, 1989 (Figura 2). Cinco salidas de campo en la lancha del CIOH permitieron completar los datos, durante los cuales

se efectuaron observaciones.

#### **La Imagen Satélite:**

Se ha estudiado una imagen del satélite Europeo SPOT, adquirida en modo multiespectral por el sen-

sensor HRV - 1 (Alta resolución Visible). La toma fue realizada el 10 de noviembre de 1987. Las tablas uno y dos resumen las características del radiómetro y de la imagen. (CNES & SPOT-IMAGE 1987).

Banda	Banda pasante	resolución espacial
1	0.50 a 0.59 $\mu\text{m}$	20m
2	0.61 a 0.68 $\mu\text{m}$	20m
3	0.79 a 0.89 $\mu\text{m}$	20m

Tabla 1: Características del radiómetro.

Satélite	SPOT -1
Radiómetro	HRV-1
Modo espectral	XS - Multibanda
Cuadrilátero	641 - 330
Día/Mes/Año	10/11/1987
Hora (UTC)	15h33'12"
Nivel de pretratamiento	1-B

Tabla 2: características de la imagen estudiada.

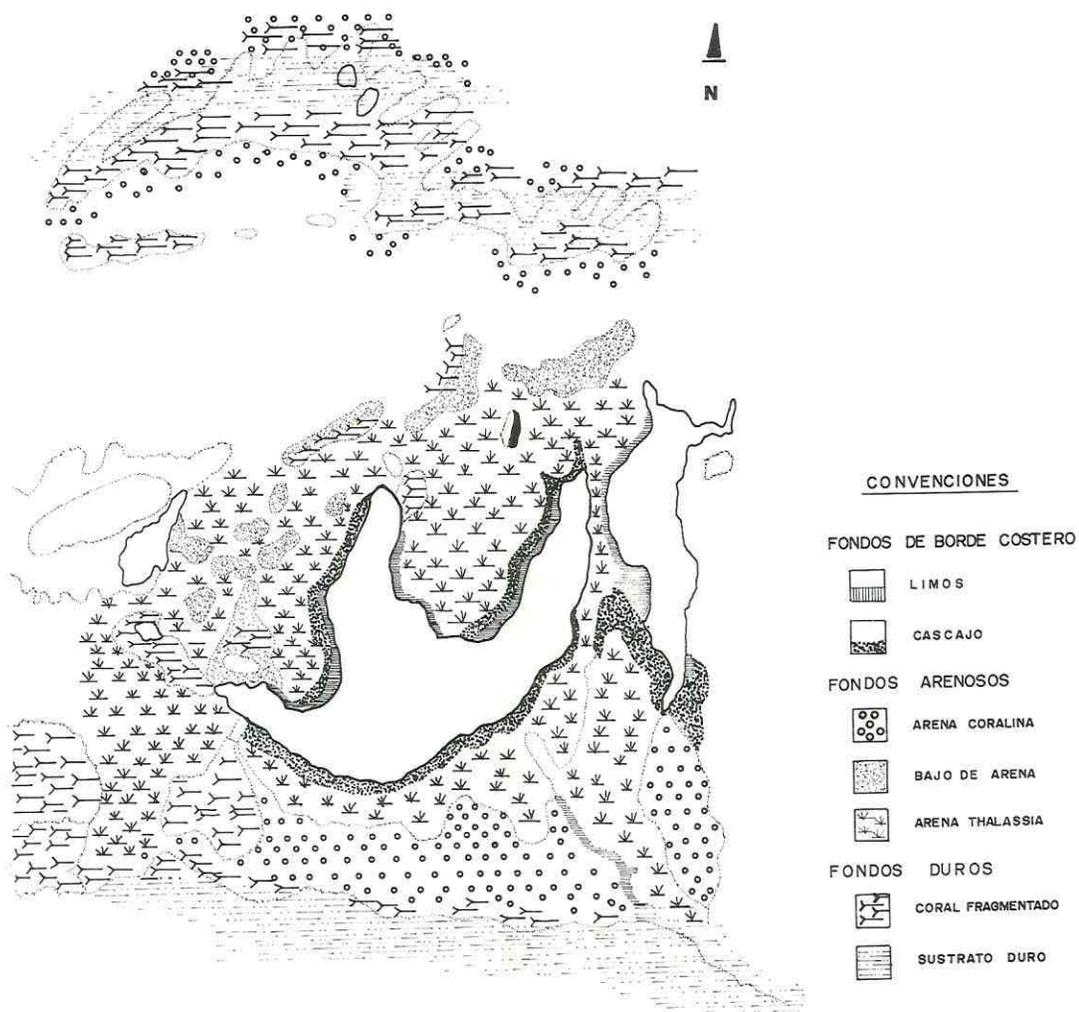


Figura 2: Mapa de los fondos alrededor de la isla Caribaru.  
Tomado de C. MONSALVE Y J. RESTREPO (1989)  
Escala 1:10000.

## CALIBRACION DE LA IMAGEN

### **Primer tratamiento.**

Se hizo un enmascaramiento sobre la tierra utilizando la Banda 3 de HRV-1, luego se ha hecho la combinación siguiente de las Bandas 1 y 2.

$$\text{Señal} = \text{Señal banda 1} - \text{Señal banda 2}$$

Con esto se disminuyó las señales fuertes de las playas submarinas al lado de la costa para distinguir las de los Corales (Imagen 1).

### **Clasificación.**

Para comparar los datos de campo con los datos del satélite se hizo una digitalización del mapa de los fondos alrededor de la Isla caribará (Imagen 2), y también una ventana sobre la imagen satélite de 100 x 100 píxeles ubicada en el mismo sitio (Imagen 3). De esta manera, se pueden ubicar exactamente las áreas de cada uno de los tipos de fondo sobre una ventana de la Imagen SPOT y así ver la representación de cada señal de acuerdo con el tipo de fondo (Imagen 4a, 4b y 4c).

El estudio estadístico (Figura 3) se hizo observando para cada señal entre 12 y 45 el porcentaje correspondiente al valor de los píxeles ubicados en cada tipo de fondo (de acuerdo con el mapa digitalizado).

Las señales bajas corresponden a las zonas de agua profunda; las señales medias a las zonas de Thalassia testudinum y las señales altas a los Parches de corales, la arena tiene una señal intermedia entre Thalassia testudinum y Corales.

Se hizo la distinción entre el agua profunda y Thalassia testudinum, al límite de 50% del número de píxeles en zona de Thalassia (Señal 21). La distinción entre Corales y otros fondos, se efectuó al límite del 50% del número de píxeles en zonas de Corales. Las señales 28 y 29 son las que tienen el porcentaje mayor en la zona de Arena obteniéndose la clasificación siguiente:

## Tipo de fondo      Señal

Agua profunda	[ 12,20 ]
<u>Thalassia testudinum</u>	[ 21,27 ]
Arena	[ 28,29 ]
Corales	[30,45 ]

## CARTOGRAFIA Y ESTIMACION DE LA SUPERFICIE CUBIERTA

### **CARTOGRAFIA.**

Con la clasificación precedente se puede realizar una cartografía indicativa de los tres tipos de fondos desde cero hasta cuatro metros de profundidad alrededor de la Isla Caribará (imagen 5) y también de todo el Archipiélago (Figura 6) con una generalización de la clasificación en toda la imagen.

La comparación de los resultados con las cartografías existentes (Figura 4) muestra una buena correlación en el caso de los corales.

### **SUPERFICIE CUBIERTA**

#### **Comparación de los datos de campo y del Satélite.**

La tabla siguiente muestra la repartición de los fondos según el satélite (de acuerdo con la clasificación de la calibración de la Imagen) y según los datos de campo alrededor de la Isla Caribará.

Tipo de fondo	Repartición según el mapa (Fig. 2)	Repartición según el satélite (fig. 3)	Cociente
<u>Thalassia testudinum</u>	62,5	76,7%	1,2
Arena	9,1%	10,3%	1,1
Corales	28,4%	10,2%	0,3

**Tabla 3.** Repartición superficies cubiertas por los tres tipos de fondo.

$$\text{Cociente} = \frac{\text{Superficie calculada sobre la imagen}}{\text{Superficie calculada sobre el mapa}}$$

Al comparar los resultados obtenidos con el mapeo

catográfico y el satélite se puede observar que este último determina que la mayor parte del fondo está cubierto por *Thalassia testudinum* (76,7%), mientras que las menores áreas están cubiertas por Corales (10,2%). Se observa entonces que la car-

tografía utilizando la imagen de satélite sobre-estima las superficies de *Thalassia testudinum* y de arena; y al contrario sub-estima la superficie de corales.

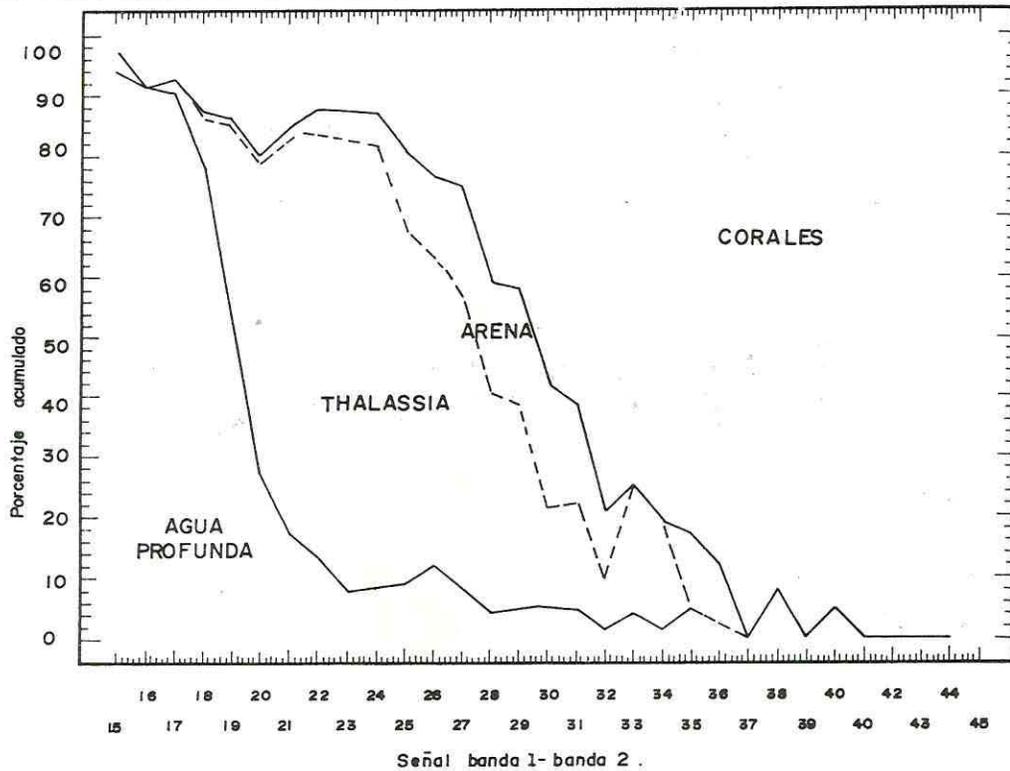


Figura 3: Repartición de los pixeles correspondientes a cada señal según el tipo de fondo en porcentajes acumulados.

**Correcciones puntuales de la cartografía por Satélite.**

A partir de las salidas de campo se pudo observar en dos lugares que el satélite detecta grandes superficies de corales que no existen en la realidad.

**Primer sitio.** Al nor-oeste de la Isla Grande existe una zona de agua limitada por un lado en la costa y por otro lado por arrecifes. Esta agua está muy cargada de aluviones que provienen de la erosión de la Isla como lo muestra el esquema (Figura 5). En esta zona de diez hectáreas hay 3,5 metros de profundidad y un fondo de *Thalassia testudinum*, pero el agua tibia tiene la misma señal que los corales, entonces se debe en este sitio reemplazar

diez hectáreas de *thalassia testudinum* en la cartografía, (Imagen 7).

**Segundo sitio.** La Isla Arena tiene un área de arena coralina pura, a baja profundidad cubierta por agua con arena en suspensión. Por las mismas razones (Figura 6), esta superficie de 6,6 hectáreas tiene la misma señal que los corales y por eso se debe reemplazar 6,6 hectáreas de corales por 6,6 hectáreas de arena. (Imagen 8).

**RESULTADOS**

Después de las correcciones de sobre-estimación y sub-estimación y las correcciones puntuales, se

puede estimar la superficie cubierta por cada tipo de fondo en todas las islas.

Un resumen de los resultados se presenta en la tabla siguiente:

Tipo de fondo	Proporción relativa	Superficie cubierta
<u>Thalassia testudinum</u>	57,7%	541 Hect.
Arena	10,8%	101 Hect.
Corales	31,5%	295 Hect.

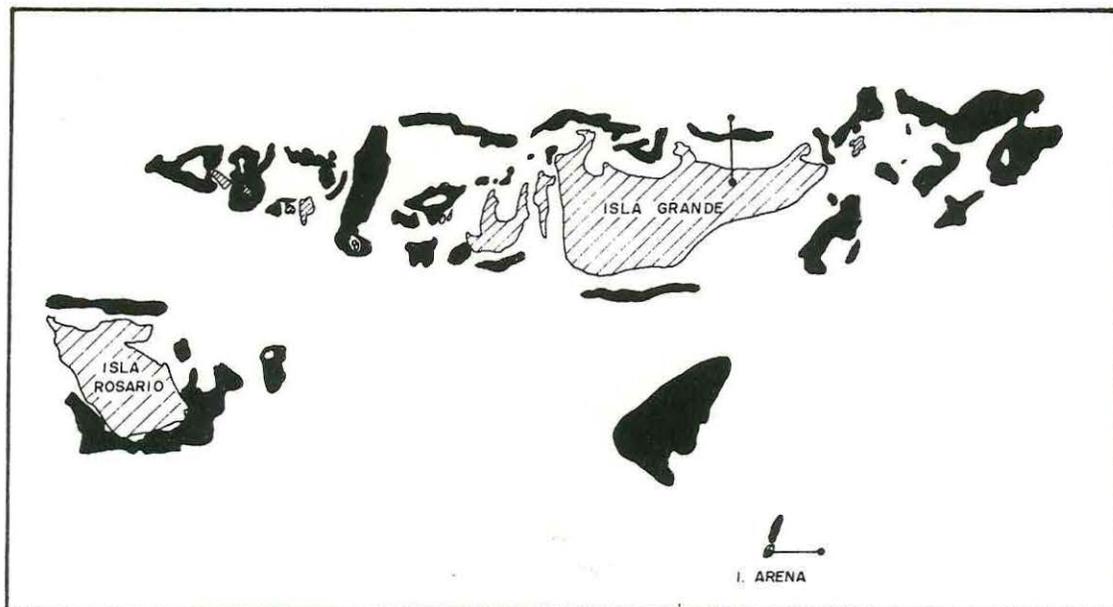


Figura 4: Ubicación de los bancos de corales. (Fuente: E.. Delgado, 1989).  
Posición de los perfiles de las figuras 5 y 6.

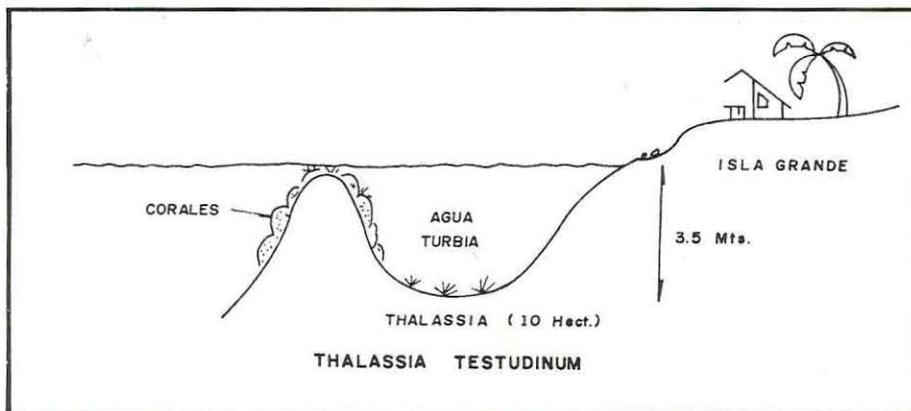


Figura 5: Perfil norte-sur de la costa nor-este de Isla Grande.

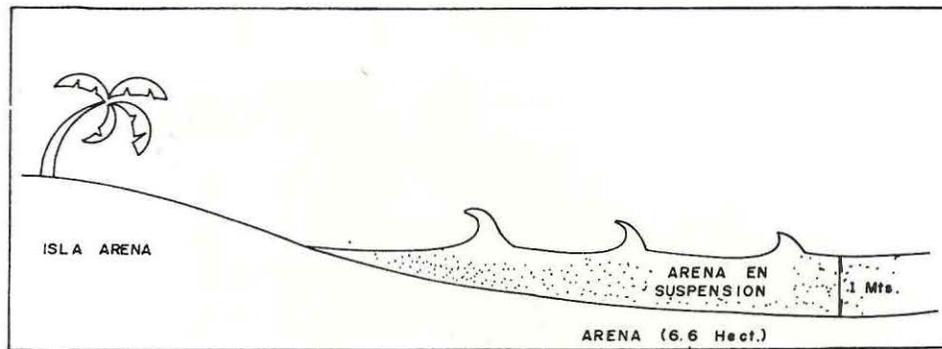


Figura 6: Perfil este-oeste de la costa, al este de Isla Arena.

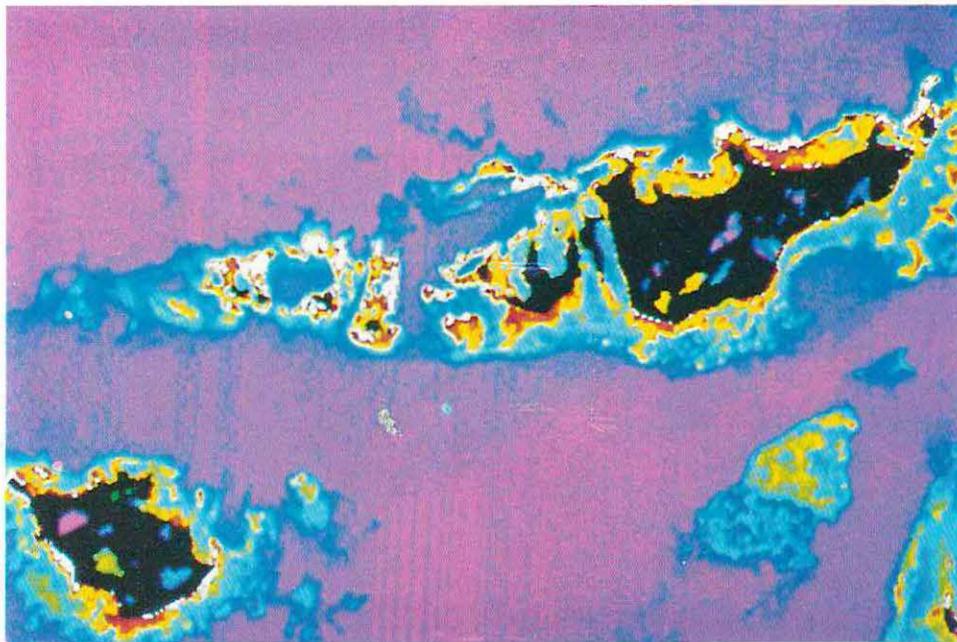
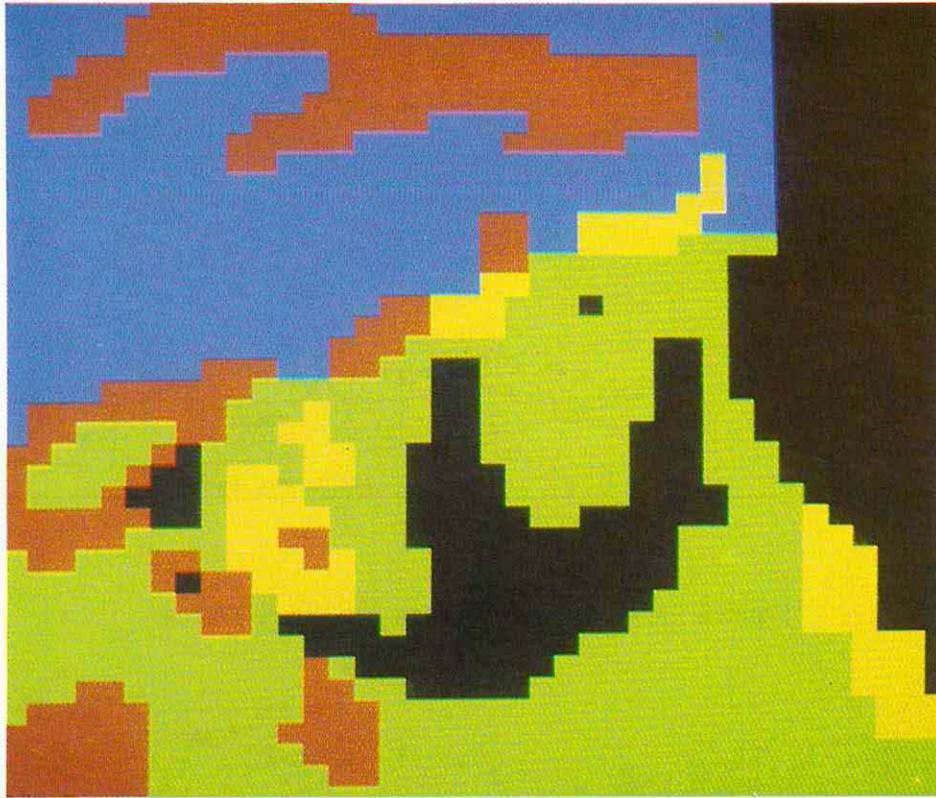
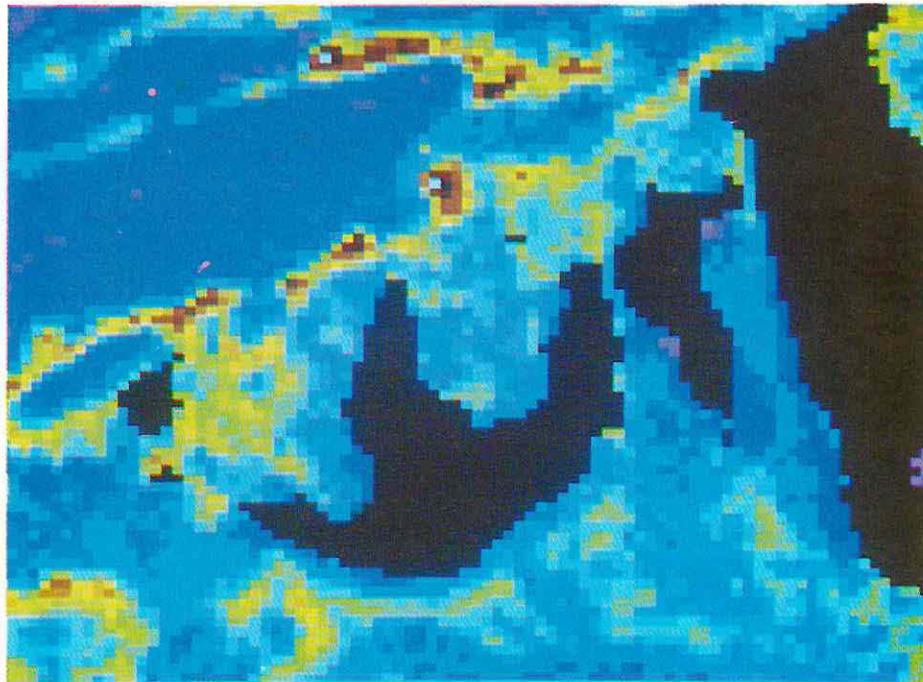


Imagen 1: Vista general del Archipiélago con máscara de tierra. banda 1 - banda 2



**Imagen 2.** Digitalización del mapa de los fondos alrededor de Isla Caribarú. Negro: Tierra y zona no estudiada. Verde: Arena con *Thalassia testudinum*. Azul: Fondos más de cuatro metros. Amarillo: Arena. Rojo: Arrecifes de corales.



**Imagen 3.** Ventana de la zona de calibración con multiplicación de la escala por 5. Banda 1 - banda 2.

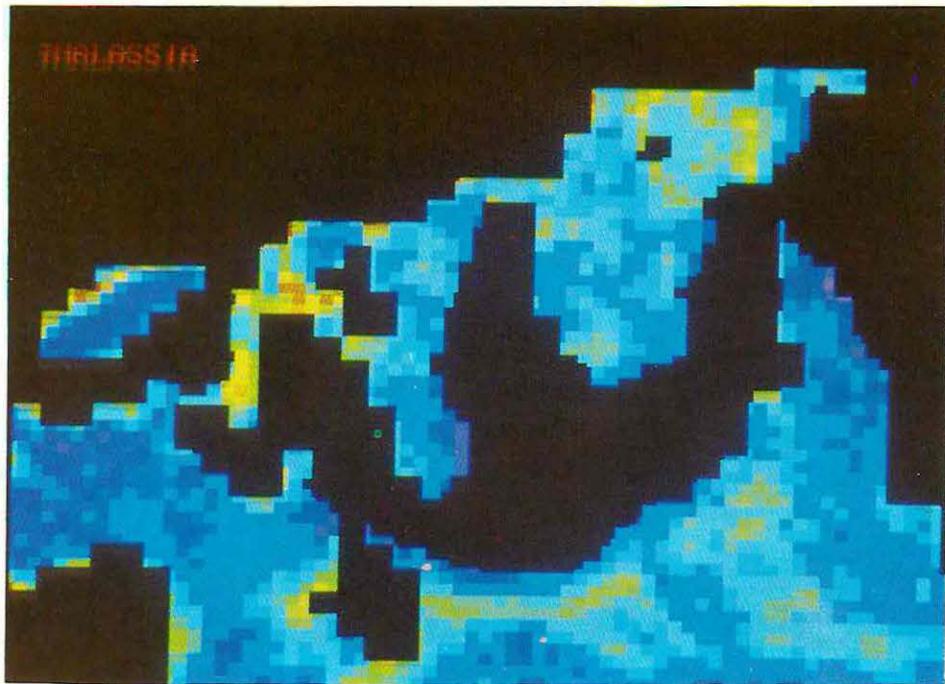


Imagen 4a.

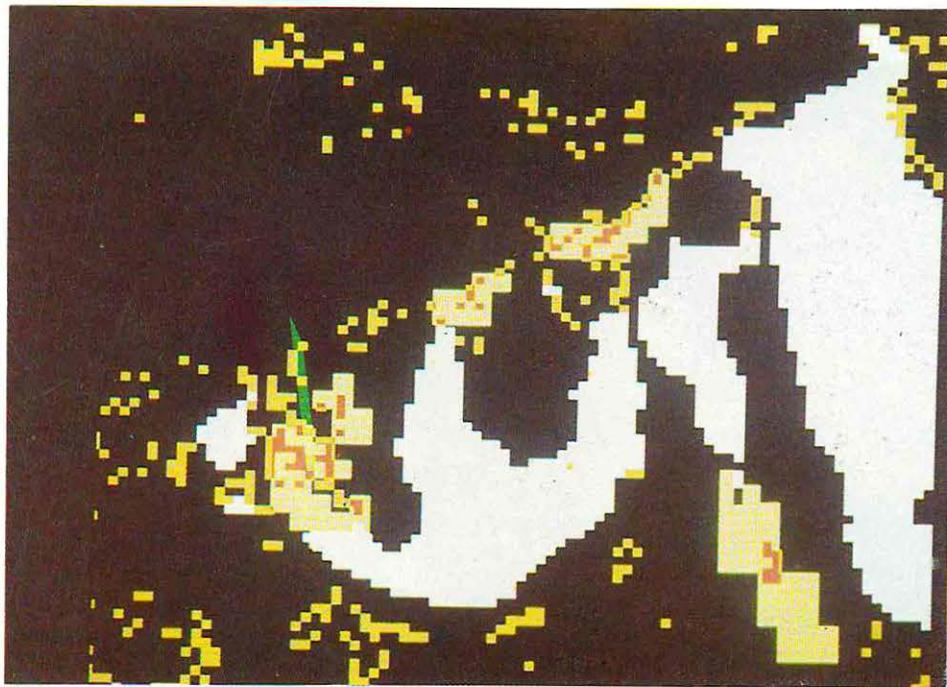
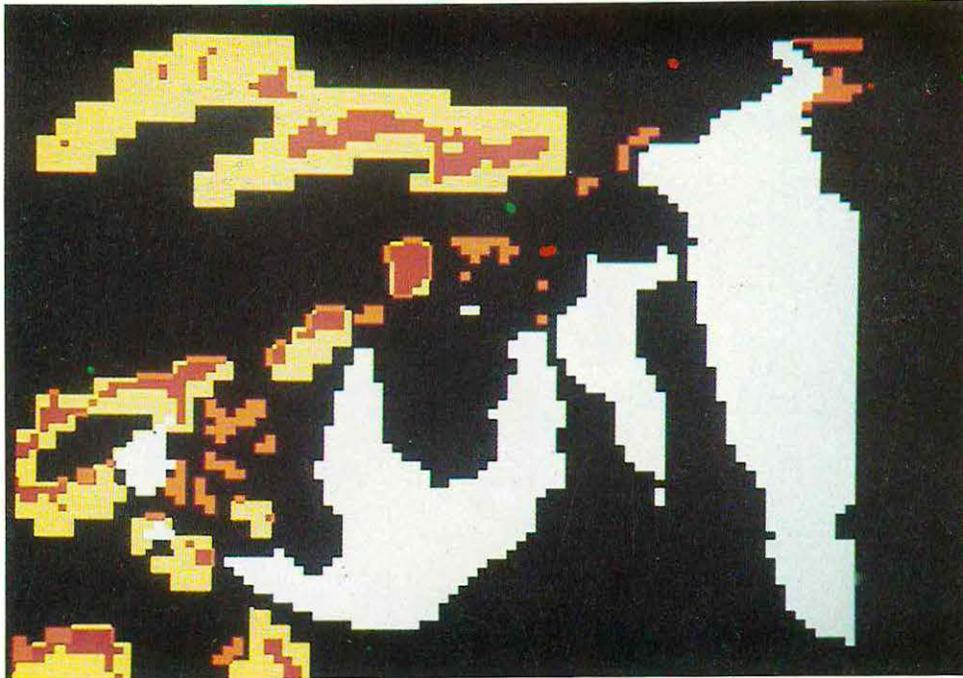


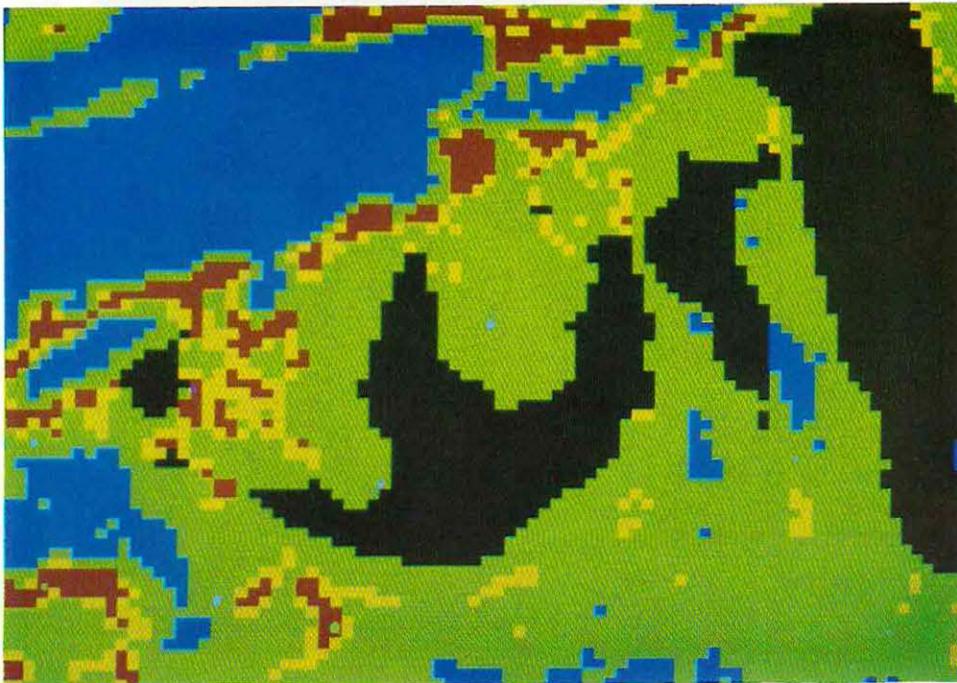
Imagen 4b.



**Imagen 4c:**

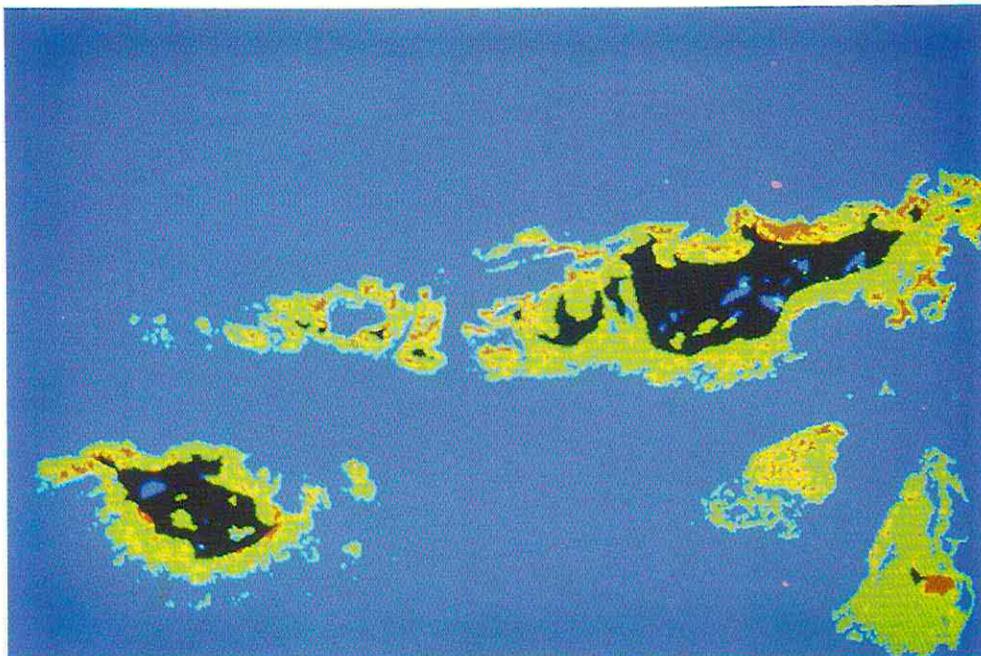
**Imágenes 4a, 4b y 4c:** Ubicación de los tres tipos de fondo alrededor de Isla Caribarú de acuerdo con el mapa digitalizado.

- A Thalassia testudinum.
- B Arena.
- C Corales.

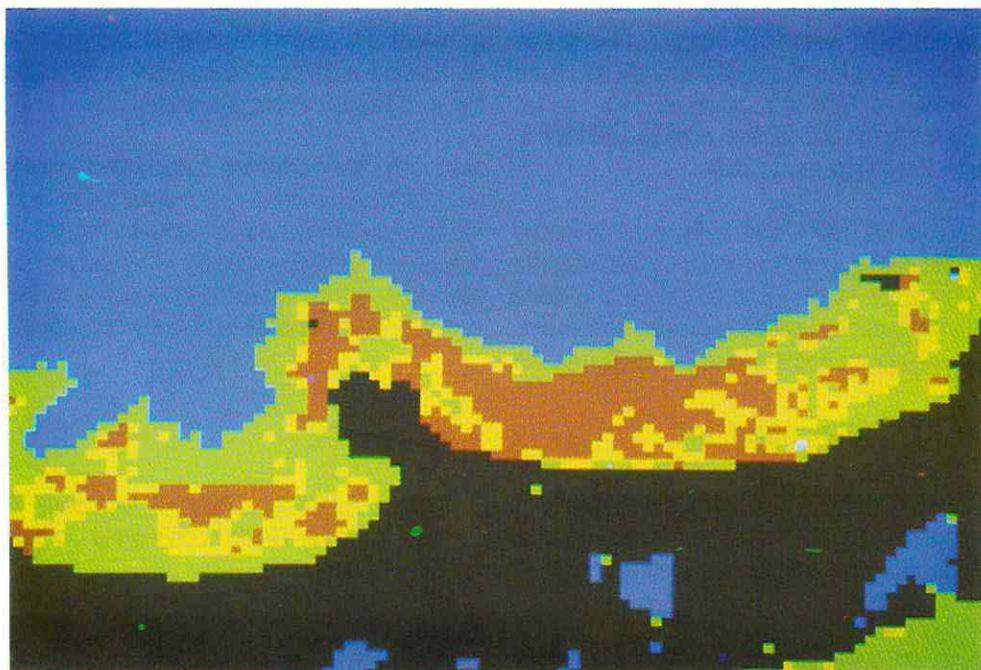


**Imagen 5:** Clasificación de la Imagen 3.

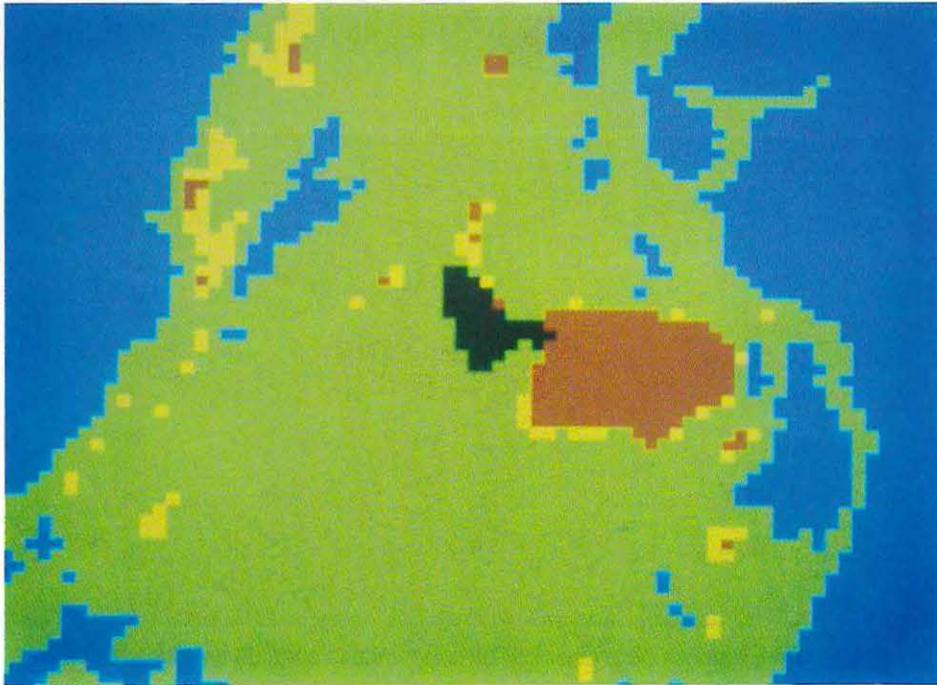
- Azul: Fondos más de cuatro metros.
- Verde: Arena con Thalassia testudinum
- Amarillo: Arena.
- Rojo: Arrecifes de corales.



**Imagen 6:** Extensión de la clasificación sobre toda la zona de investigaciones



**Imagen 7:** Zona nor-este de Isla Grande  
(Igual clasificación).



**Imagen 8:** Isla Arena  
(Igual clasificación).

### CONCLUSIONES

Las imágenes SPOT permitieron distinguir tres tipos de fondos en aguas poco profundas (menos de cuatro metros) y limpias. Esto está condicionado a que los fondos presentan un color diferente de acuerdo con la reflectancia observada en la banda - 1.

Con la imagen fue posible distinguir zonas de fondos coralinos las cuales corresponden a un 33% del área cubierta por estos fondos. Esto es debido a la fuerte topografía de las zonas aledañas a los bancos coralinos las cuales no emiten señales bien características. Sin

embargo todos los arrecifes de coral ubicados en la zona de muestreo entre cero y cuatro metros de profundidad han sido detectados por el satélite.

La imagen satélite no da una cartografía exacta pero trae una información sobre la detección de fondo de manera rápida y económica. Las correcciones necesarias para mejorar la información dada por el satélite necesitan un buen conocimiento de la zona estudiada el cual se debe adquirir a través de observaciones y datos de campo.

### BIBLIOGRAFIA

CNES & SPOT - IMAGE (1987). Guide des utilisateurs de données SPOT. Toulouse, Centre National d'Etudes Spatiales et SPOT - Image Ed. 2 volumes, m.p.

DELGADO E., Flechas F.A. y ALVIS G.A. 1989. Evaluación cuantitativa del estado actual de las especies coralinas del Parque Nacional Natural

Corales del Rosario (PNNCR), Cartagena (Colombia). Tesis de Grado, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá.

MONSALVE C.B. y RESTREPO J.D. 1989. Aproximación a la fotointerpretación y cartografía de ecosistemas arrecifales. Isla Caribarú. Tesis de grado, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Medellín.