

Métodos de Caracterización de Ecosistemas Costeros.



Nelson Melo



Ecosistemas costeros de mayor interés.

Playas.

Manglares.

Humedales.

Deltas.

Planicies costeras.

Bahías.

Plataforma marina.

Arrecifes coralinos.



Los ecosistemas costeros

- Representan el 4% de la superficie terrestre, el 44% del océano mundial
- Contienen más de la tercera parte de la población mundial
- Cuentan con el 90% de las pesquerías.

La zona costera litoral representa un importante recurso económico para las poblaciones costeras.

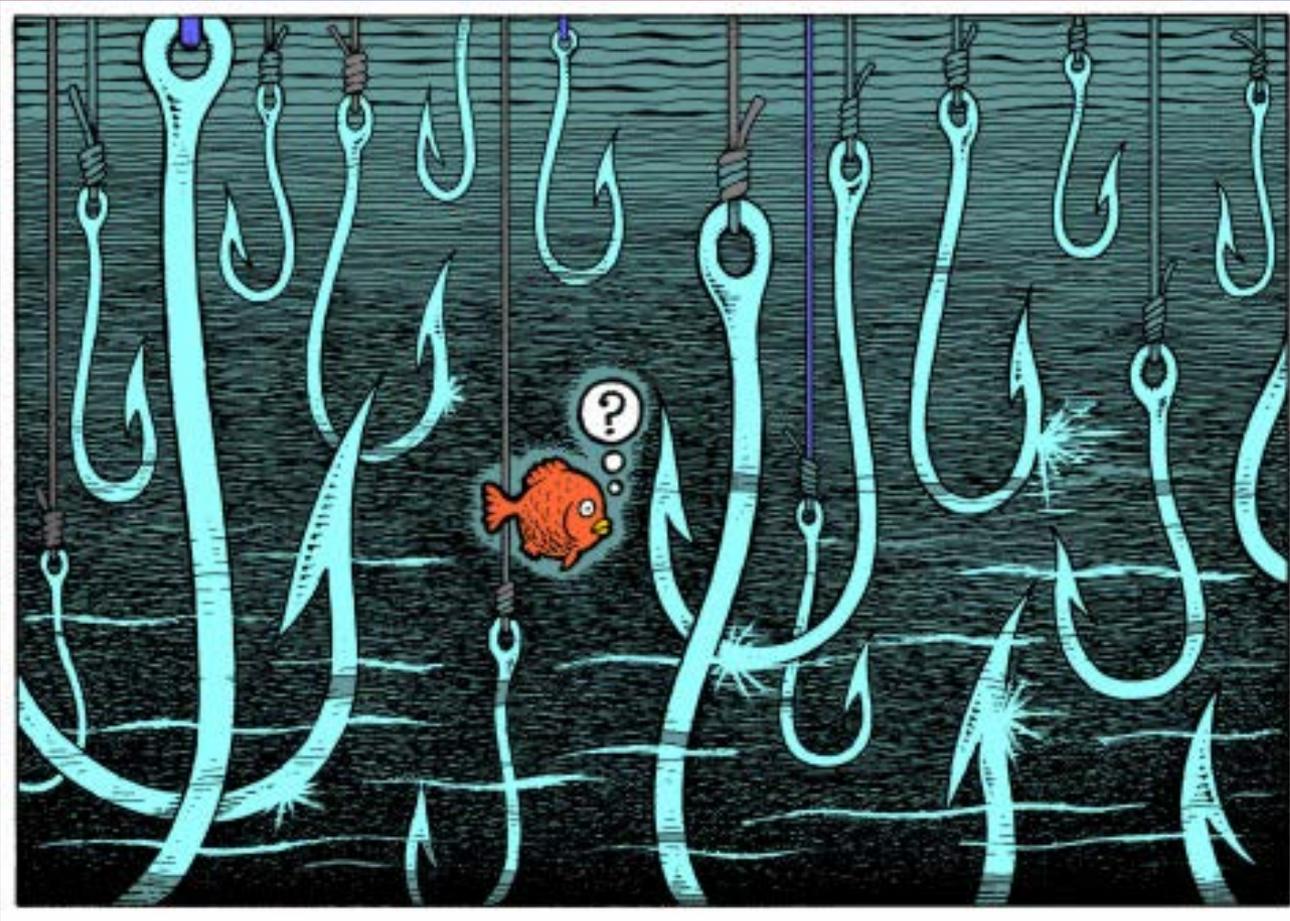
Ecosistemas Costeros

La explotación incontrolada de estos recursos,

- La sobrepesca,
- La contaminación,
- La degradación de la calidad del agua,
- Los cambios climáticos generados por la actividad humana,

son solo algunos de los factores que han contribuido a la dramática degradación de los ecosistemas costeros.

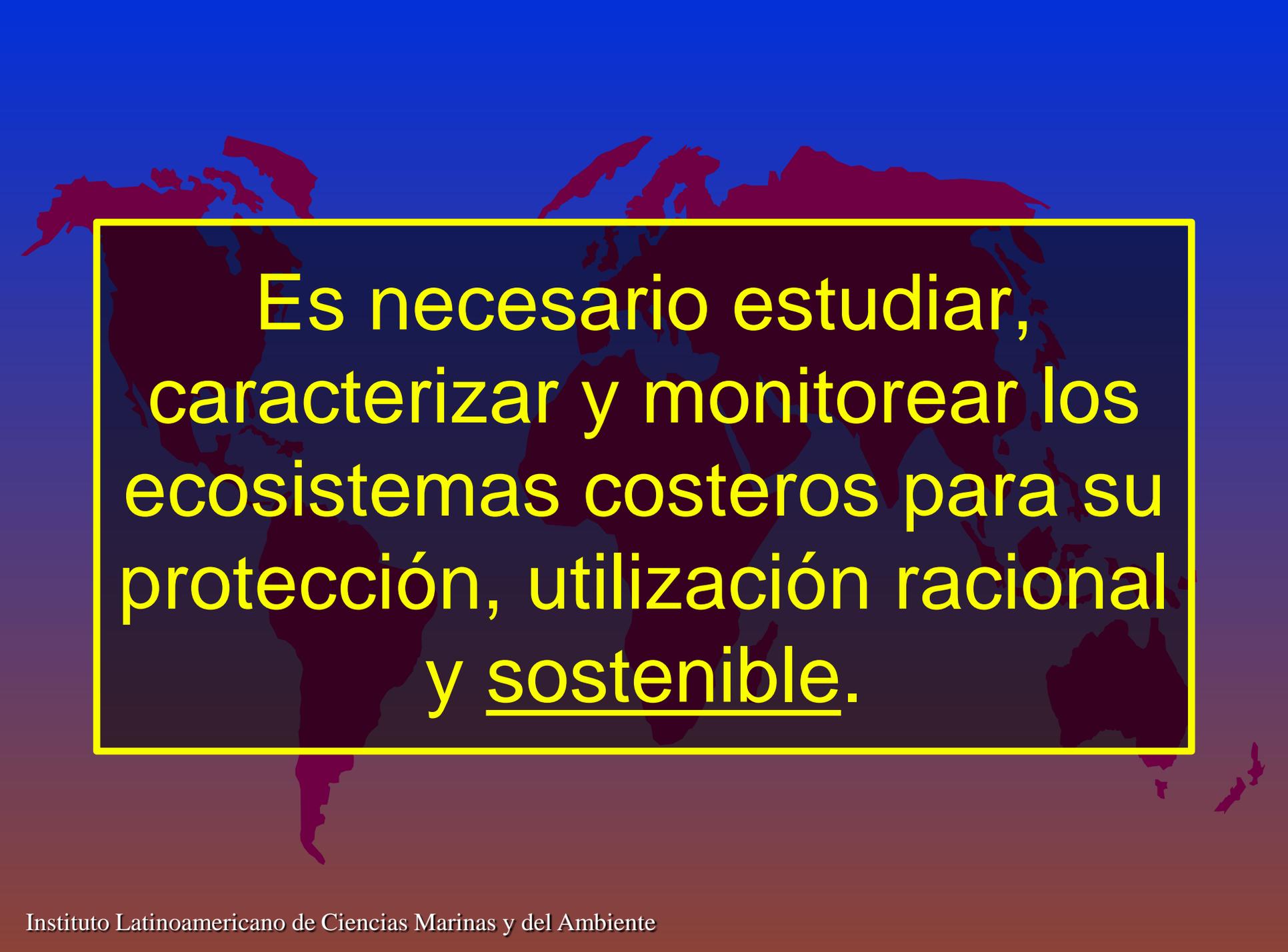
Sobre Pesca



CARIBBEAN REEFS DECLINING

- 1970s: ~50% coral cover
- Present: ~10% coral cover
- =80% reduction in coral cover over last 30 years

Gardner et al. 2003 Science 301: 958-960

A world map is visible in the background, rendered in a light blue color against a dark blue gradient. The map shows the continents and is centered on the Atlantic Ocean.

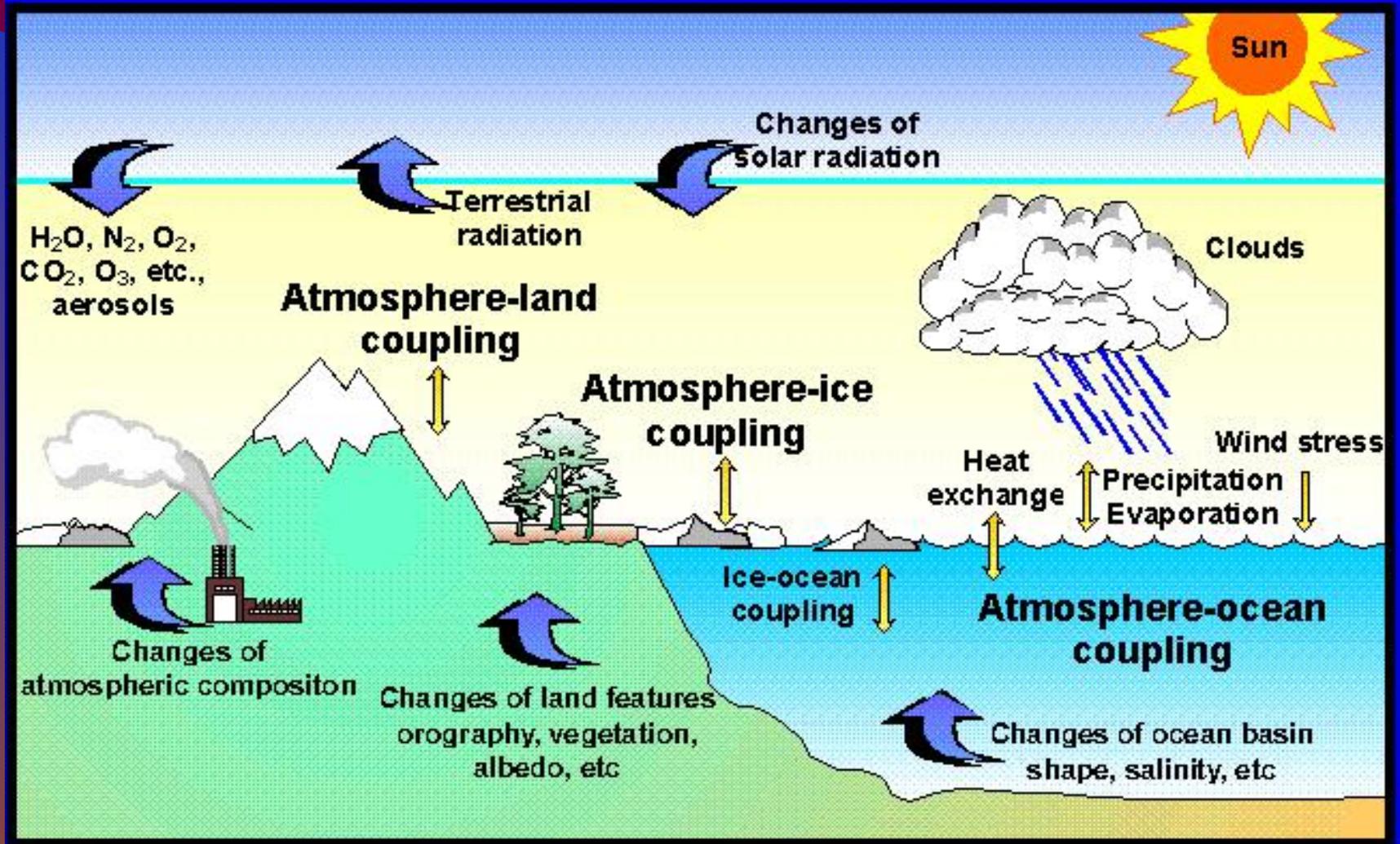
Es necesario estudiar,
caracterizar y monitorear los
ecosistemas costeros para su
protección, utilización racional
y sostenible.

A world map is shown in the background, with the continents of North and South America highlighted in a light blue color. The rest of the world is in a darker blue. The text is overlaid on the map.

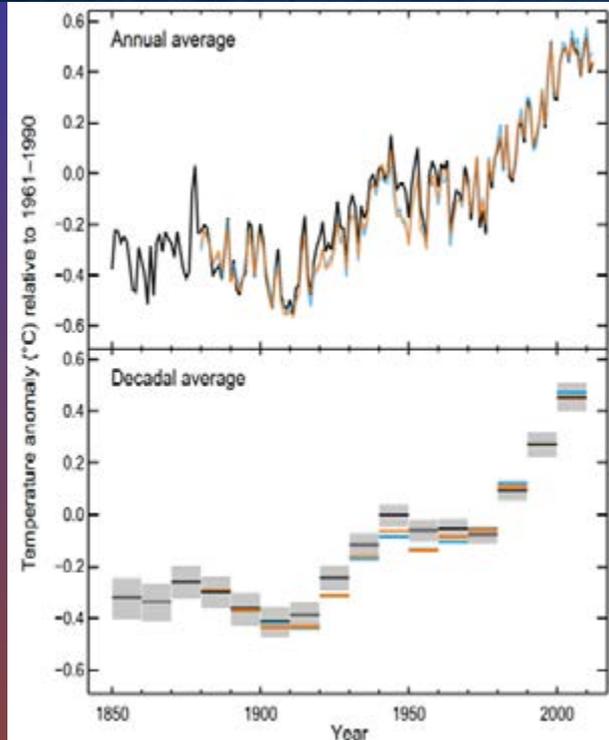
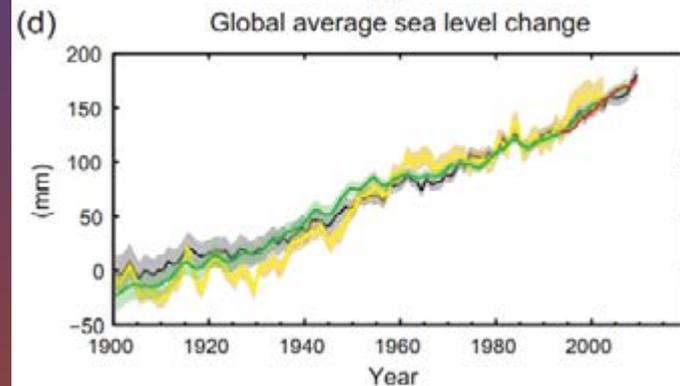
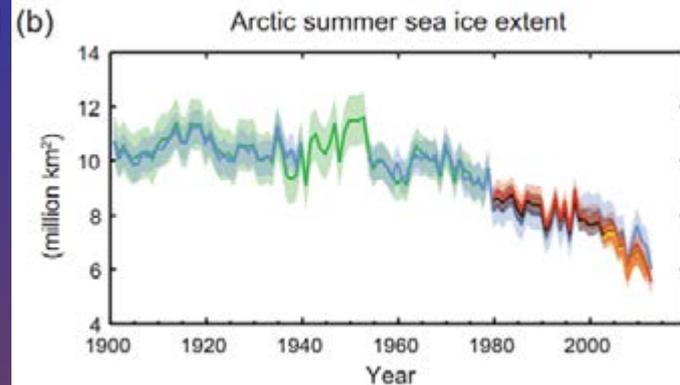
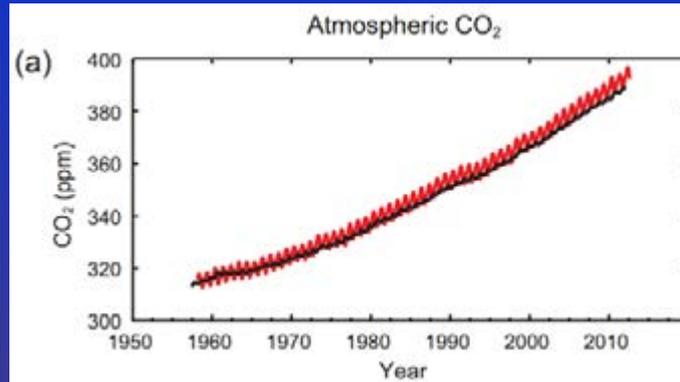
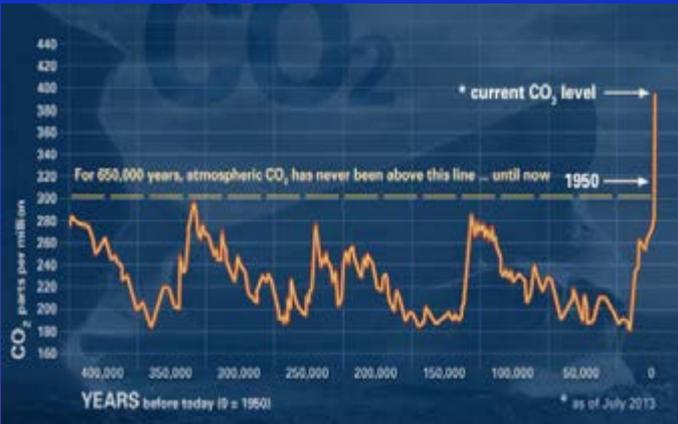
Influencia de los Cambios Climáticos Globales en los Ecosistemas Costeros y Marinos

Cambios Climáticos Globales

The Climate system



Cambios Climáticos Globales

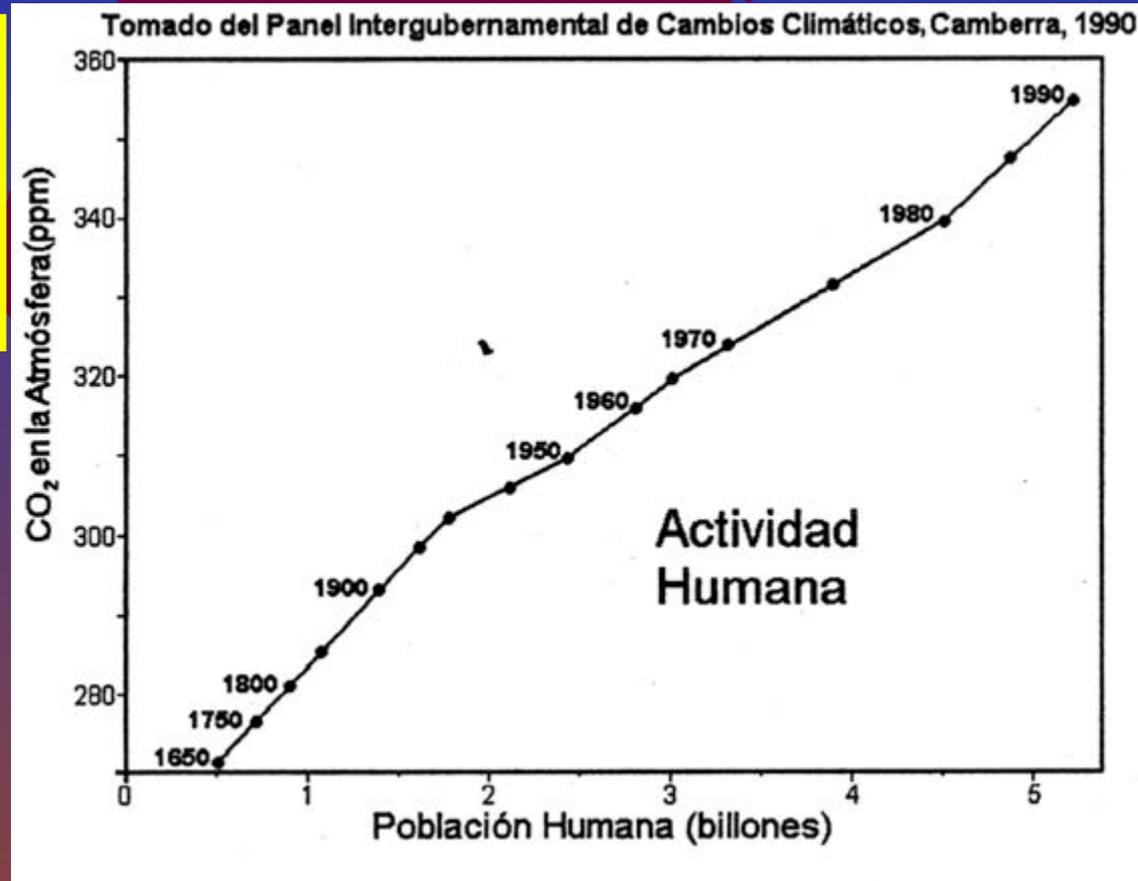
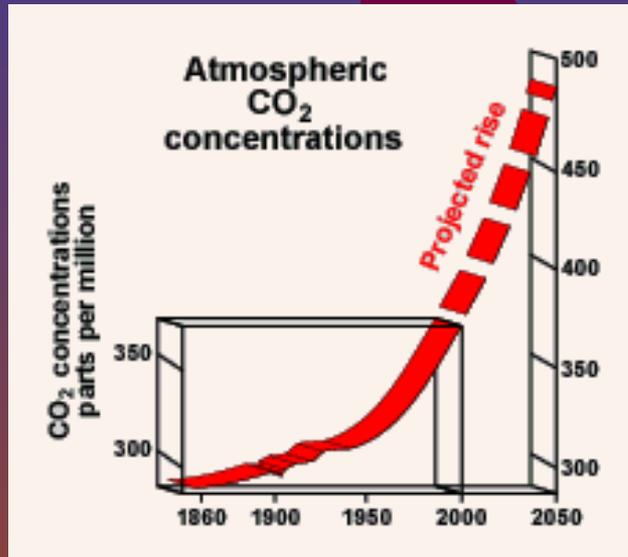


Cambios Climáticos Globales

Términos de Referencia

(INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change 2013)

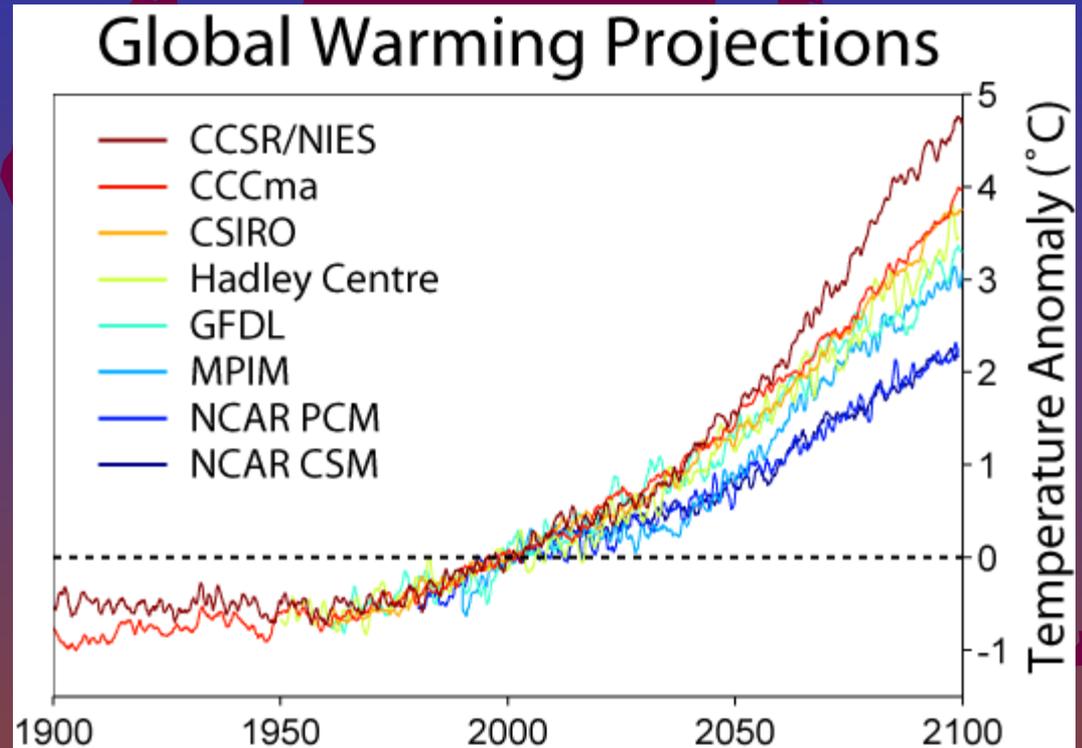
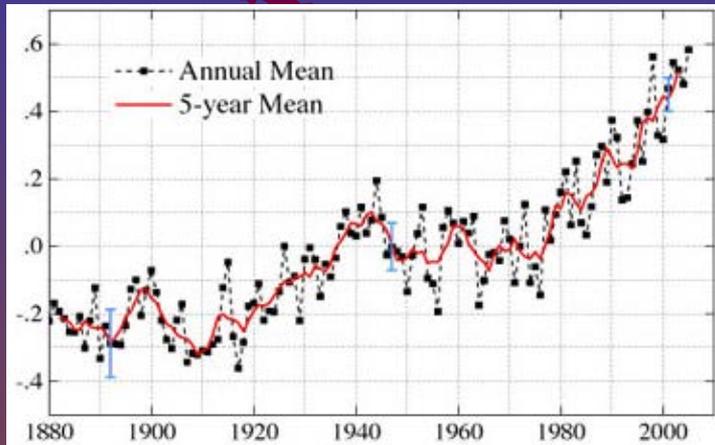
Doblado de los gases de invernadero desde 1940



Cambios Climáticos Globales

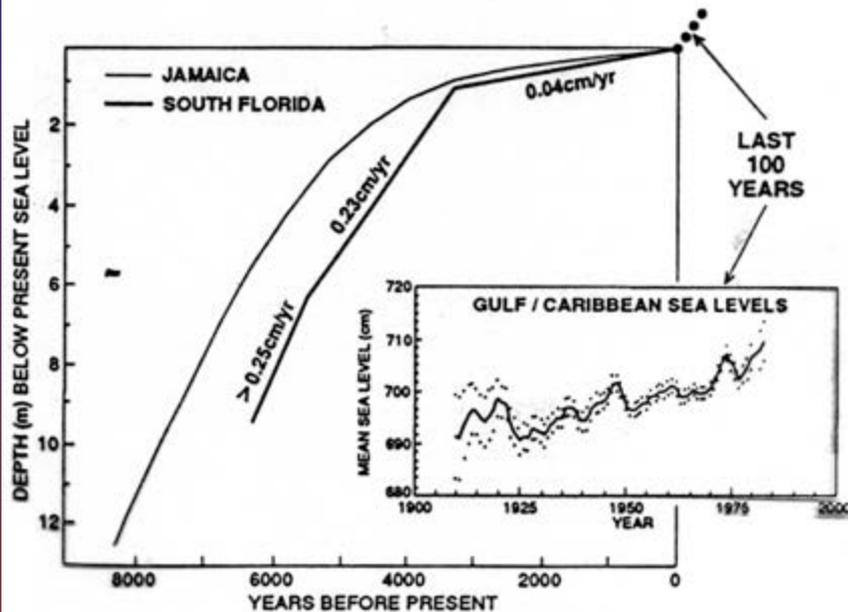
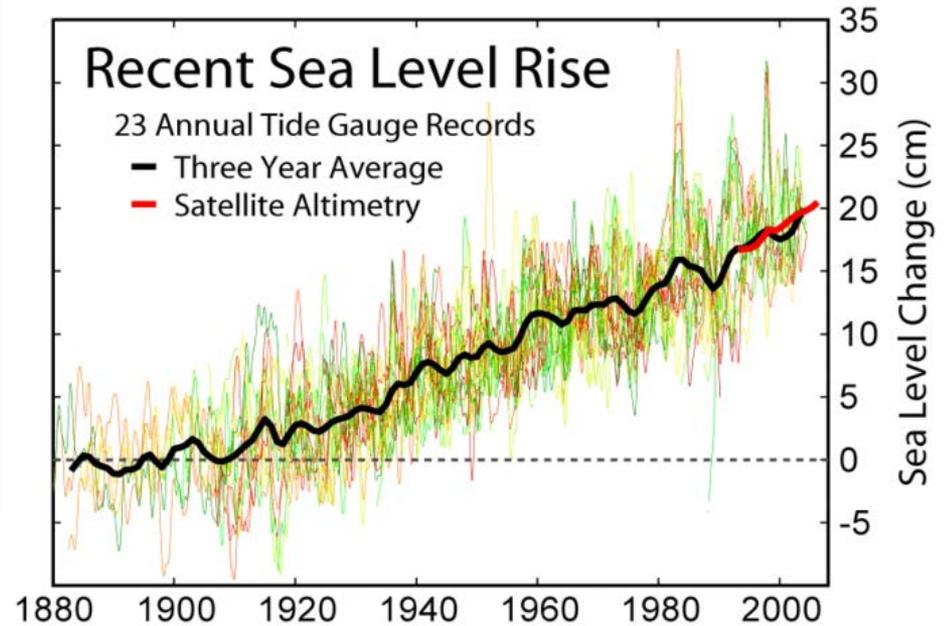


Calentamiento
Global 2 - 5 °C para
finales de siglo.



Cambios Climáticos Globales

Aumento del Nivel Medio del Mar 65 ± 35 cm para finales de siglo.

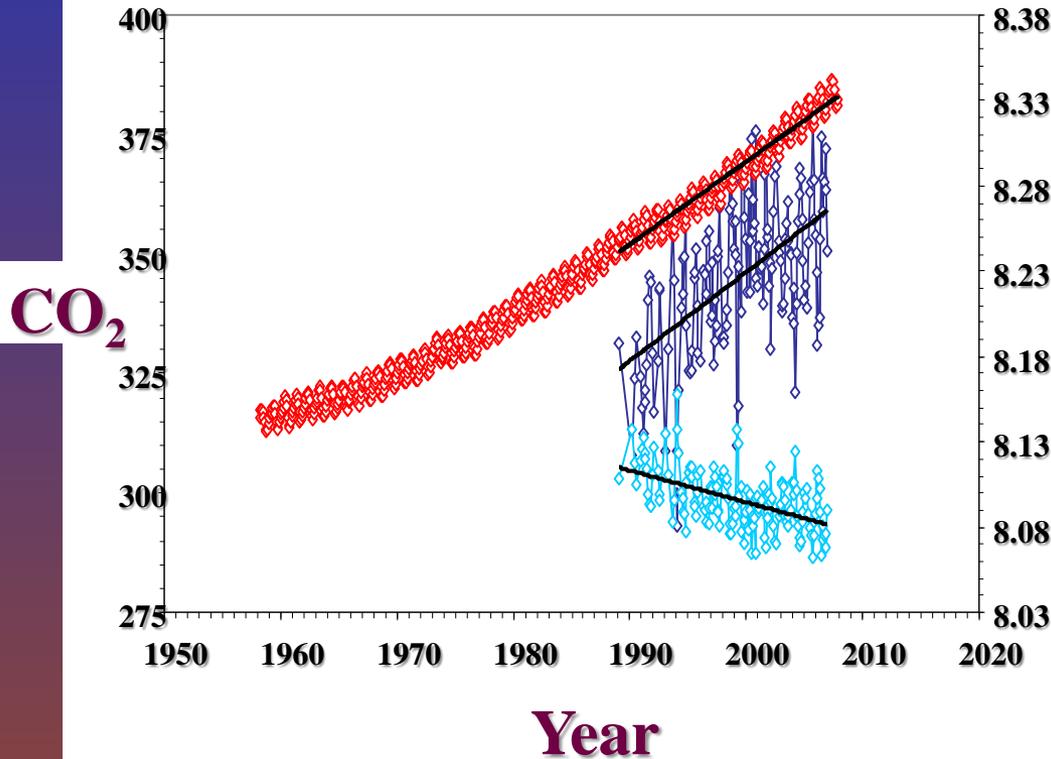
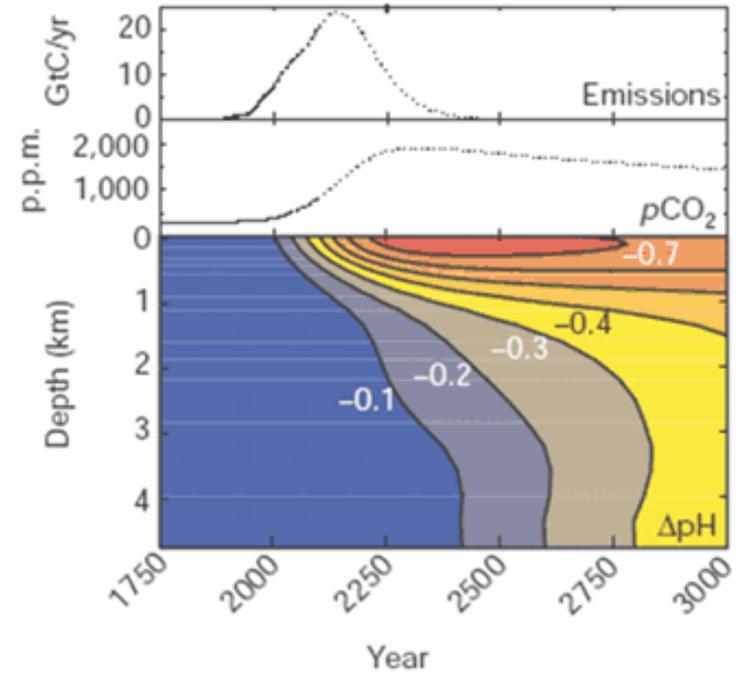


Cambios Climáticos Globales

Acidificación del Océano

Una consecuencia de la producción de gases invernadero.

Projected Increases in Ocean Acidity

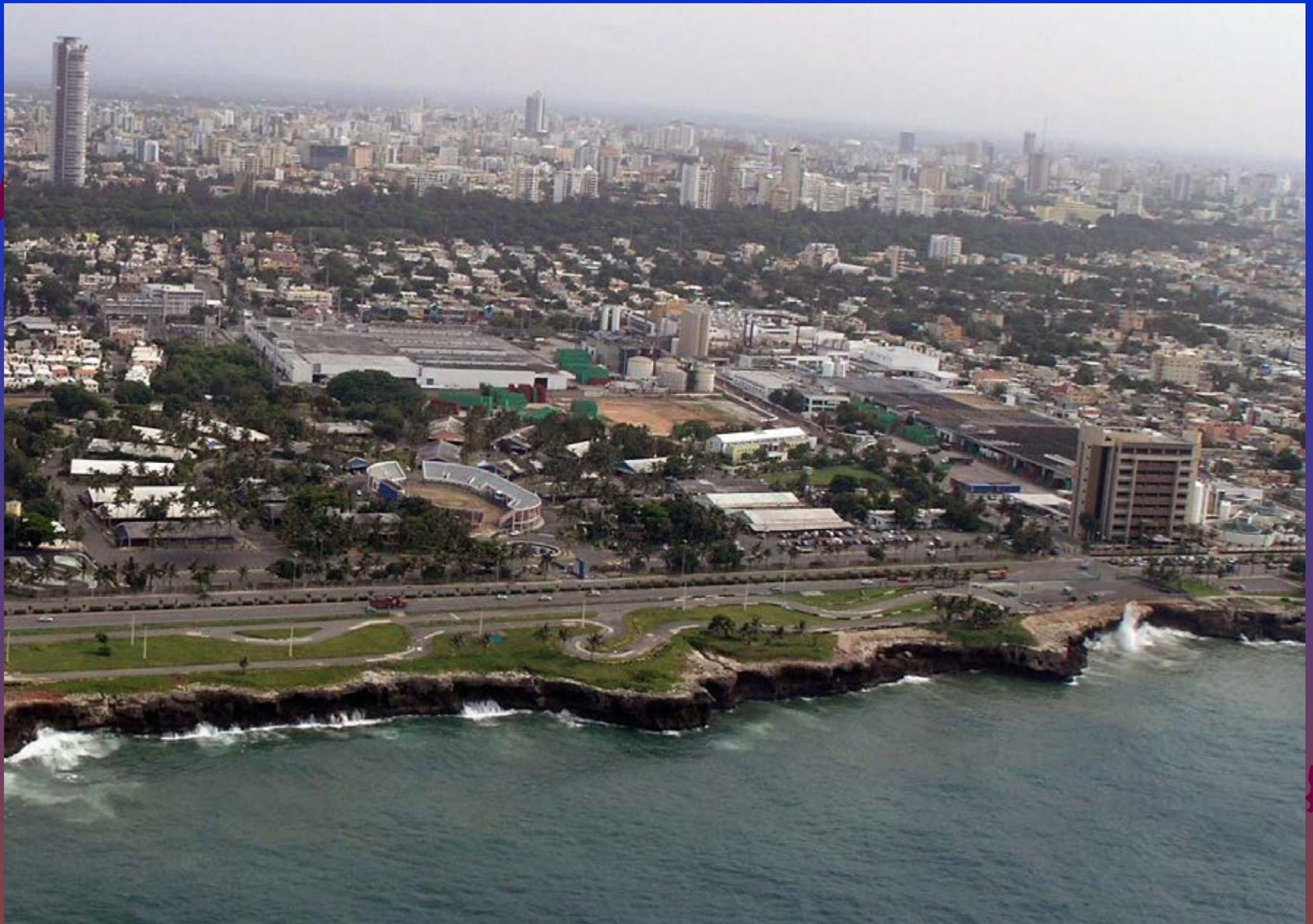


Efecto en corales, crustaceos, ...

Cambios Climáticos Globales

Implicaciones de los Cambios Climáticos Globales en los ecosistemas costeros.

Términos de Referencia		
Aumento del Nivel del Mar en 20 cm		
Aumento de la Temperatura Superficial del Mar en 1.5 °C		
Ecosistemas	Nivel de Vulnerabilidad	
	NMM.(+20cm)	Temp.(1.5 °C)
Deltas	Alto	Bajo
Estuarios	Medio	Medio
Humedales	Medio	Medio
Planicies Costeras	Medio	Medio
Arrecifes Coralinos	Bajo	Medio
Lagunas Costeras	Medio	Medio
Manglares	Medio	Bajo
Ceibadales	Medio	Medio
Pesquerías	Bajo	Medio
Agricultura	Bajo	Bajo
Bosques	Bajo	Medio
Ríos	Bajo	Medio
Playas	Alto	Bajo
Factores Socio-Económicos		
Nivel de Vulnerabilidad		
Zonas Costeras	Bajo	Medio
Turismo	Alto	Medio
Asentamientos Costeros	Medio	Bajo
Salud Pública	Bajo	Medio
Tormentas Tropicales	Bajo	Alto
Migraciones Humanas	Bajo	Medio
Herencia Cultural	Medio	Bajo



















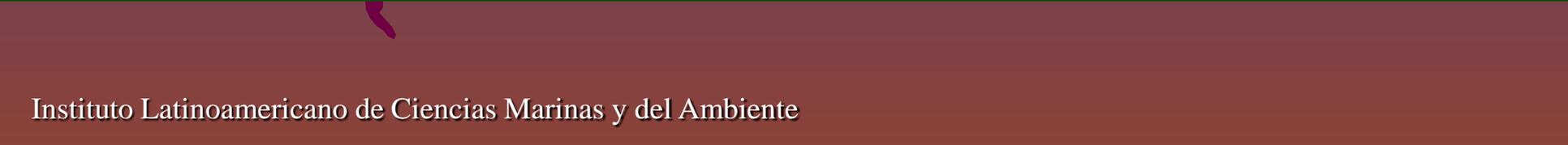












FUTURO ??



Depende de nosotros !!!

ECOSISTEMAS COSTEROS

NIVELES DE ESTUDIO

INVENTARIO DE RECURSOS NATURALES

EVALUACION E IMPACTO

PROYECCION DE DESARROLLO

ECOSISTEMAS COSTEROS

NIVELES DE ESTUDIO



INVENTARIO DE RECURSOS NATURALES

Caracterización de los componentes naturales presentes.

Estudio de la interacción entre los componentes naturales y definición de los factores de integración.

Representación espacial del Ecosistema por componentes y unidades funcionales.

ECOSISTEMAS COSTEROS

NIVELES DE ESTUDIO



EVALUACION E IMPACTO

Diagnóstico del estado del Ecosistema.

Definición del tipo y grado de modificación.

Reconocimiento y evaluación de los factores ambientales.

Pronóstico de evolución de las condiciones naturales bajo la influencia de los actuales y futuros factores ambientales.

Diseño de sistema de monitoreo.

ECOSISTEMAS COSTEROS

NIVELES DE ESTUDIO



PROYECCION DE DESARROLLO

- Zonificación funcional de los recursos naturales.
- Definición de los niveles de carga potenciales.
- Proyección de las actuaciones para la sostenibilidad del desarrollo.
- Sistematización automatizada de la información (**S**istemas de **I**nformación **G**eográfica **SIG/GIS**).

Métodos de Caracterización de Ecosistemas Costeros.

Forma de obtener la información.

Investigaciones “in situ”.

Investigaciones “a distancia” (métodos de teledetección).

Forma de organizar la investigación.

Investigaciones temáticas.

Investigaciones multidisciplinarias.

Método combinado (multinivel y multidisciplinario).

Investigaciones Necesarias.

Oceanografía.

Hidrografía, corrientes, oleaje, mareas, etc.

Geología y Geomorfología.

Base litológica, sedimentos y estructura. Formas del relieve (costero y marino).

Vegetación y fauna (terrestre y marina).

Caracterización (tipo, conservación, etc.).

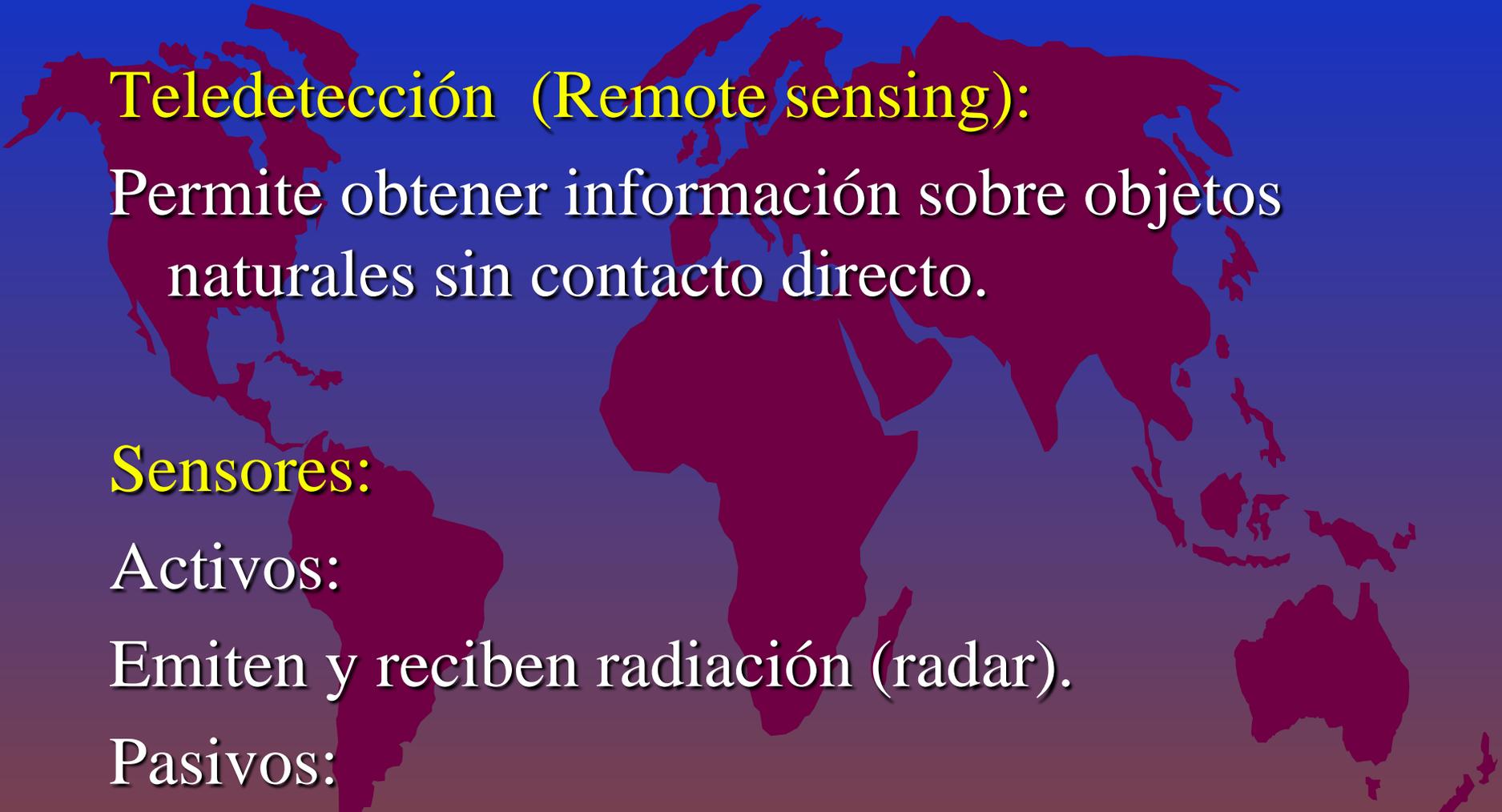
Paisajes (terrestres y marinos).

Estado de conservación.

Nivel de contaminación, antropomorfismo, etc.

Otras (en dependencia de los intereses de la zona).

Métodos de Teledetección



Teledetección (Remote sensing):

Permite obtener información sobre objetos naturales sin contacto directo.

Sensores:

Activos:

Emiten y reciben radiación (radar).

Pasivos:

Reciben radiación (Fotografía, scanners).

Sensores más usados.

Sensores aéreos (ventajas y desventajas).

Cámaras de video.

Cámaras fotográficas digitales.

Cámaras fotográficas (no métricas)

Cámaras fotográficas (métricas, pancromáticos y multizonales).

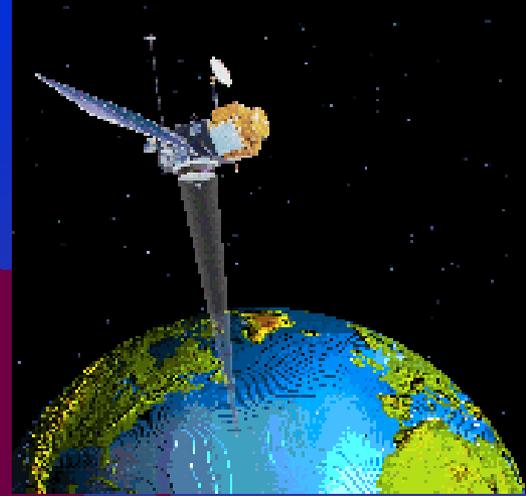
Scanner (pancromáticos y multizonales).

Sistemas de radar.

Sistemas de Láser



Sensores más usados.



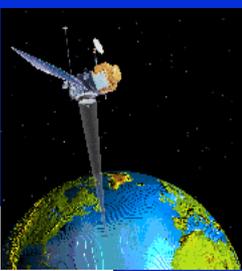
Sensores espaciales (ventajas y desventajas).

Cámaras fotográficas (métricas, pancromáticos y multizonales).

Scanner (pancromáticos y multizonales).

Sistemas de radar.

Sensores Espaciales



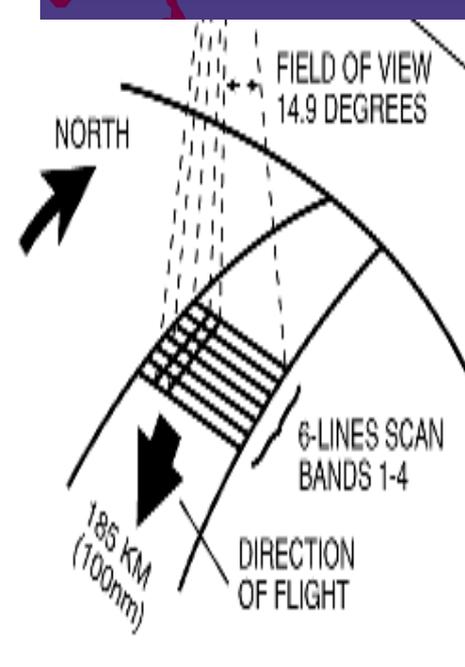
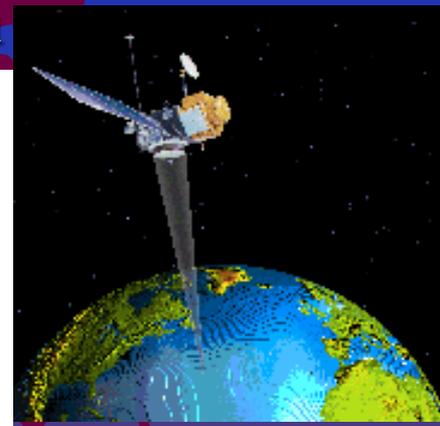
Sensor Name	Sensor Type	Spectral Bands	Product Resolution	Potential Coverage Area
<u>WorldView-1</u>	Satellite	Pan	50-cm	Global
<u>WorldView-2</u>	Satellite	Pan 8-band MS	50-cm 2-m	Global
<u>WorldView-3</u>	Satellite	Pan 8-band MS 8-band SWIR	31-cm 1.24-m 3.71-m	Global
<u>Pléiades 1A/1B</u>	2 satellite constellation	Pan 4-band MS	50-cm 2-m	Global
<u>GeoEye-1</u>	Satellite	Pan 4-band MS	50-cm 2-m	Global
<u>Quickbird</u>	Satellite	Pan 4-band MS	60-cm 2.4-m	Global
<u>KOMPSAT-3</u>	Satellite	Pan 4-band MS	70-cm 2.8-m	Global
<u>EROS B</u>	Satellite	Pan	70-cm	Global
<u>IKONOS</u>	Satellite	Pan 4-band MS	80-cm 3.2-m	Global

Sensores Espaciales

Rango espectral, resolución espectral y espacial del Sensor TM

Bandas	Longitud de onda	Resolución
--------	------------------	------------

Banda 1	Visible (0.43 - 0.45 μm)	30 m
Banda 2	Visible (0.450 - 0.51 μm)	30 m
Banda 3	Visible (0.53 - 0.59 μm)	30 m
Banda 4	Rojo (0.64 - 0.67 μm)	30 m
Banda 5	IR C (0.85 - 0.88 μm)	30 m
Banda 6	SWIR 1 (1.57 - 1.65 μm)	30 m
Banda 7	SWIR 2 (2.11 - 2.29 μm)	30 m
Banda 8	PAN (0.50 - 0.68 μm)	15 m
Banda 9	Cirrus (1.36 - 1.38 μm)	30 m
Banda 10	IR T 1 (10.6 - 11.19 μm)	100 m
Banda 11	IR T 2 (11.5 - 12.51 μm)	100 m



Landsat - Thematic Mapper (TM8)

Sensores Espaciales

Thematic Mapper

Usos de las bandas
espectrales en la
caracterización de
Ecosistemas
Costeros

Banda 1 AZUL



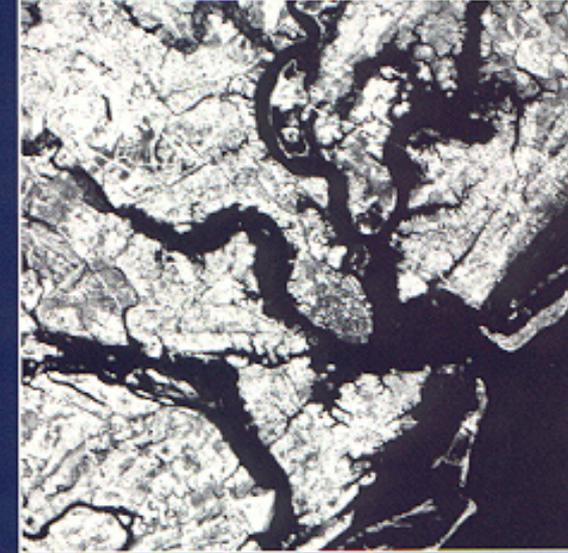
Banda 2 VERDE



Banda 3 ROJO



Banda 4 Infrarrojo



Sensores Espaciales

Thematic Mapper

Usos de las Síntesis
de bandas
espectrales en la
caracterización de
Ecosistemas
Costeros

RGB - 321



Sensores Espaciales

Thematic Mapper

Usos de las
Síntesis de bandas
espectrales en la
caracterización de
Ecosistemas
Costeros

RGB - 432



Sensores Espaciales

Thematic Mapper

Usos de las
Síntesis de bandas
espectrales en la
caracterización de
Ecosistemas
Costeros

RGB - 453



Sensores Espaciales

RGB - 742

Thematic Mapper

Usos de las Síntesis
de bandas espectrales
en la caracterización
de Ecosistemas
Costeros





Sensores Espaciales



Otros sensores espaciales

- WorldView-3 !!! (30cm – 1 m resolución espacial)
- IKONOS !! (1 - 4 m resolución espacial)
- Synthetic Aperture Radar (SAR)
- Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer
- Advance Very High Resolution Radiometer (AVHRR 1km resolución especial)
- MODIS 200 to 1 km resolución especial)

Métodos de Teledetección Aplicados a la Cartografía Costera.

Métodos Aéreos.

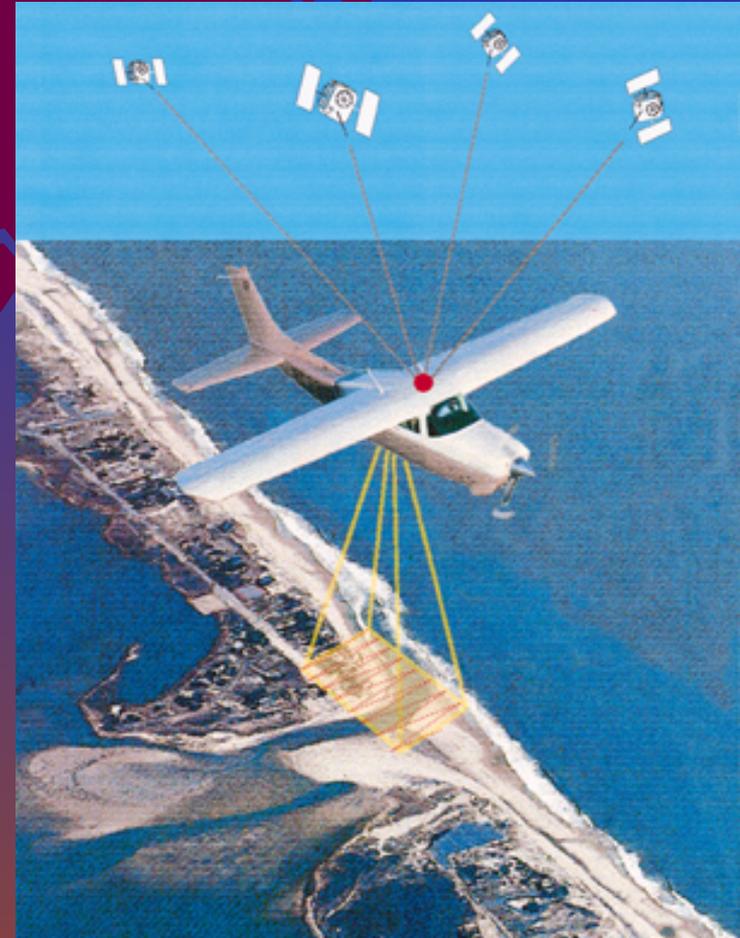
Levantamiento fotográfico.

Levantamiento con scanner
pancromático o multizonal.

Levantamiento scanner
láser.

Métodos Espaciales.

Levantamiento con scanner
pancromático o multizonal.



Tipos de mapas mas comunes.

Mapas topográficos.

Cartas náuticas.

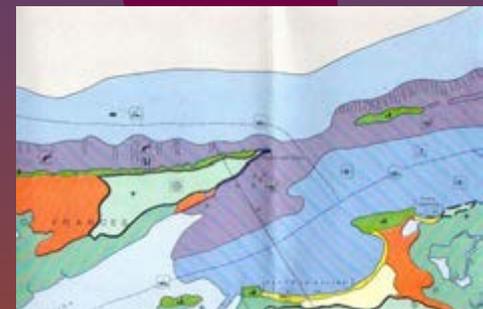
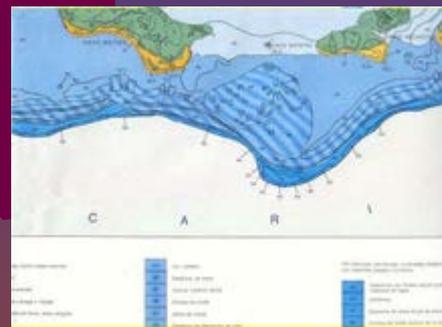
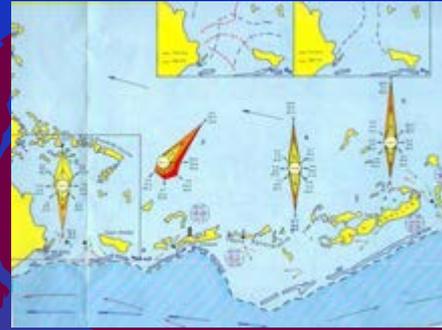
Mapa geomorfológico.

Mapa de vegetación.

Mapa de tipos de fondo.

Mapa de paisajes.

Mapa de zonificación funcional.



Levantamiento aéreo

Video y fotografía digital.

Ventajas.

Bajo costo.

Inmediatez.

Desventajas.

Baja resolución espacial y radiométrica.



Levantamiento aéreo

Fotografía aérea:

(Métrica/no métrica, pancromática, en colores, multizonal).

Ventajas.

Alta resolución espacial.

Mayor contenido informativo.

Desventajas.

Alto costo.

Levantamiento aéreo con scanner multizonal.

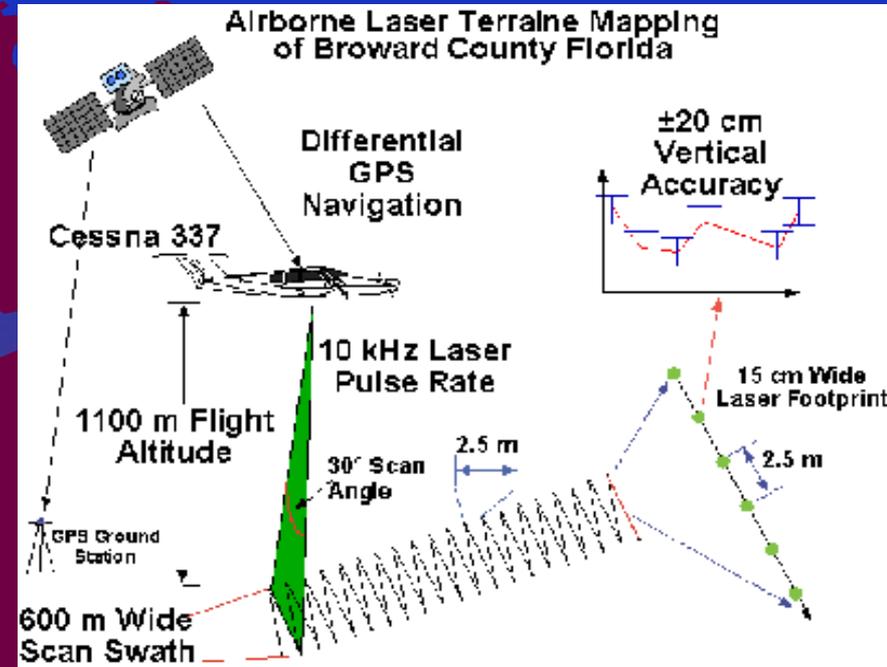


Cartografía topográfica láser

Usos

Evaluación de áreas inundadas por tormentas.

Evaluación de la erosión en playas.



Uso de los sensores remotos en el estudio de los ecosistemas costeros.

Uso de la costa.



Arrecifes



Geomorfología.



Vegetación submarina



Vegetación costera



Contaminación



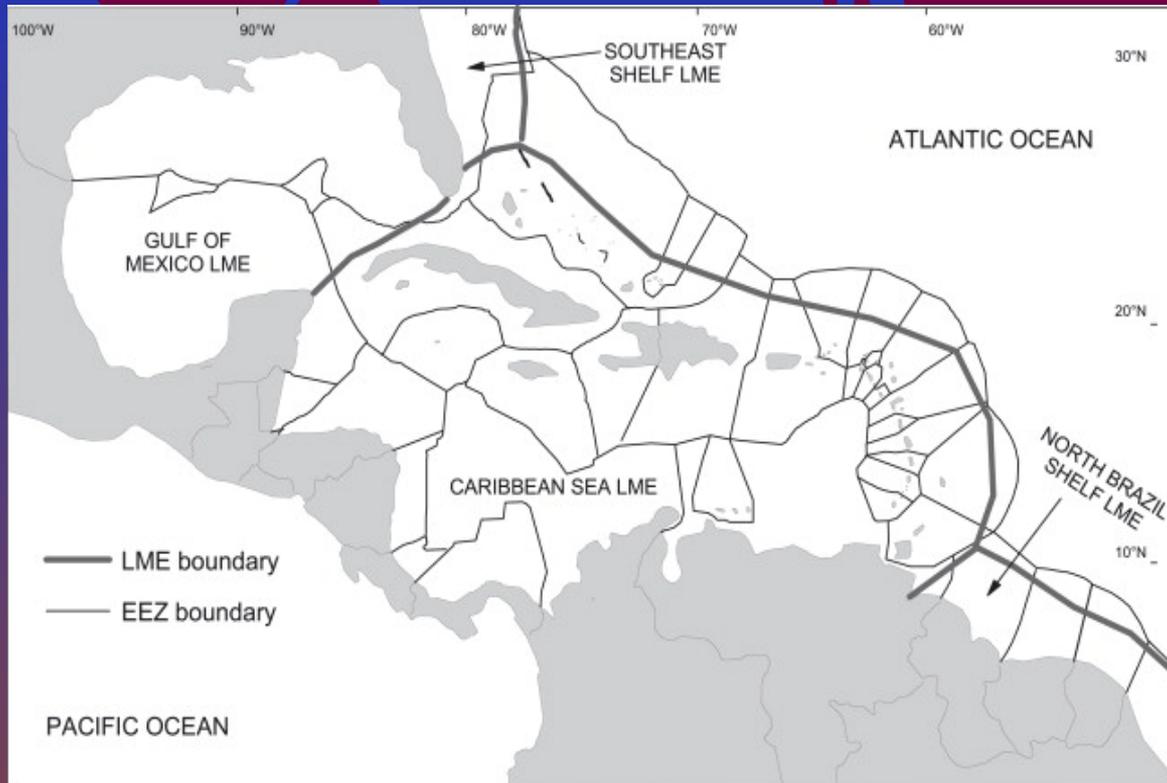
Tipos de Fondos



Deltas y descargas fluviales

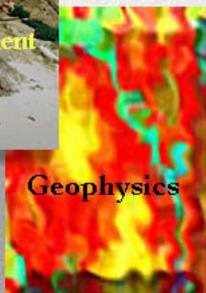
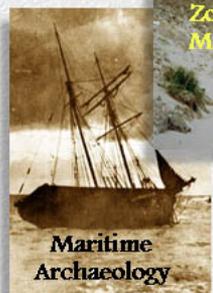
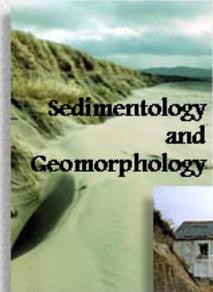
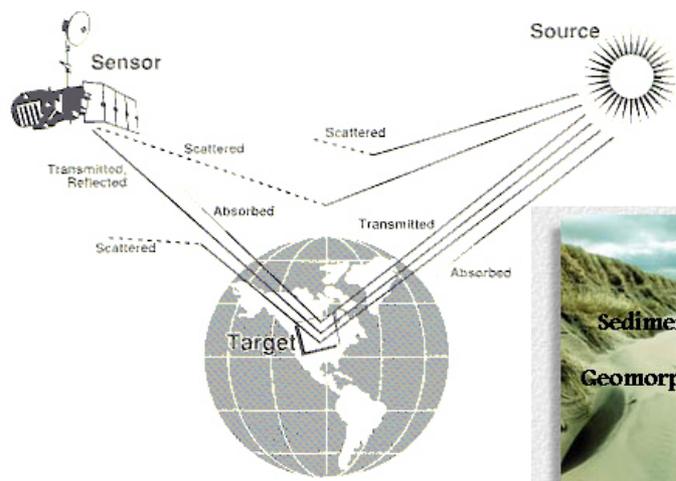


Large Marine Ecosystem Programs in the Gulf of Mexico and Caribbean



- Funded primarily by the Global Environmental Facility (GEF)
- Multi-National Cooperation on ecosystem management and support for existing institutions
- Cuba is potentially a partner in both. GEF funding potentially available
- USA Participating in GoM with Mexico
- Gulf of Mexico Alliance?

Fanning et al. A large marine ecosystem governance framework . Marine Policy 31(4) 2007



Estudio Integral de Ecosistemas Costeros y su Representación Cartográfica

Estudio Integral de grupos insulares en Cuba.



Áreas de estudio

ESTUDIO DE LOS GRUPOS INSULARES Y ZONAS LITORALES DEL ARCHIPIELAGO CUBANO CON FINES TURISTICOS

Cayos Francés, Cobos, Las Brujas, Ensenachos y Santa María

RESUMEN

4

Monografía

Diseño de Estudio Integral de Ecosistemas Costeros

Definición de los objetivos de la investigación.

Elaboración del Proyecto general de investigación para el territorio.

Definición de las temáticas y creación de grupo multidisciplinario de investigadores.

Elaboración de Proyectos específicos por temáticas.

- **Geología.**
- **Geomorfología.**
- **Tipos de fondo.**
- **Hidrología.**
- **Meteorología.**
- **Oceanografía.**
- **Vegetación.**
- **Fauna.**
- **Paisajes.**

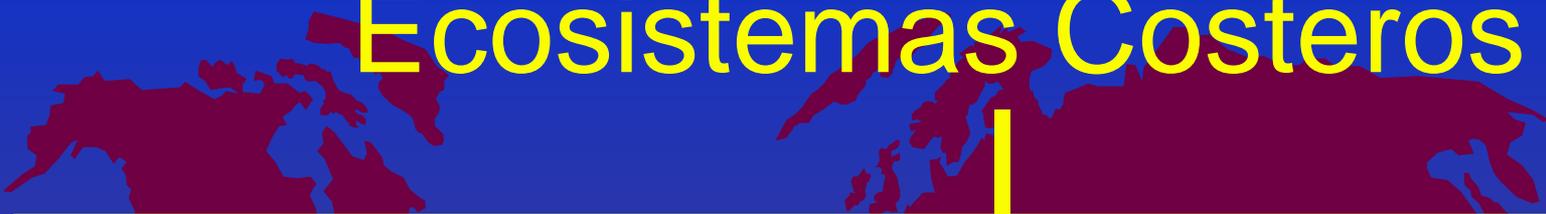
Diseño de Estudio Integral de Ecosistemas Costeros



Reconocimiento general de los territorios.

- **Revisión bibliográfica y cartográfica.**
- **Recopilación de imágenes aéreas y espaciales.**
- **Reconocimiento “in situ”.**
- **Definición de los límites geográficos.**

Diseño de Estudio Integral de Ecosistemas Costeros



Obtención de información por métodos de Teledetección.

Levantamiento aéreo.

• **Vídeo, fotografía (digital, pancromática, en colores, multizonal, otros), Scanner, Lasser, Radar.**

Compilación de información espacial.

• **Scanner (LandSat, Spot, otros)**

Elaboración de foto esquemas y foto planos.

Procesamiento e interpretación de imágenes.

Diseño de Estudio Integral de Ecosistemas Costeros

**Trabajo de verificación de campo
(terrestre y marino)**

**Representación cartográfica por
temática.**

**Elaboración de monografías de
resultados por temáticas**

- **Verificación de patrones de interpretación.**
- **Mediciones “in situ”.**
- **Muestreo en red de estaciones y perfiles.**

Diseño de Estudio Integral de Ecosistemas Costeros



Discusión de los resultados en grupo multidisciplinario de expertos.

Elaboración de las **RECOMENDACIONES para la planificación del manejo y desarrollo sostenible del territorio.**

**Resultados
(Monografía y mapas)**

A world map is shown in the background, rendered in a light blue color against a dark blue gradient. The map is centered on the Atlantic Ocean, with the Americas on the left and Europe and Africa in the center. The text is overlaid on the map.

Resultados de los estudios de grupos insulares en Cuba.

Estudio Integral de grupos insulares en Cuba.



Áreas de estudio

ESTUDIO DE LOS GRUPOS INSULARES Y ZONAS LITORALES DEL ARCHIPIELAGO CUBANO CON FINES TURISTICOS

Cayos Francés, Cobos, Las Brujas, Ensenachos y Santa María

RESUMEN

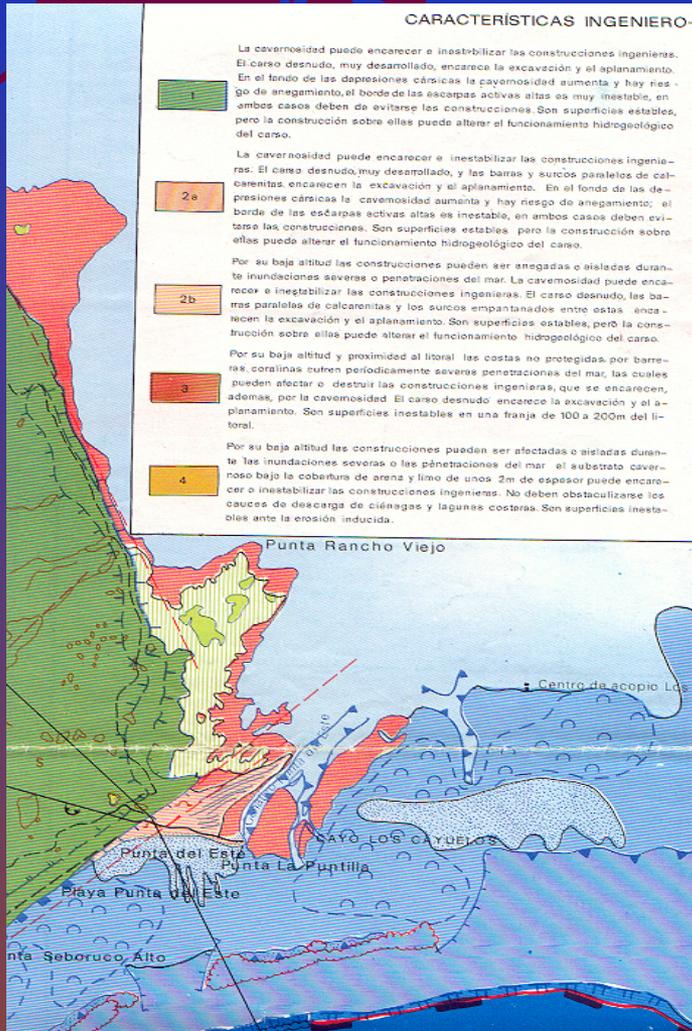
4

Monografía

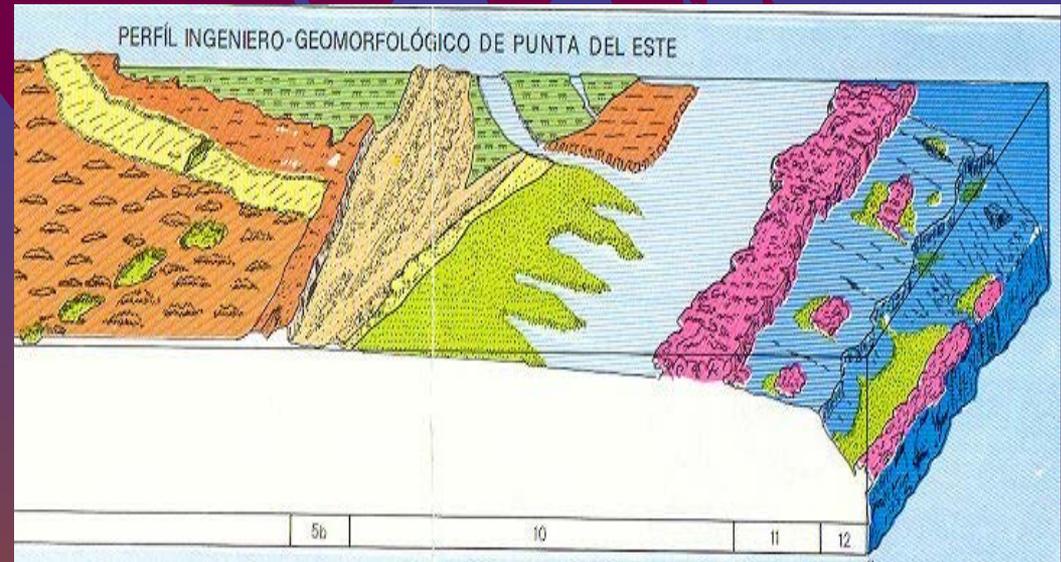
Resultados de los estudios de grupos insulares en Cuba.



Resultados de los estudios de grupos insulares en Cuba.

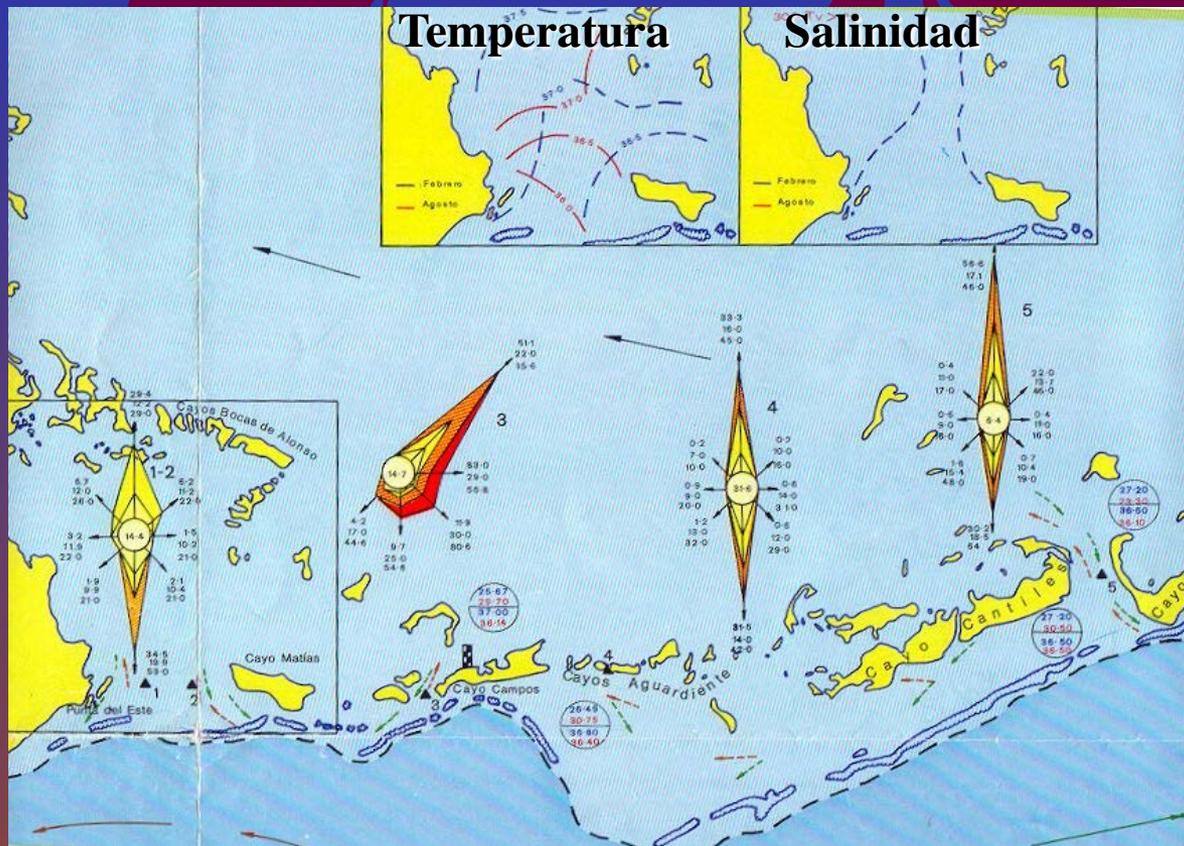


Caracterización Ingeniero geológica y geomorfológica.



Resultados de los estudios de grupos insulares en Cuba.

Oceanografía



Parámetros:

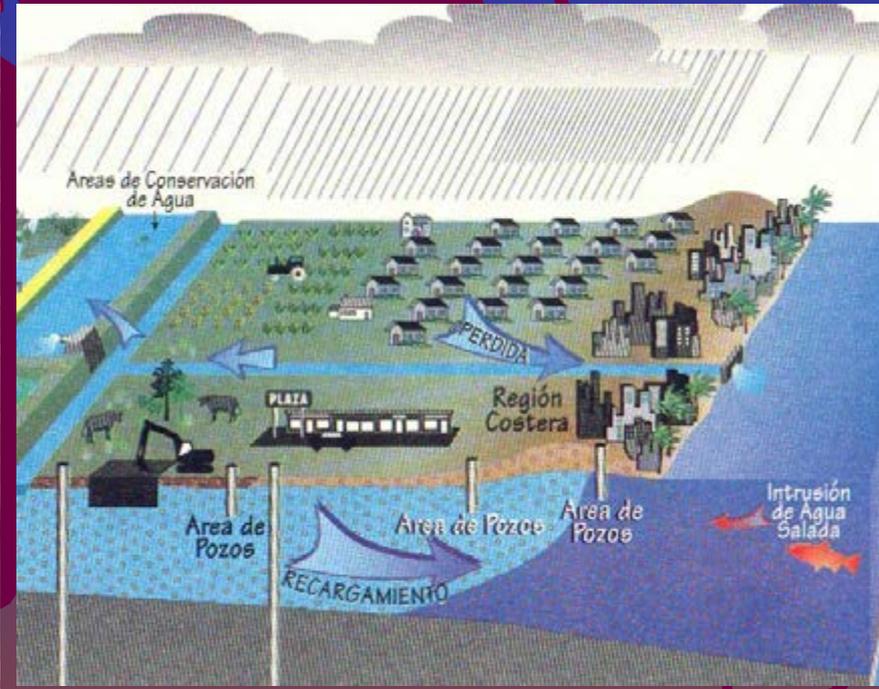
- Temperatura
- Salinidad
- Transparencia
- Densidad de pigmentos del fitoplancton
- Marea
- Corrientes

Resultados de los estudios de grupos insulares en Cuba.

Hidrología.



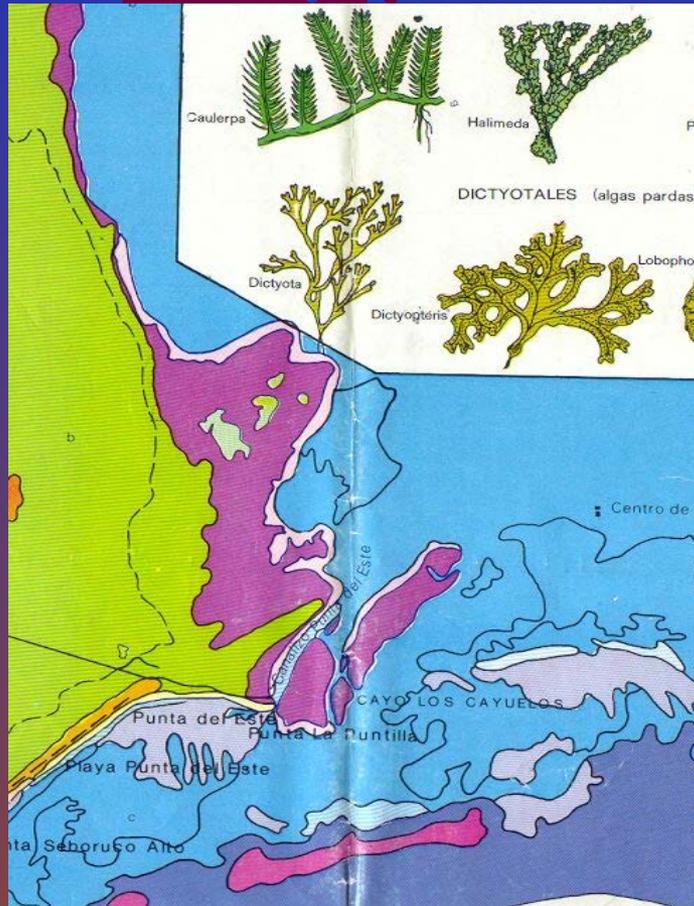
Imagen LandSat.



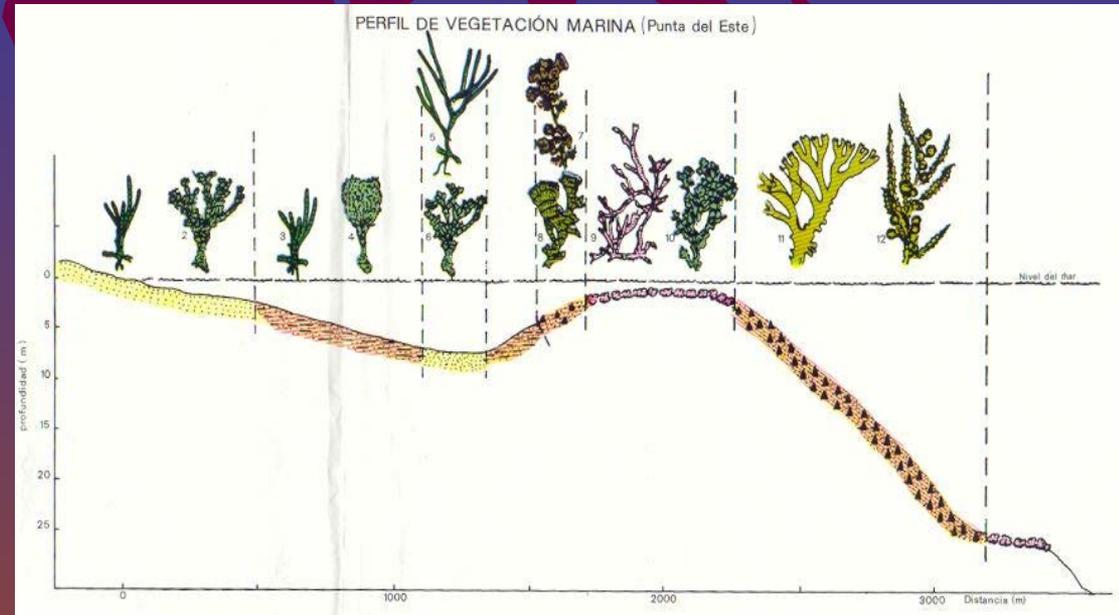
Esquema del Sistema de drenaje.

Resultados de los estudios de grupos insulares en Cuba.

Vegetación



Perfil de Vegetación Submarina



Resultados de los estudios de grupos insulares en Cuba.

Tipos de Fondos Marinos

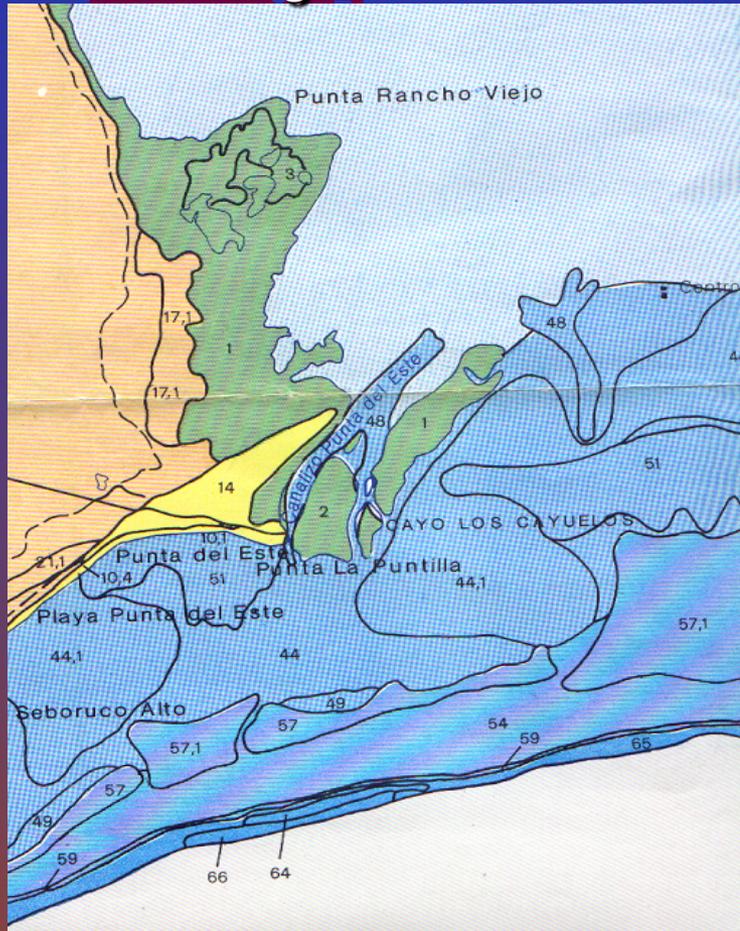


Biotopos Marinos



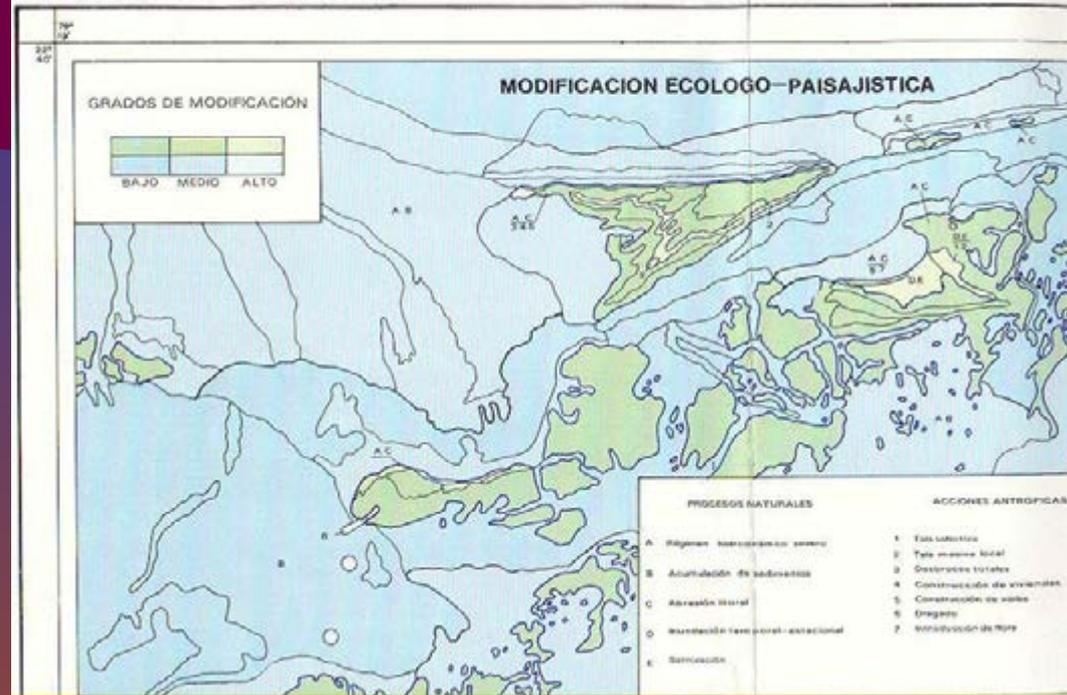
Resultados de los estudios de grupos insulares en Cuba.

Paisajes



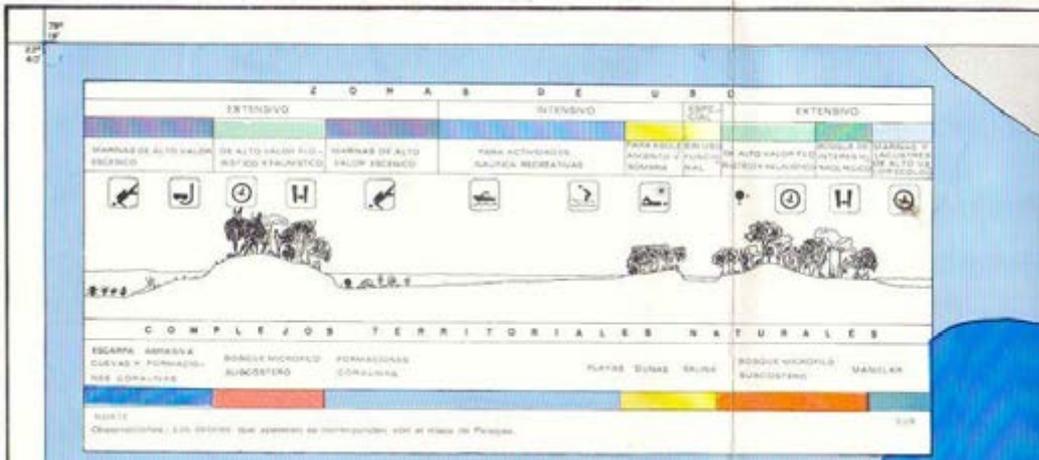
Modificación Ecológico – Paisajística.

MAPA DE PAISAJES



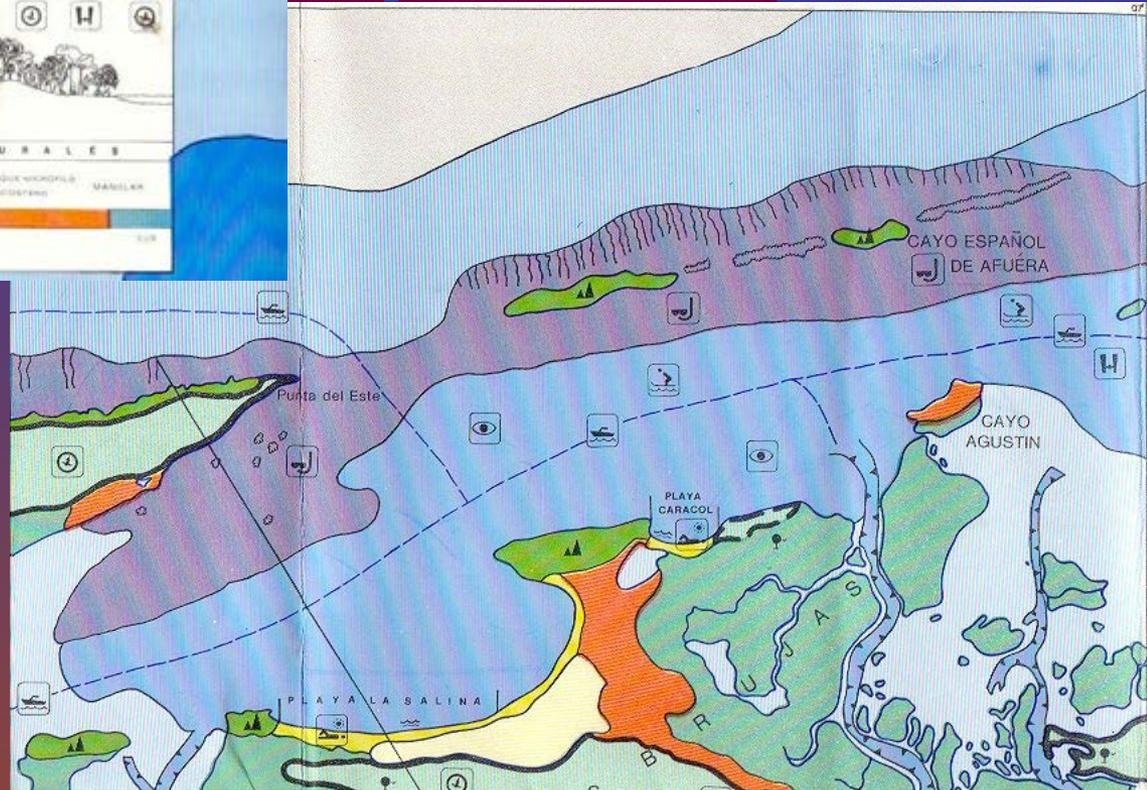
Resultados de los estudios de grupos insulares en Cuba.

MAPA DE ZONIFICACION FUNCIONAL TURISTICA



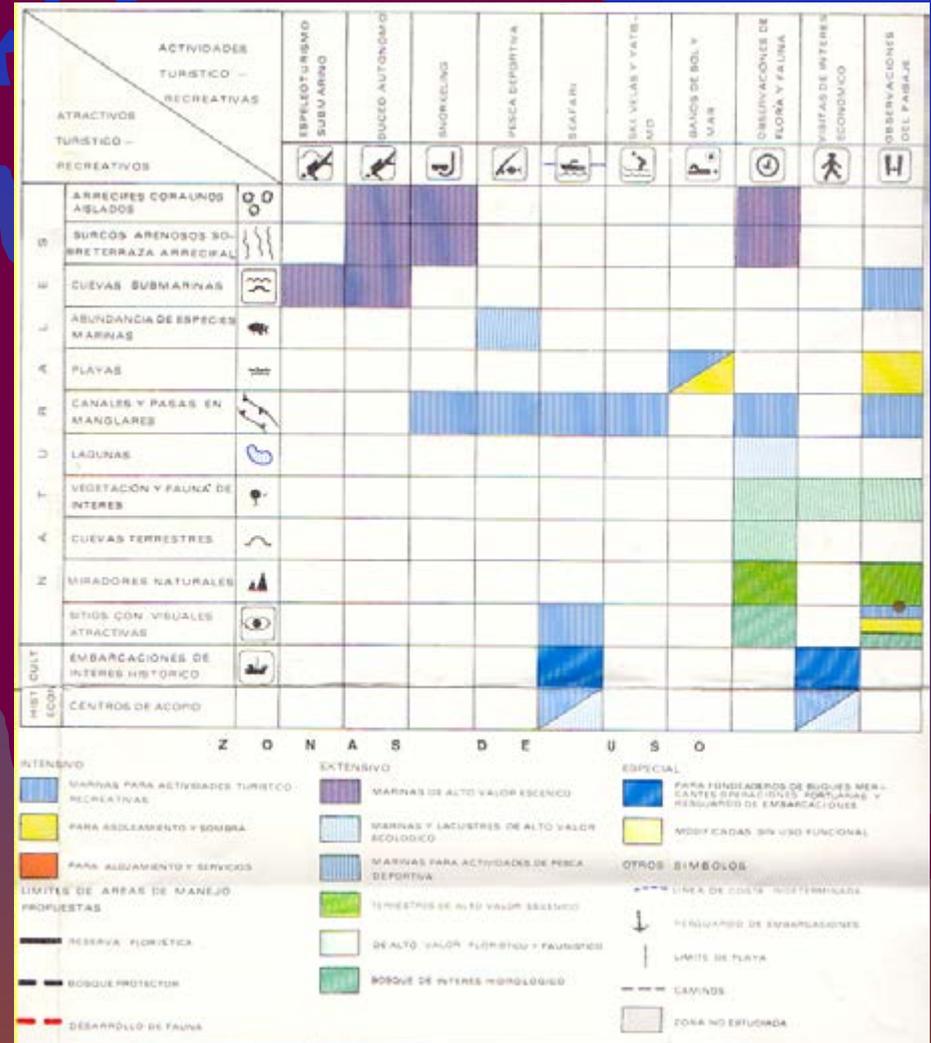
Zonificación Funcional

Zonas de Uso



Resultados de los estudios de grupos insulares en Cuba.

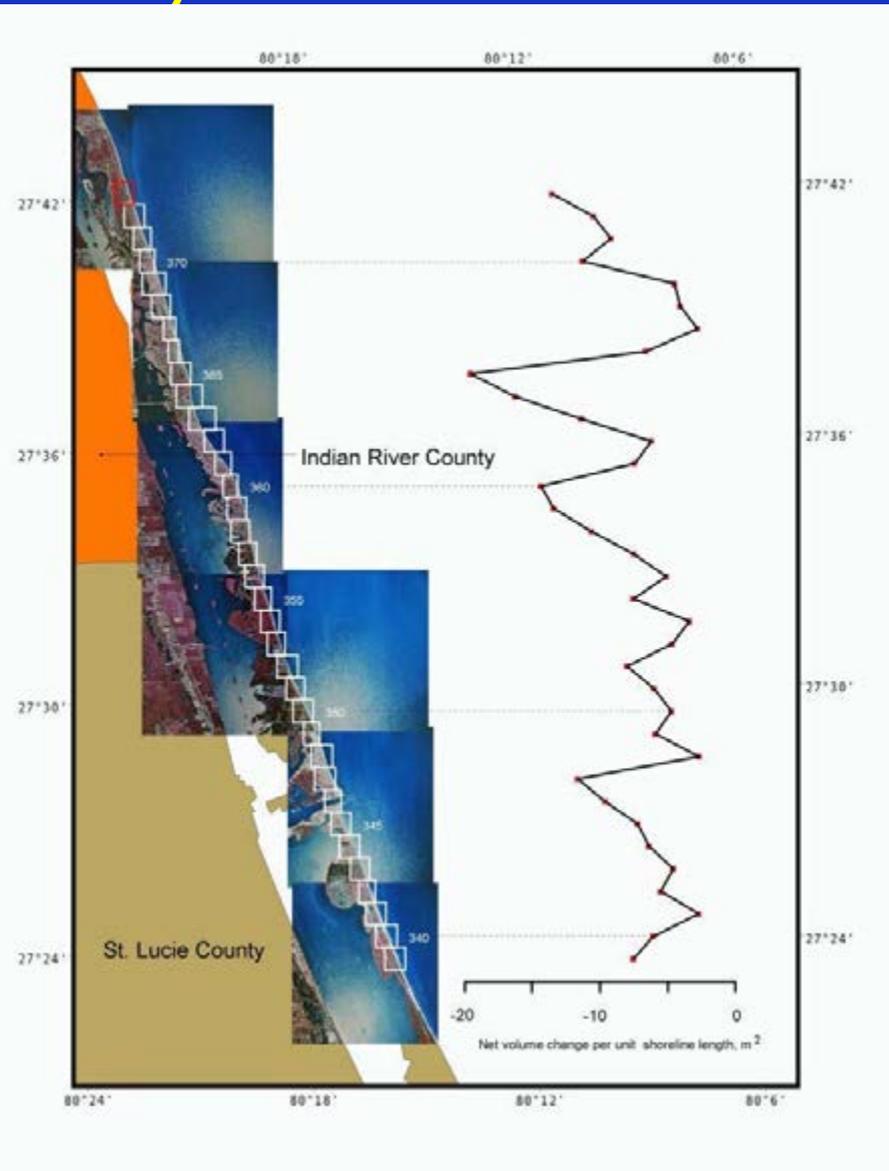
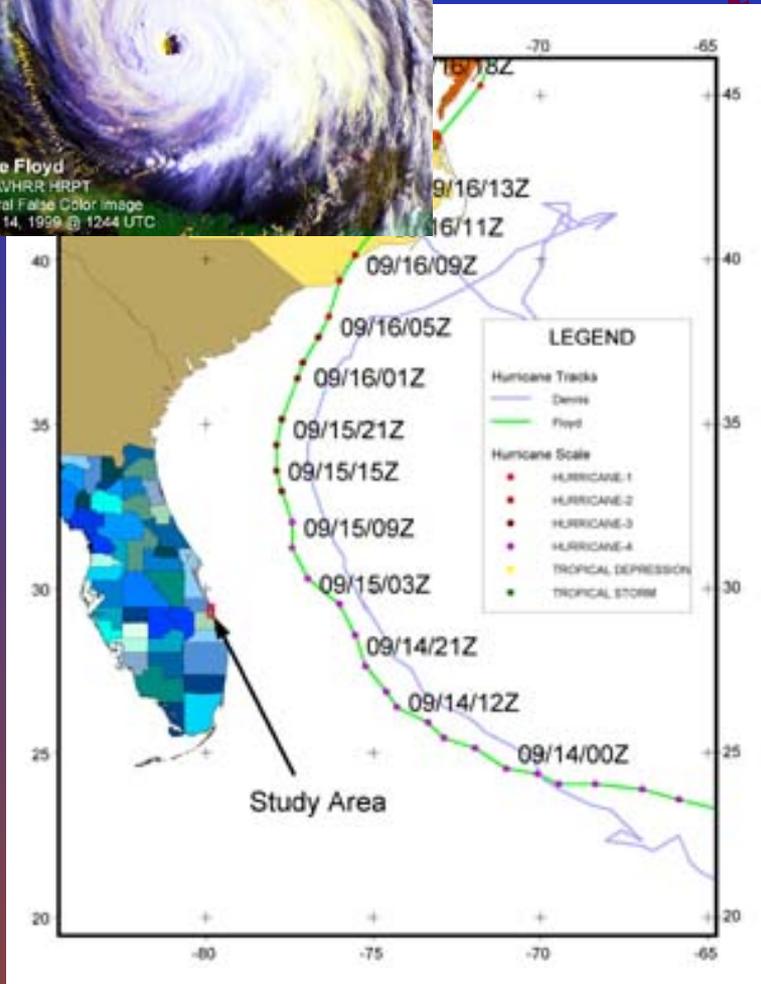
Matriz de uso funcional del territorio, definición de los niveles de carga y categorías de manejo.



Erosión Costera



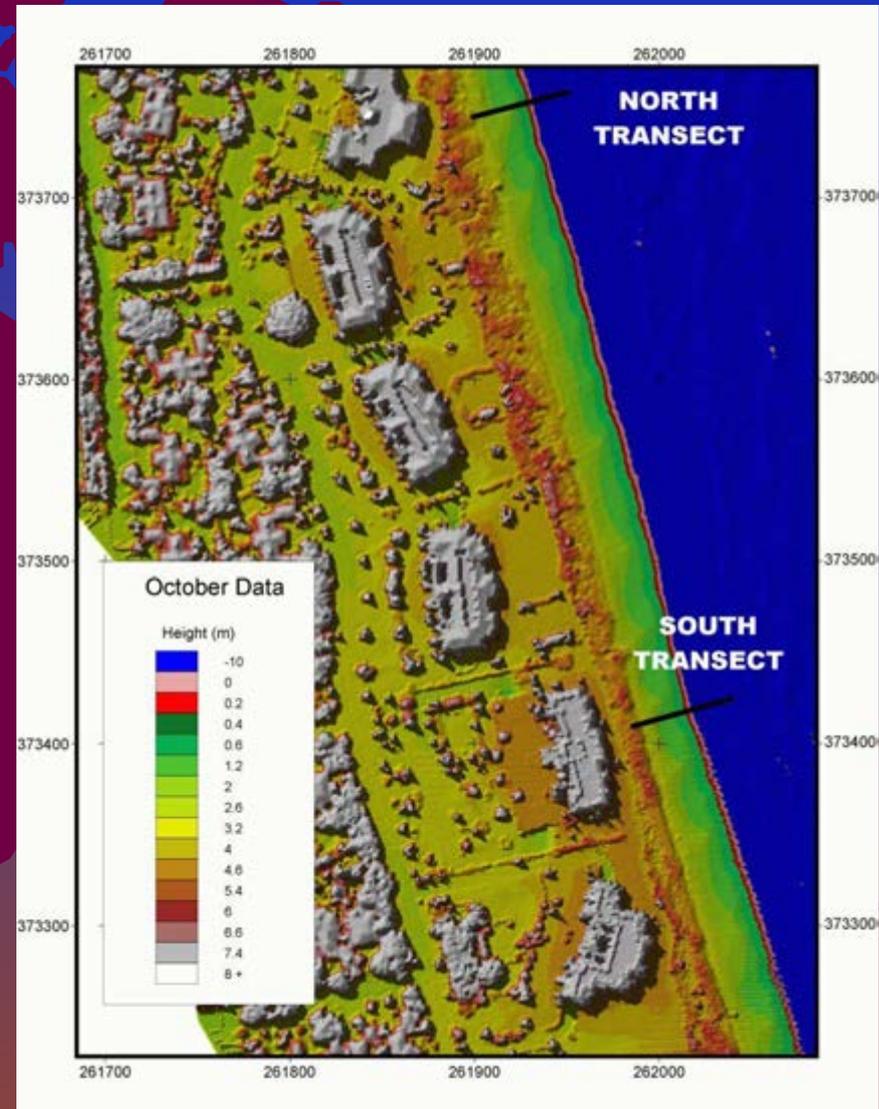
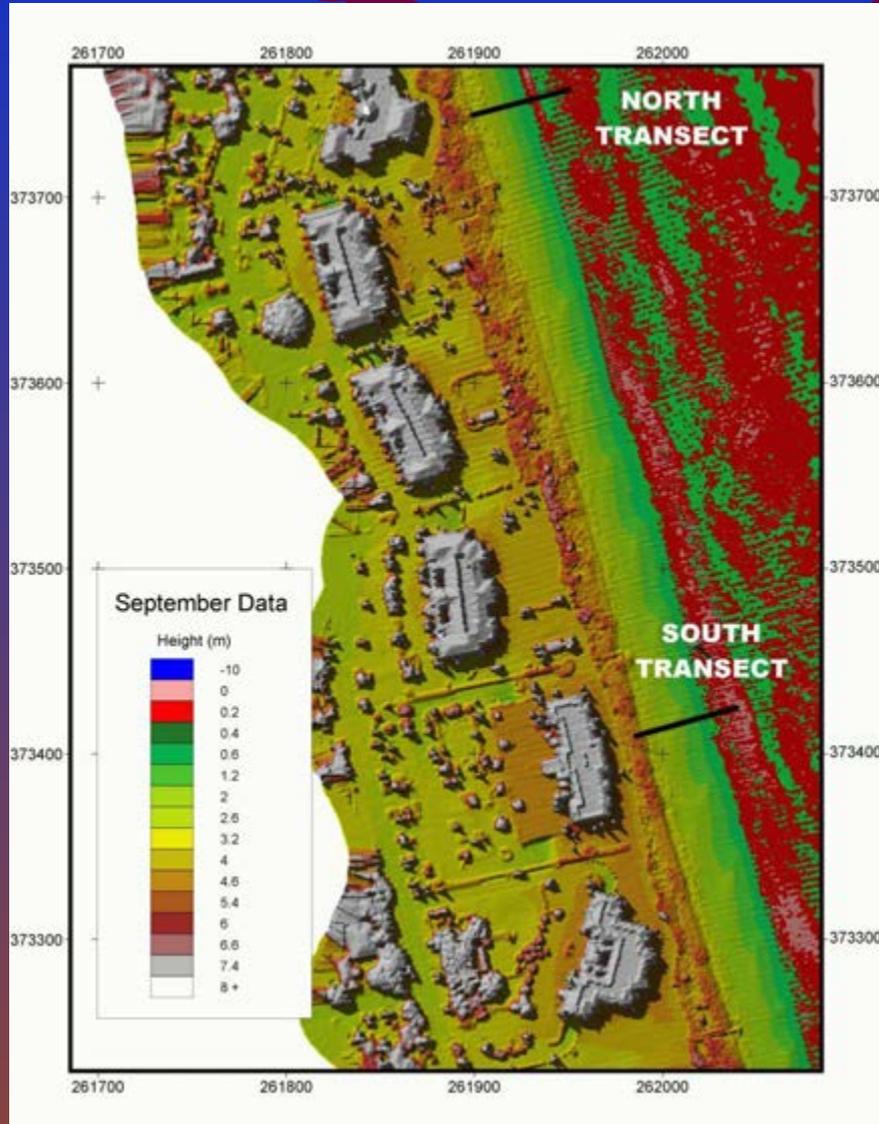
Variación de la línea de playa después del huracán Floyd.



Erosión de la playa.

Antes de Floyd (Septiembre 1999)

Después de Floyd (Octubre 1999)



A world map with a color gradient from blue at the top to red at the bottom. The title 'Contaminación Marina y Costera' is overlaid in yellow text.

Contaminación Marina y Costera

Contaminación Marina y Costera



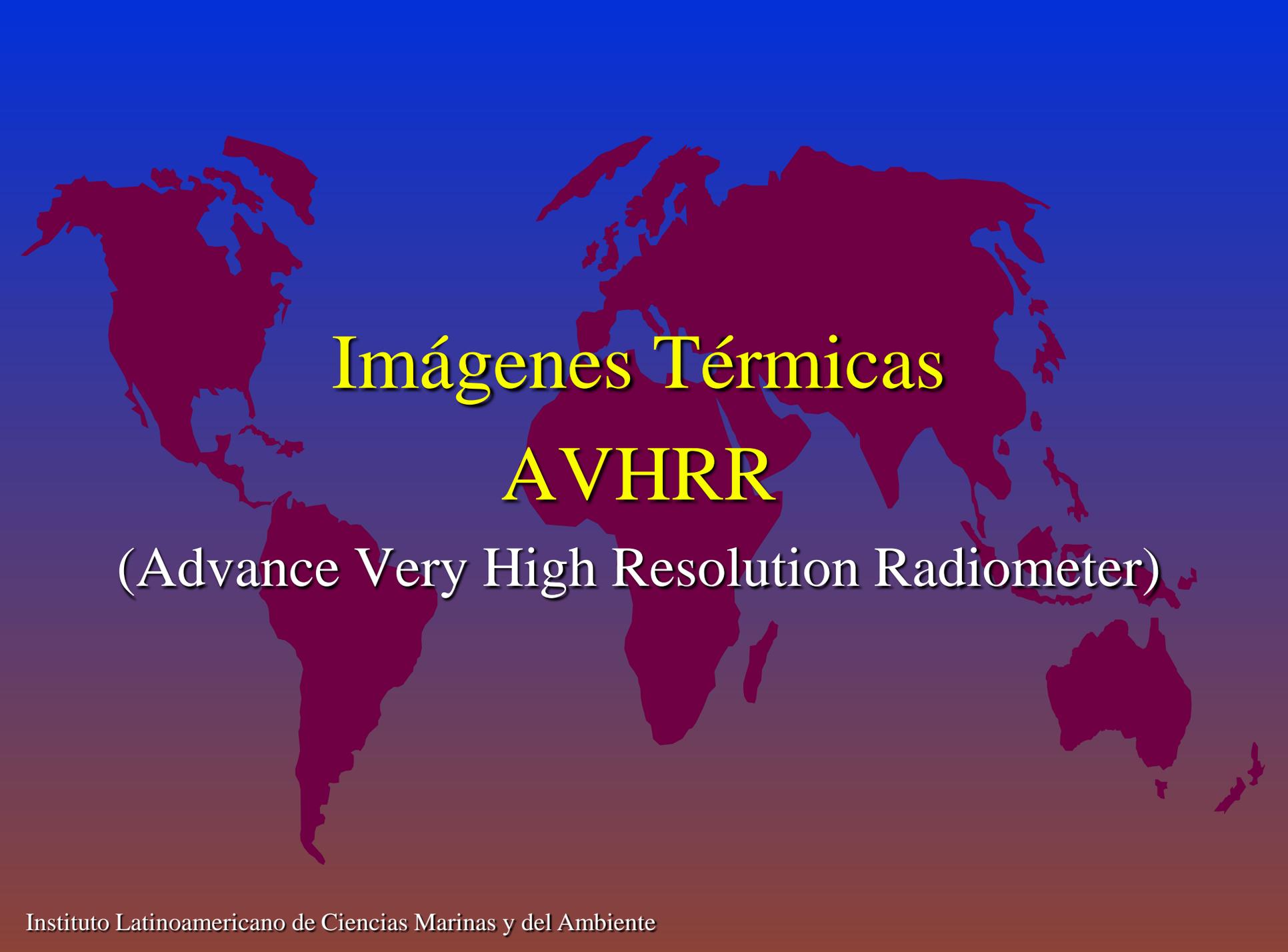
Caracterización Térmica

A world map is visible in the background, rendered in a light blue color against a dark blue gradient background. The map shows the continents and oceans, with a focus on the Caribbean and Gulf of Mexico regions.

Variación Espacio Temporal de la Temperatura Superficial en el Mar Caribe y el Golfo de México a partir de Imágenes Satelitarias AVHRR.

Temporal-Space Variability of the SST in Zones of Caribbean Sea and the Gulf of Mexico from AVHRR Images.

Nelson Melo González, et al.

A world map is shown in the background, with continents in a light tan color and oceans in a light blue color. The map is centered on the Atlantic Ocean.

Imágenes Térmicas

AVHRR

(Advance Very High Resolution Radiometer)

Algoritmos

A partir de la radiación superficial emitida por el Mar en la banda Infrarrojo, eliminando la influencia de la atmósfera y corrigiendo geoméricamente las imágenes resultantes se obtiene un mapa de la **Temperatura Superficial del Mar (SST)**

Fenómenos Superficiales

A partir de las Imágenes Térmicas de la superficie del Océano se pueden inferir procesos oceanográficos tales como:

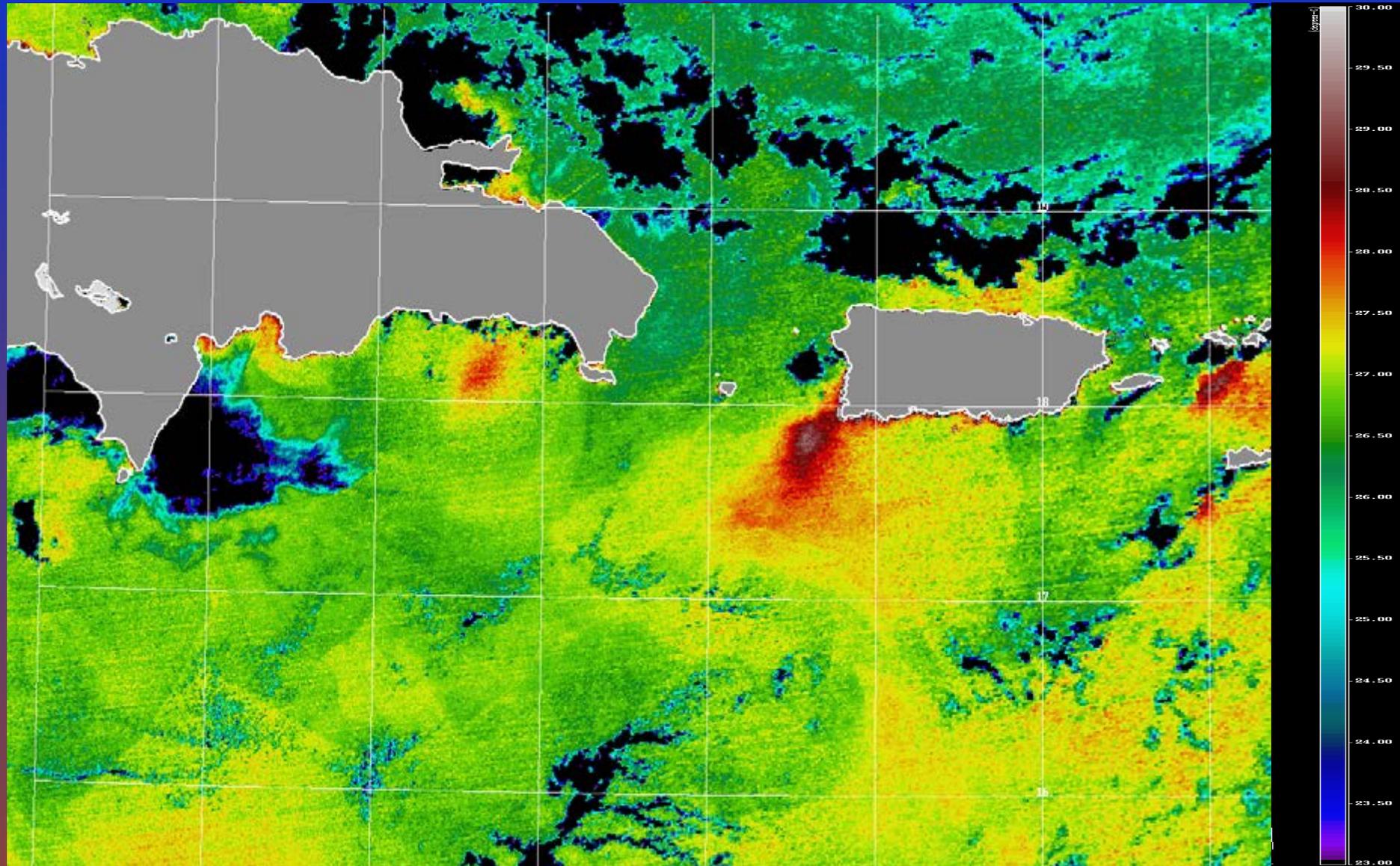
Frentes oceánicos

Surgencias

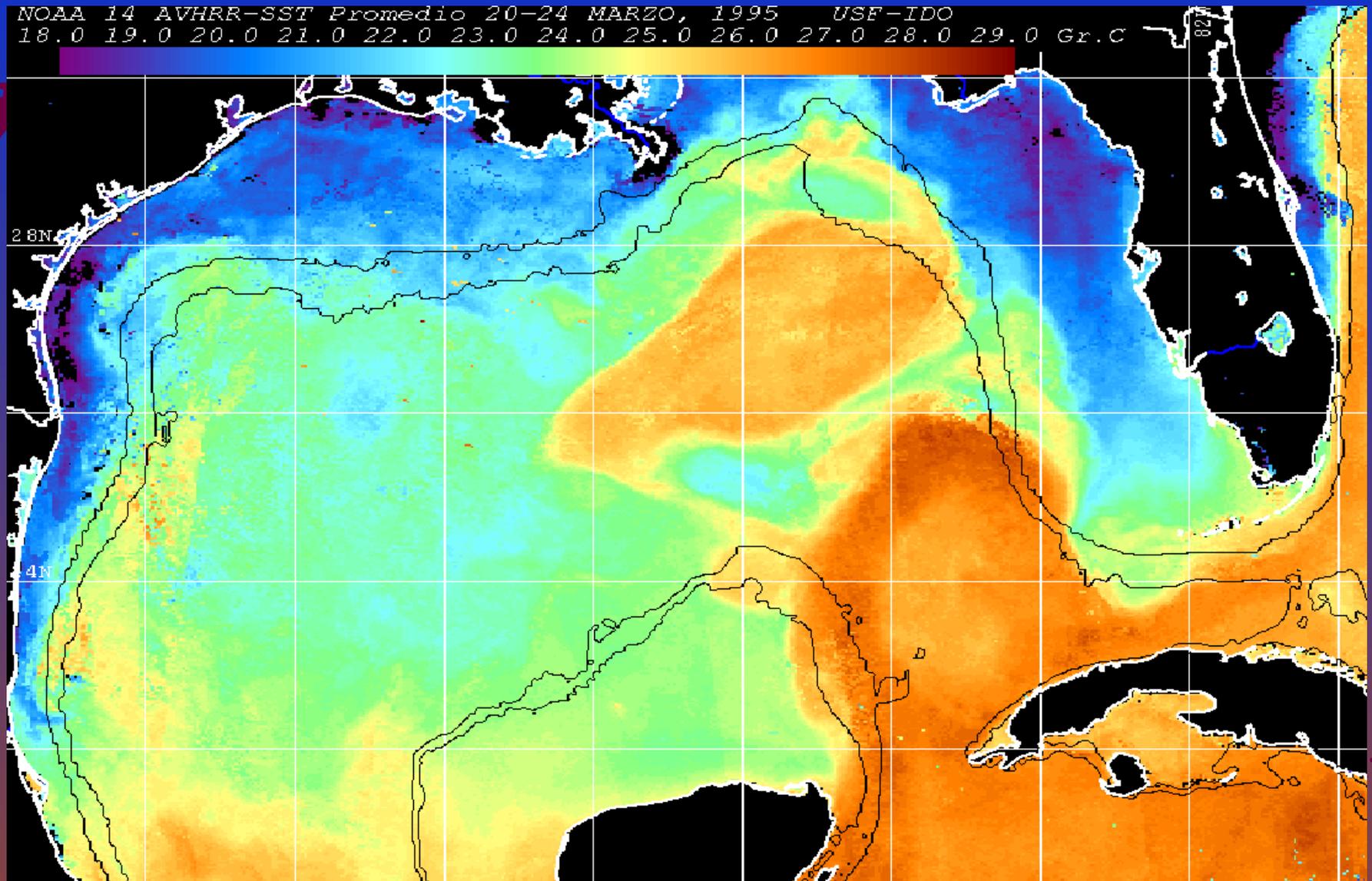
Corrientes

Interacción Océano-Plataforma-Atmósfera

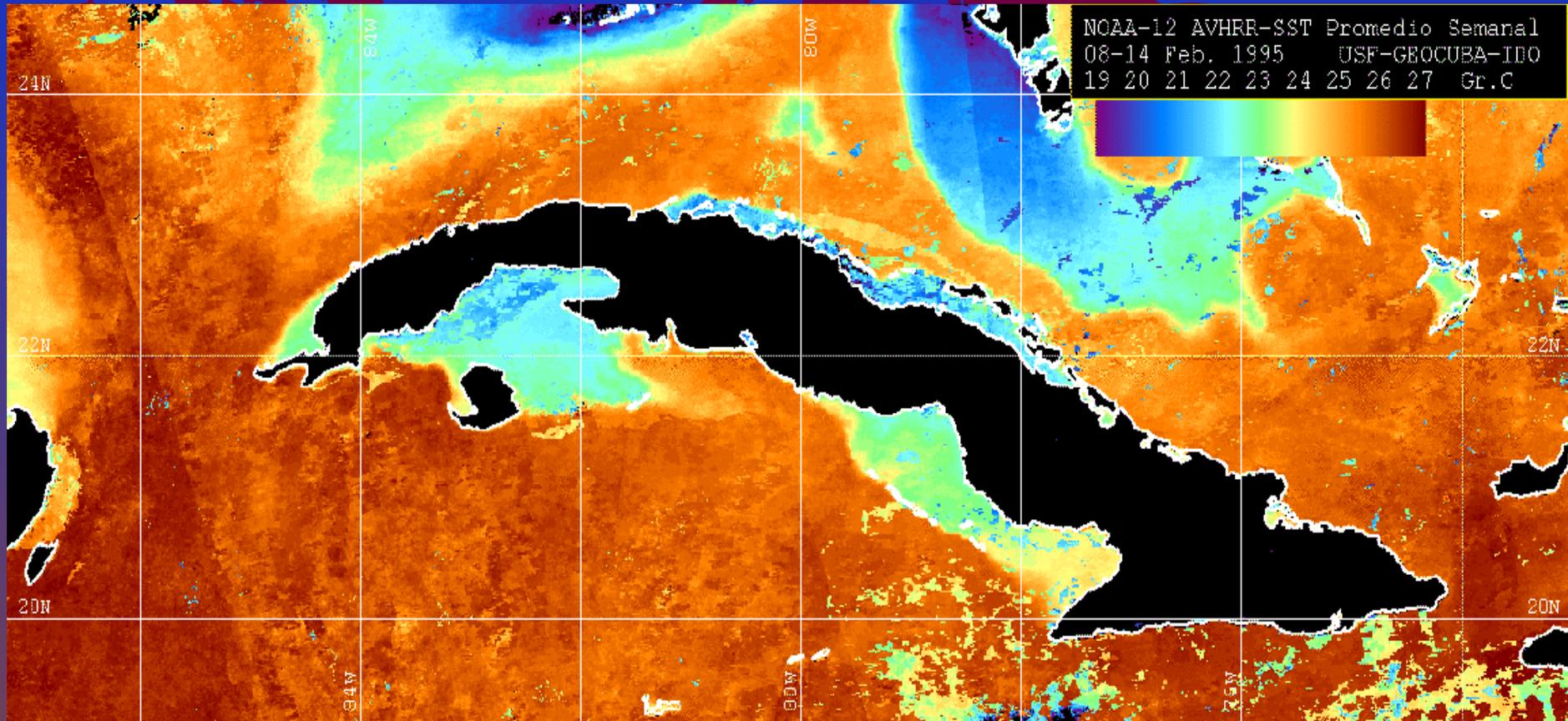
Imágenes Satelitales Clorofila y Temperatura Superficial



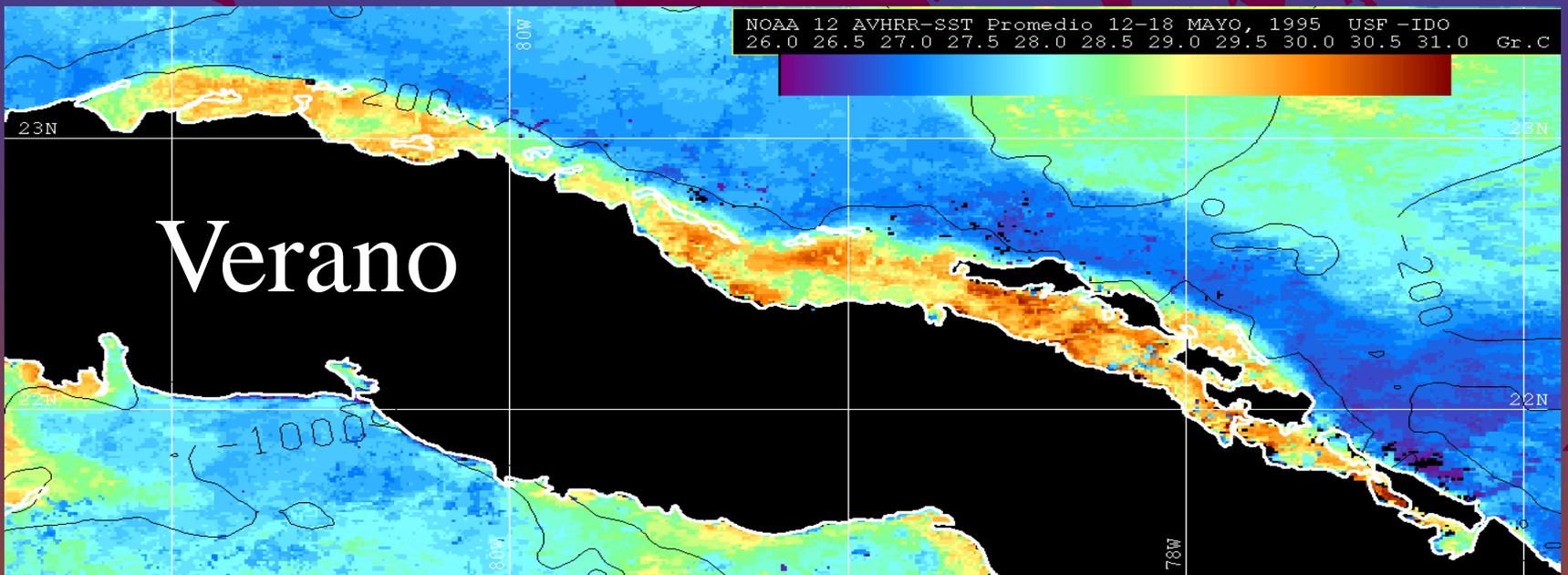
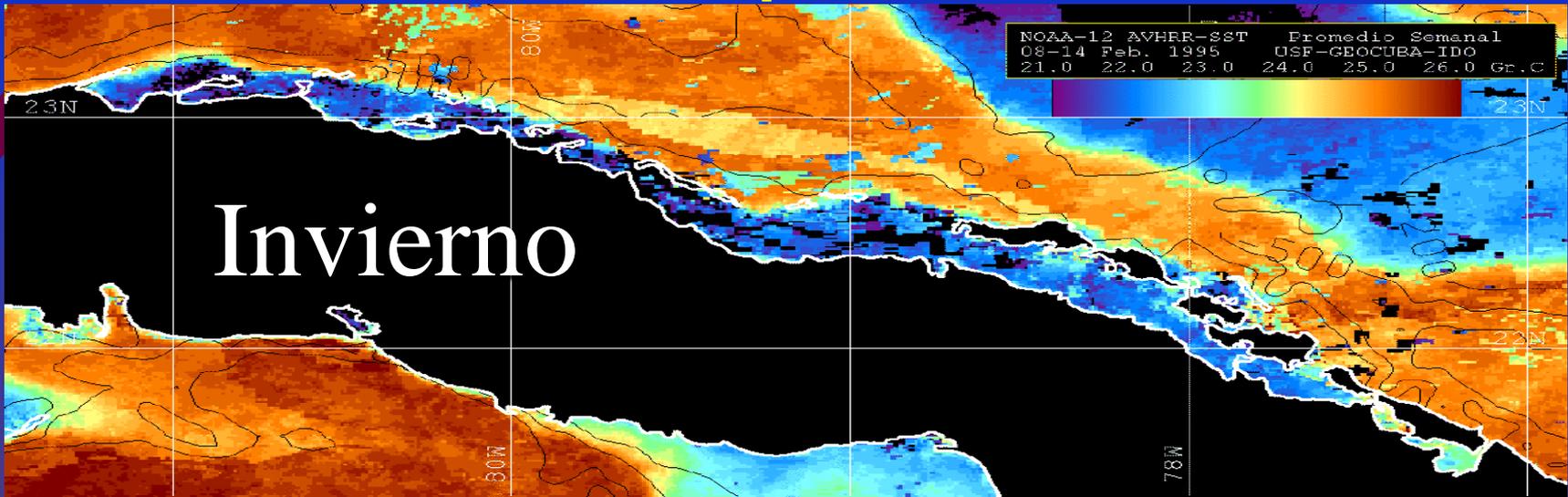
Imágenes Térmicas



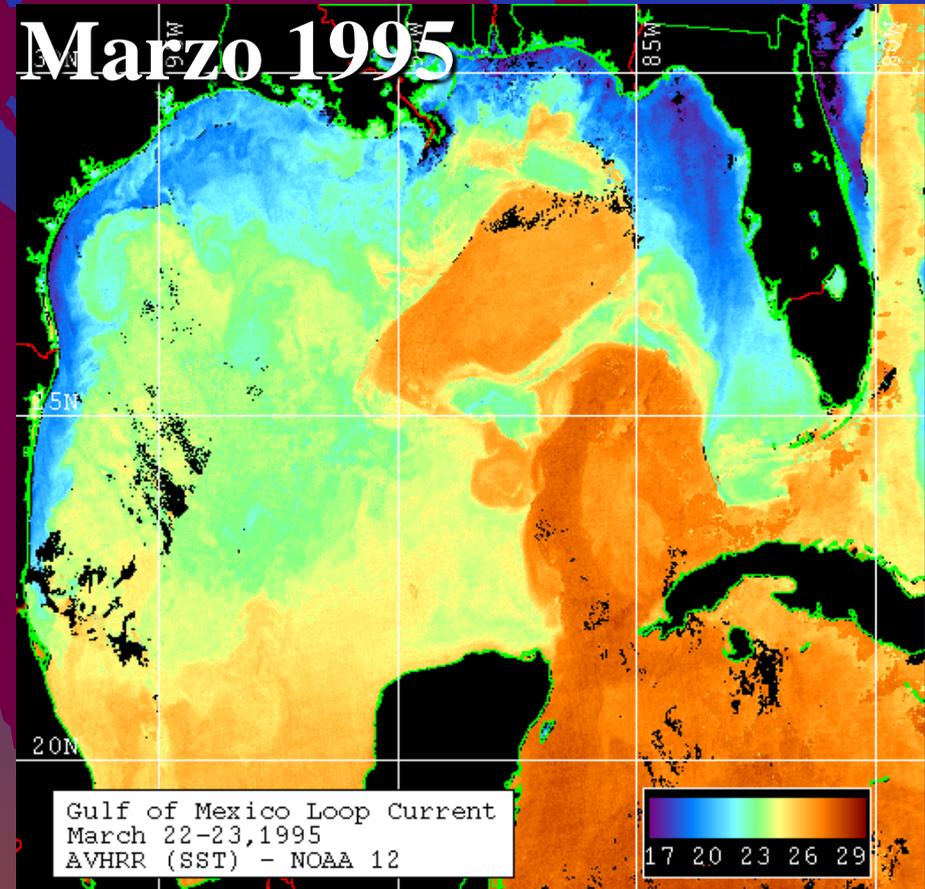
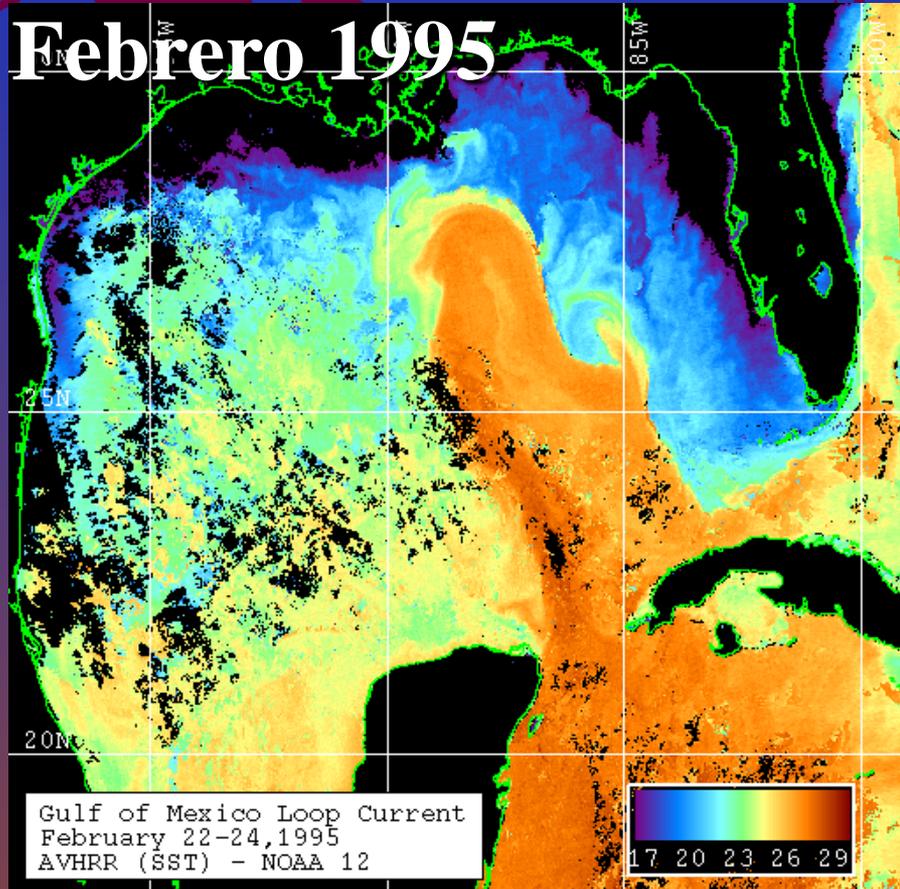
Zoom



Zoom en plataforma



Evolución de la corriente de lazo (Loop current).



Caracterización Óptico-biológica

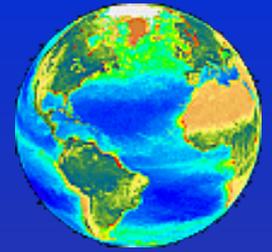


Variación Espacio Temporal de Pigmentos del Fitoplancton en el Mar Caribe y el Golfo de México a partir de Imágenes Satelitarias 1978-86 del Nimbus 7 CZCS (Coastal Zone Color Scanner).

Temporal-Space Variability of the Phytoplankton Pigment in Zones of Caribbean Sea and the Gulf of Mexico from Nimbus 7 Images (CZCS 1978- 86)

Nelson Melo González, et al

Imágenes de Color del mar



Sensores:

- Coastal Zone Color Scanner (CZCS) .
- Sea-viewing Wide Field-of-view Sensor (SeaWiFS).
- Ocean Color & Temperature Scanner (OCTS).



Algoritmos

Pigmentos.

$$R1 = Lw(443) / Lw(550) \quad R2 = Lw(520) / Lw(550)$$

$$\log Ci = \log a + b \log Ri \quad \text{con } i=1,2 \quad (1)$$

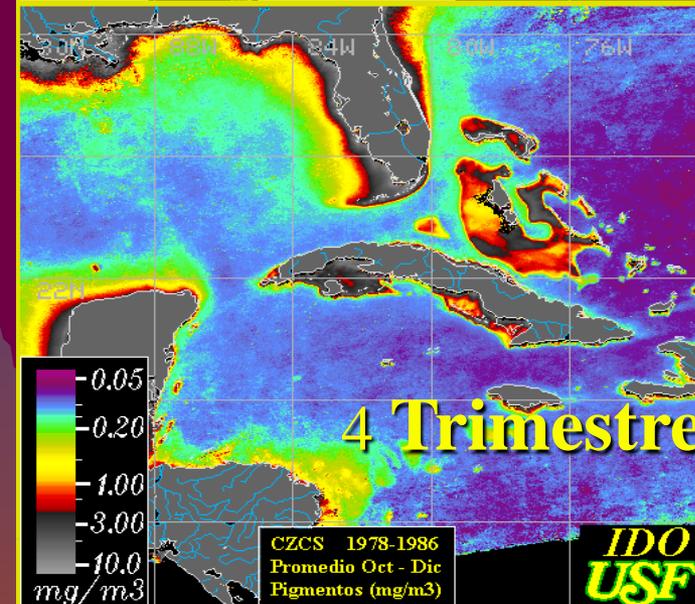
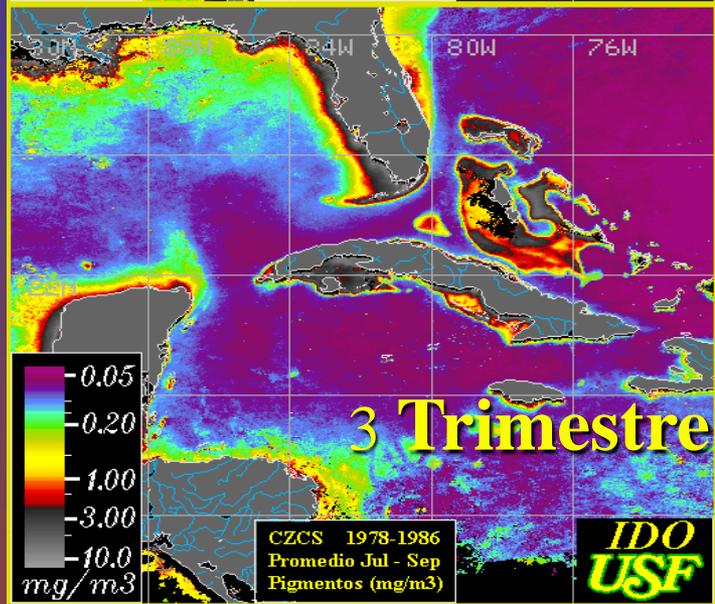
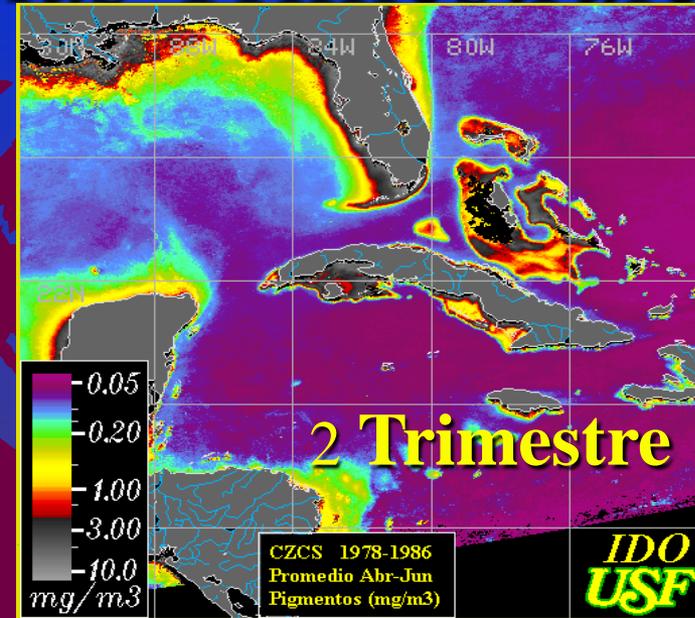
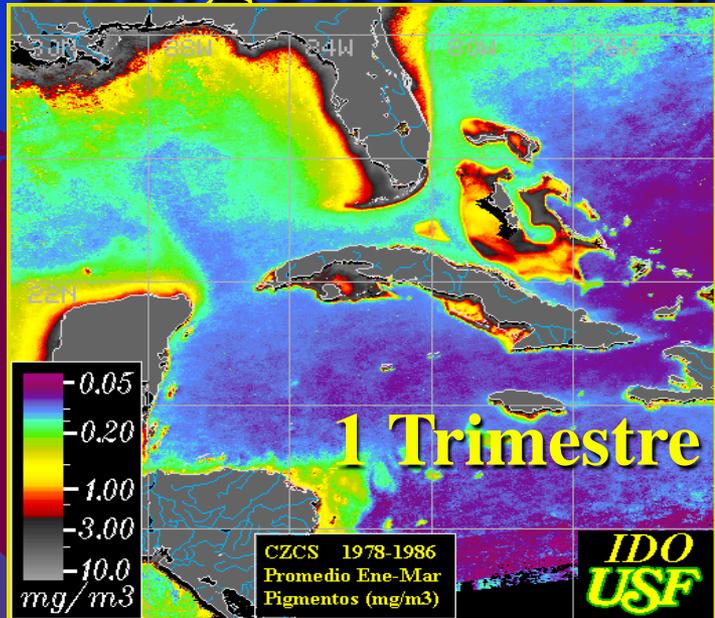
donde $\log a$, b , S y r^2 son 0.297, 1.269, 0.173 y 0.978 para $R1$ y 0.074, 3.975, 0.234 y 0.941 para $R2$; siendo r^2 el coeficiente de regresión y S el error estándar de la estimación para Ci (Gordon H. R. et al., 1980).

Correcciones Atmosféricas

$$Ll = L(1)R + L(1)A + tL(1)W \quad (2)$$

Imágenes Medias Trimestrales

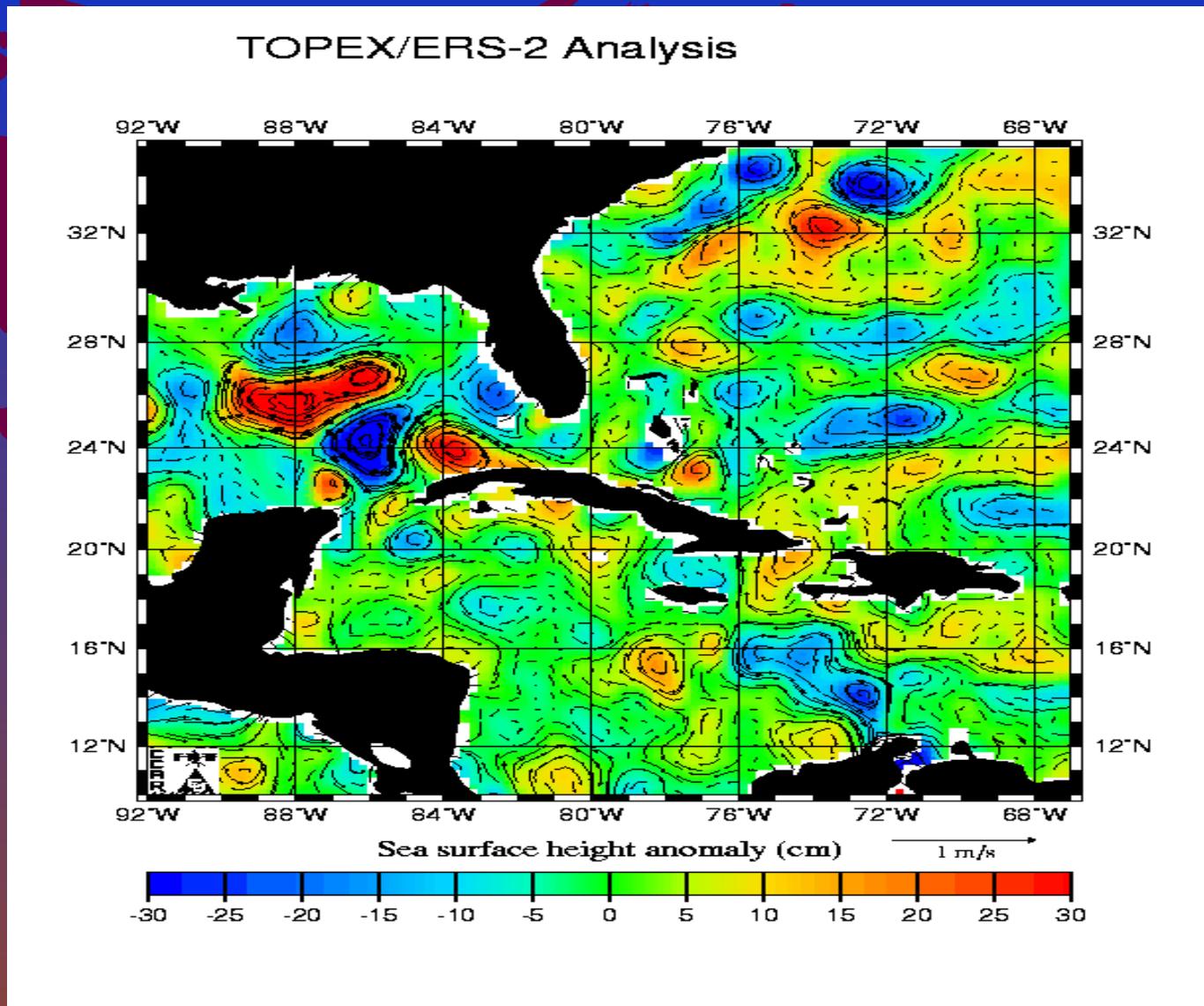
Pigmentos de Clorofila



A world map is shown in the background, with continents in a light blue color and oceans in a darker blue. The map is centered on the Atlantic Ocean.

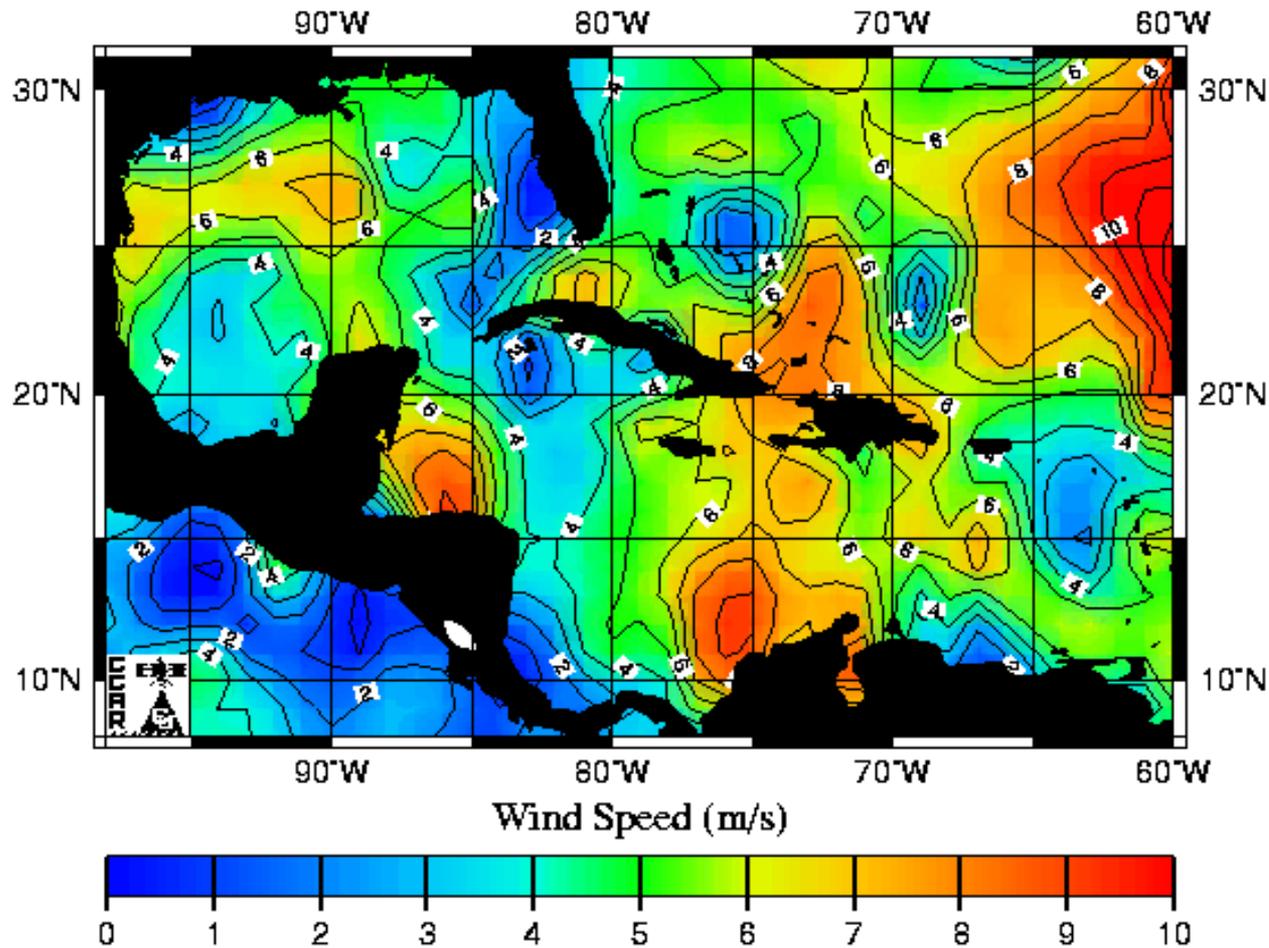
Altimetría

Anomalía de nivel del mar



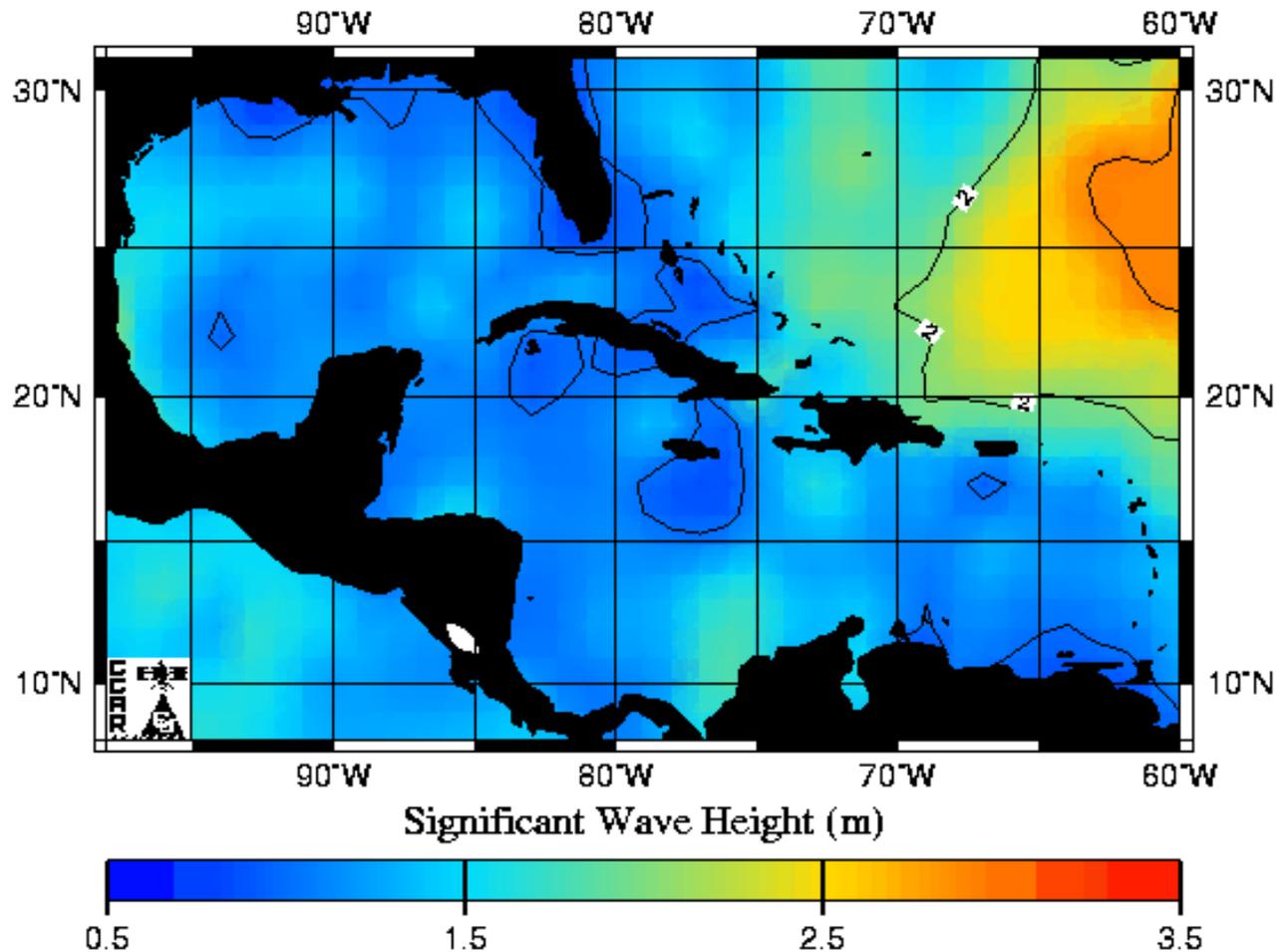
Velocidad del viento

TOPEX/ERS-2 Wind Speed Analysis



Oleaje.

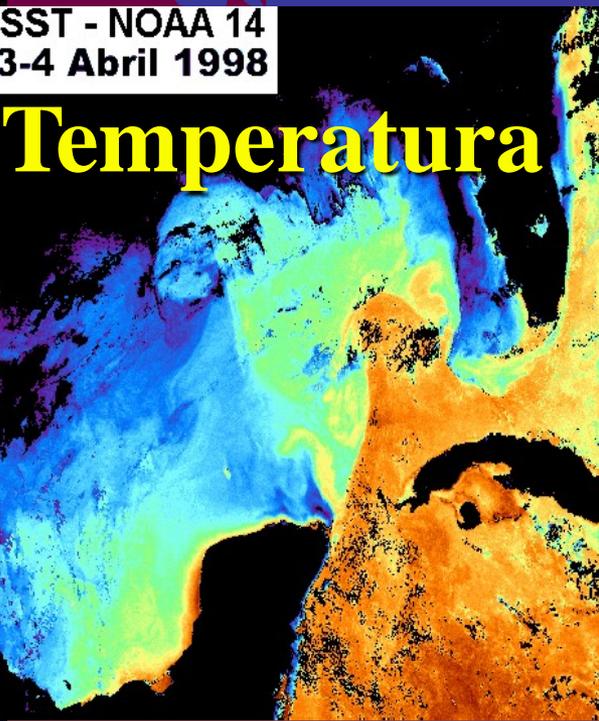
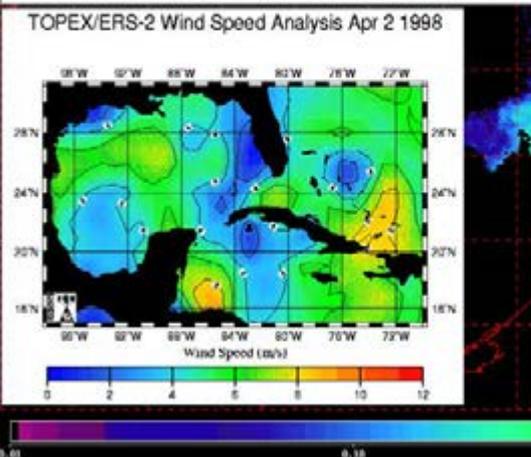
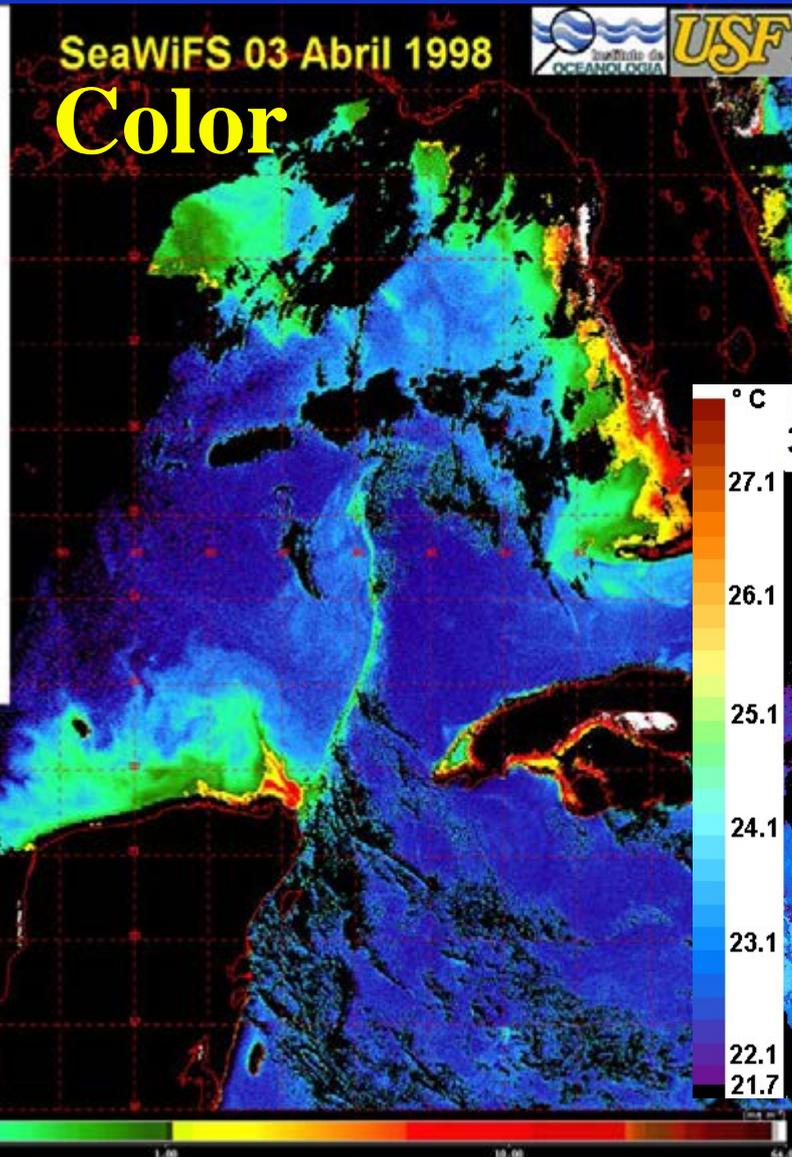
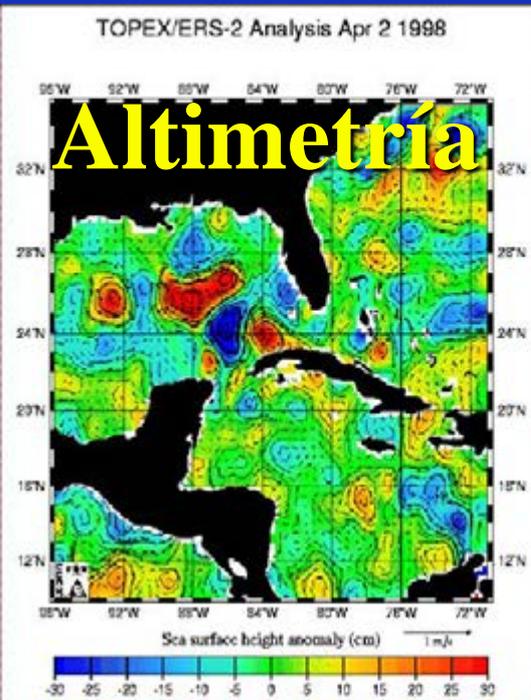
TOPEX/ERS-2 Wave Height Analysis



A world map is shown in the background, rendered in a light blue color against a dark blue gradient. The map is centered and covers most of the frame. Overlaid on the map is the text 'Análisis combinado.' in a large, bold, yellow font.

Análisis combinado.

Altimetría, Color y Temperatura del mar.



A world map is shown in the background, rendered in a light blue color against a dark blue gradient. The map is centered and covers most of the frame. Overlaid on the map is the word "Conclusiones" in a large, bold, yellow font.

Conclusiones

Conclusiones

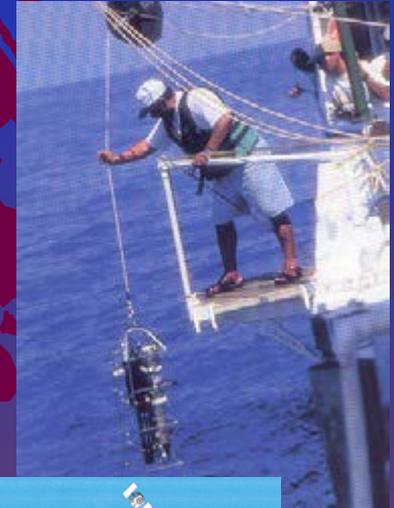
Las tendencias actuales en las investigaciones de los ecosistemas costeros recomiendan la optimización de los métodos de obtención de la información y las formas de organizar el proceso investigativo...

Conclusiones

Métodos de obtención de la información.

Investigaciones “in situ”

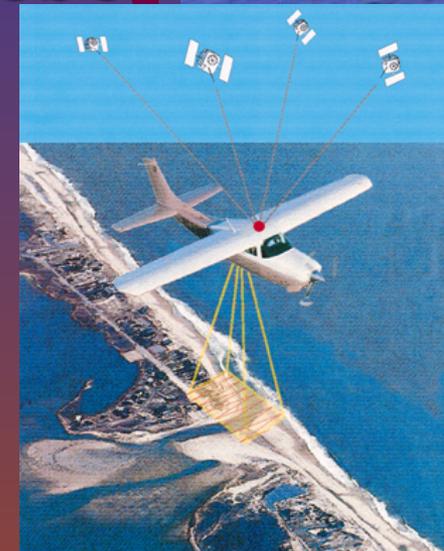
Investigaciones “a distancia”



Formas de organizar el proceso investigativo.

Investigaciones temáticas

Investigaciones multidisciplinarias



Conclusiones

Para las investigaciones de los ecosistemas costeros se recomienda:

Método combinado:

Multinivel y Multidisciplinario.

El oceano:

Tenemos que estudiar
para conocer,
proteger
y preservar
nuestro oceano.

Gracias!!



FUTURO ??



Depende de nosotros !!!