



# Antenna Chetumal



**Oceanographic Applications:  
Ocean Color, Sea Surface Temperature  
and SAR (Synthetic Aperture Radar)**

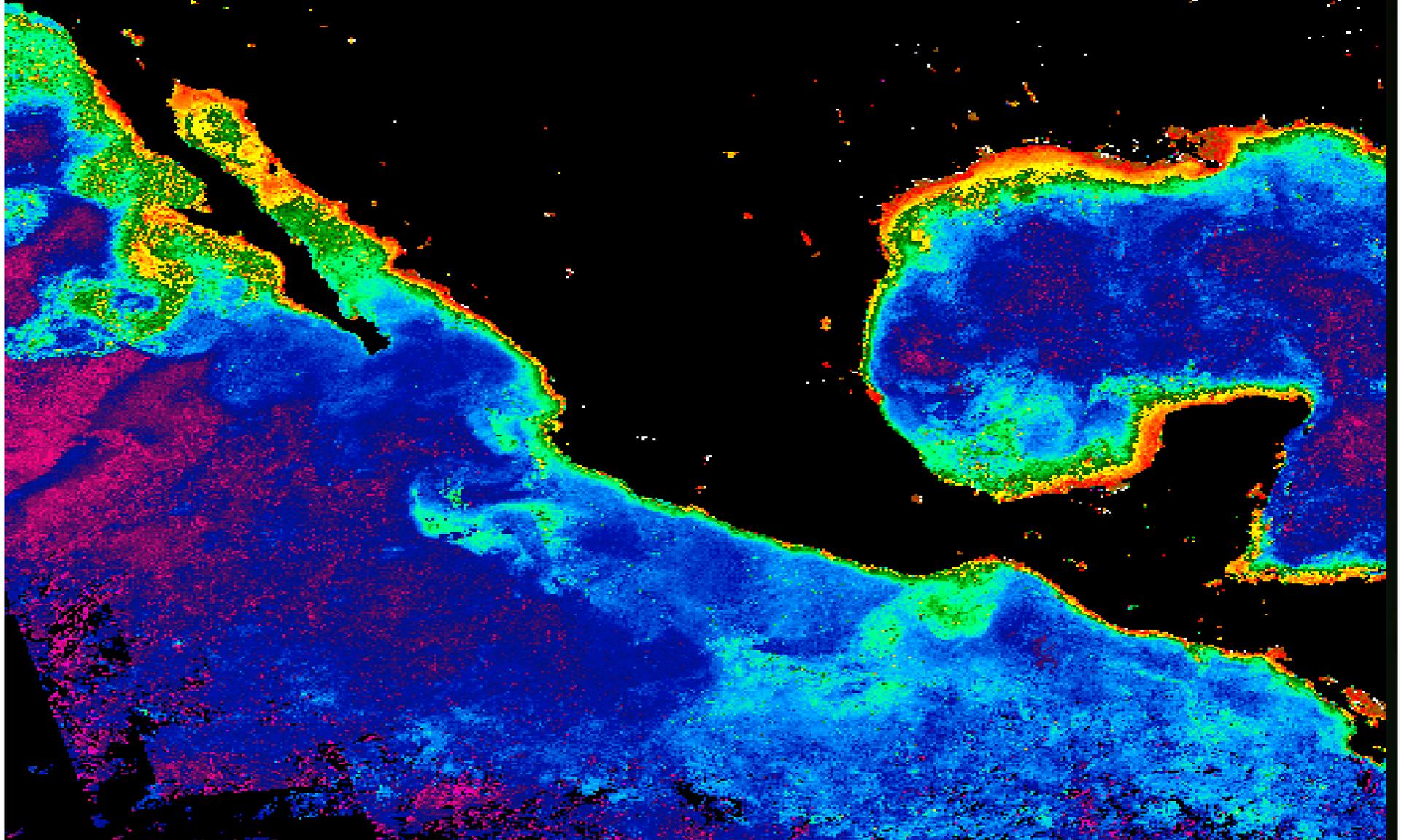
**Eduardo Santamaría-del-Ángel**  
**santamaria@uabc.mx**



*PhytOPlankton EcologY tEam*  
**POPEYE**

**México**

**Composición mensual para el mes de  
octubre de 1979 CZCS a 4 km**



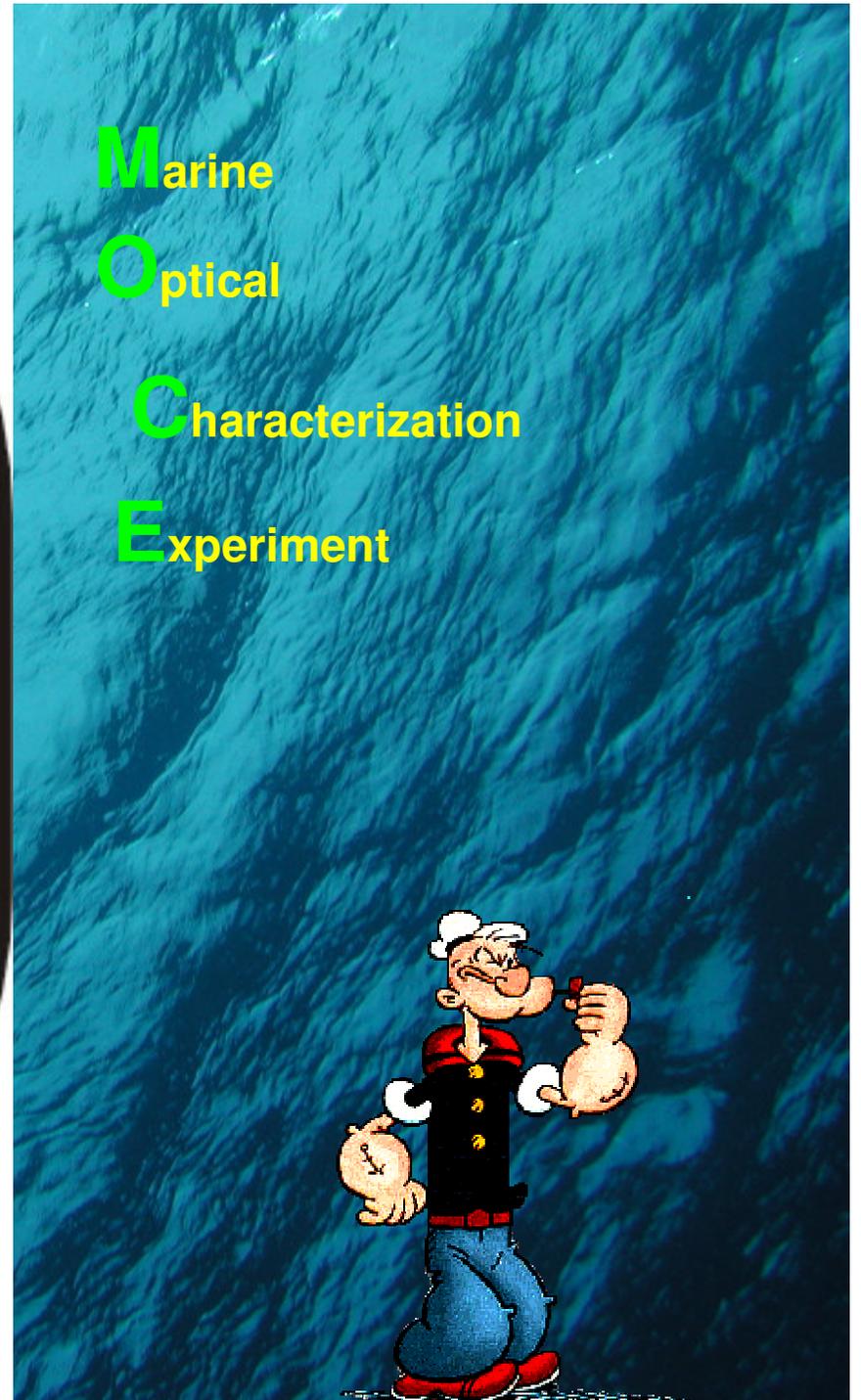


**M**arine

**O**ptical

**C**haracterization

**E**xperiment



Temperatura Superficial del Agua?

Color del Océano?

Radar de apertura Sintética?

A que nos referimos?  
Como los medimos?  
Que nos representan?

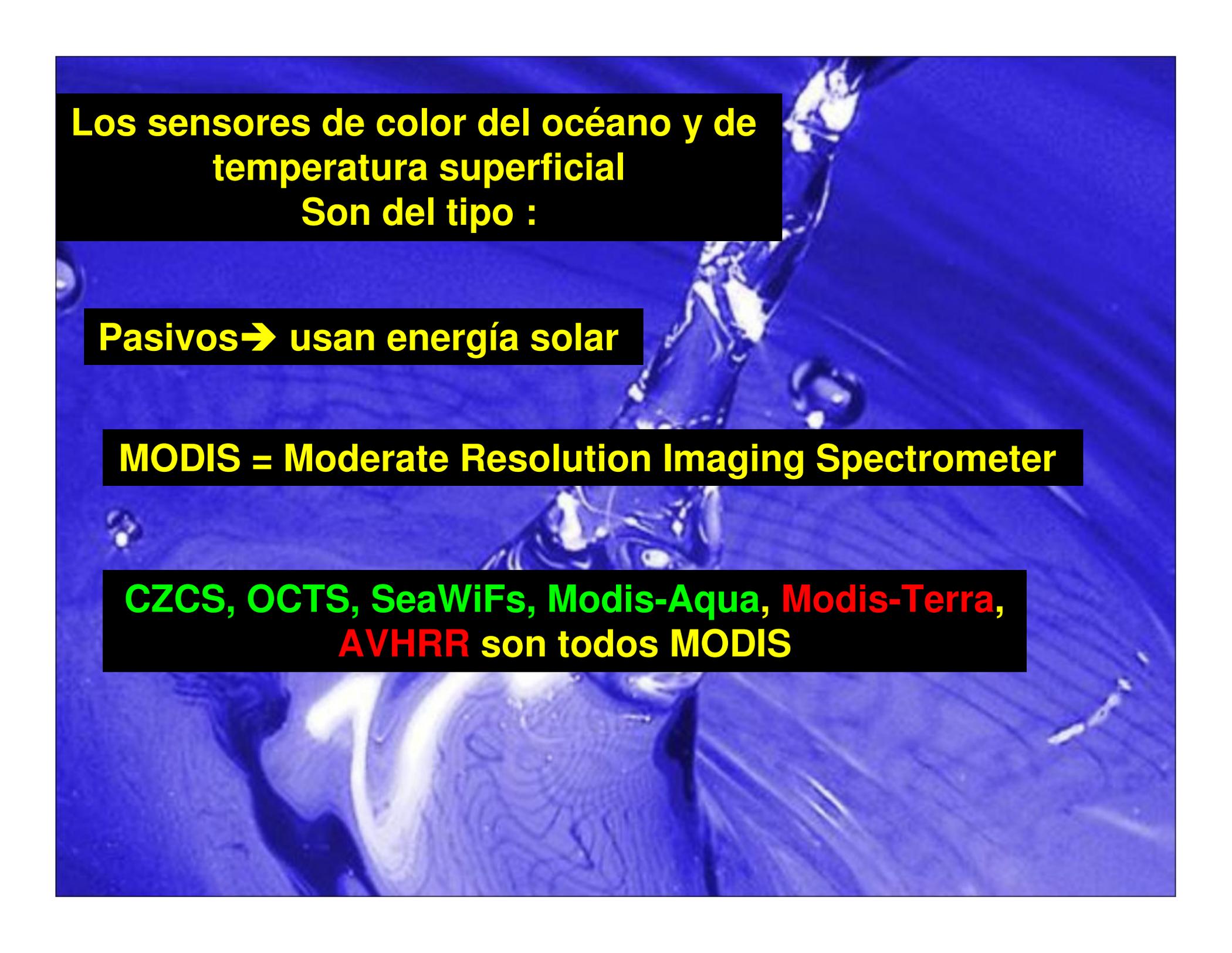


# Sensores pasivos y activos

- **Sensores Pasivos** miden la radiación electromagnética reflejada por la superficie terrestre
- La fuente de radiación en la mayoría de los casos es la energía solar
- **Sensores de color del océano son sensores pasivos**



- **Sensores Activos** Active usan sus propias fuentes de radiaciones electromagnéticas
- La fuente puede ser un rayo laser o pulsos de microondas de radar y que es reflejada y medida de vuelta por el sensor



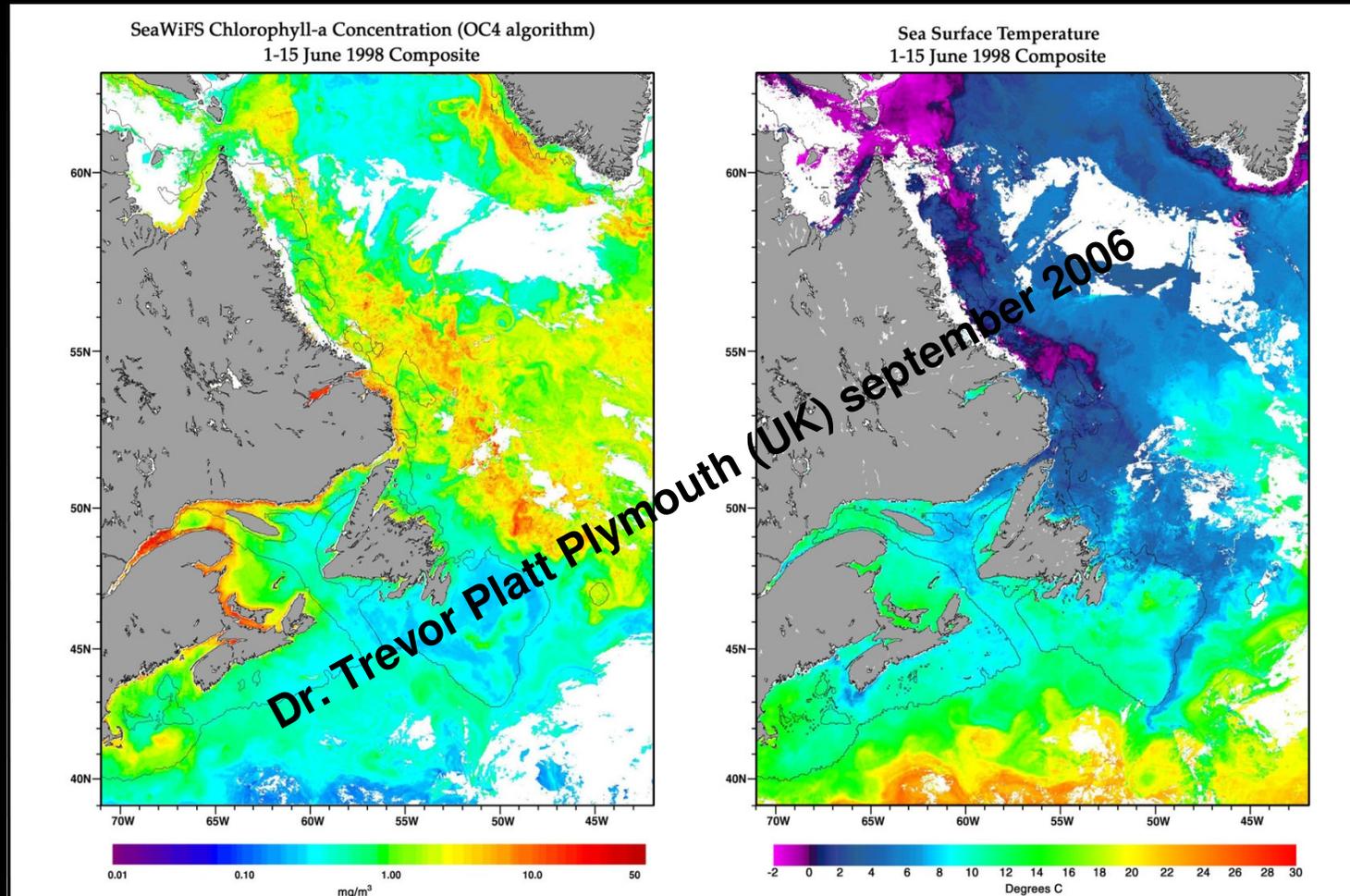
**Los sensores de color del océano y de temperatura superficial  
Son del tipo :**

**Pasivos → usan energía solar**

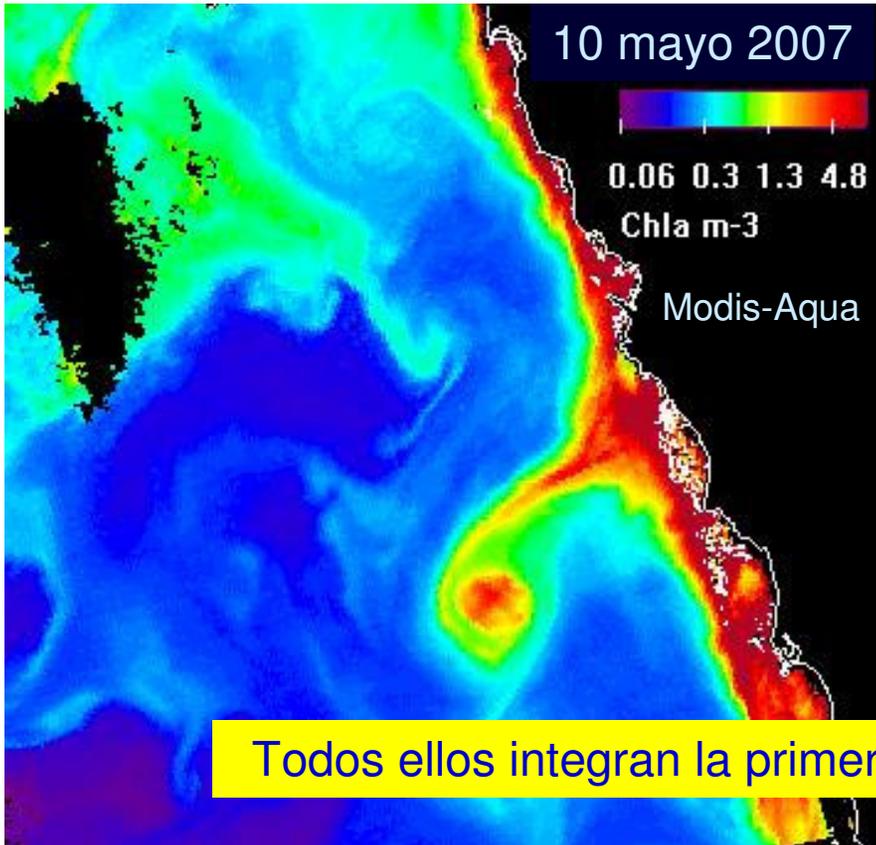
**MODIS = Moderate Resolution Imaging Spectrometer**

**CZCS, OCTS, SeaWiFs, Modis-Aqua, Modis-Terra,  
AVHRR son todos MODIS**

# REMOTELY-SENSED IMAGERY: NOT JUST PRETTY PICTURES!



VISIBLE SPECTRAL RADIOMETRY (CHLOROPHYLL)  
INFRA-RED RADIOMETRY (TEMPERATURE)

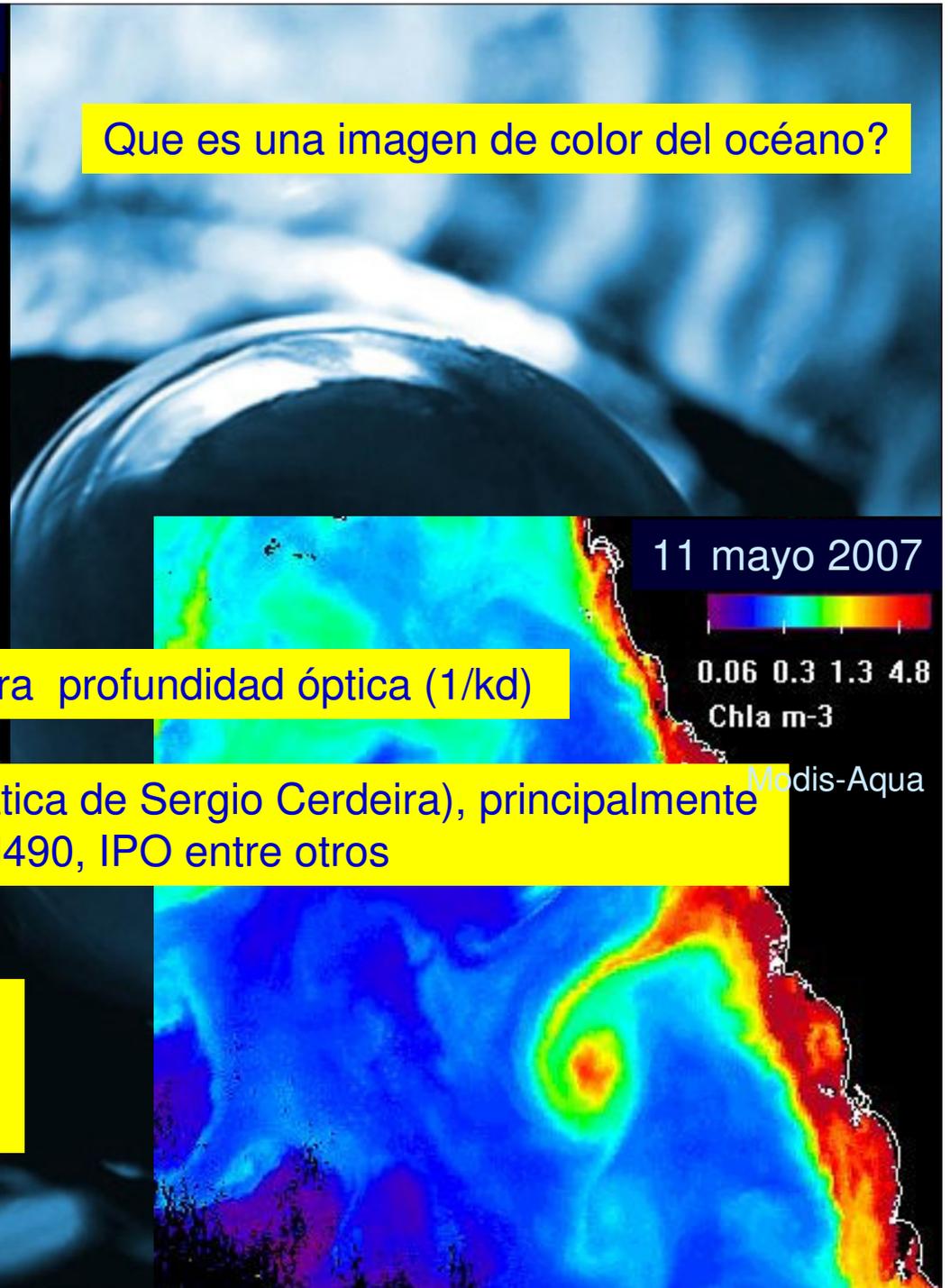


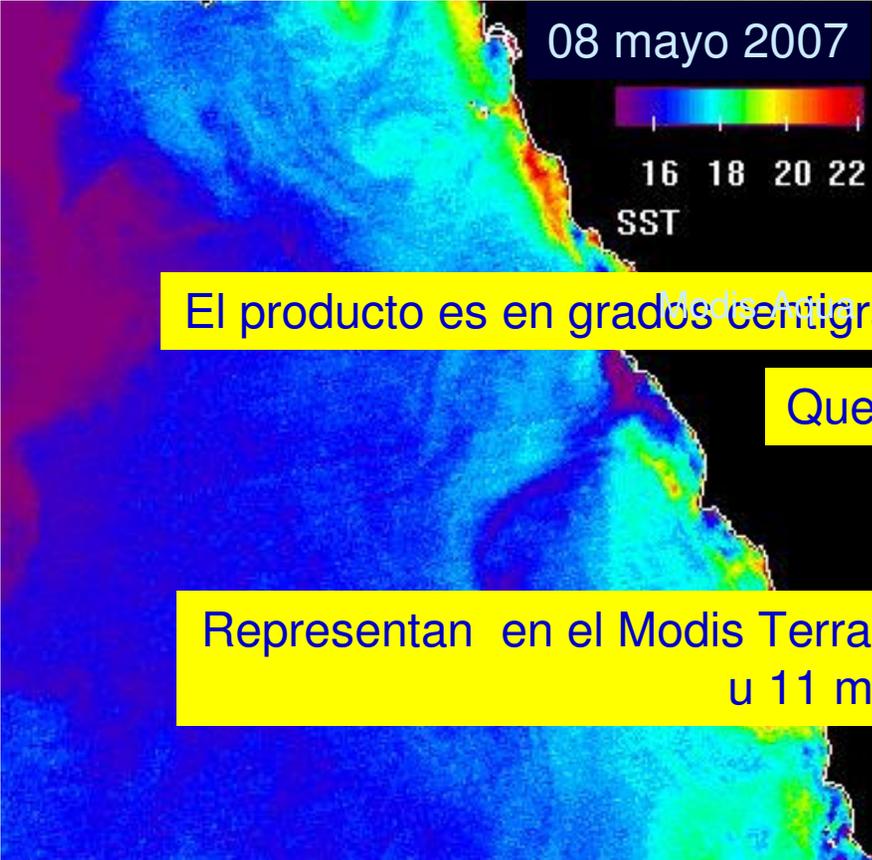
Que es una imagen de color del océano?

Todos ellos integran la primera profundidad óptica ( $1/k_d$ )

Tiene varios productos (ver la platica de Sergio Cerdeira), principalmente Chla, Lnw, Kd490, IPO entre otros

Su resolución es:  
Local Area Cover (LAC) 1 km  
Global Area Cover (GLO) 4, 9 Km.

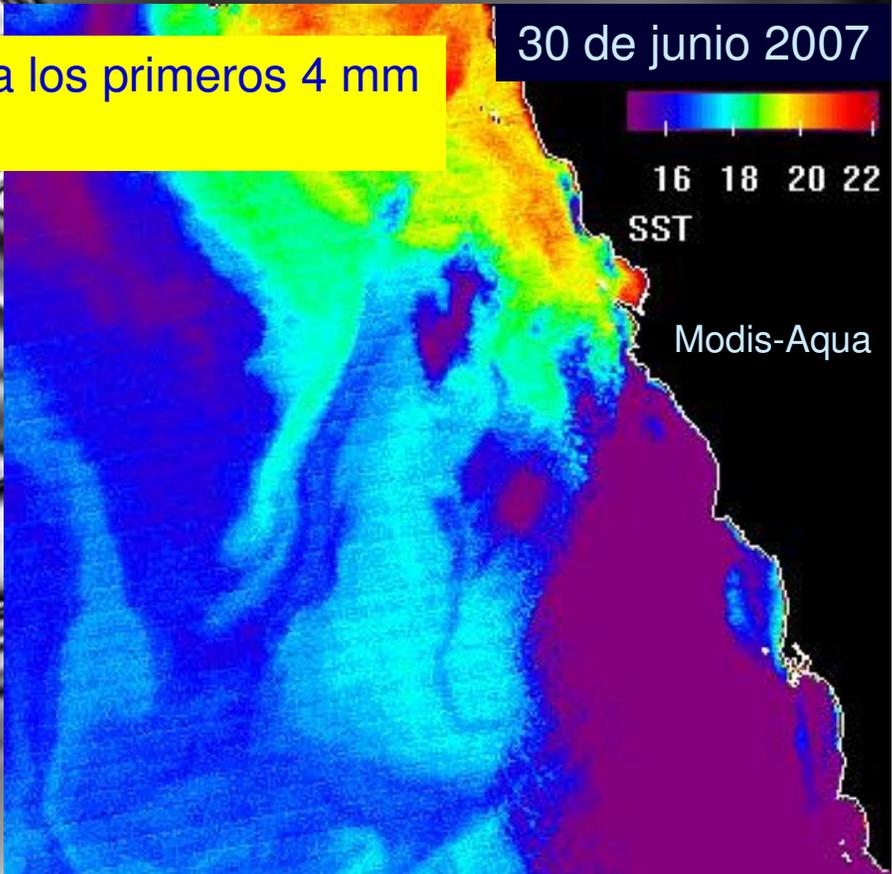




El producto es en grados centígrados

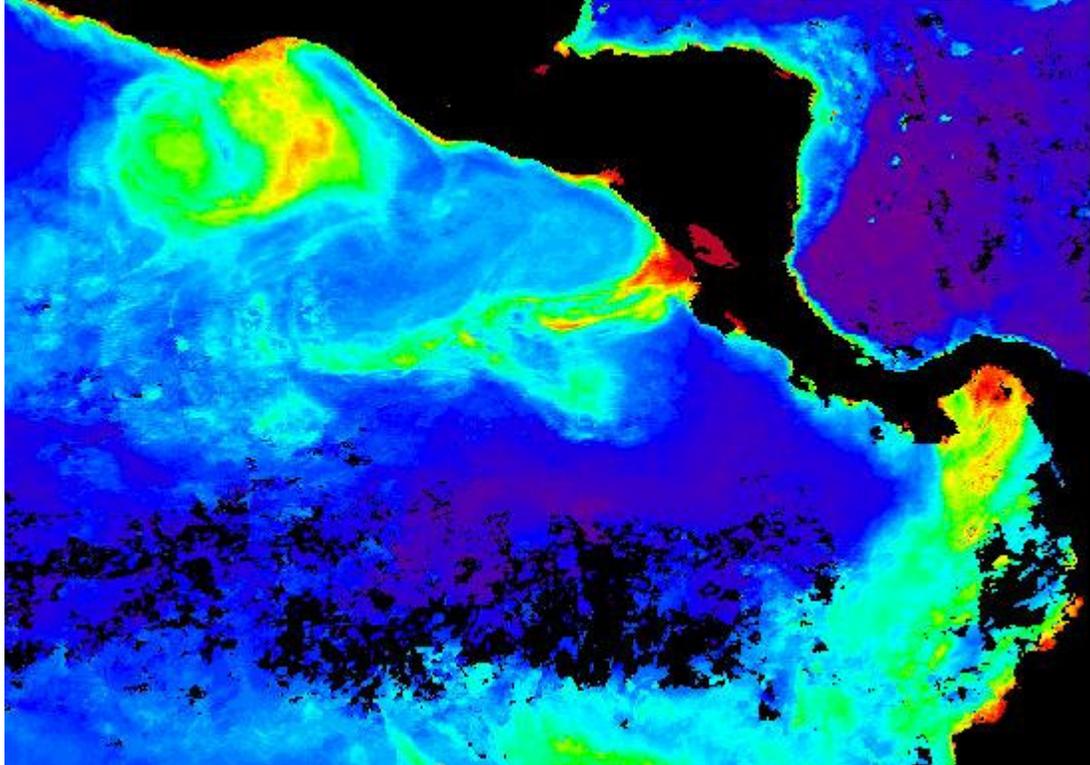
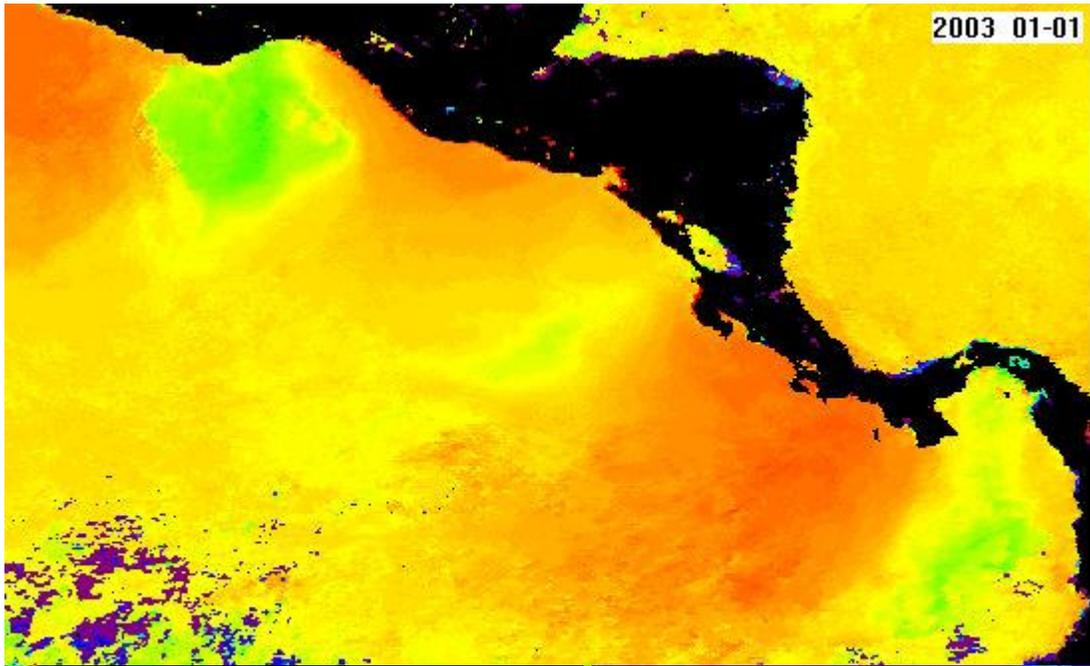
Que es una imagen de Temperatura superficial?

Representan en el Modis Terra y Aqua los primeros 4 mm u 11 mm

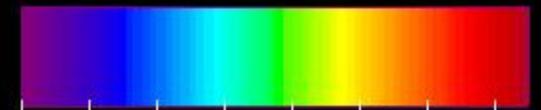


Su resolución es:  
Local Area Cover (LAC) 1 km  
Global Area Cover (GLO) 4, 9 Km.

2003 01-01

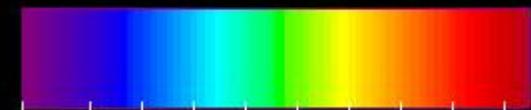


Temperatura Superficial Satelital



12.0 15.0 18.0 21.0 24.0 27.0 30.0 33.0

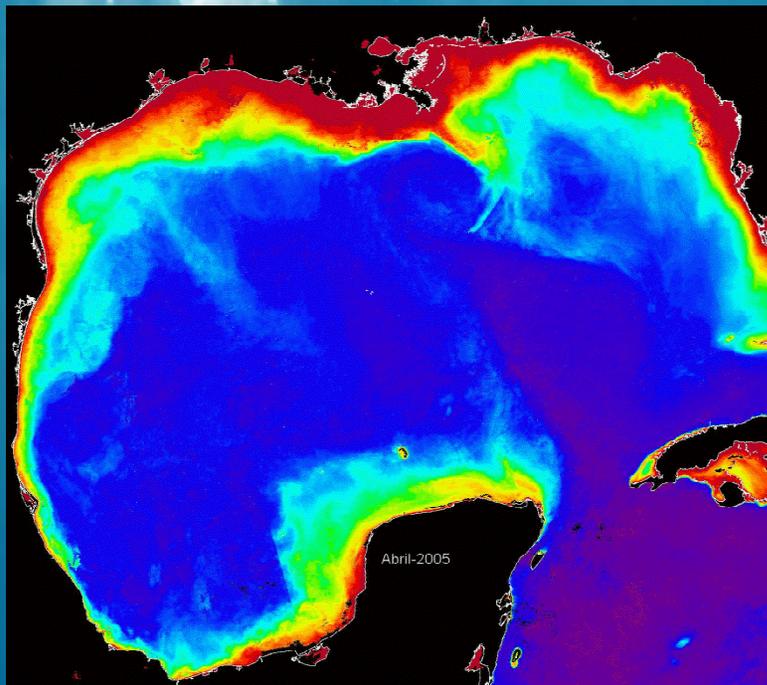
Concentracion de clorofila



0.06 0.1 0.2 0.3 0.5 0.9 1.6 2.7 4.5 7.9

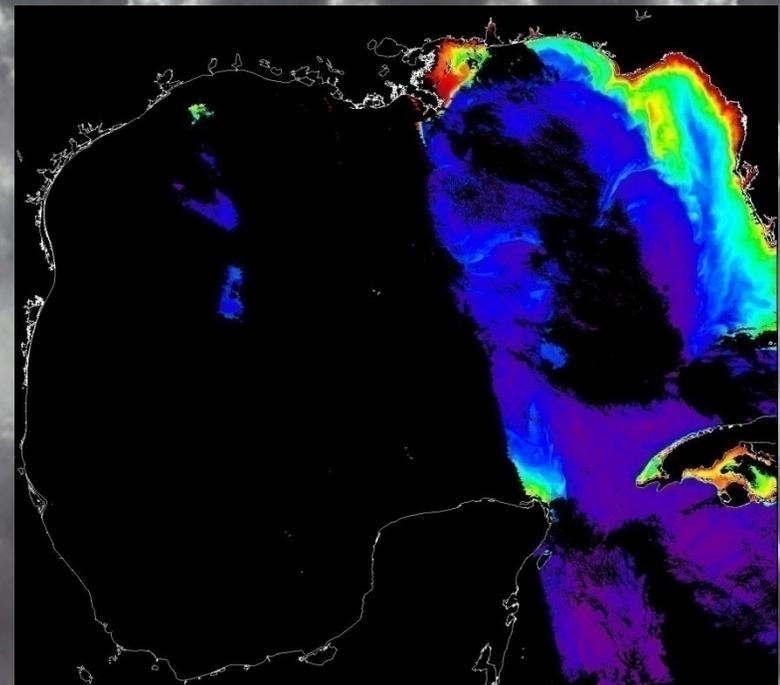
## Pros

Si esta despejado podemos:  
Complementar los estudios de barco de una manera sinóptica  
Podemos cubrir grandes áreas  
Tenemos al menos un pase diario  
Cobertura diaria  
Podemos generar series de tiempo



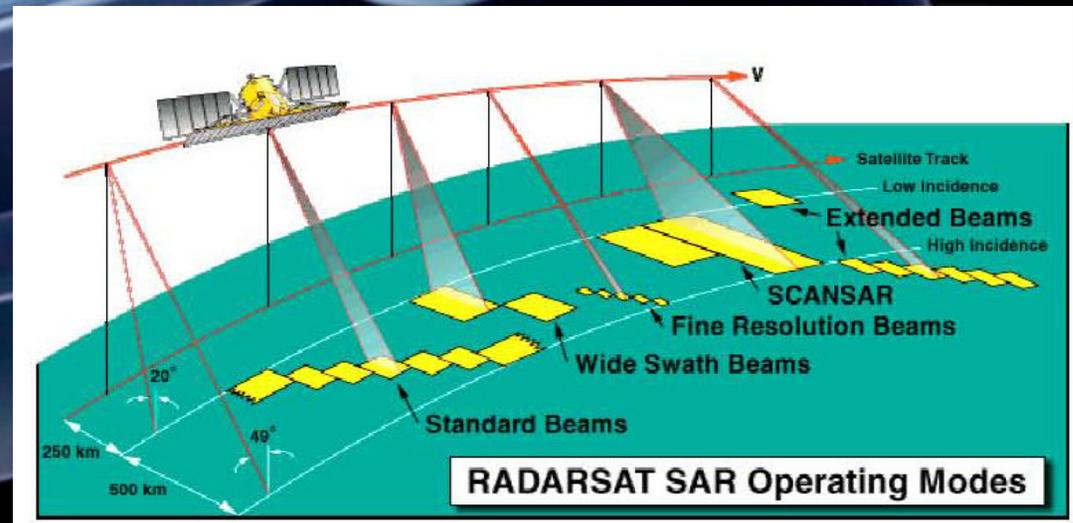
## Contras

Si hay nubes no podemos ver nada



## Los Radares de Apertura Sintética Son del tipo :

- **Activos** → Usan pulsos de microondas de radar



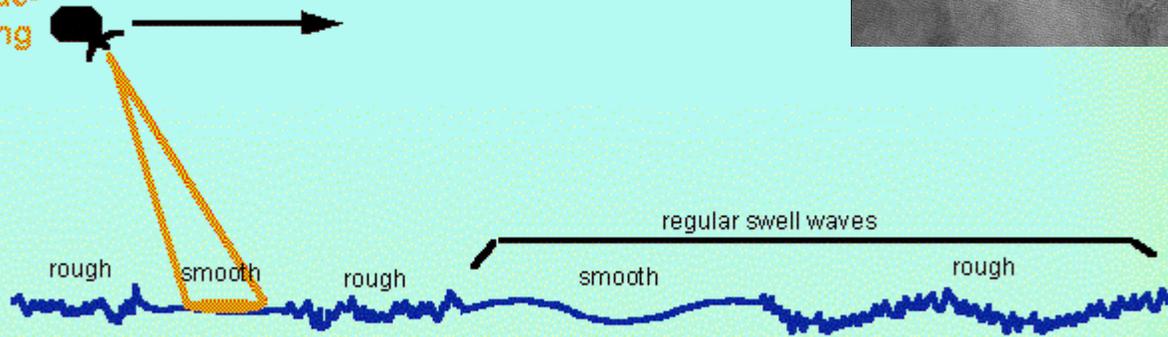
- El pixel puede ser 25 mts (ERS) o
- de 12.5 hasta 200 mts (RadarSat)
  - TerraSAT-X hasta 1 o 2 mts

# Que mide los SAR?

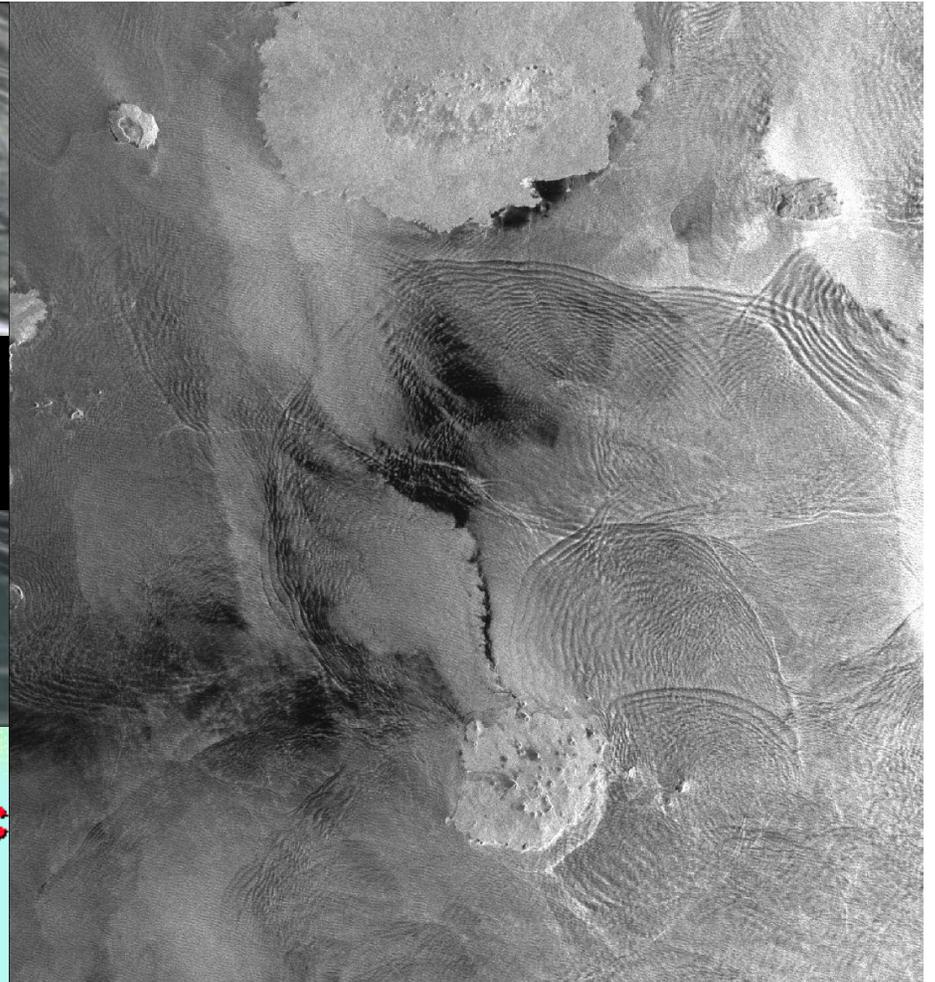
Mide la rugosidad de la superficie del océano

## Radar images of surface roughness change

oblique-viewing



Oblique



# Aplicaciones oceánicas de color del océano, Temperatura superficial y Radar de apertura Sintética

# México

- 
- 1.- Surgencias (MODIS y SAR)
  - 2.- Soloy (SAR y MODIS)
  - 3.- Ondas internas (SAR y MODIS)
  - 4.-Refraccion de Ondas en la costa (SAR)
  - 5.-Cambios de línea de costa (SAR)
  - 6.-Observaciones costeras (SAR y MODIS)
  - 7.-Monitoreo Superficial (SAR y MODIS)
  - 8.-Monitoreo de Barcos y Búsqueda y rescate (SAR)
  - 9.-Apoyo a pesquerías (MODIS y SAR)
  - 10.-Vientos Superficiales (SAR)
  - 11.- Topografía Submarina (SAR)
  - 12.- Series de tiempo (MODIS)  
Bioregionalización marina  
Cambio Climático
  - 13.- Dinámica del Hielo (SAR)
  - 14.- Monitoreo de Iceberg (SAR)

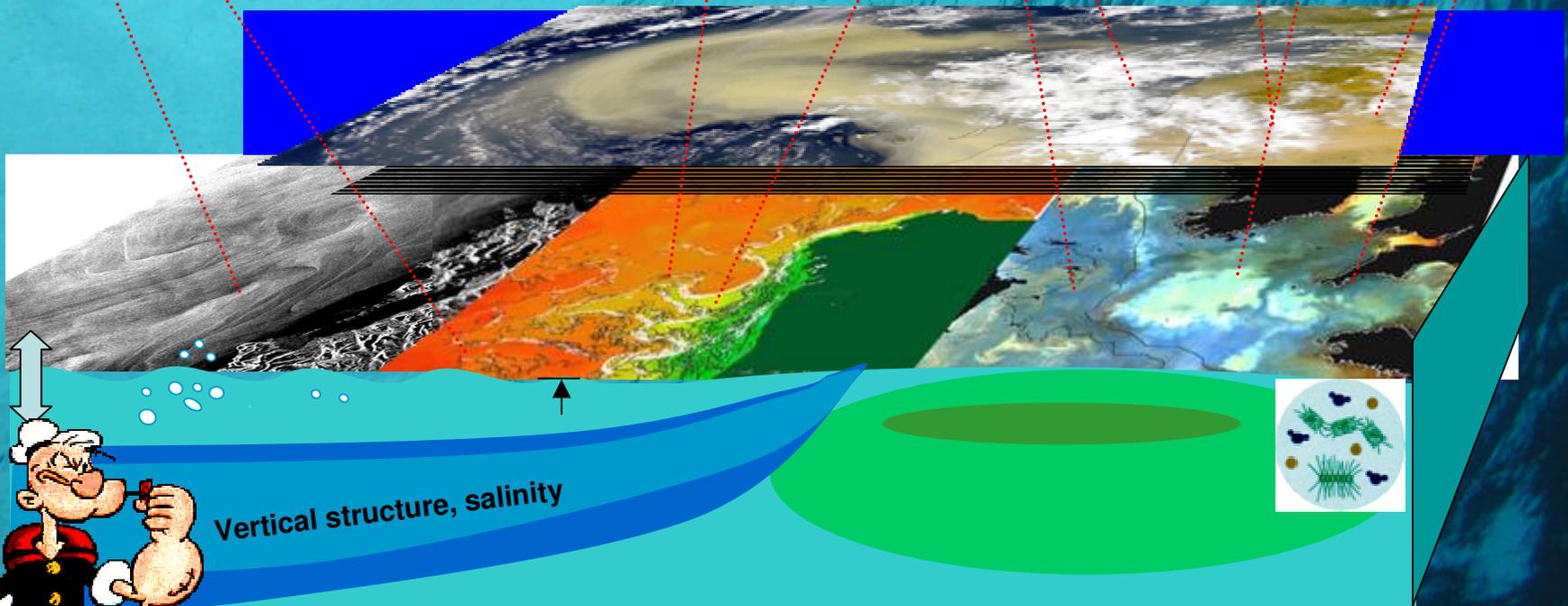
TOPEX-Poseidon,  
Quikscat-SeaWinds or SAR

NOAA-AVHRR

Terra & Aqua  
MODIS AIRS

CZCS  
OCTS

SeaWiFS

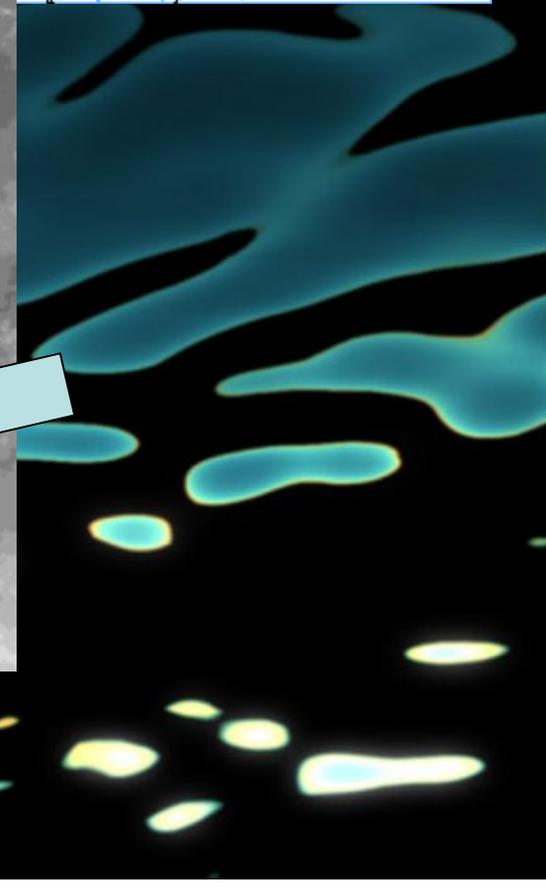
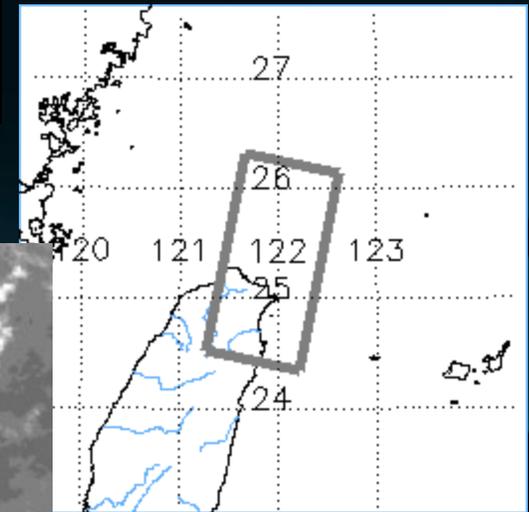
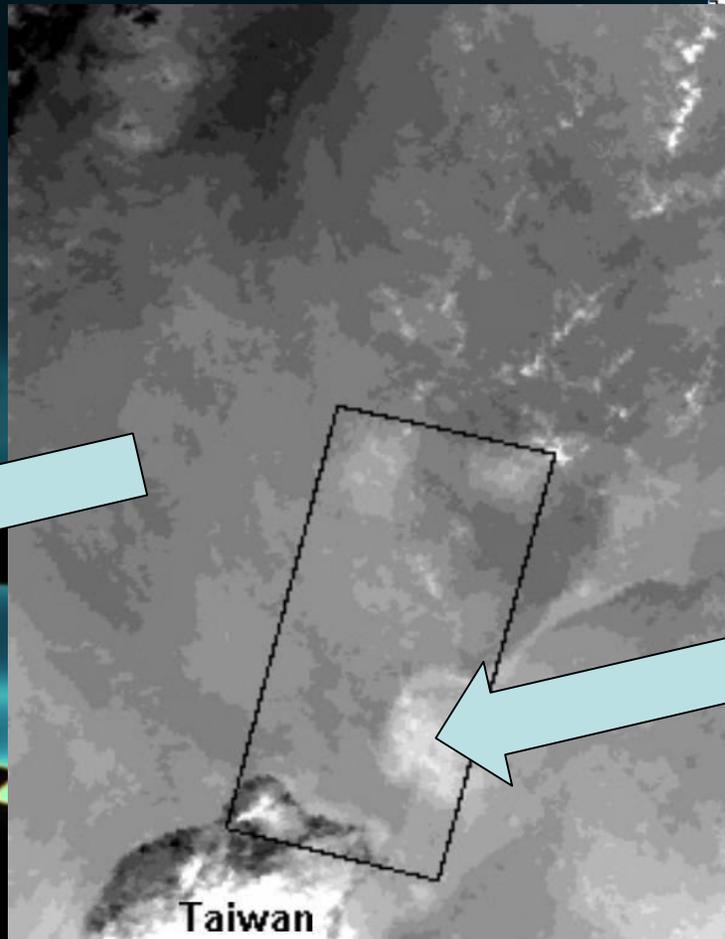
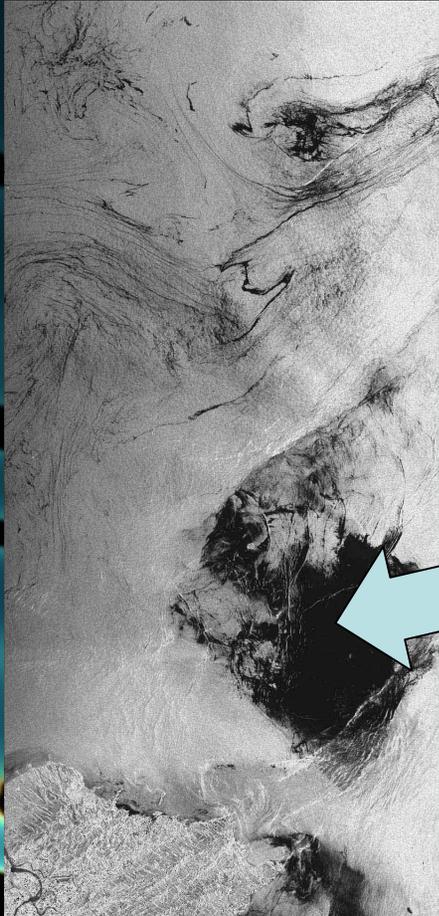


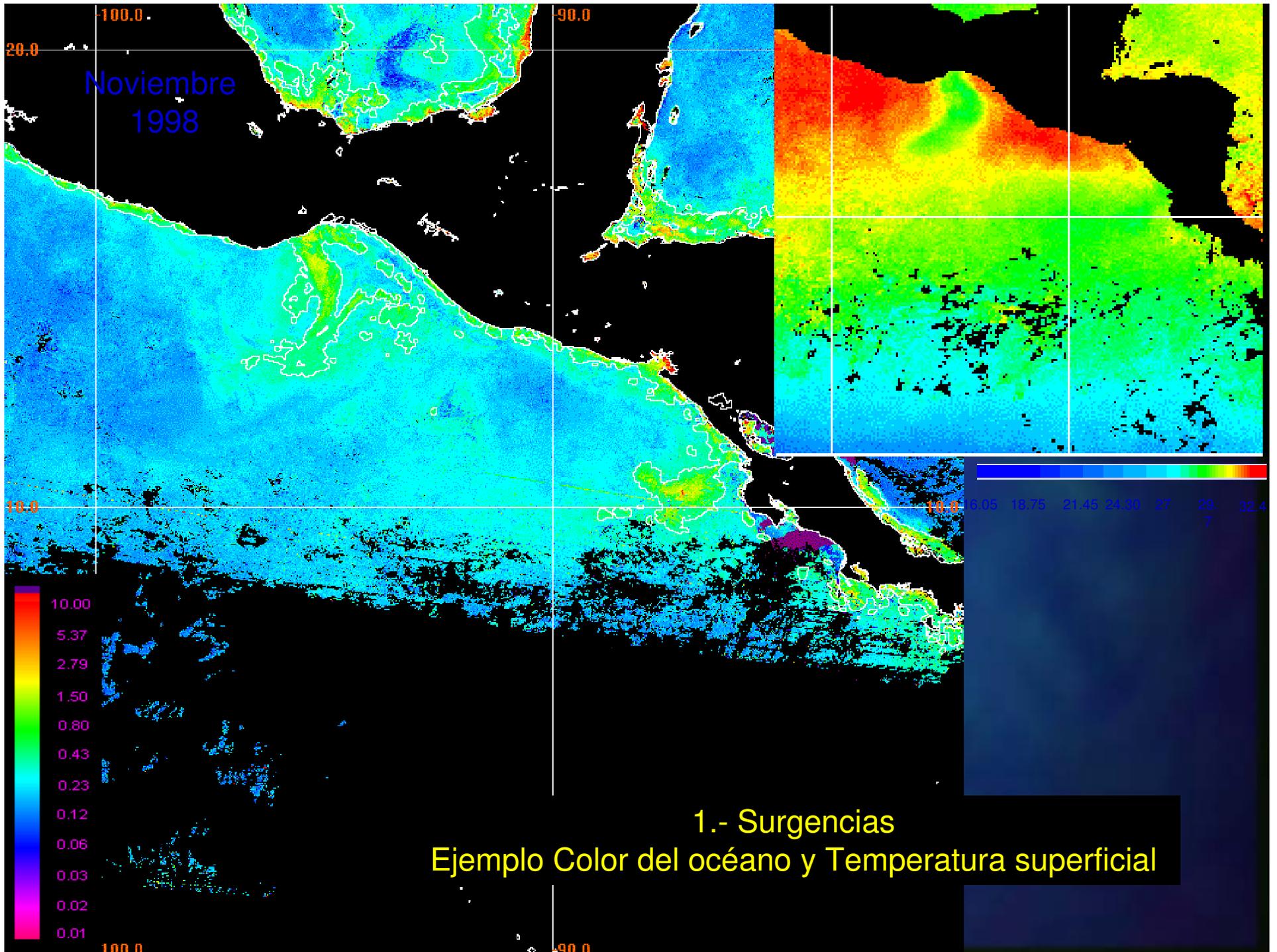
Vertical structure, salinity



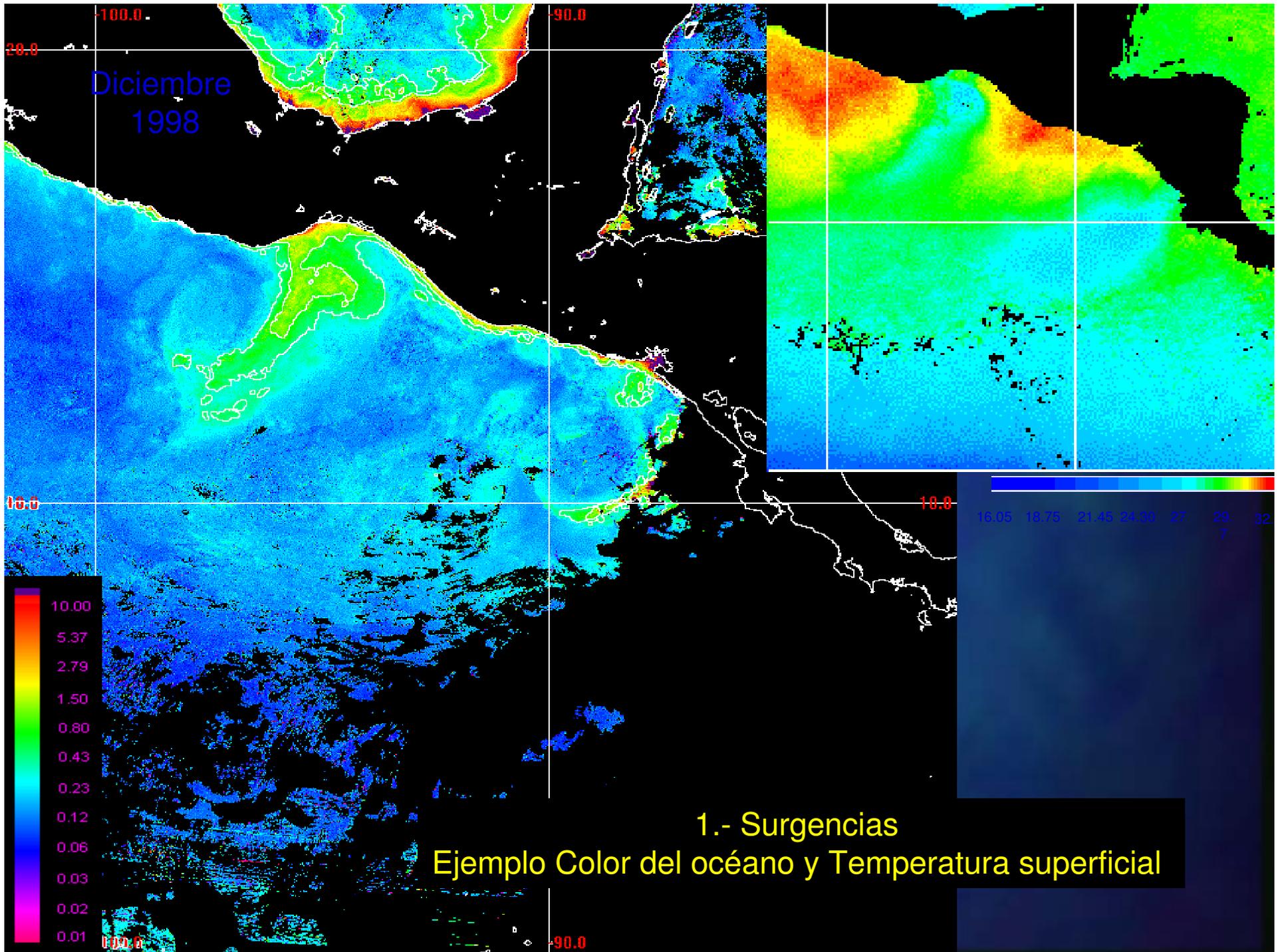
# 1.- Surgencias

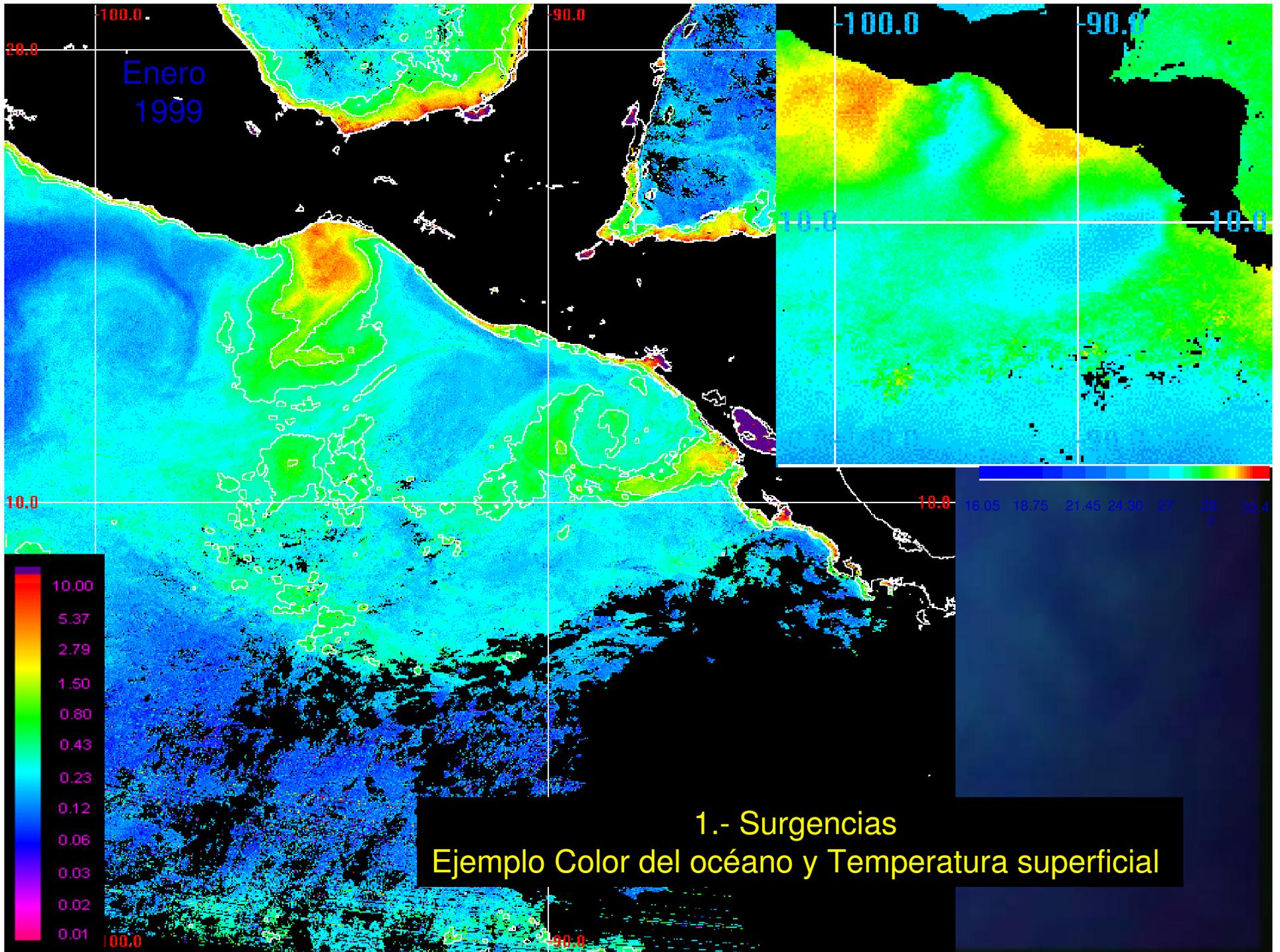
## Ejemplo SAR y Temperatura superficial



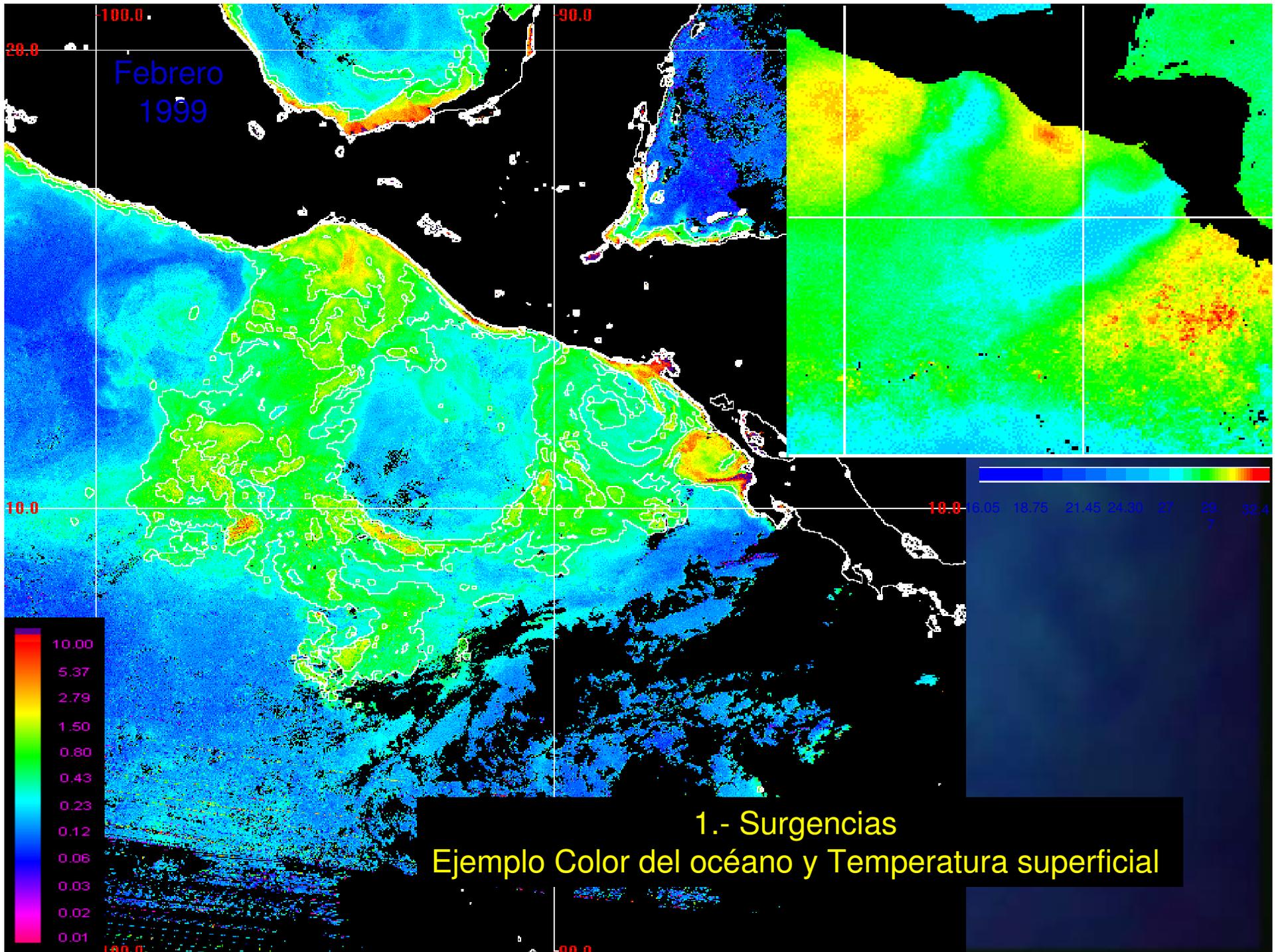


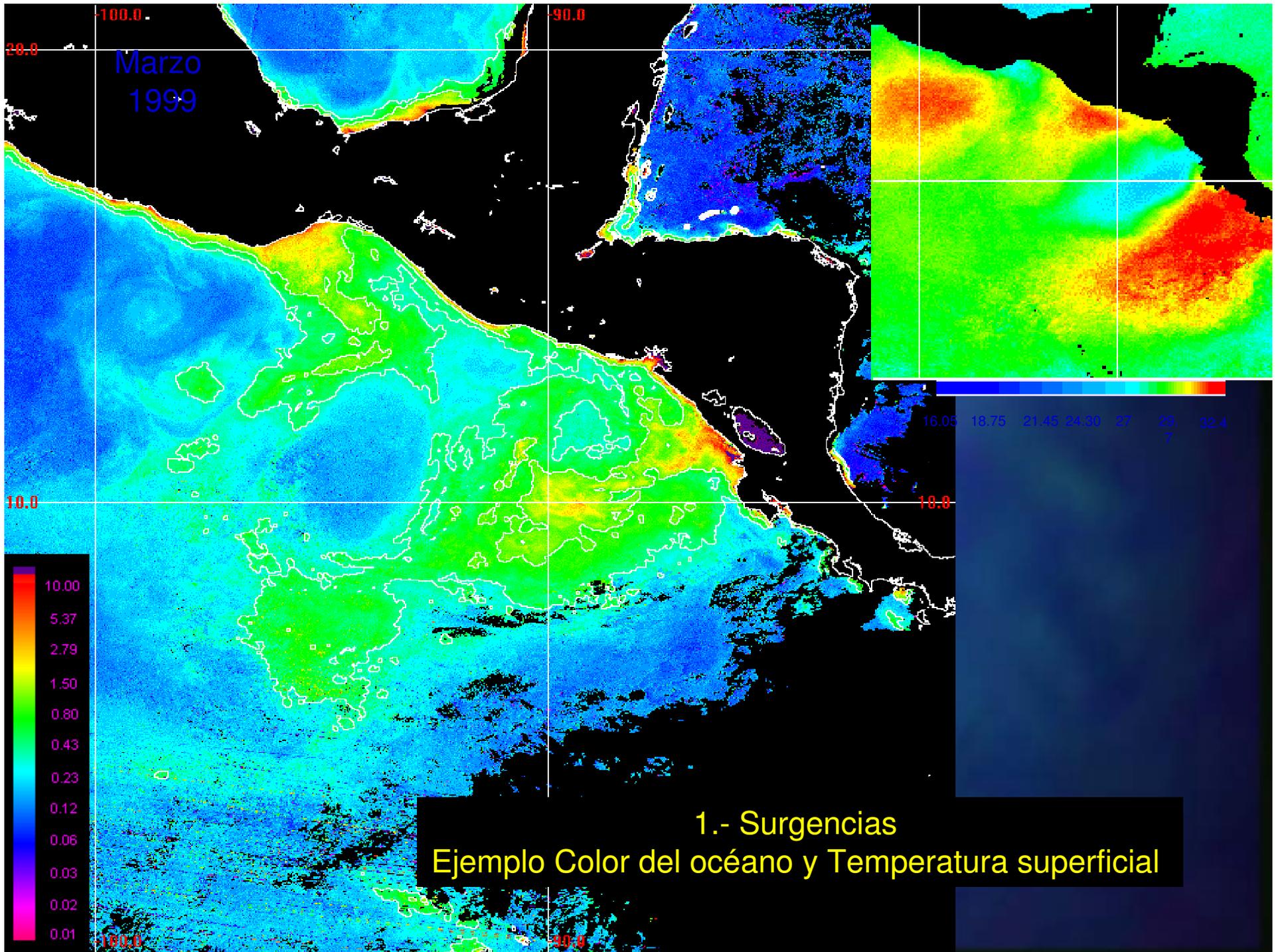
1.- Surgencias  
Ejemplo Color del océano y Temperatura superficial





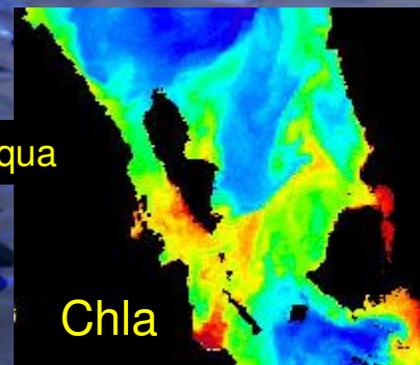
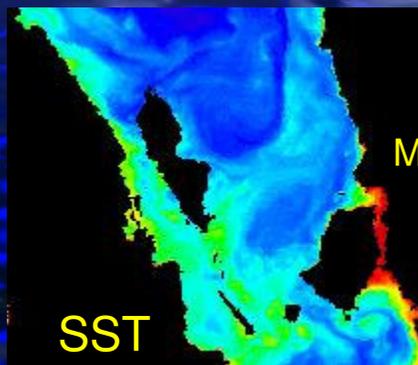
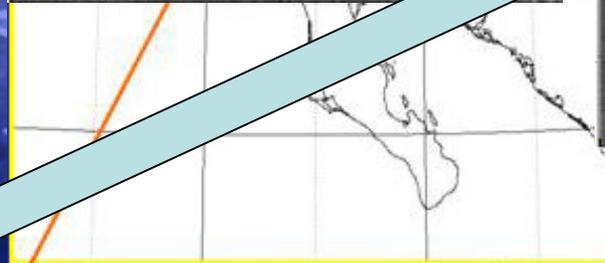
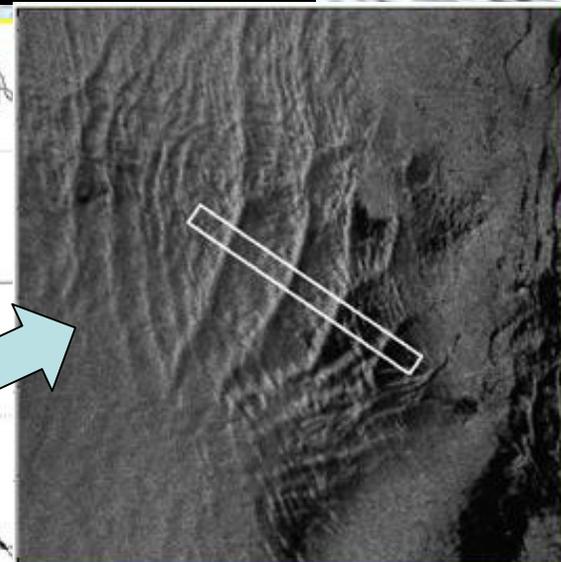
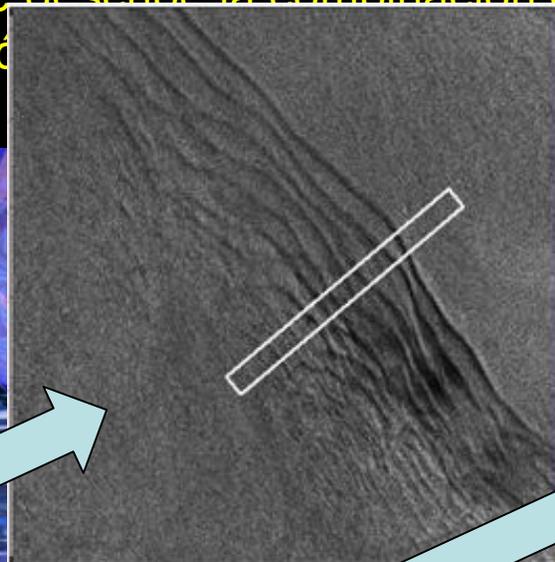
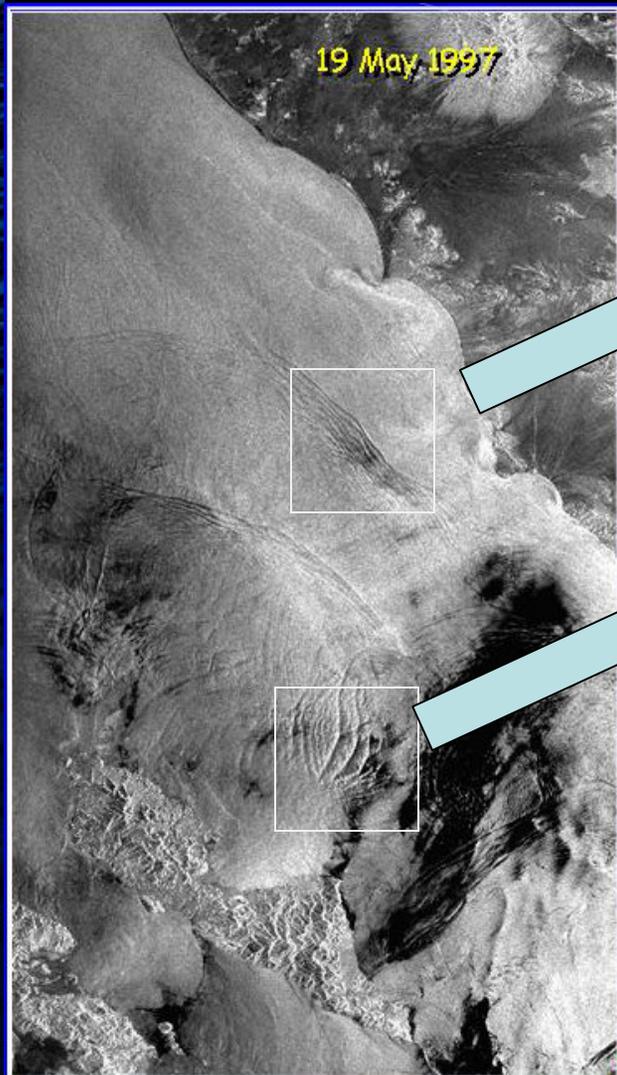
1.- Surgencias  
Ejemplo Color del océano y Temperatura superficial





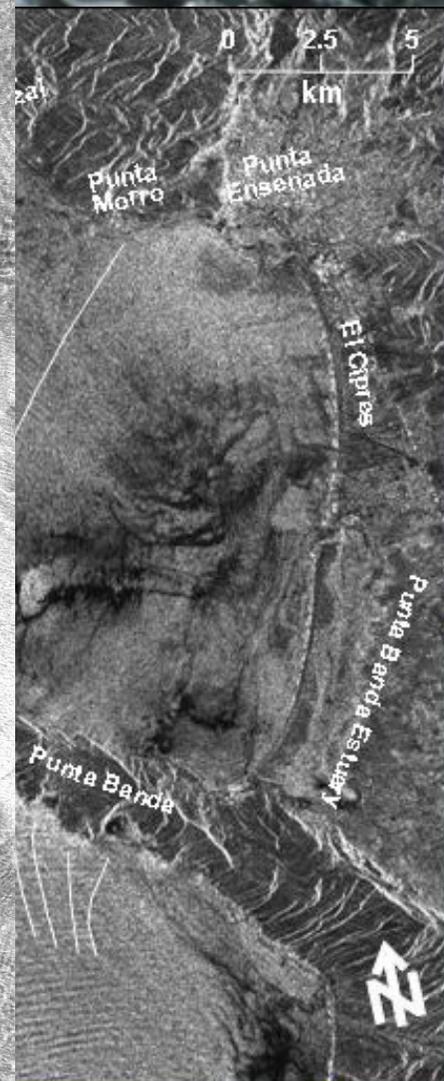
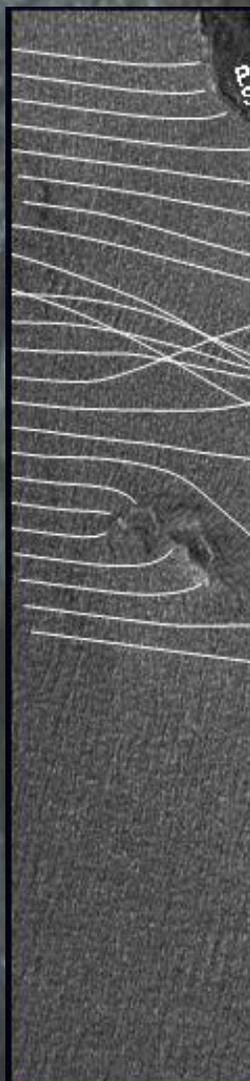
## 2.- Soloy (SAR y MODIS) y 3.- Ondas internas (SAR y MODIS)

Soloy es la palabra rusa que describe la combinación de surgencias, la mezcla por la circulación (ondas internas) y

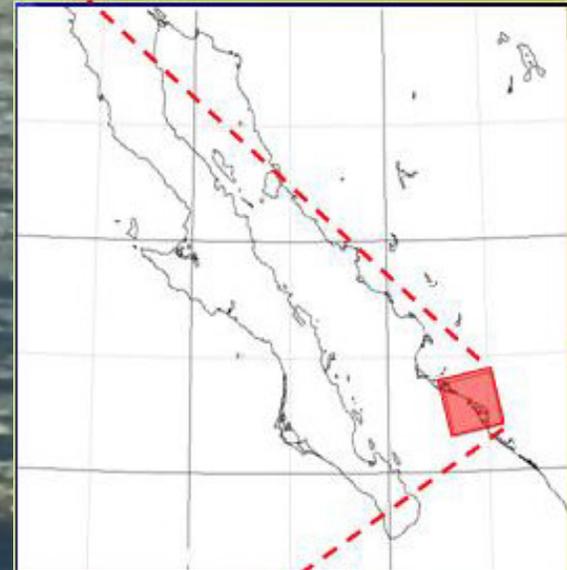
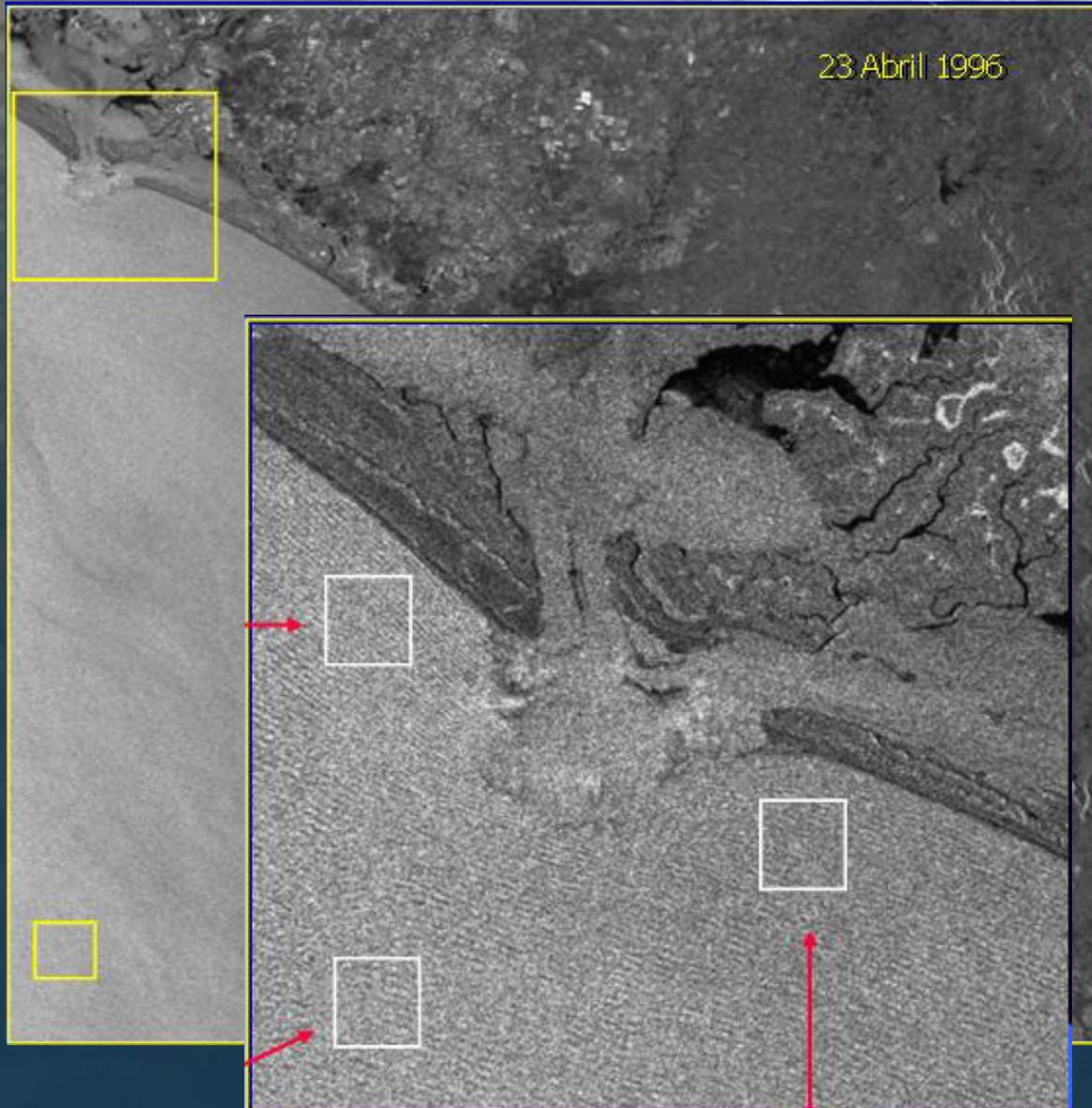


Modis-Aqua

#### 4.-Refraccion de Ondas en la costa (SAR)



#### 4.-Refraccion de Ondas en la costa inducido por topografia (SAR)



## 5.-Cambios de línea de costa (SAR con resolución de hasta 12.5 mts)

02 Enero



06 Febrero



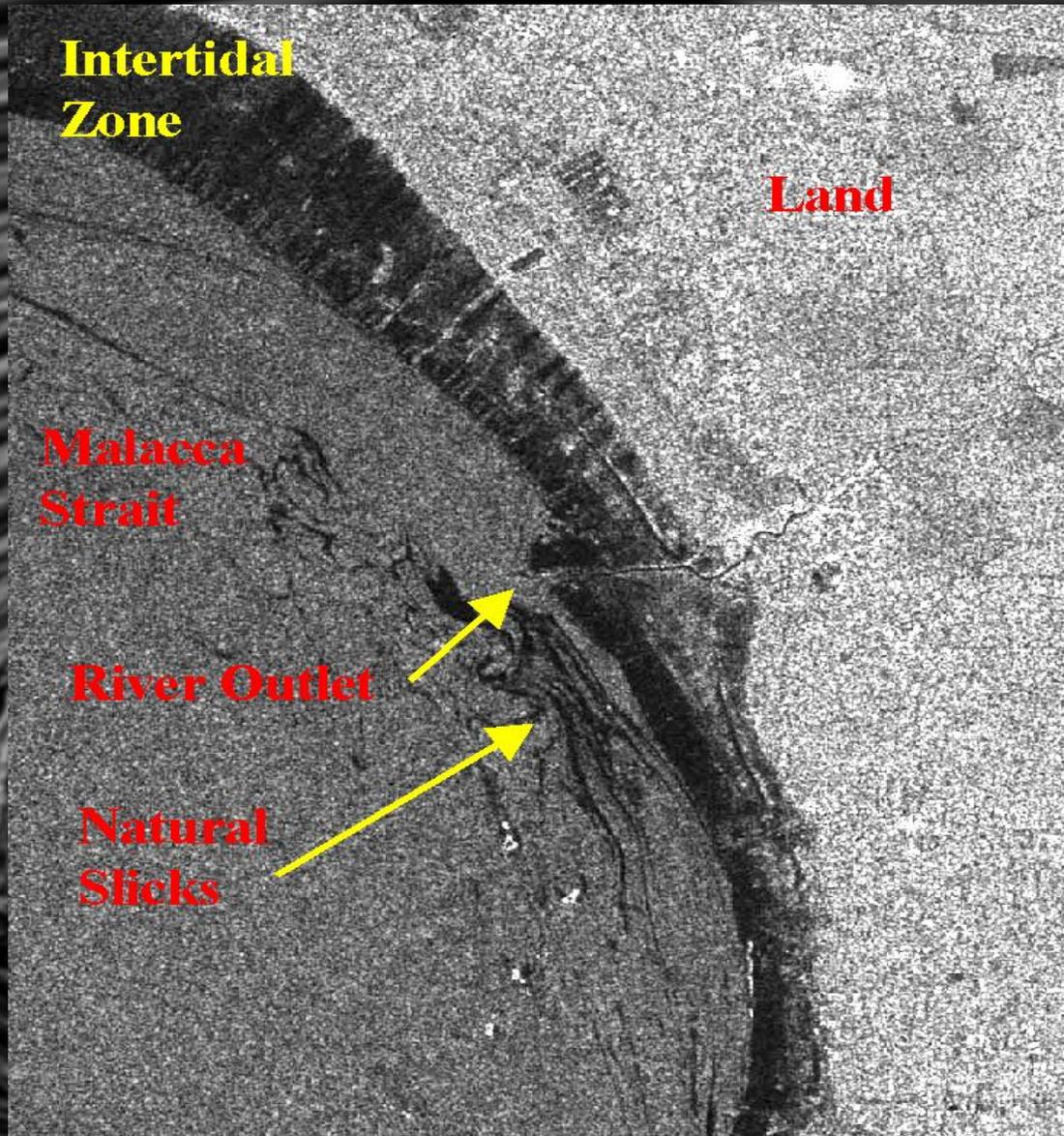
21 Mayo



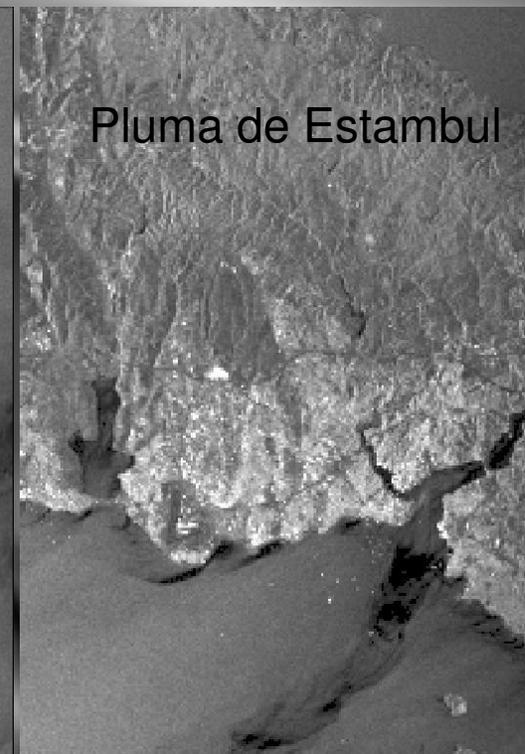
## Amplitud de la marea en Puerto Peñasco Sonora



## 5.-Cambios de línea de costa (SAR)



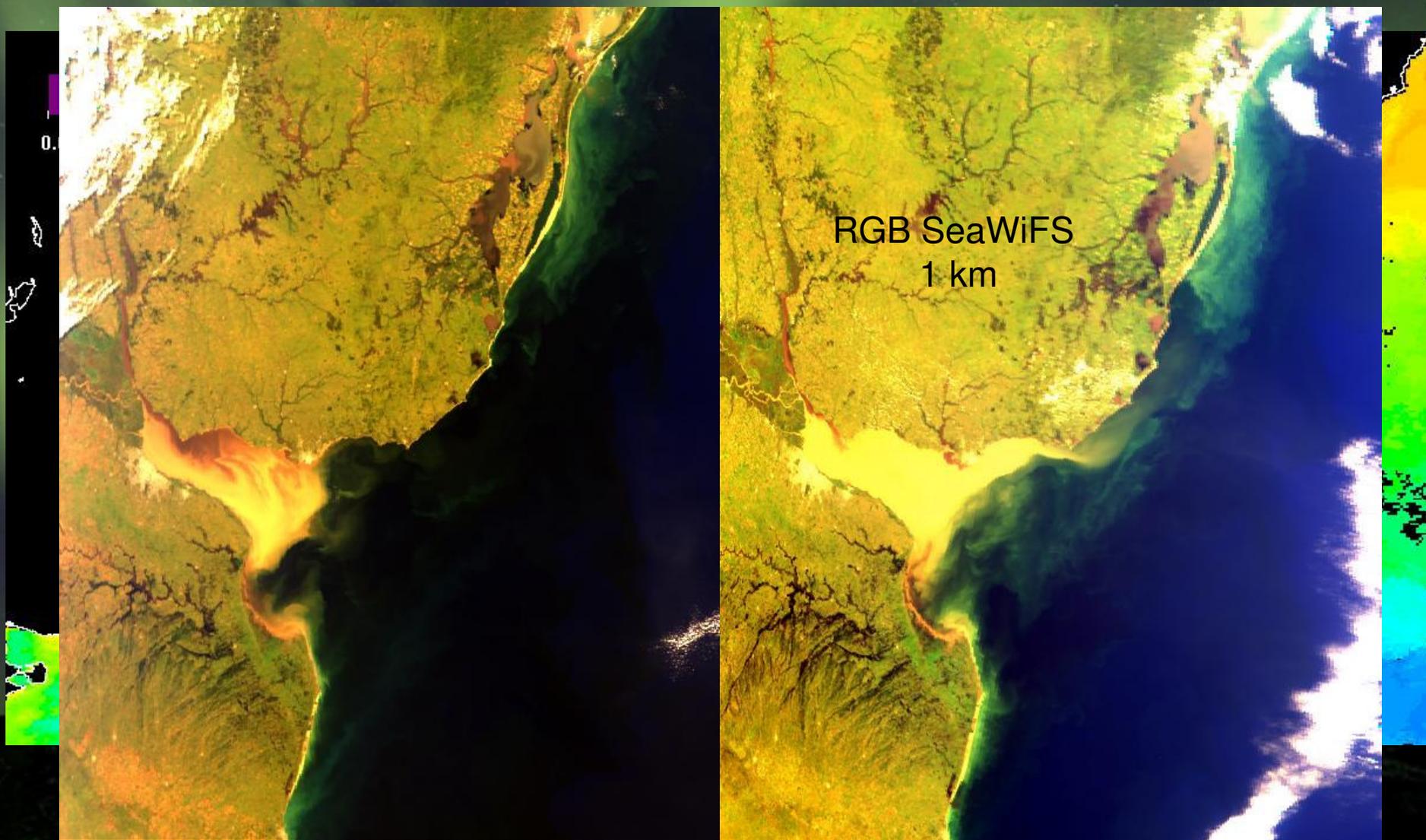
## 6.-Observaciones costeras (SAR)



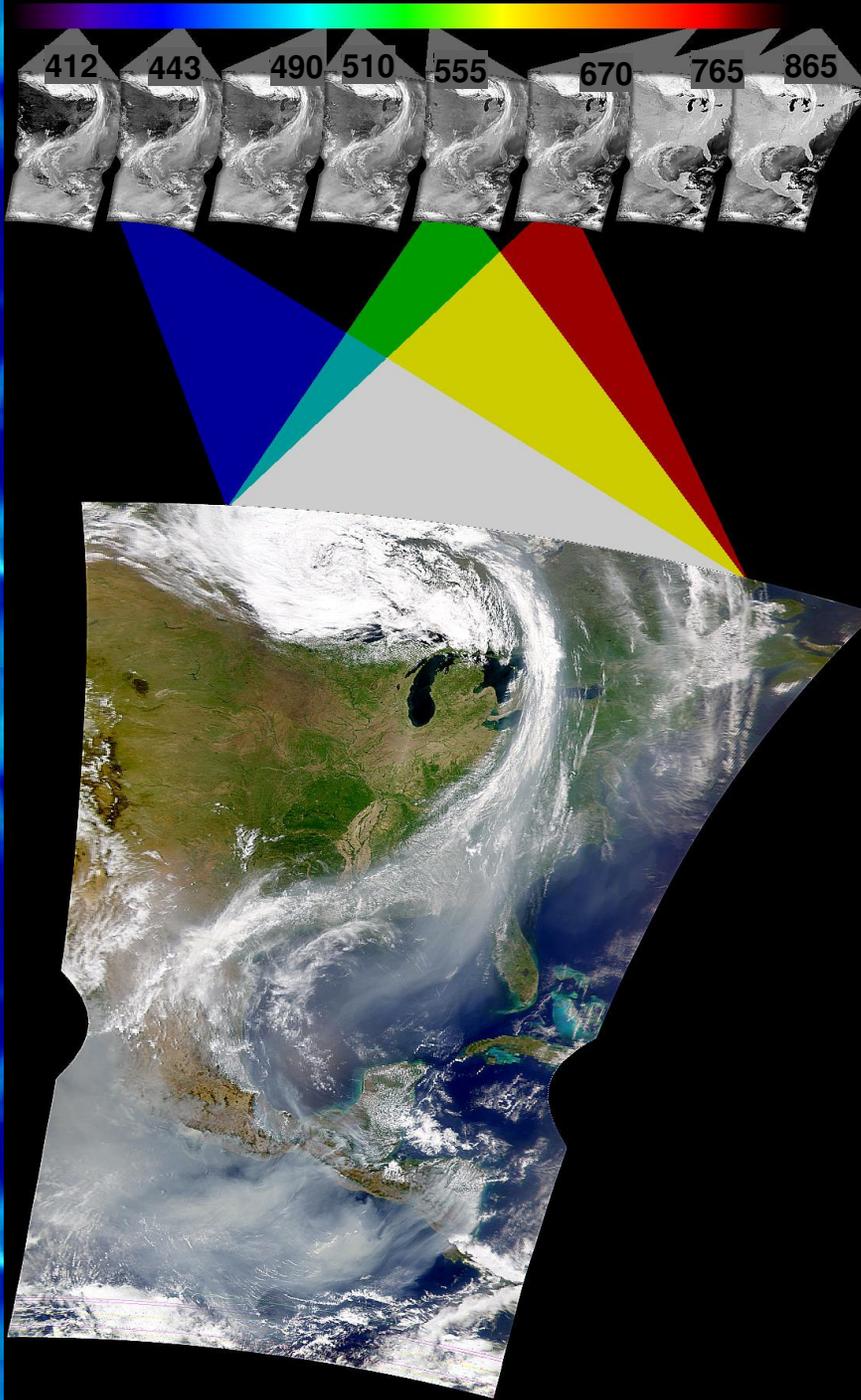
**SAR**

## 6.-Observaciones costeras (MODIS)

### Rio de la Plata



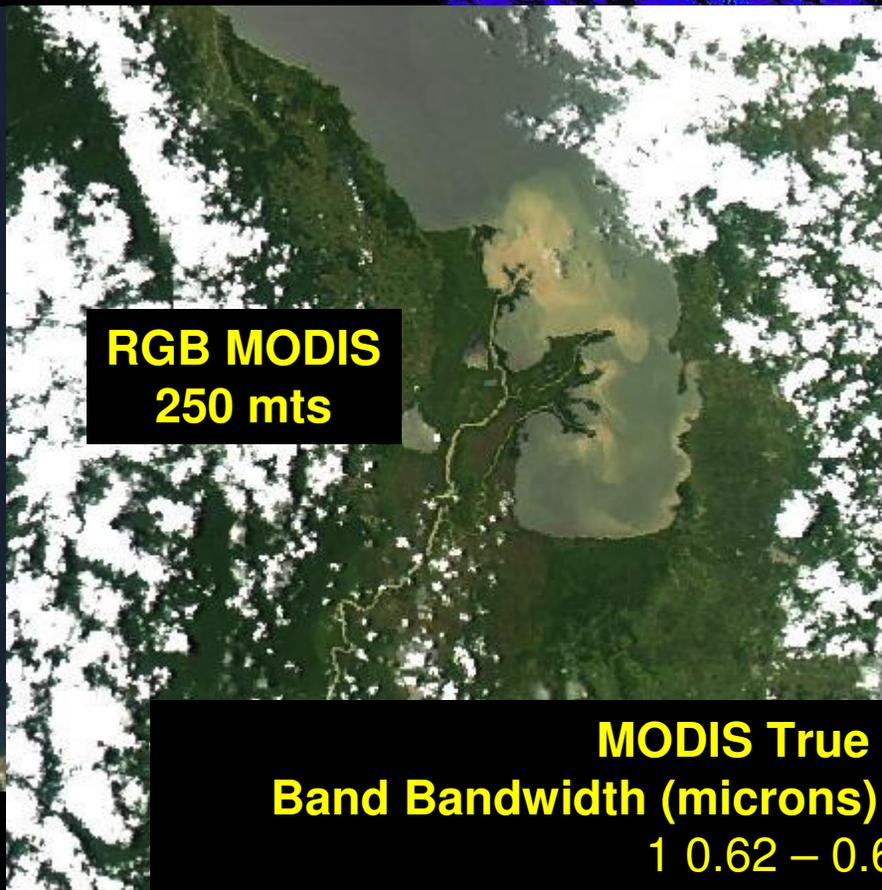
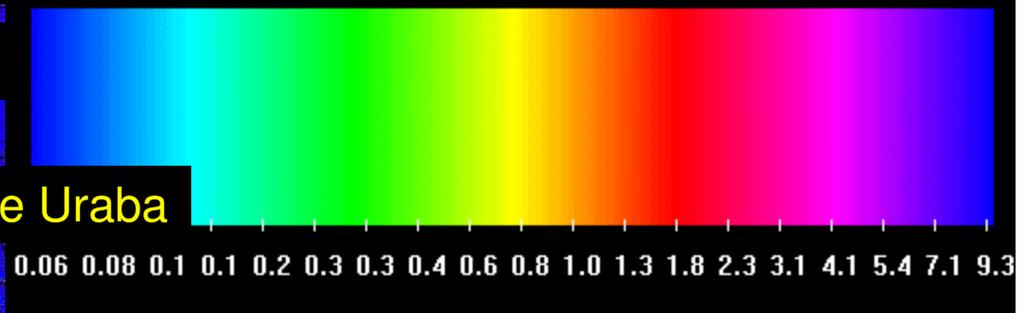
# Ejemplo de Bandas o canales de Color del del Oceano



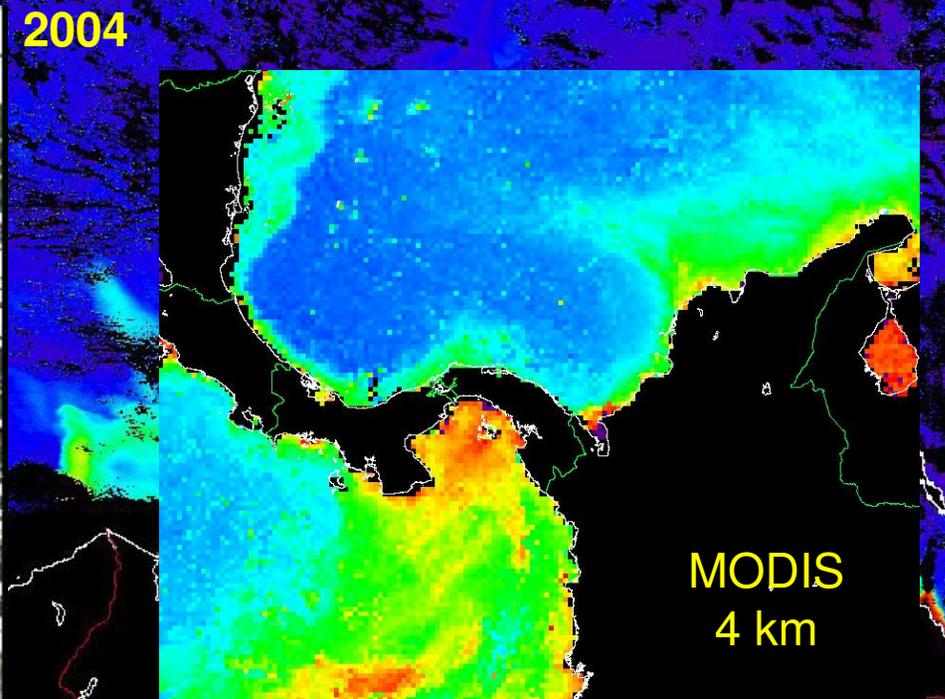
	SeaWiFS Band	SeaWiFS $\lambda$ (nm)	color
<b>B</b>	1	412	purple
	2	443	blue
	3	490	blue-green
<b>G</b>	4	510	blue-green
	5	555	green
<b>R</b>	6	670	red
	7	765	near-infrared
	8	865	near-infrared

# 6.-Observaciones costeras (MODIS)

Rio Magdalena Golfo de Uraba



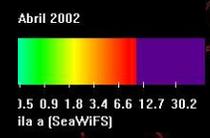
**RGB MODIS  
250 mts**



**MODIS  
4 km**

**MODIS True Color Bands**

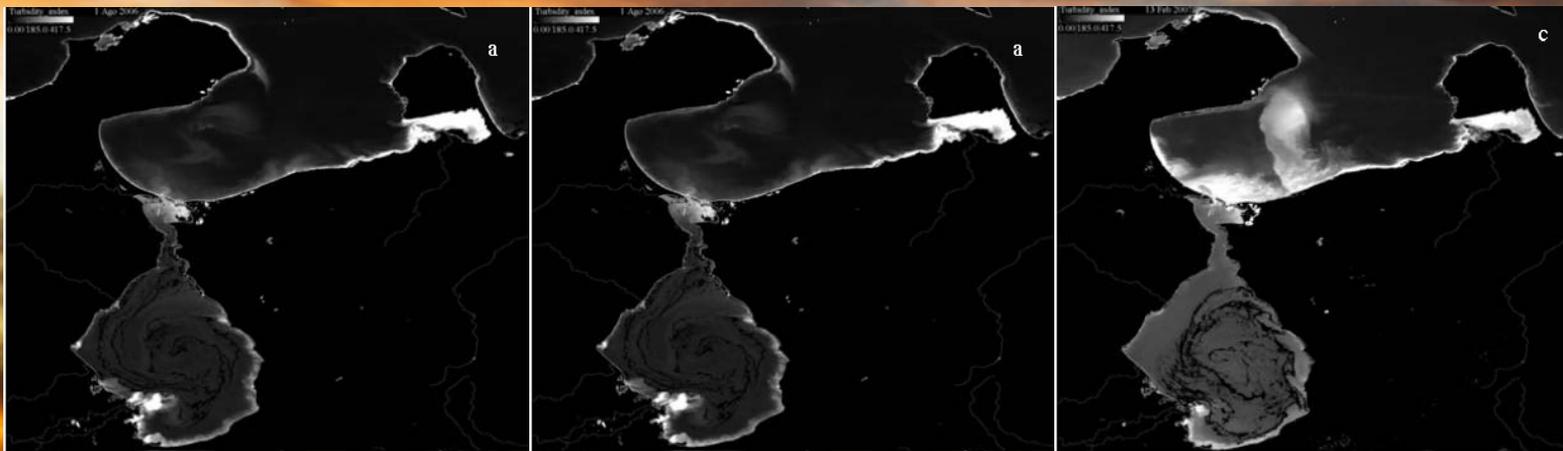
Band	Bandwidth (microns)	Spatial resolution (meters)	Color
1	0.62 – 0.67	250	R
4	0.54 – 0.57	500	G
3	0.46 – 0.48	500	B



## 6.-Observaciones costeras (MODIS)



Imágenes de falso color (rgb) de Modis-Aqua a 250m. a) 1 de agosto de 2006, b) 3 de agosto de 2006 y c) 13 de febrero de 2007.

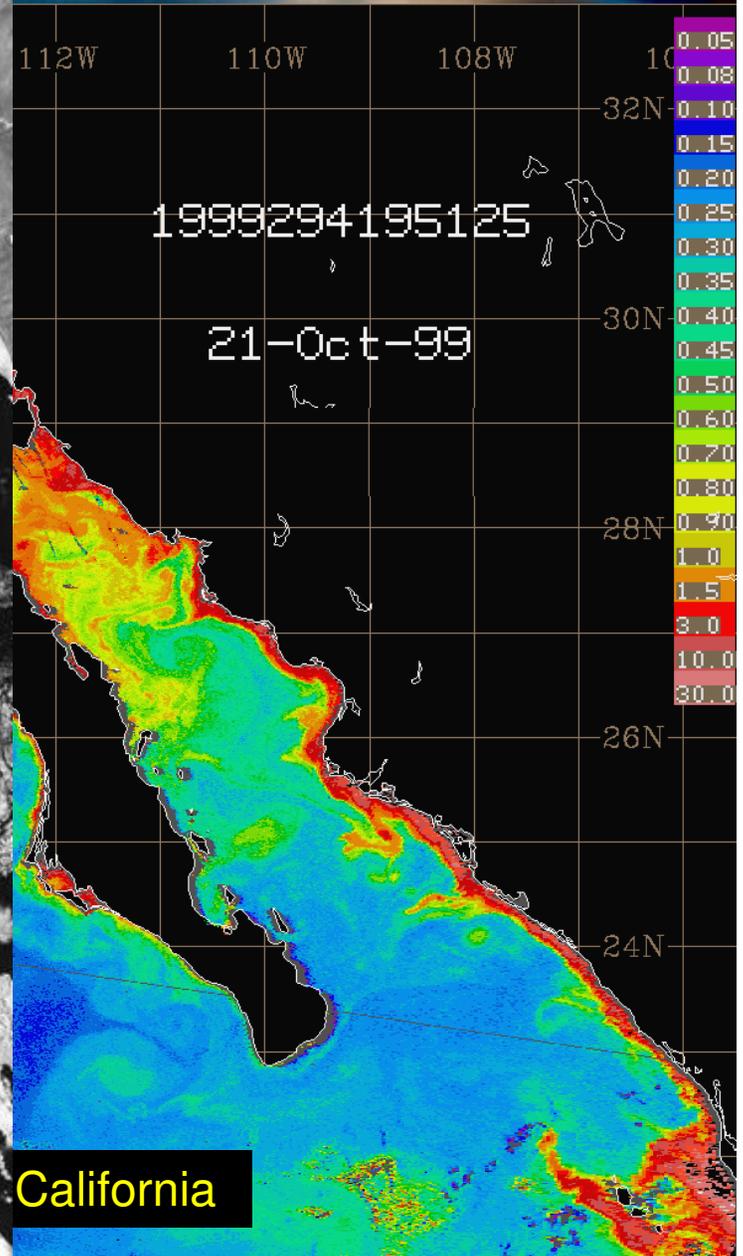
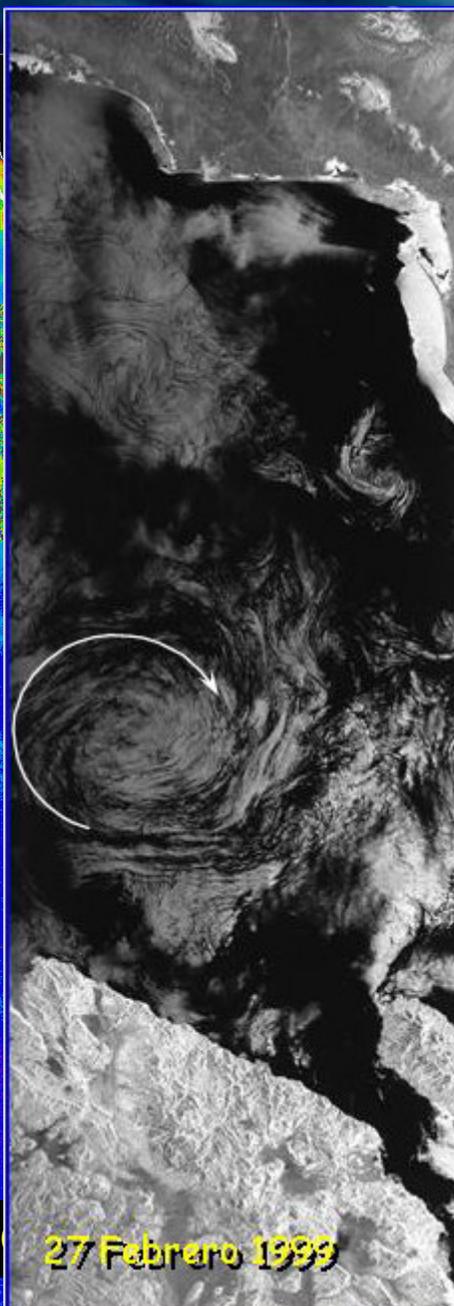
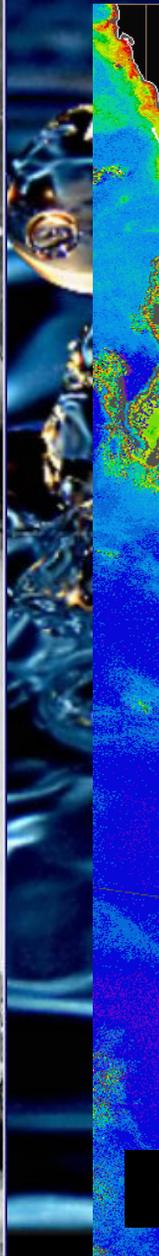
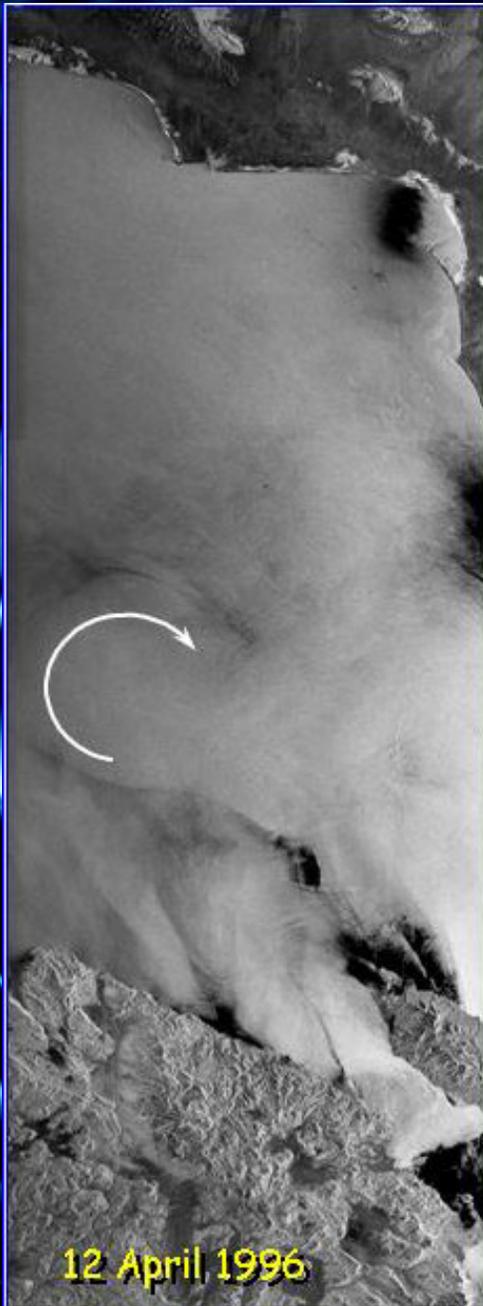


Imágenes de turbidez de Modis-Aqua a 250m. a) 1 de agosto de 2006, b) 3 de agosto de 2006 y c) 13 de febrero de 2007.

Imágenes de turbidez Lago Maracaibo y Golfo de Venezuela y Golfete del Coro)

Modis-Aqua

# 7.-Monitoreo Superficial (SAR y MODIS) Estructuras de mesoescala



Promedios diarios de  
velocidades de corriente  
(15 m) obtenidos de boyas  
de deriva en verano (13  
Sep - 9 Oct 95) e invierno  
(Feb - 18 Abr 96)

50 cm/s

→ VERANO

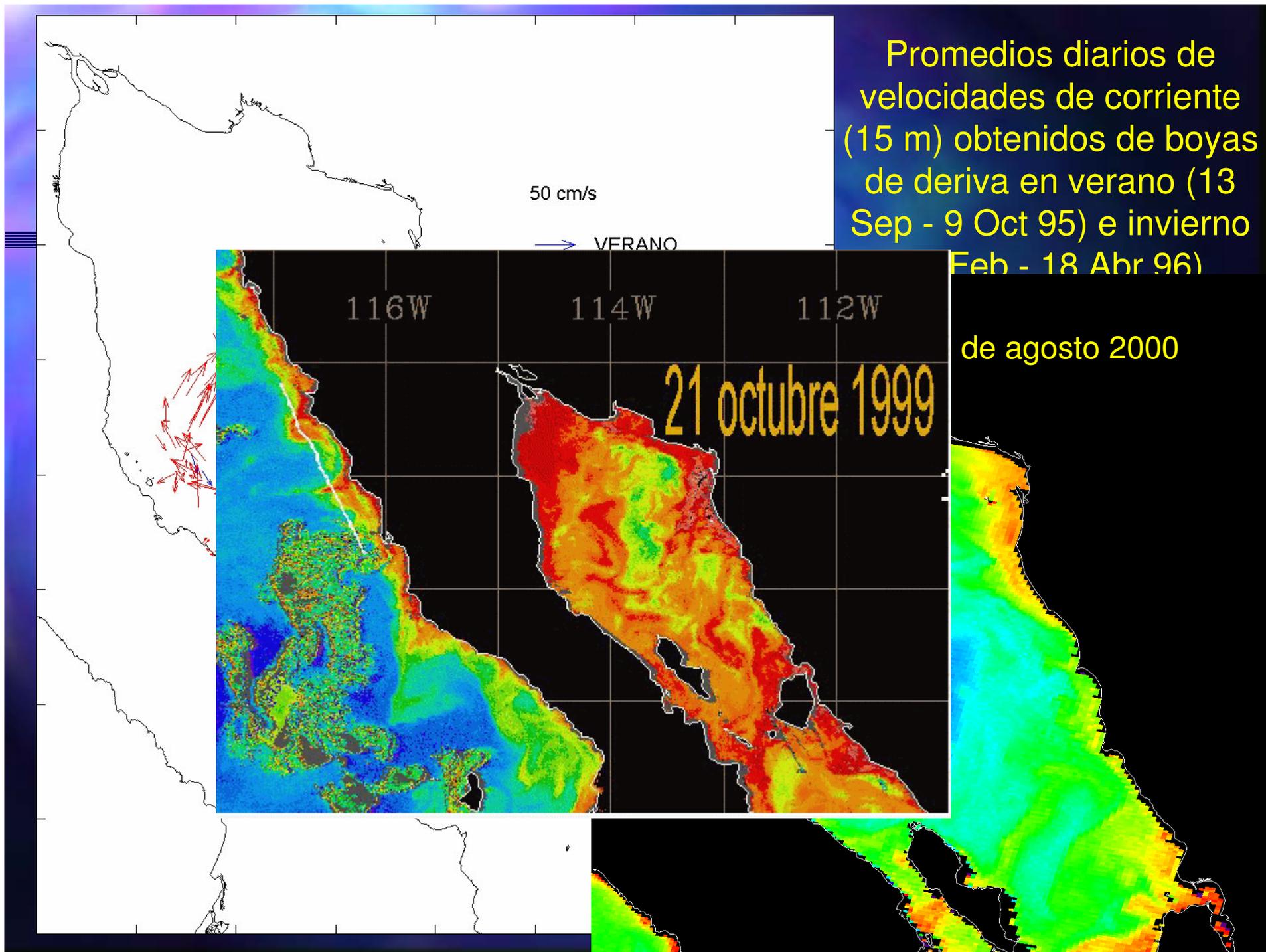
116W

114W

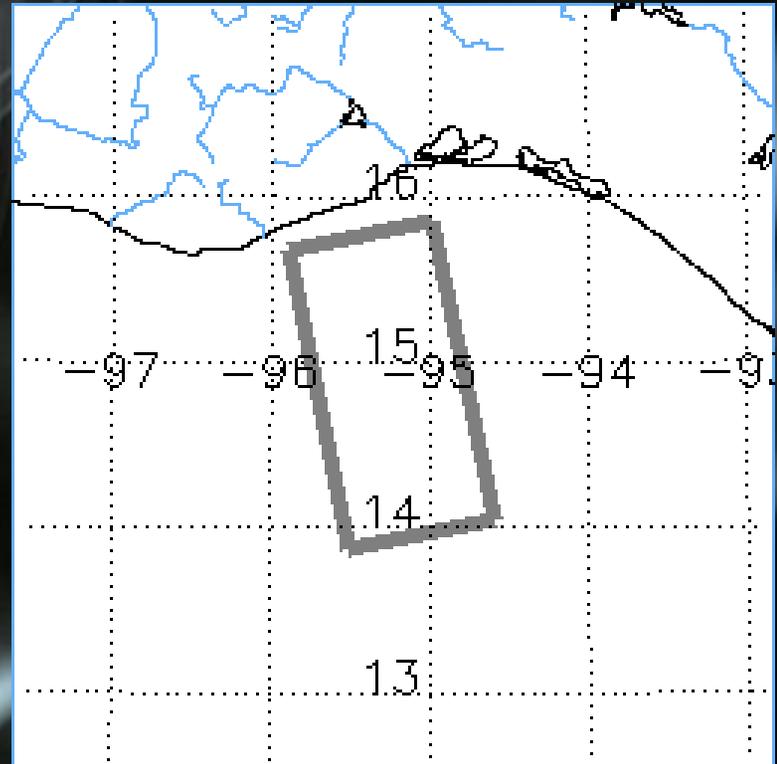
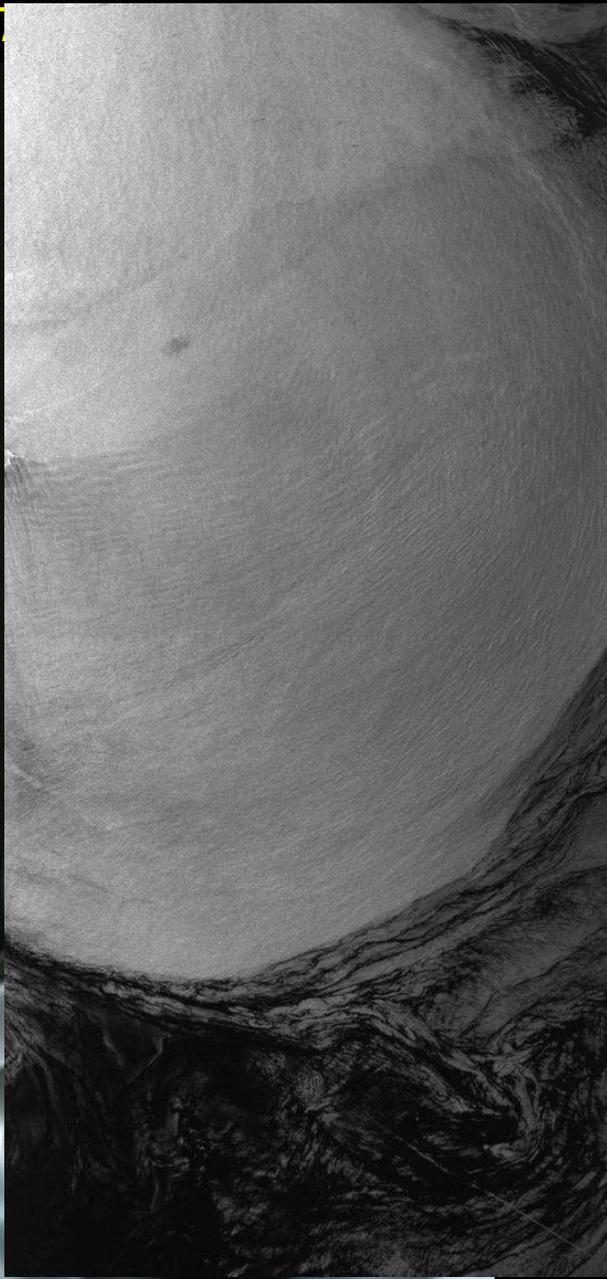
112W

21 octubre 1999

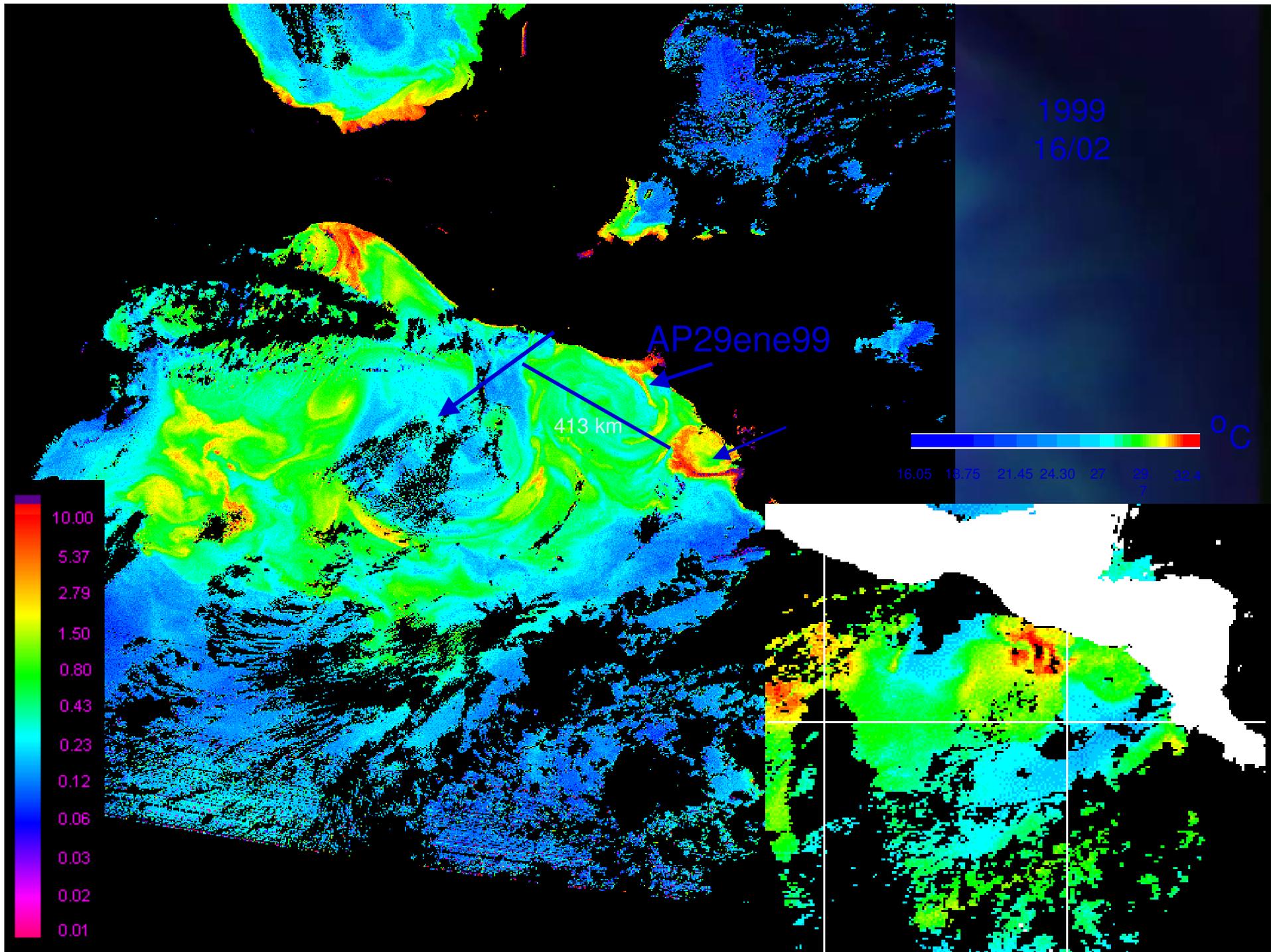
de agosto 2000

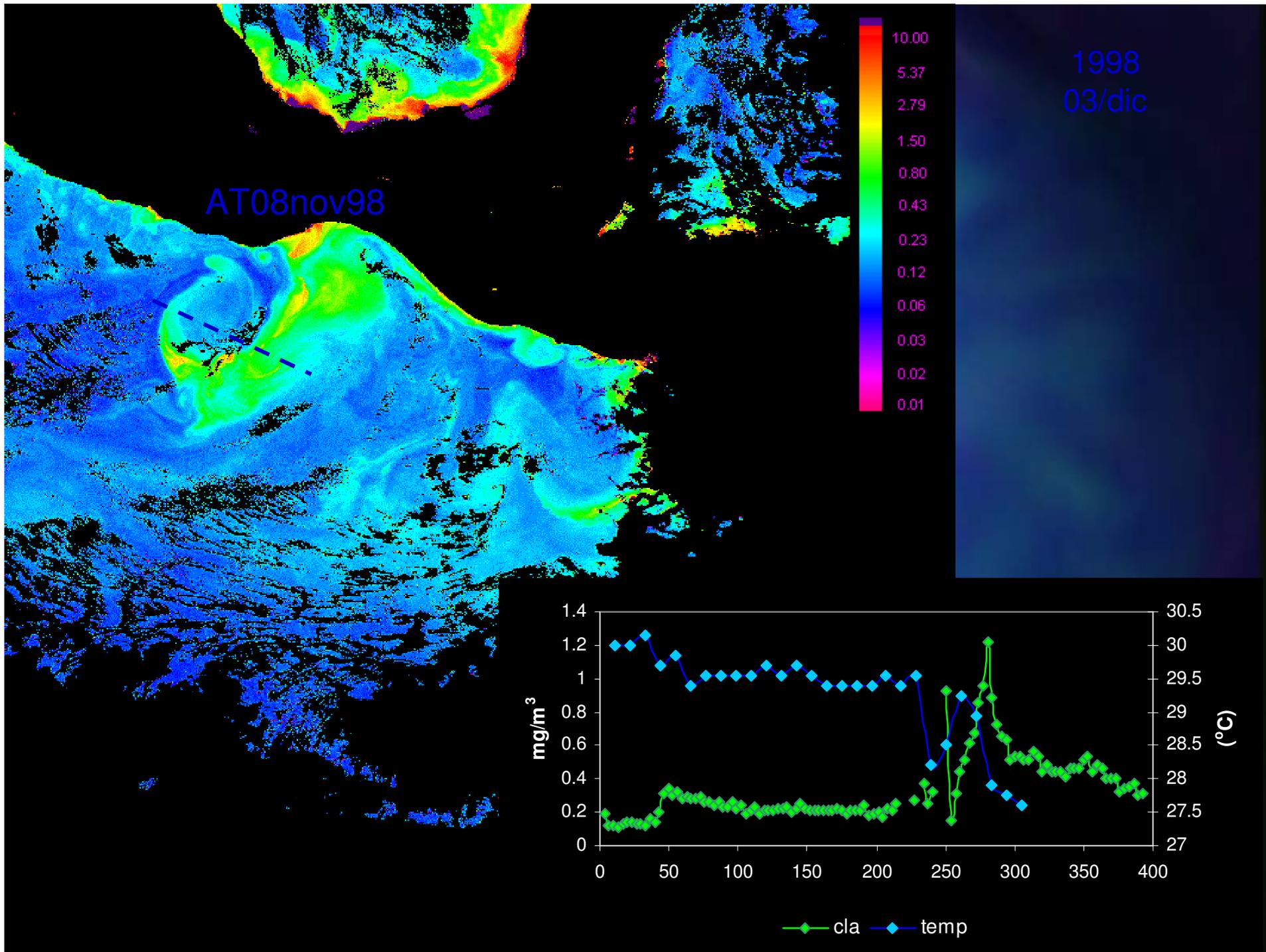


R y MODIS) Estructuras de mesoescala

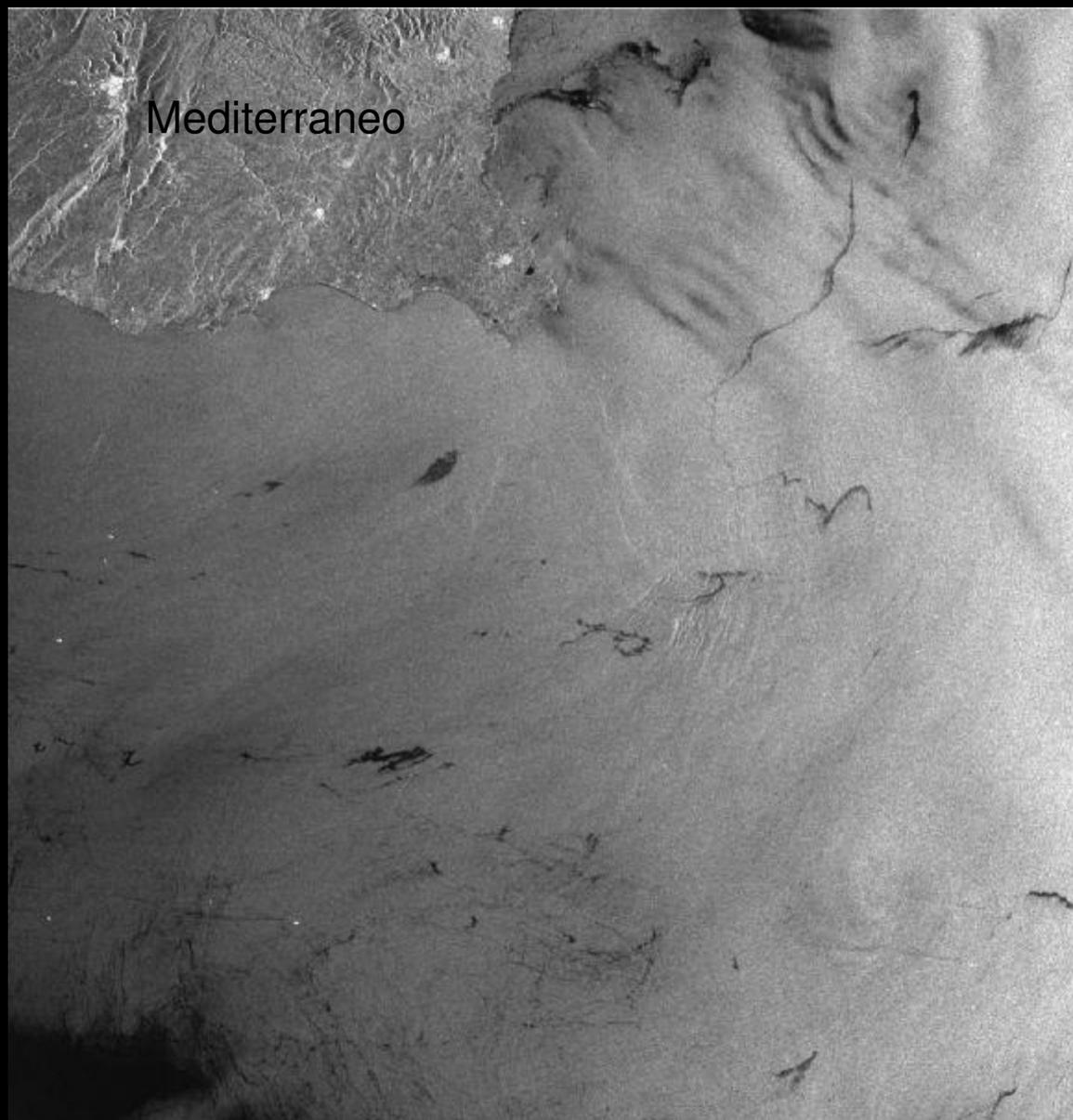


Golfo de Tehuantepec





## 7.-Monitoreo Superficial (SAR y MODIS) Derrames petroleros



## 7.-Monitoreo Superficial (SAR y MODIS) Blooms Fitoplanctonicos

Ojo no podemos distinguir entre un Bloom y un HAB

Que carecteristicas deberia de tener un bloom para ser detectado por un MODIS?

El parche debería de ser de varios Km de ancho y largo

1 KM  
SeaWifs

Manchas de petroleo



A satellite image of the ocean showing phytoplankton blooms. The image displays a large area of the ocean with a distinct greenish-brown color, indicating a high concentration of phytoplankton. The surrounding water is a deep blue, and the landmasses are visible in the background. The text "Florecimientos fitoplanctónicos" is overlaid on the image.

Florecimientos fitoplanctónicos

**Es posible monitorear  
Florecimientos fitoplanctónicos  
con imágenes de color del oceano?**

**B/O Suchiate**

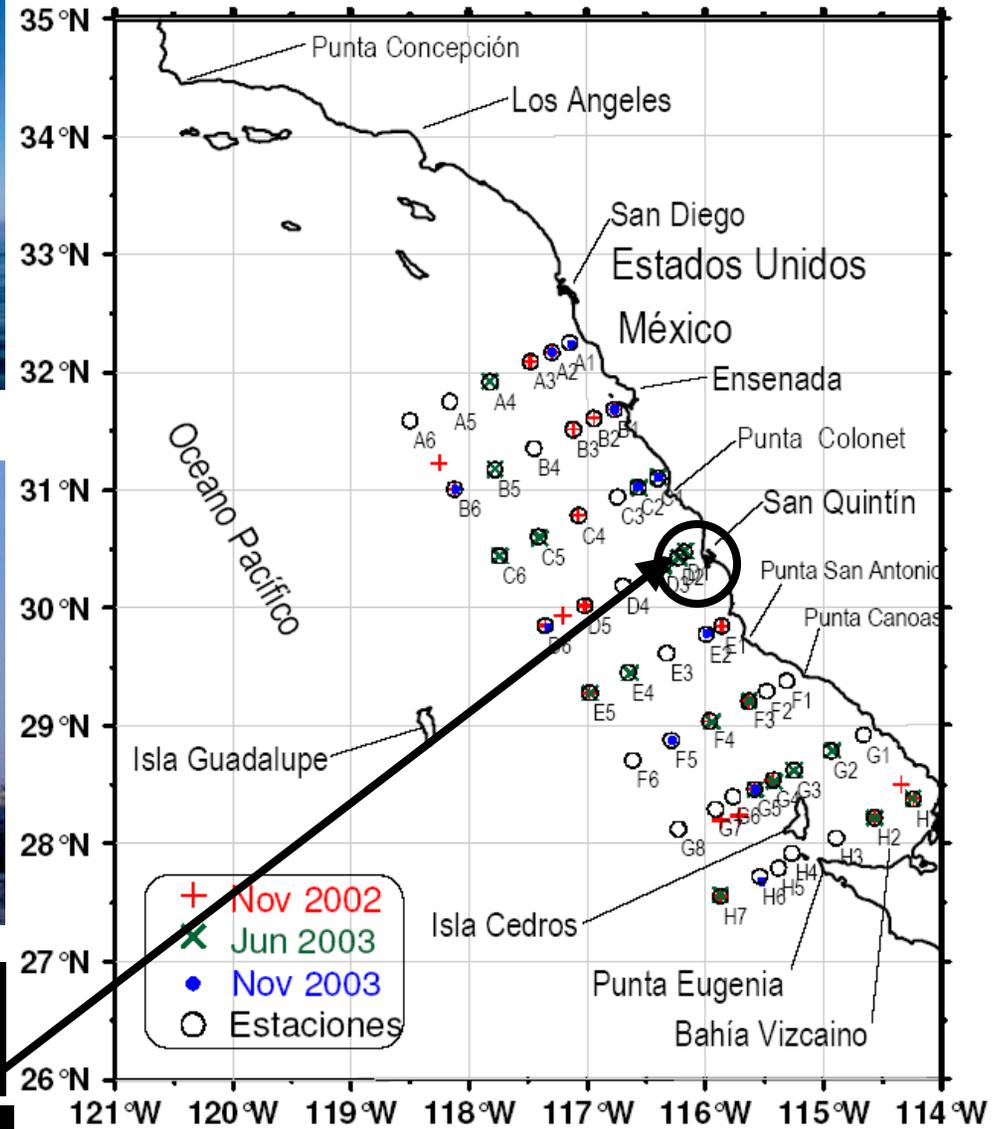


**B/O Altair**

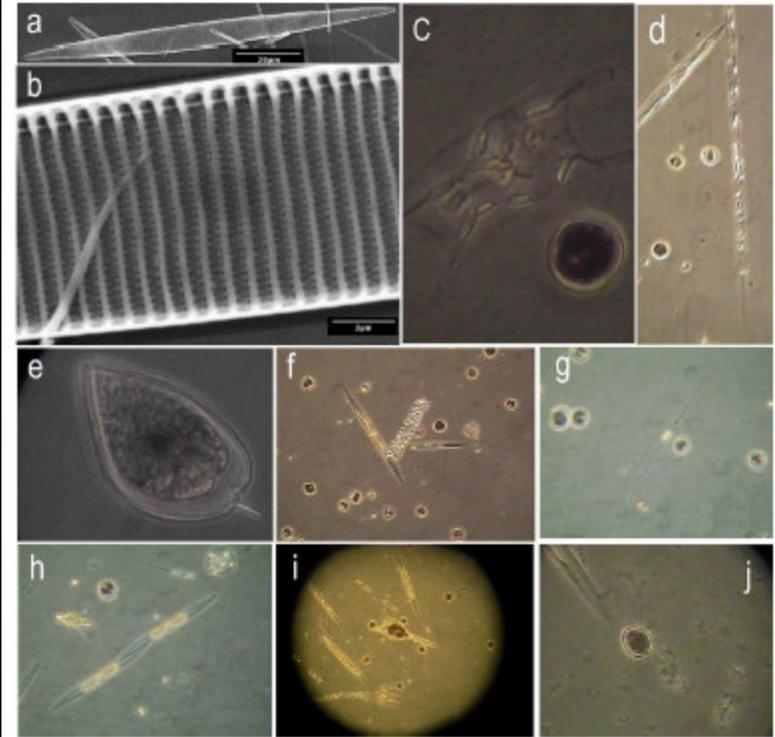


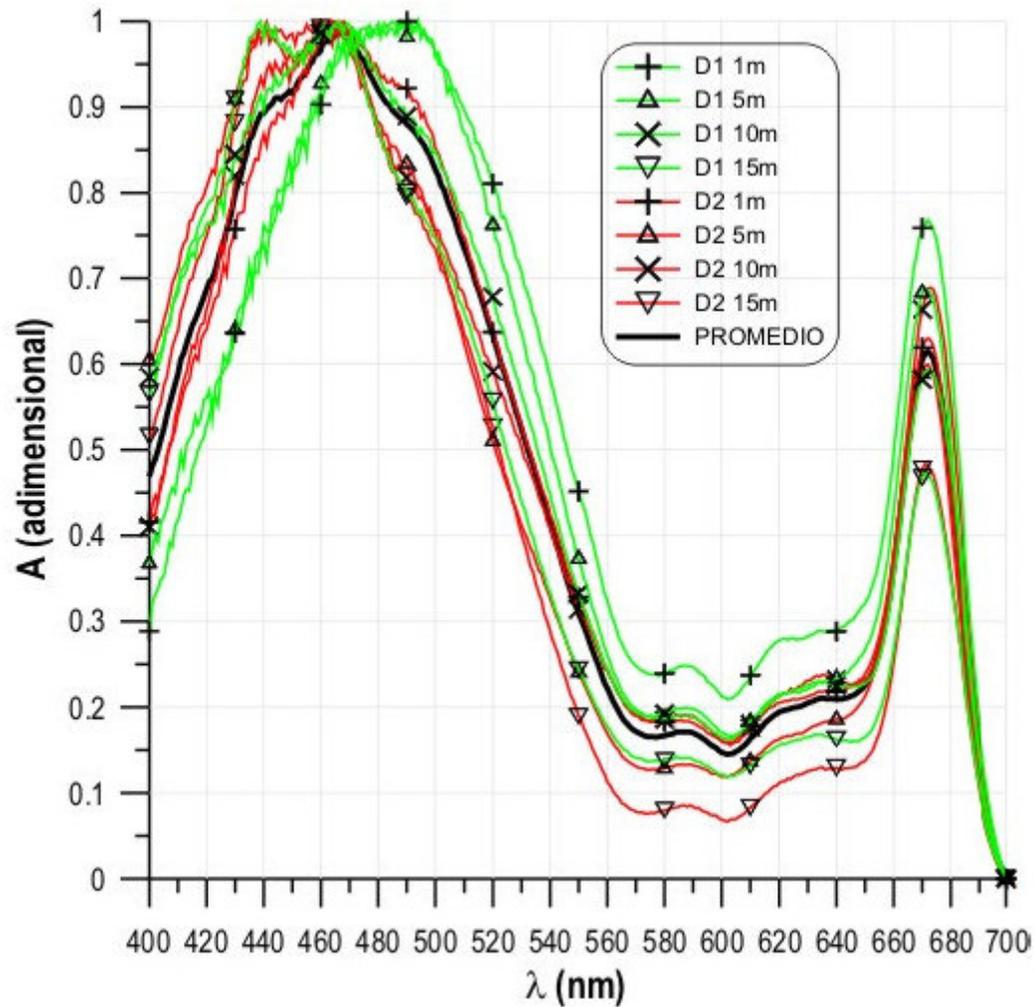
**B/O Altair Nov 2002**  
**B/O Suchiate Jun 2003 y Nov 2003**

**Florecimiento D1 y D2 del crucero**  
**De Junio 2003**

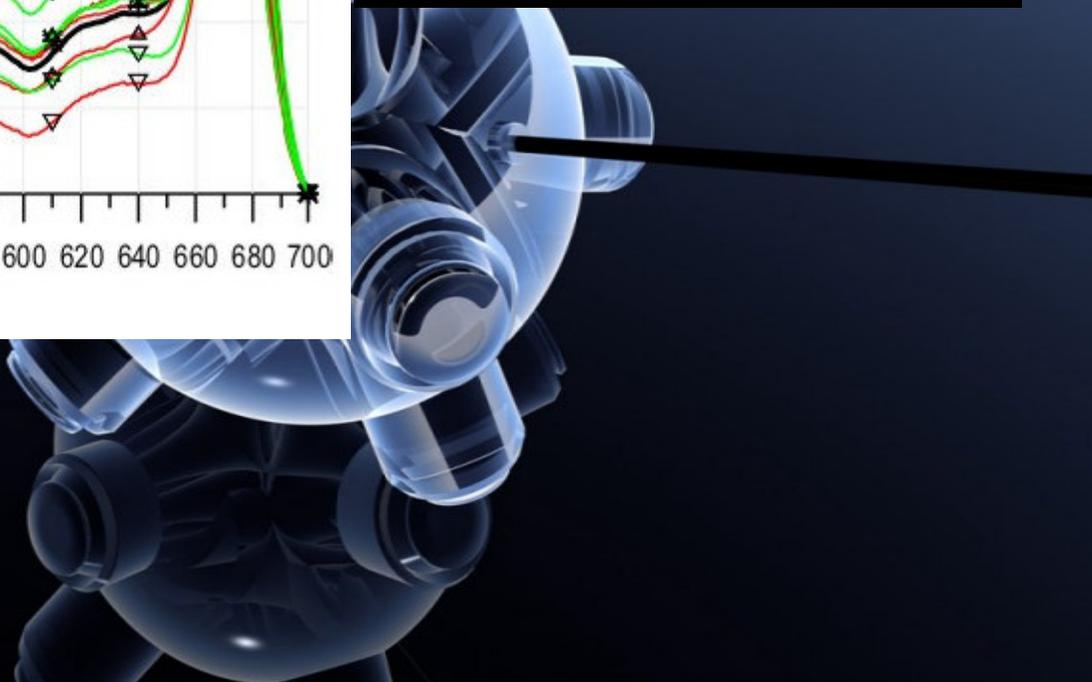


Fotografías de algunos de los principales organismos fitoplanctónicos encontrados en el afloramiento frente a San Quintín (estaciones D1 y D2, Junio 24). (a) y (b) *Pseudo-nitzschia australis*, (c) *Eucampia* sp. y quiste temporal de dinoflagelado, (d) *Rhizosloenia* sp. *Pseudo-nitzschia* sp y quistes temporales de dinoflagelado, (e) *Prorocentrum micans*, (f) *Pseudo-nitzschia* sp., (g) *Cylindrotheca closterium*, quistes temporales de dinoflagelado, (h) *Pseudo-nitzschia* sp., (i) *Ceratium lineatum*, (j) quiste temporal de dinoflagelado y fragmento de *Pseudo-nitzschia* sp.

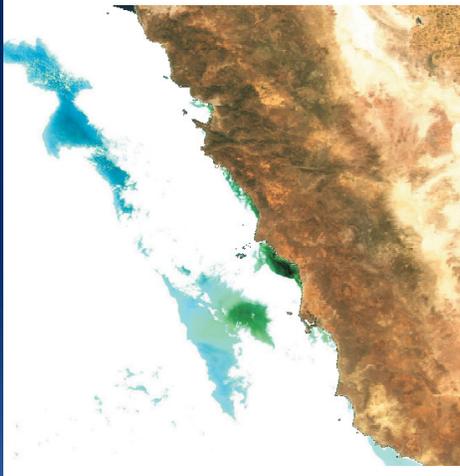




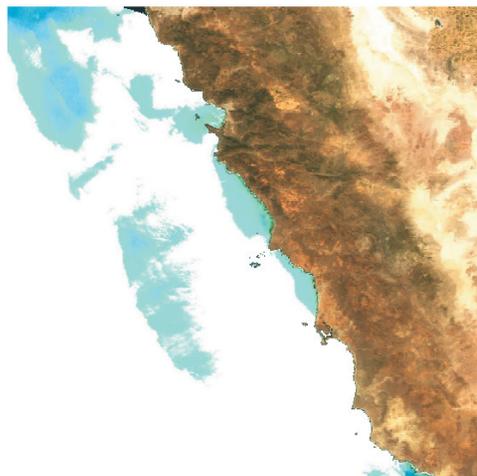
**Espectros de absorción normalizados (A, adimensional) de las muestras correspondientes a las estaciones D1 (líneas verdes) y D2 (líneas rojas) en Junio 24 de 2003. La línea negra representa el promedio de las aquí graficadas. Simbología en el recuadro.**



22 junio 2003 Modis Terra 10.30 am



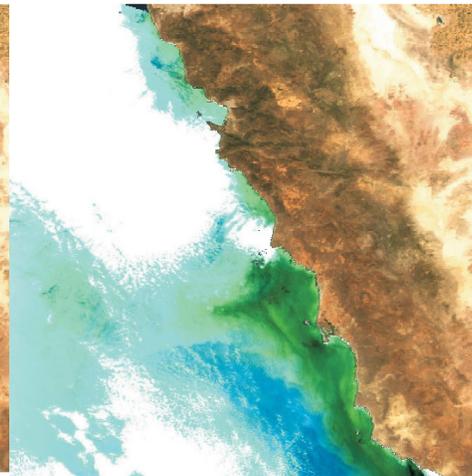
23 junio 2003 Modis Terra 10.30 am



24 junio 2003 Modis Terra 10.30 am

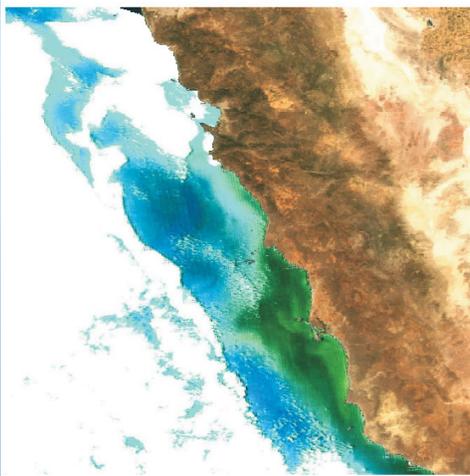


25 junio 2003 Modis Terra 10.30 am



**RGB a 250 mts de pixel del MODIS Terra**

22 junio 2003 Modis Aqua 1.30 pm



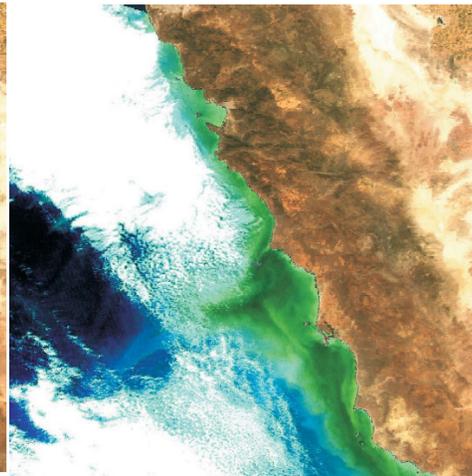
23 junio 2003 Modis Aqua 1.30 pm



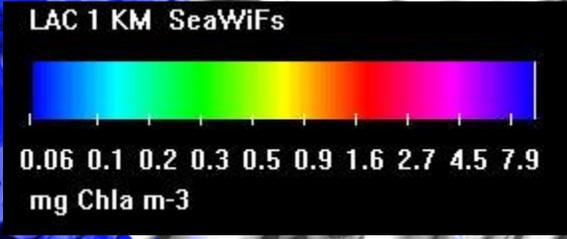
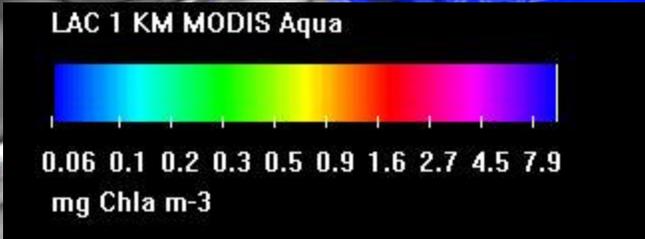
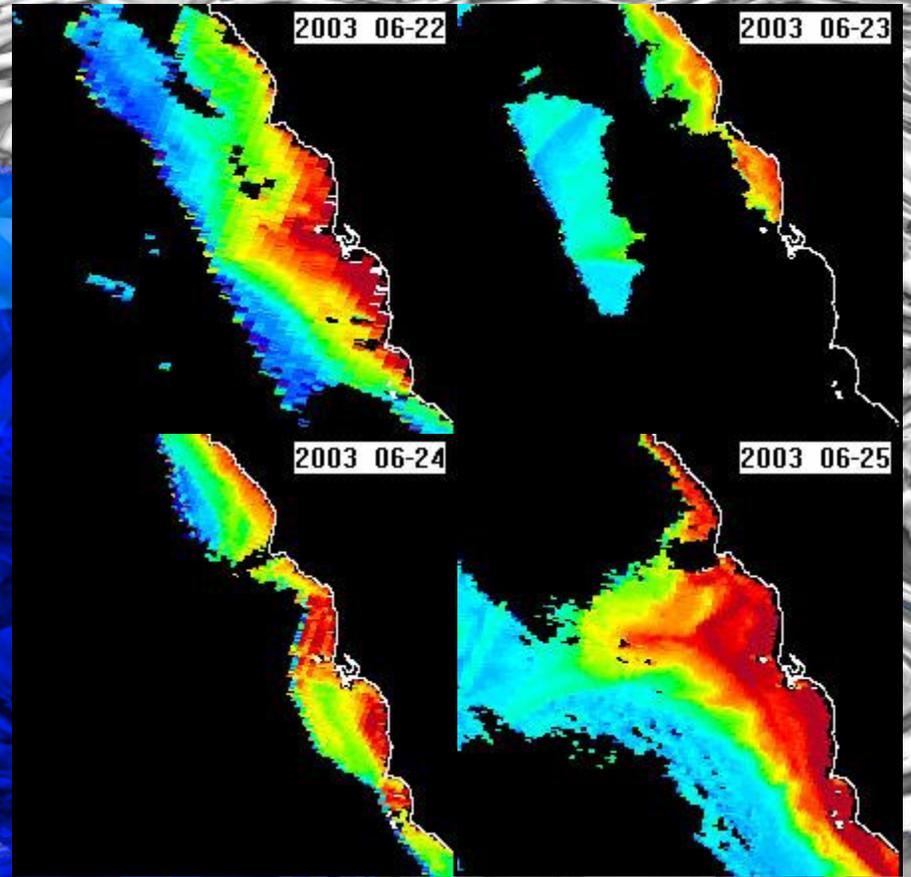
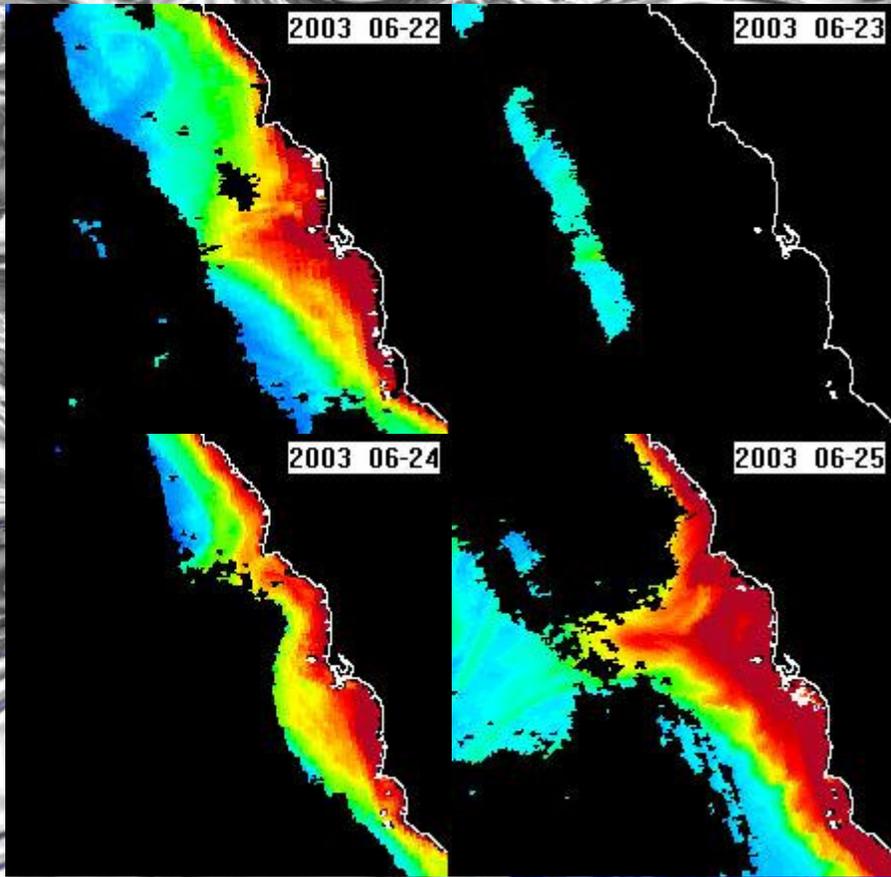
24 junio 2003 Modis Aqua 1.30 pm

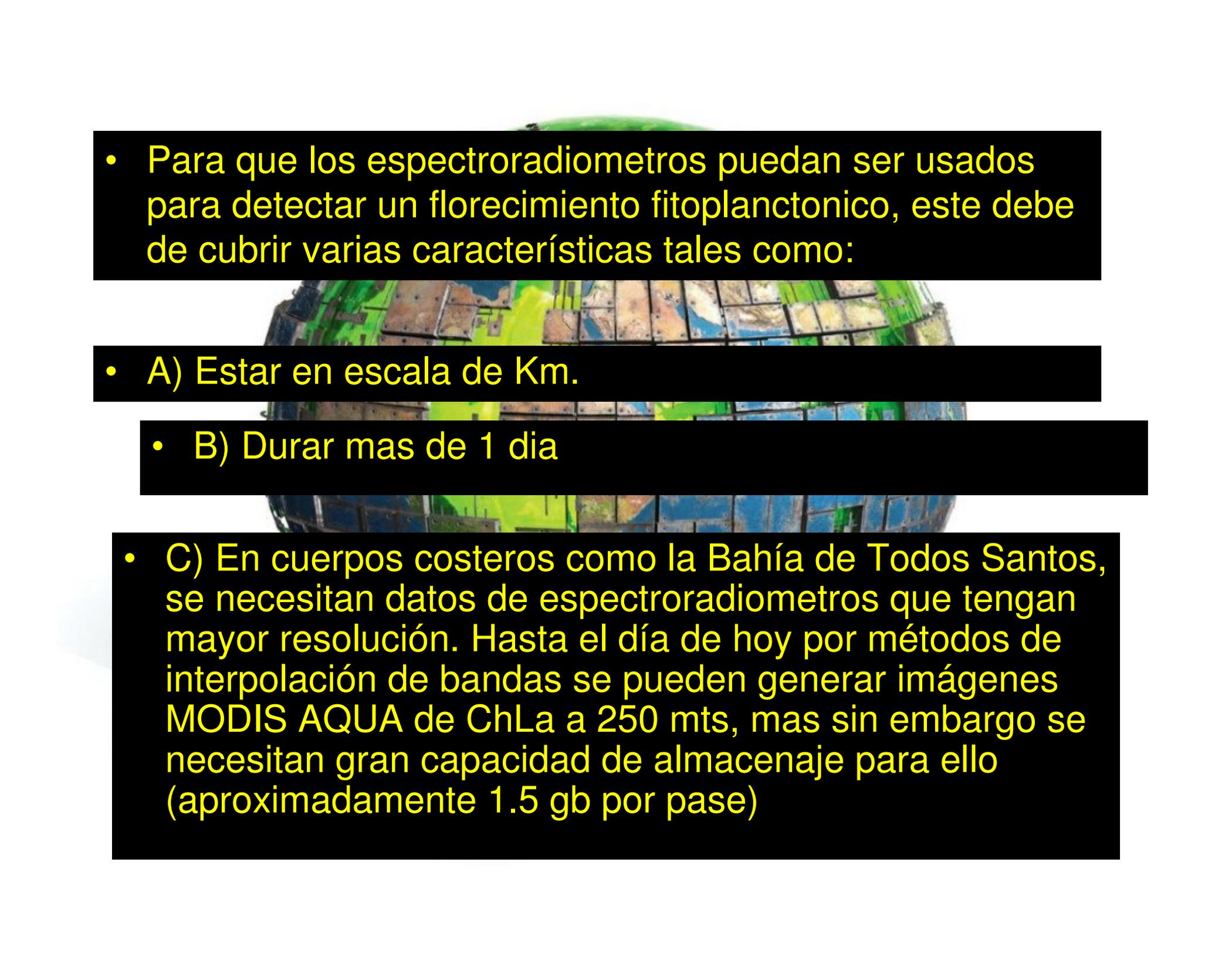


25 junio 2003 Modis Aqua 1.30 pm



**RGB a 250 mts de pixel del MODIS Aqua**



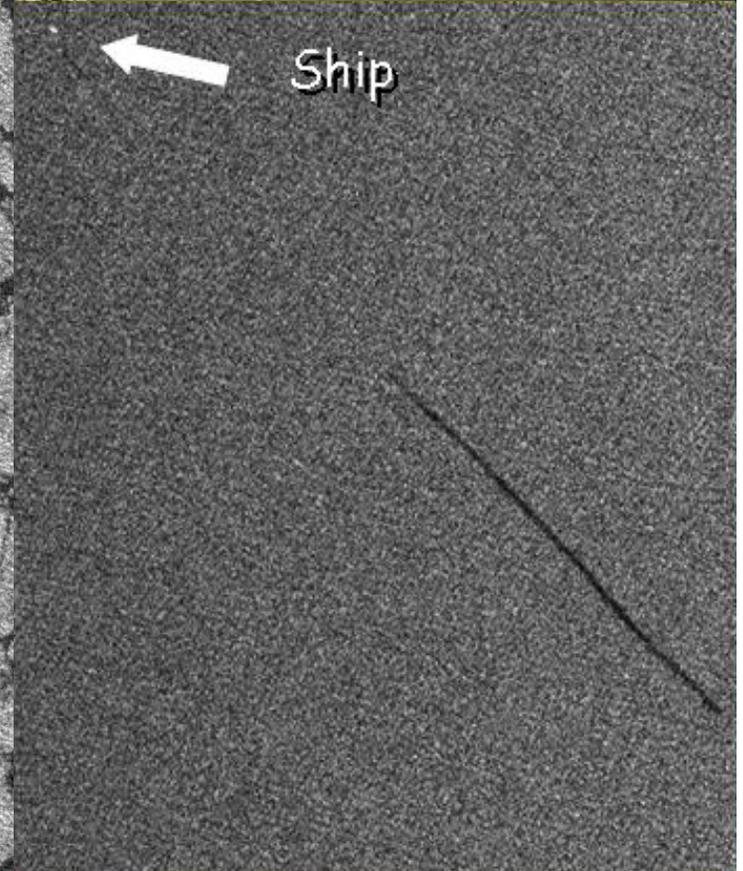
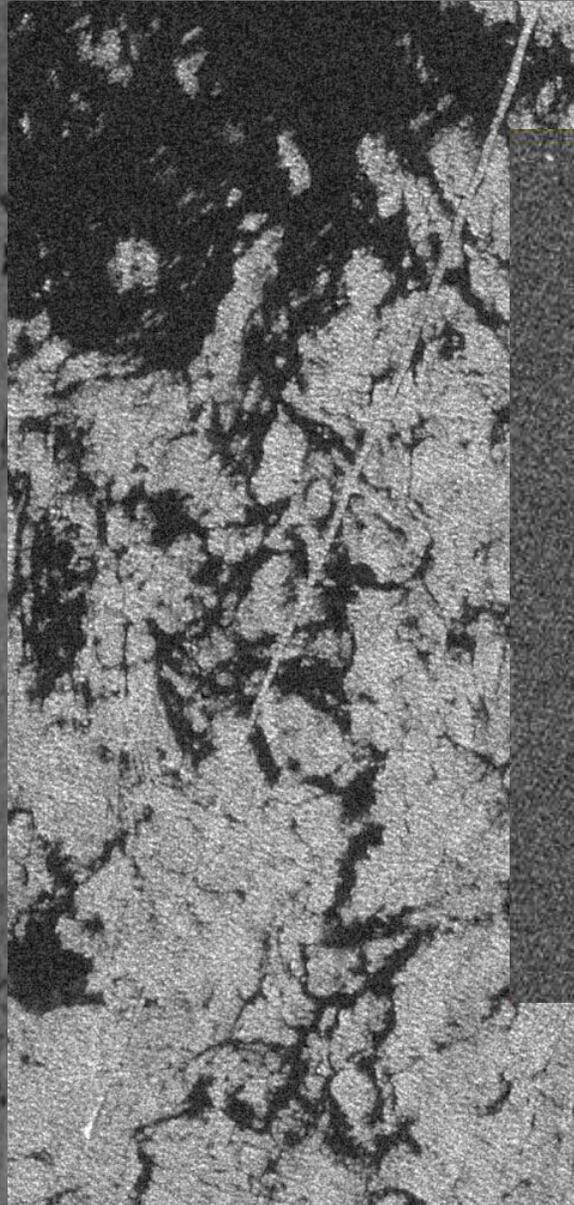
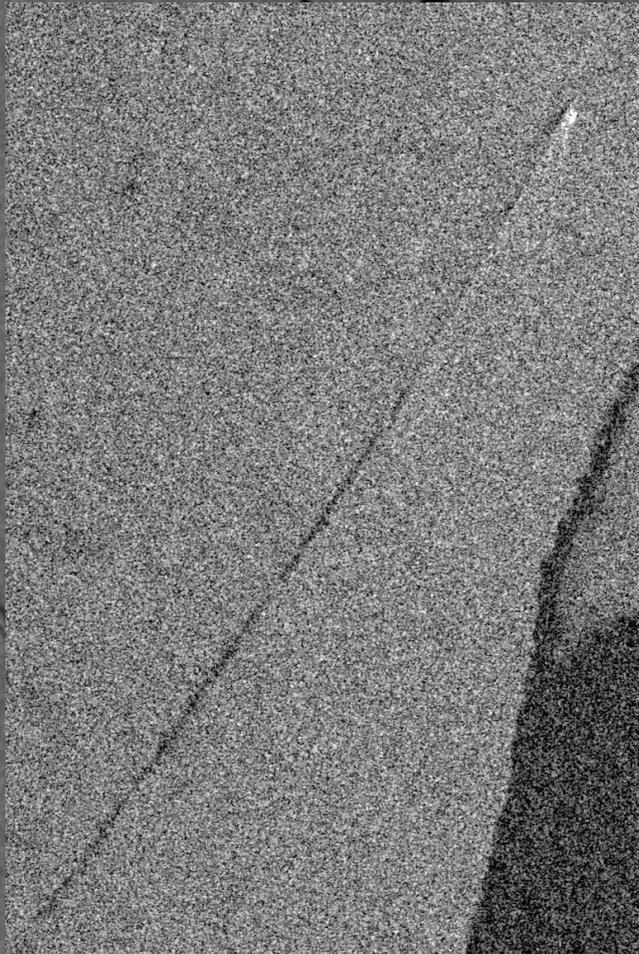
- 
- Para que los espectroradiómetros puedan ser usados para detectar un florecimiento fitoplanctónico, este debe de cubrir varias características tales como:

- A) Estar en escala de Km.

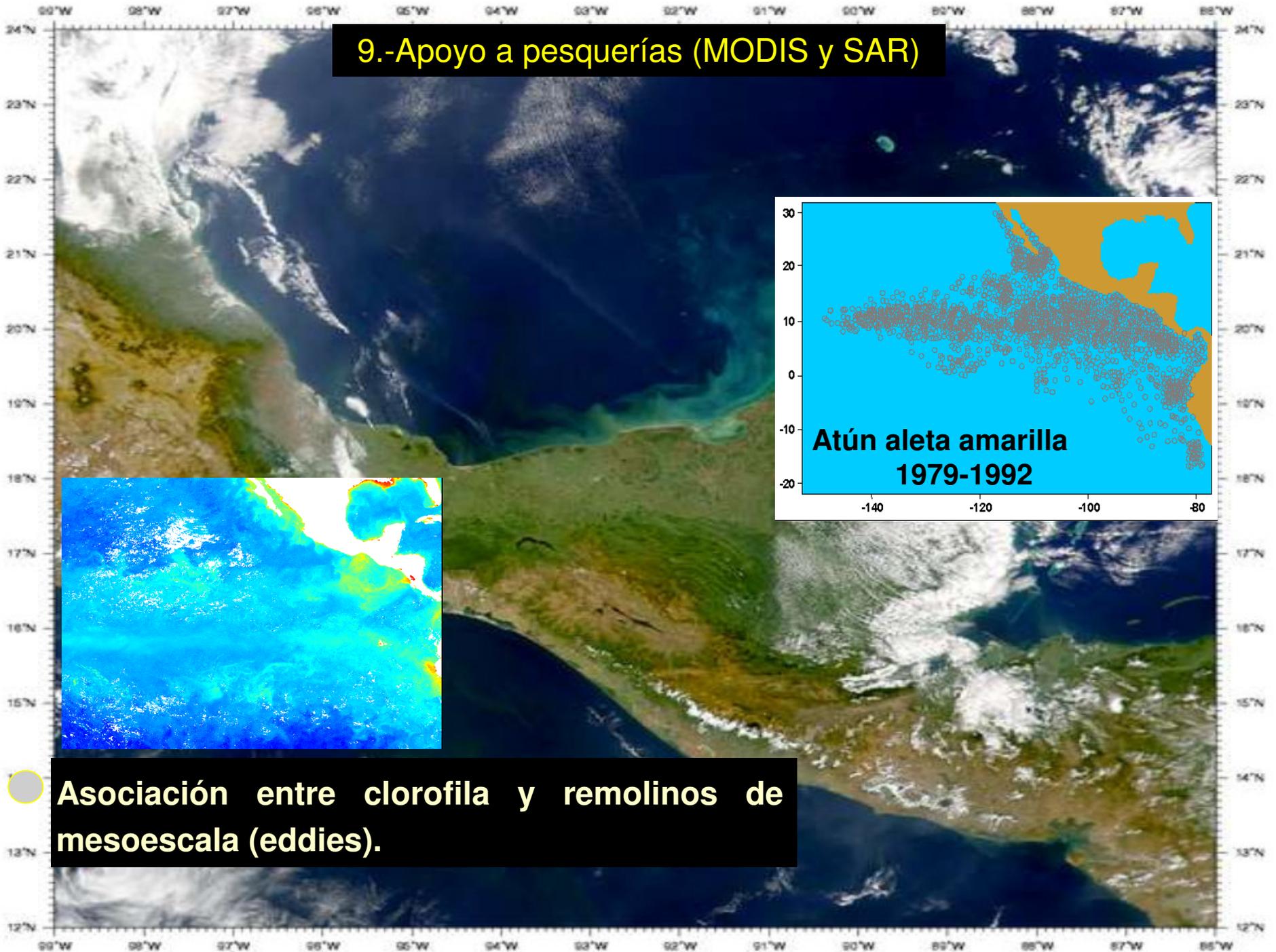
- B) Durar mas de 1 día

- C) En cuerpos costeros como la Bahía de Todos Santos, se necesitan datos de espectroradiómetros que tengan mayor resolución. Hasta el día de hoy por métodos de interpolación de bandas se pueden generar imágenes MODIS AQUA de ChLa a 250 mts, mas sin embargo se necesitan gran capacidad de almacenaje para ello (aproximadamente 1.5 gb por pase)

## 8.-Monitoreo de Barcos y Búsqueda y rescate (SAR)



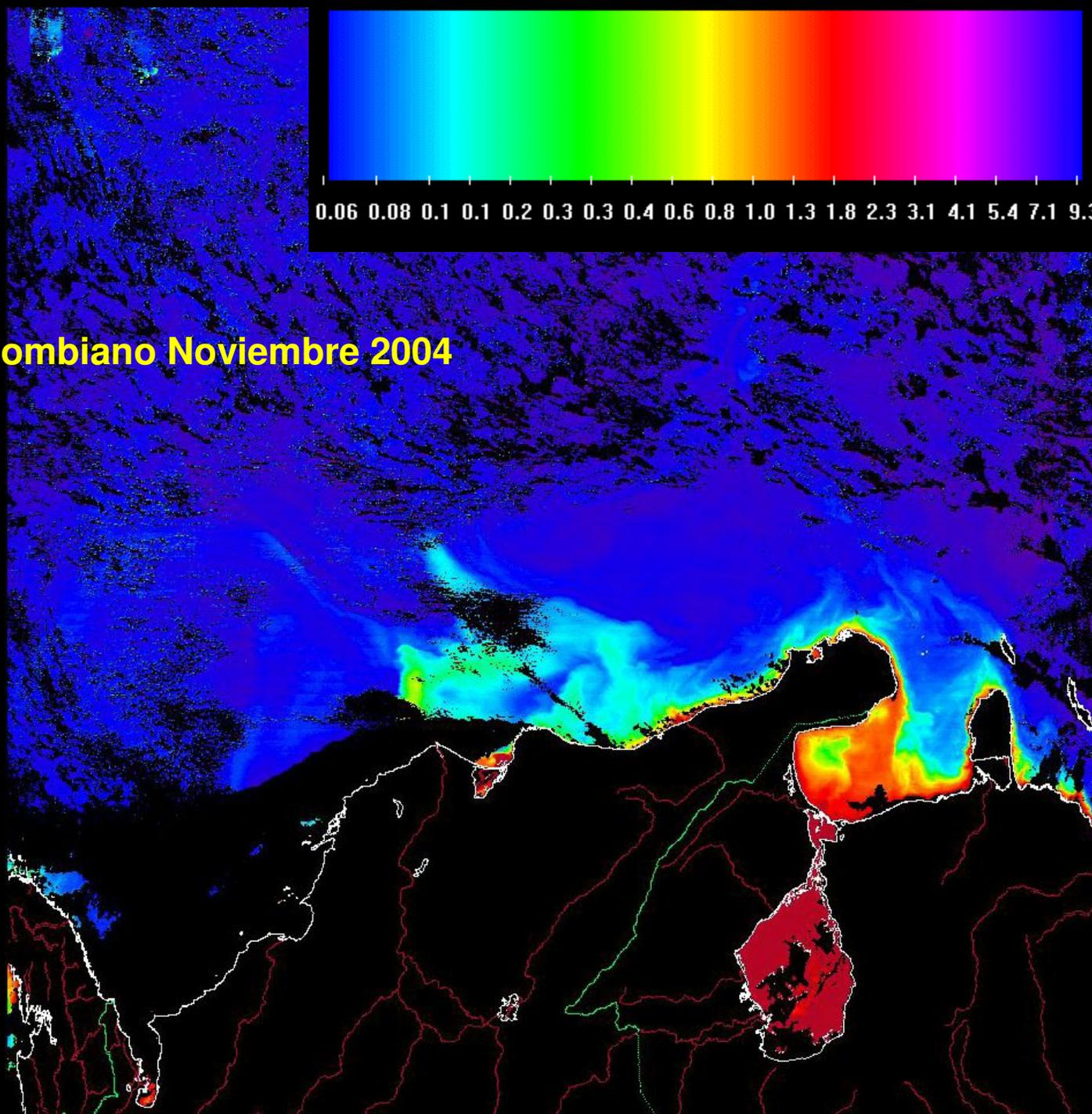
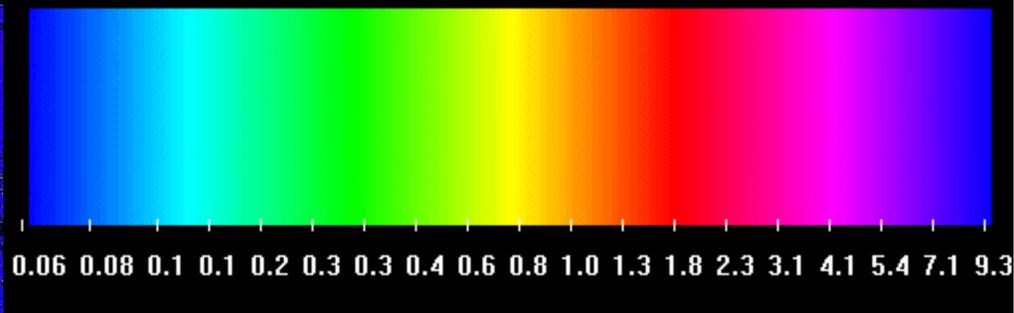
## 9.-Apoyo a pesquerías (MODIS y SAR)



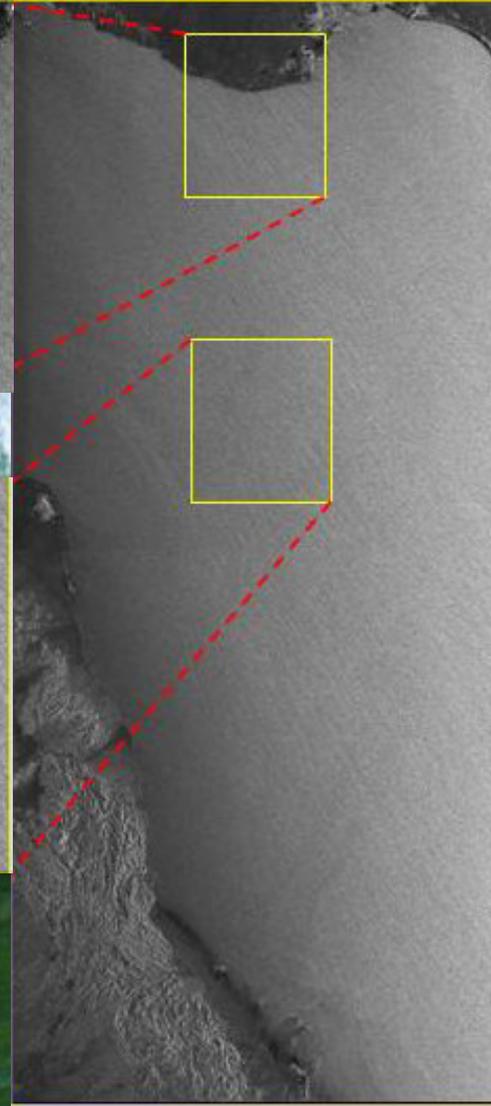
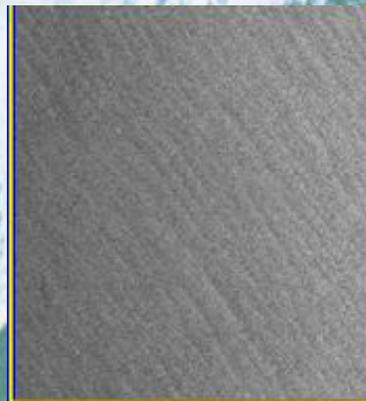
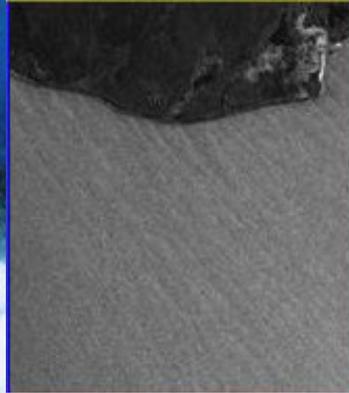
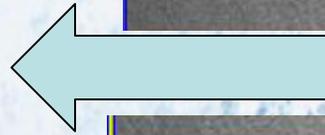
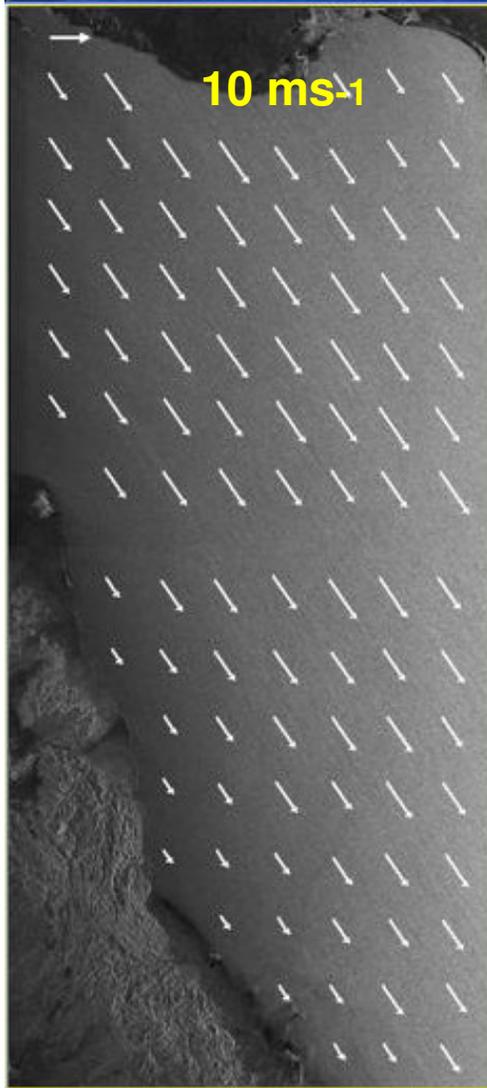
● Asociación entre clorofila y remolinos de mesoescala (eddies).

**Caribe Colombiano Noviembre 2004**

**MODIS LAC**



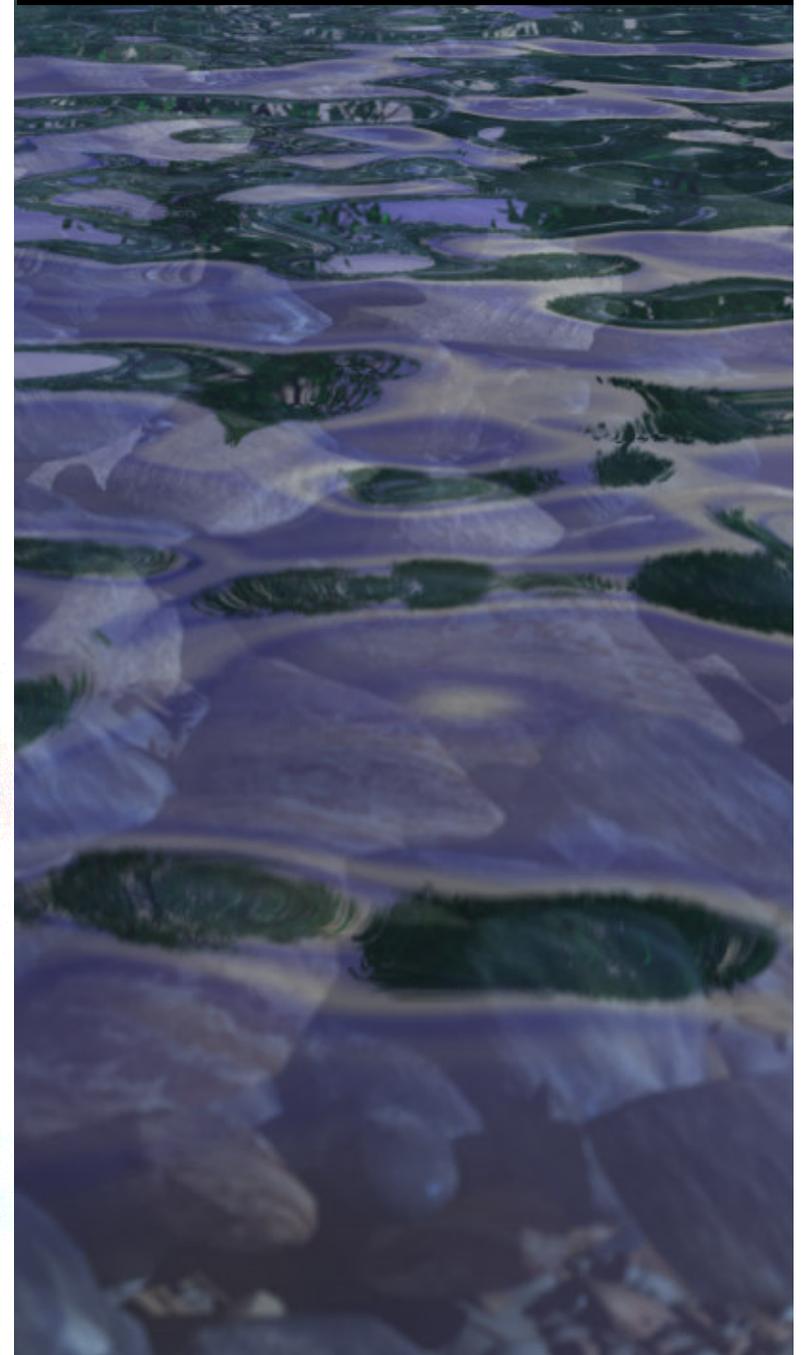
## 10.-Vientos Superficiales (SAR)

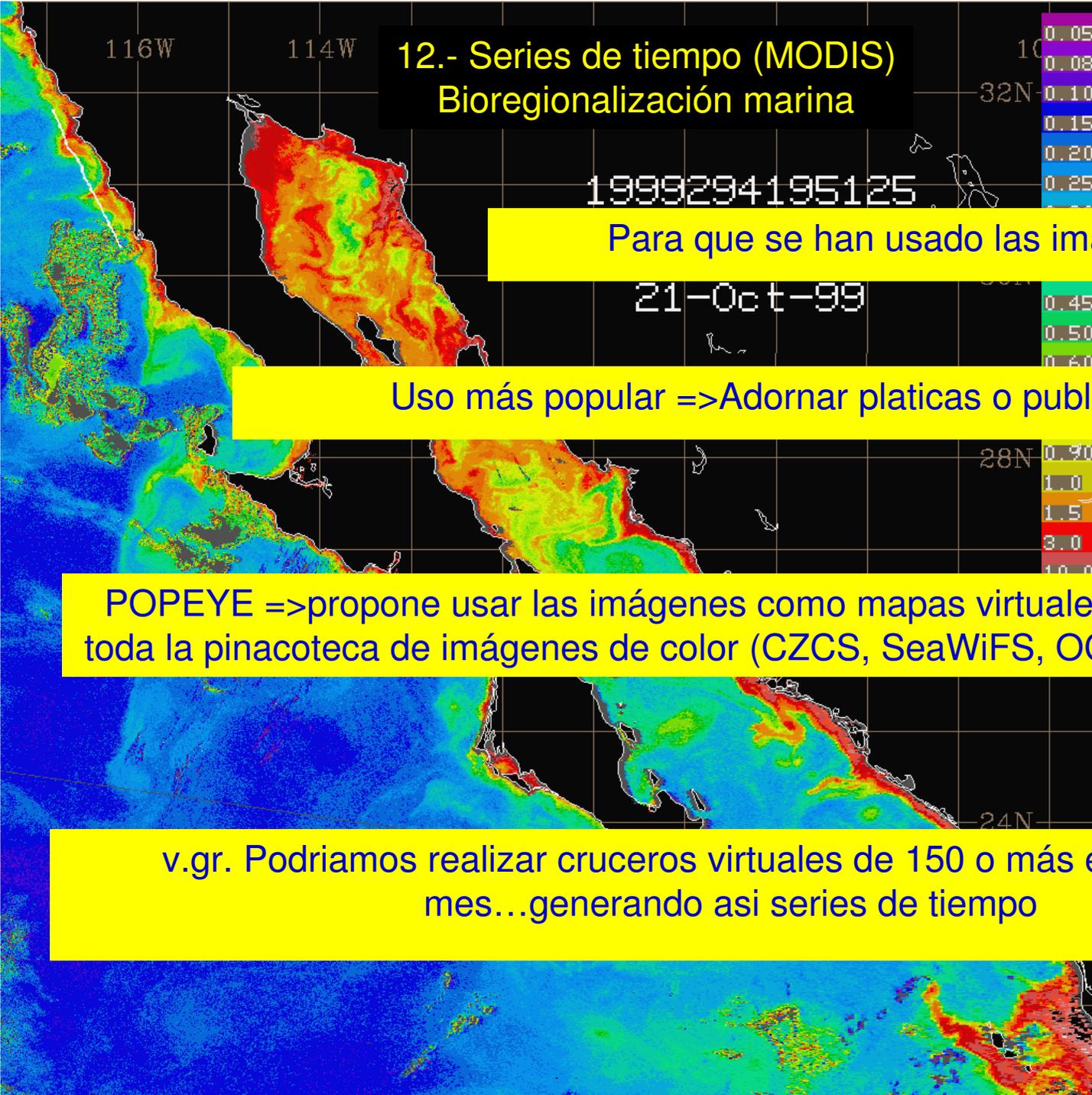


## 11.- Topografía Submarina (SAR)



**Figure 4-4.** b) Skylab image of the same region made several years before 4-4 (a), showing white shoal regions that match the bathymetry and SAR backscatter variations very accurately (John Apel).





## 12.- Series de tiempo (MODIS) Bioregionalización marina

1999294195125

Para que se han usado las imagenes?

21-Oct-99

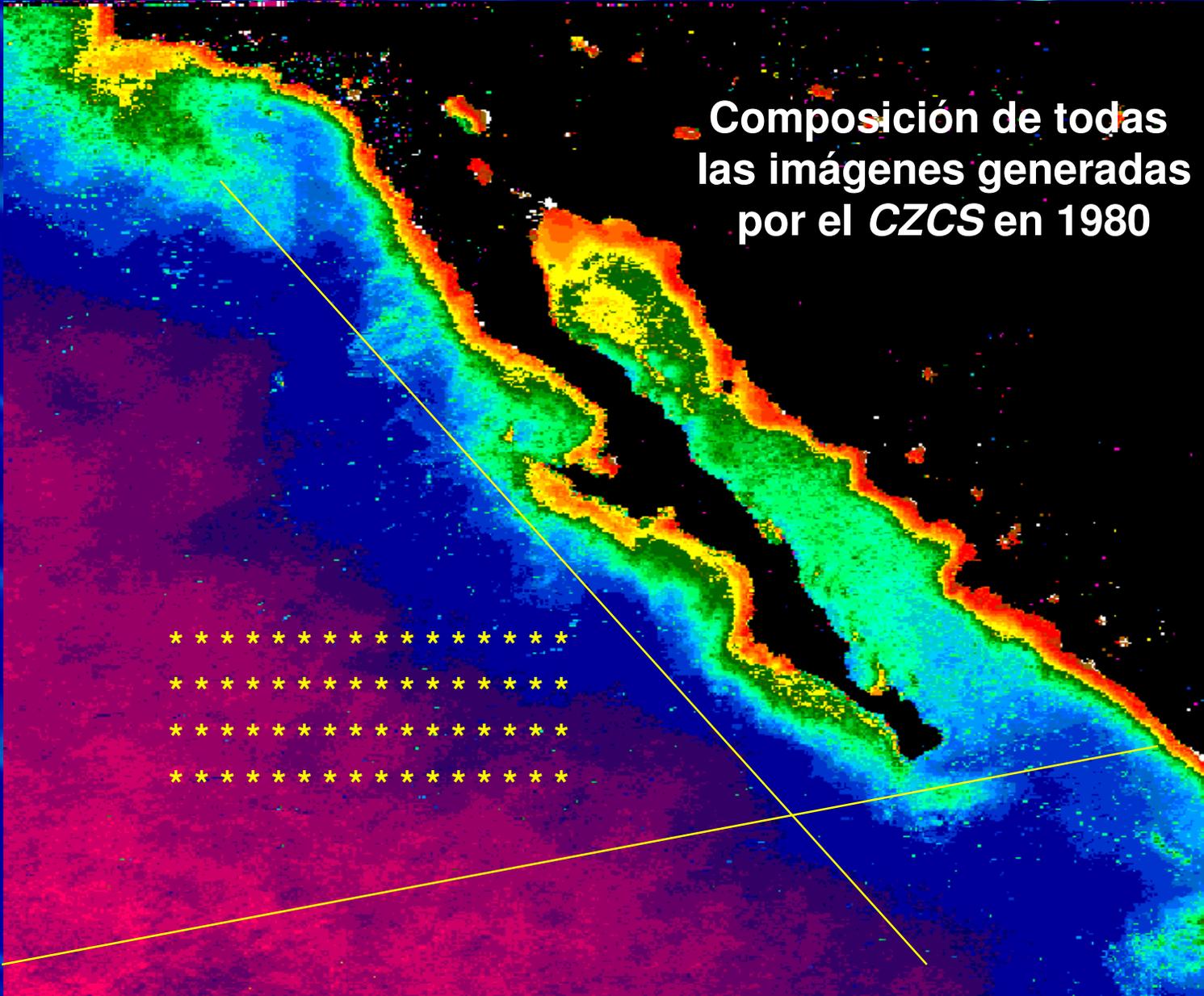
Uso más popular =>Adornar platicas o publicaciones

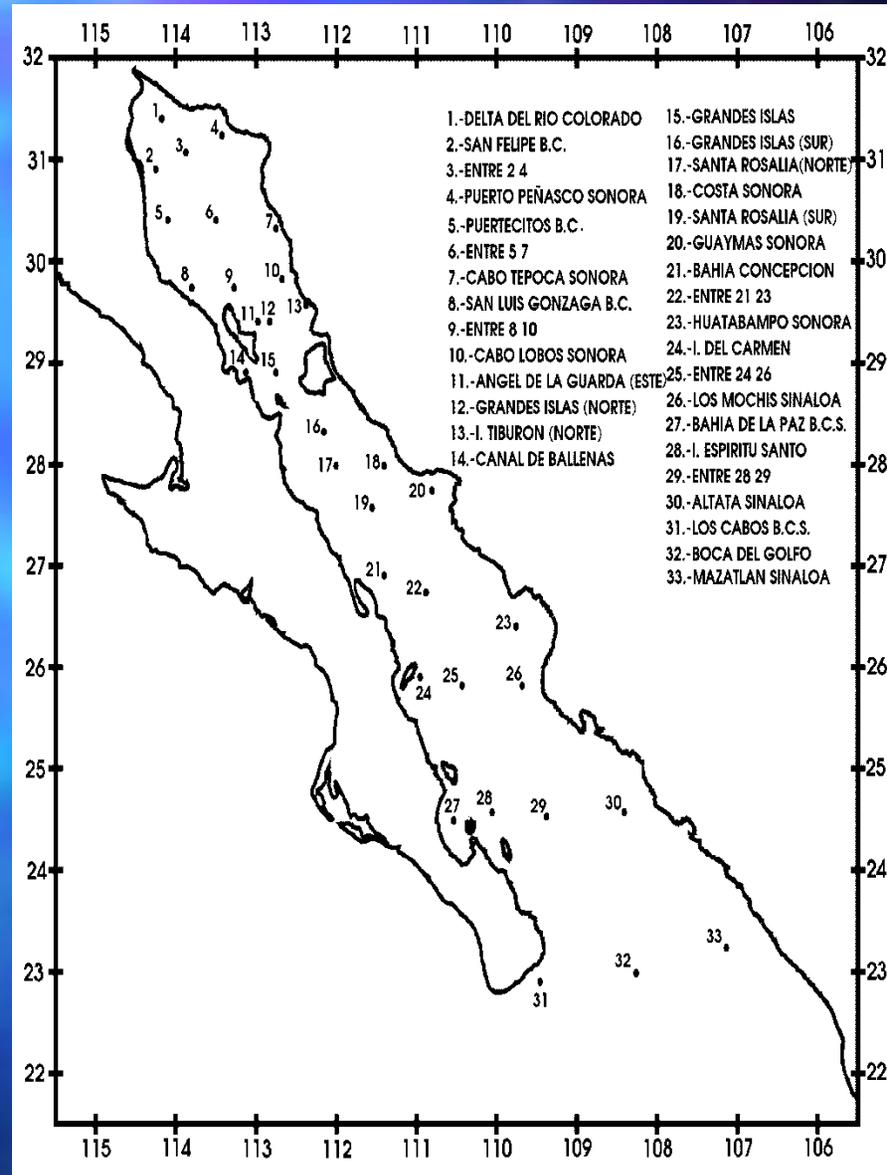
POPEYE =>propone usar las imágenes como mapas virtuales y aprovechando toda la pinacoteca de imágenes de color (CZCS, SeaWiFS, OCTS y Modis-Aqua)

v.gr. Podríamos realizar cruceros virtuales de 150 o más eataciones al mes...generando asi series de tiempo

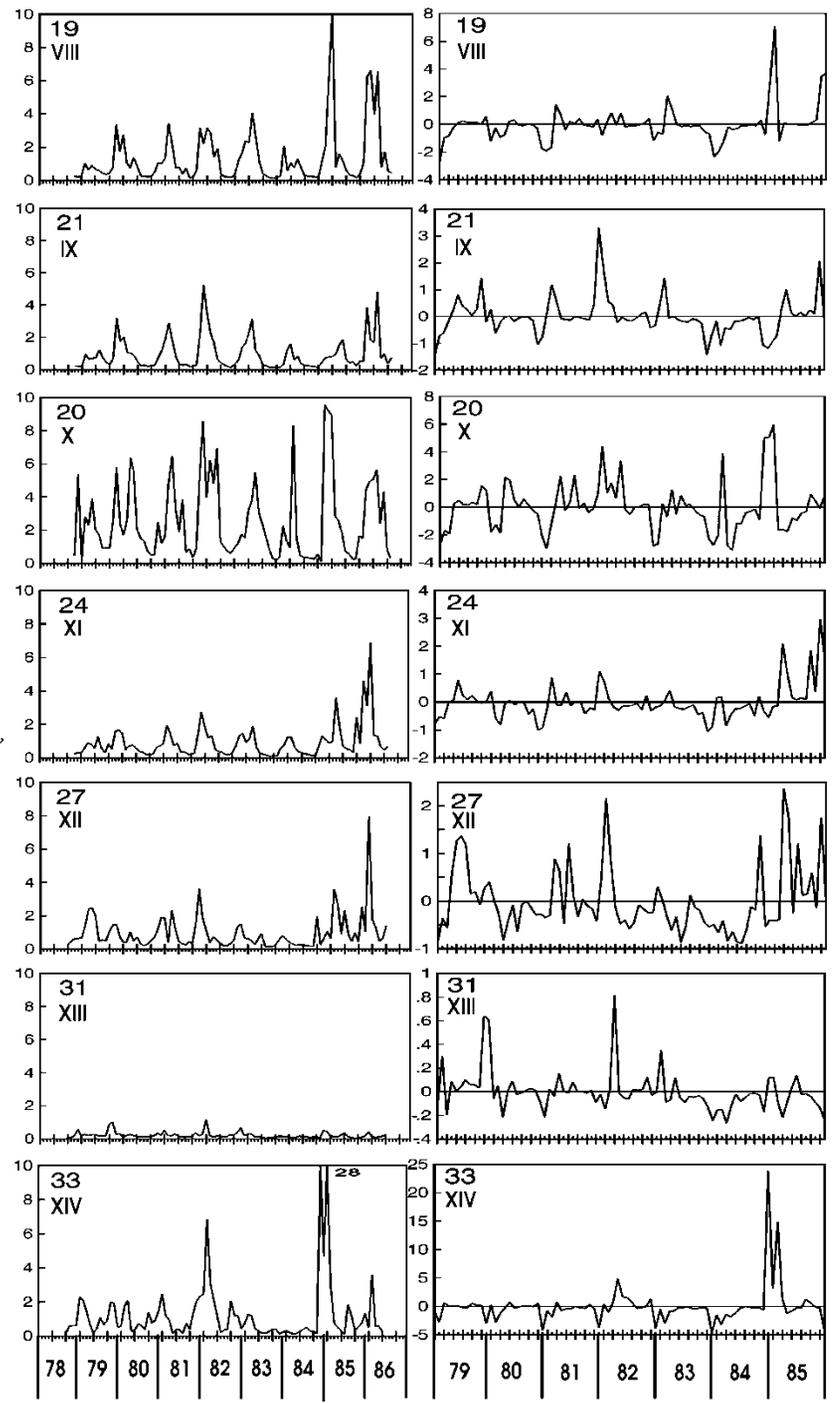
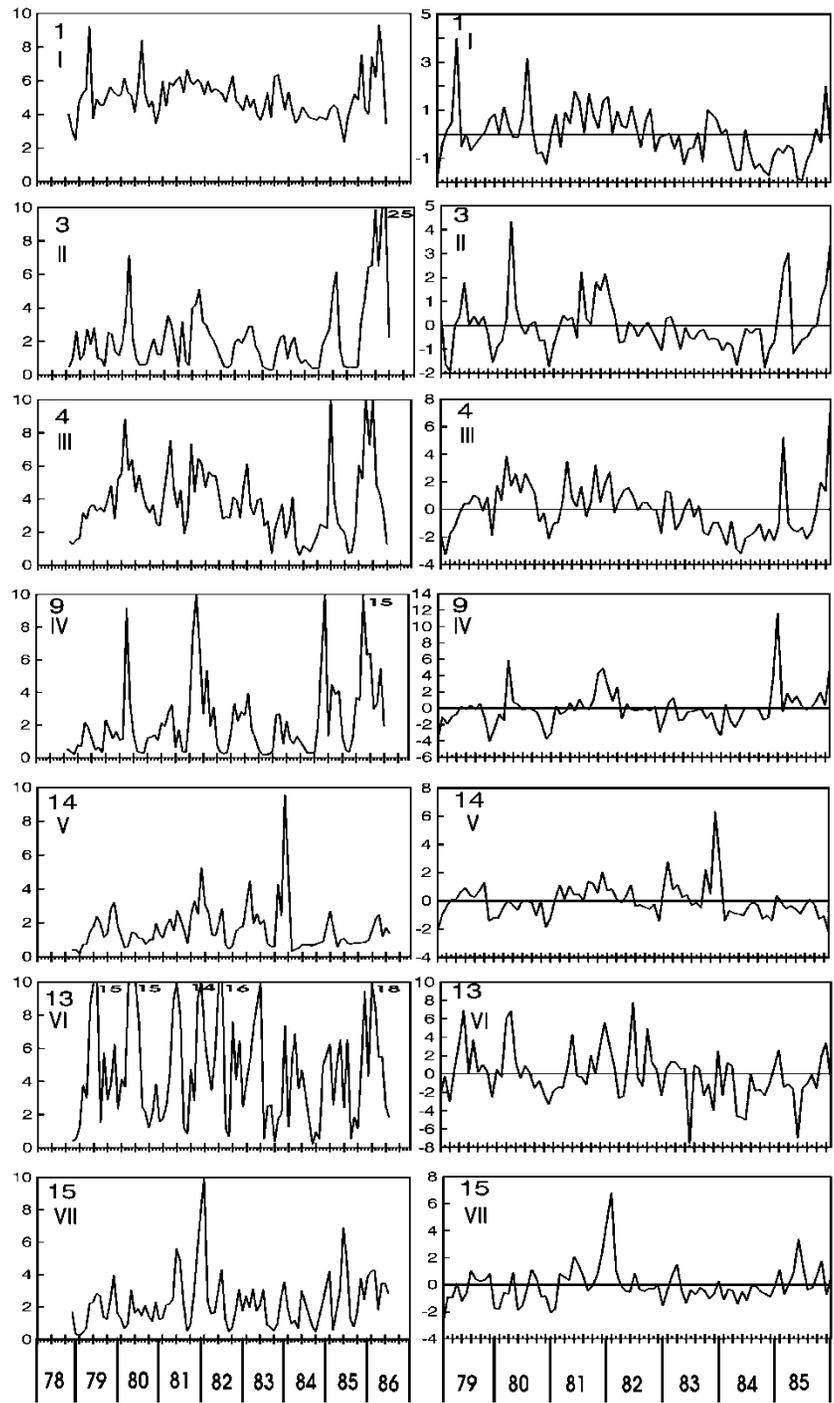
**Composición de todas  
las imágenes generadas  
por el CZCS en 1980**

\* \* \* \* \*  
\* \* \* \* \*  
\* \* \* \* \*  
\* \* \* \* \*





Santamaría-del-Angel *et al.*, (1994a y 1994b)  
 JGR 99(C4): 7411-7421 7423-7431



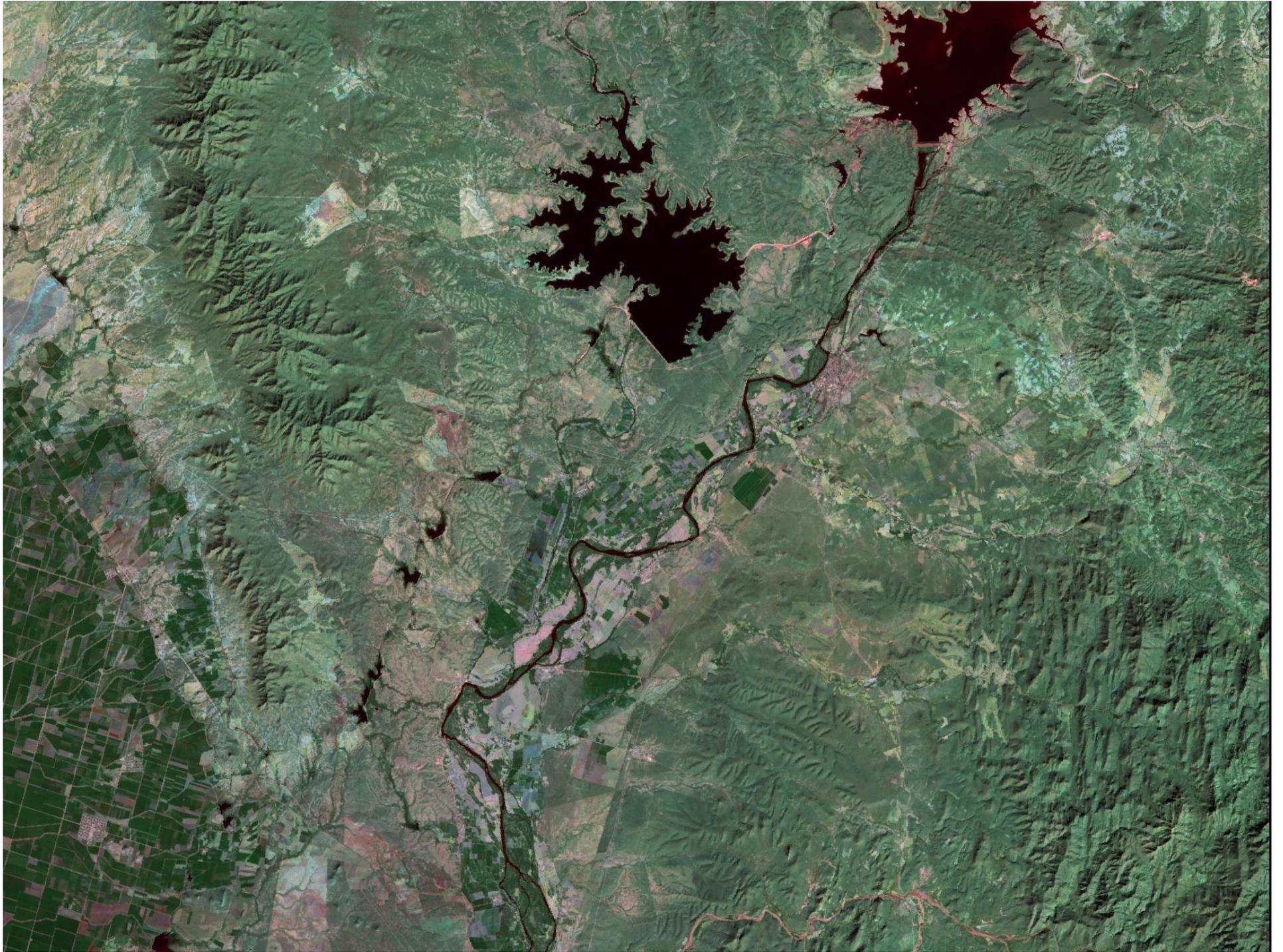


# Porque definir bioregiones?

- **Facilitar el estudio de grandes areas al definir modos de variacion semejantes**

- Aplicación de modelos que estiman la productividad primaria fitoplanctonica

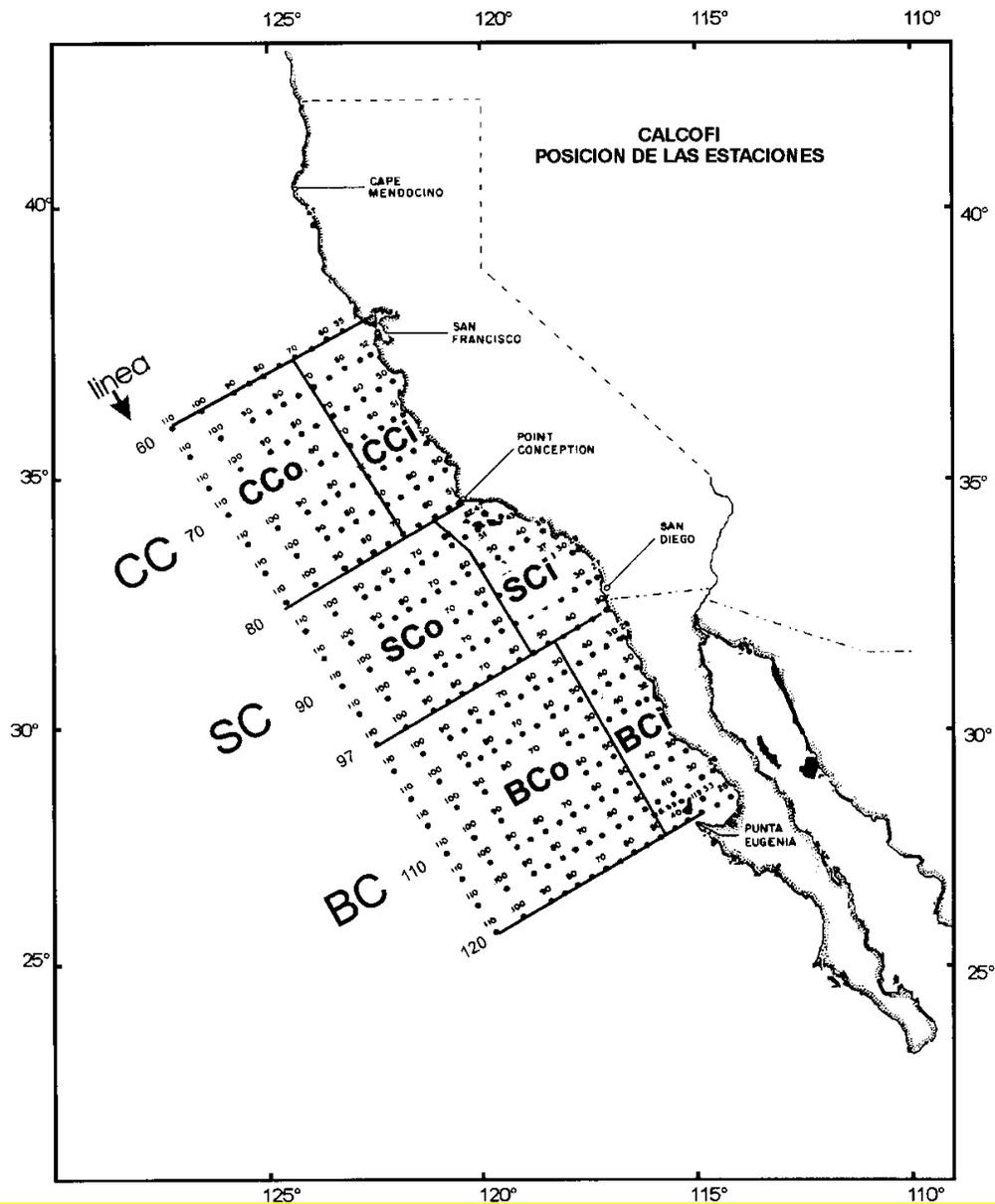
- Manejo de recursos biológicos del sistema



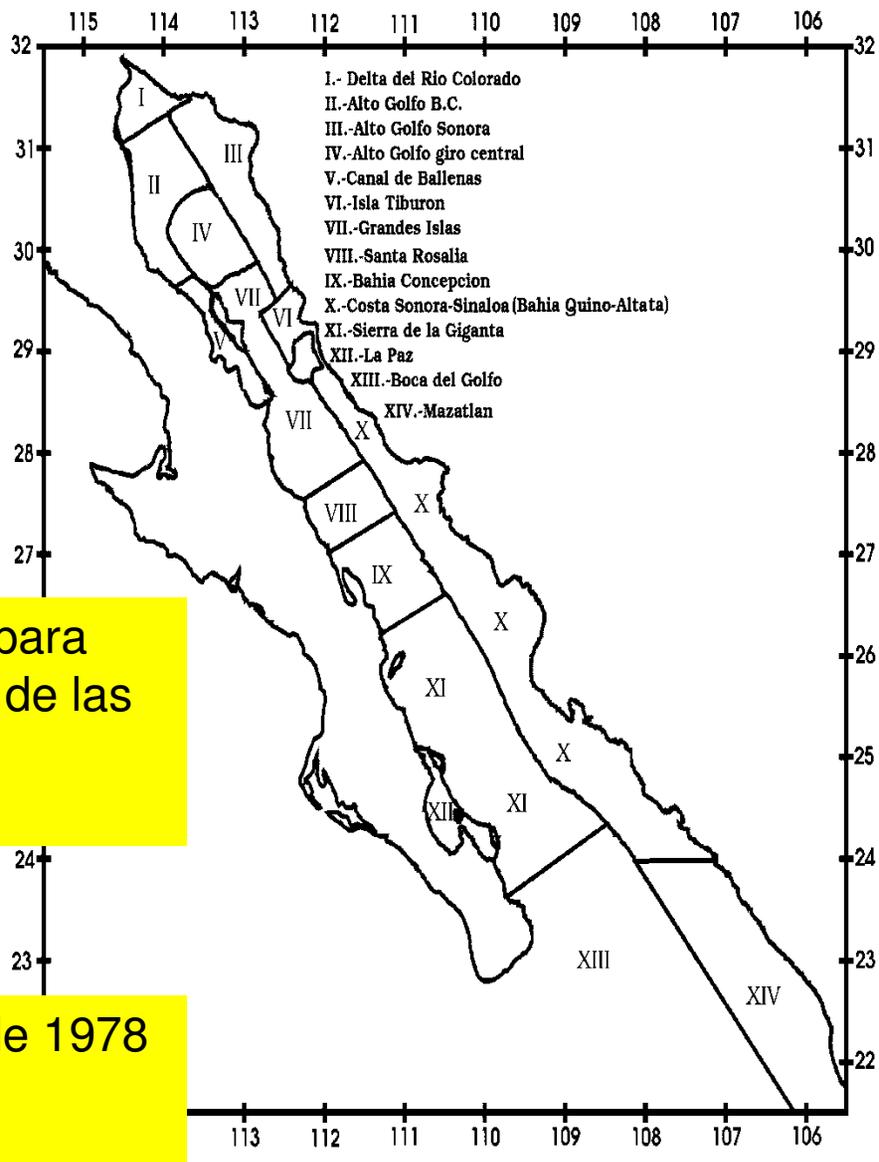
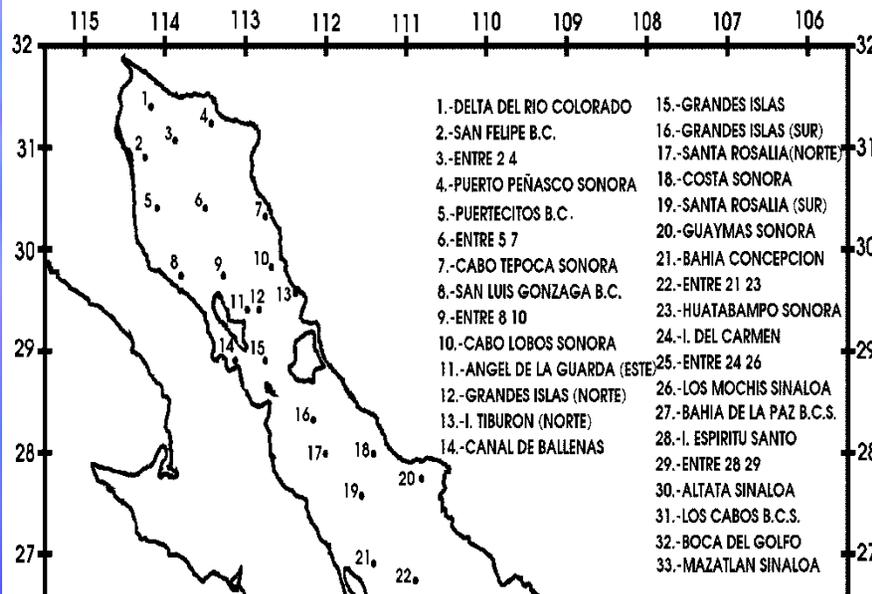
# Aproximaciones para definir Bioregiones

**n** Conocimiento directo del sistema □ datos de campo

**n** Métodos indirectos □ adquisición de datos de sensores remotos



Programa CalCoFi  
 Red de estaciones muestreadas 3 veces al año, desde los 50's

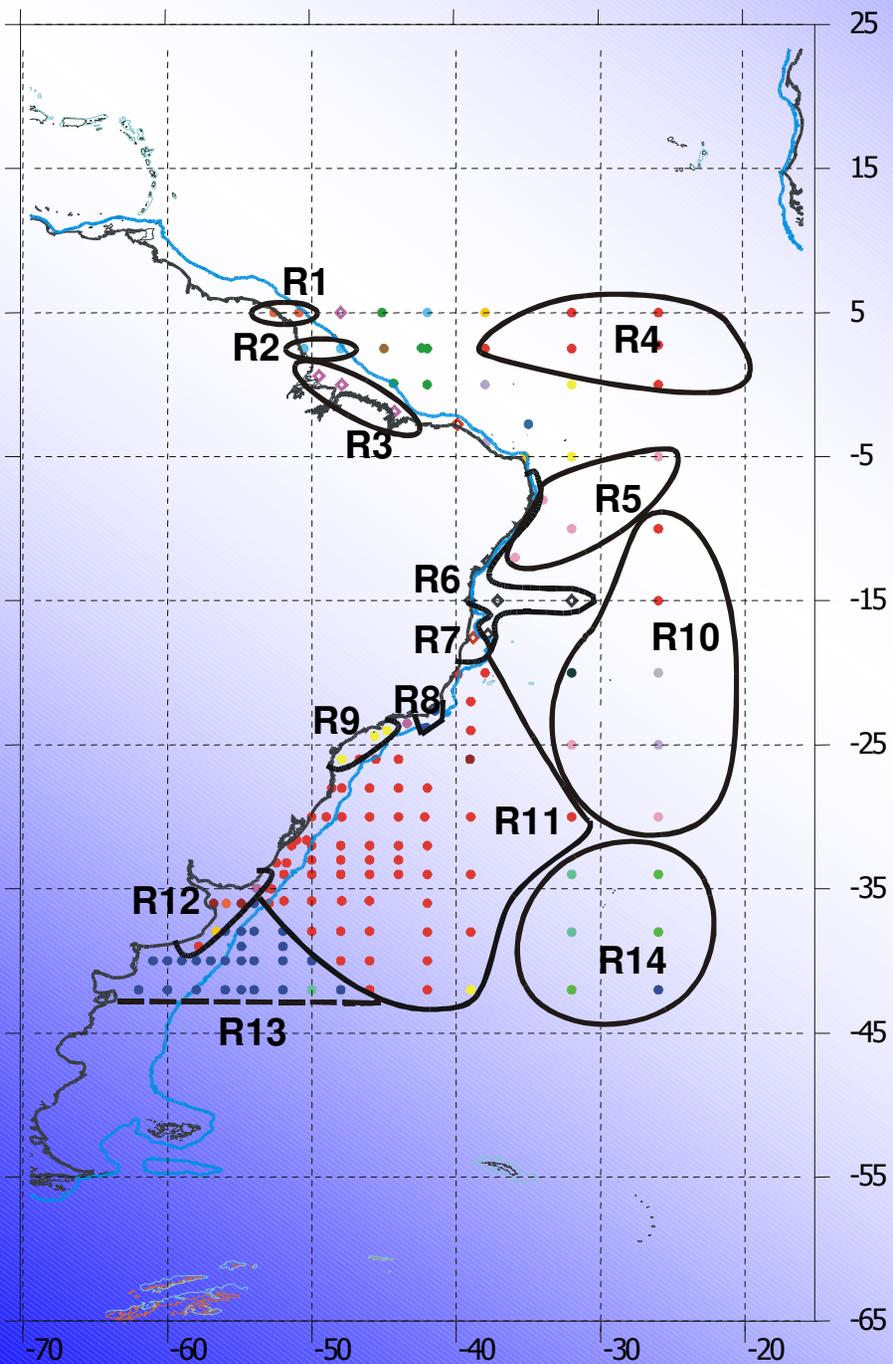


Análisis de Componentes Principales para agrupar las series de tiempo semanales de las estaciones

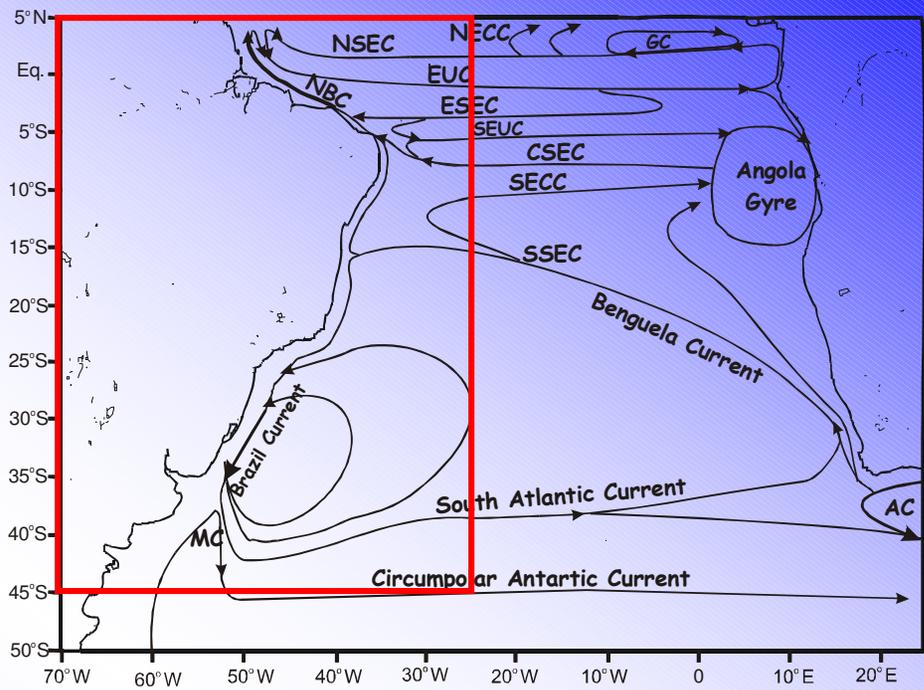
Imágenes semanales desde noviembre de 1978 a junio de 1986

El Golfo de California

Semanales por el Golfo esta regulado por la marea

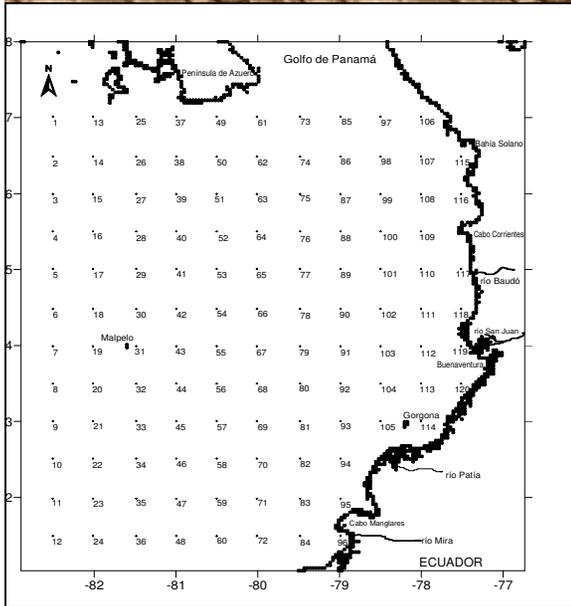


25  
15  
5  
-5  
-15  
-25  
-35  
-45  
-55  
-65

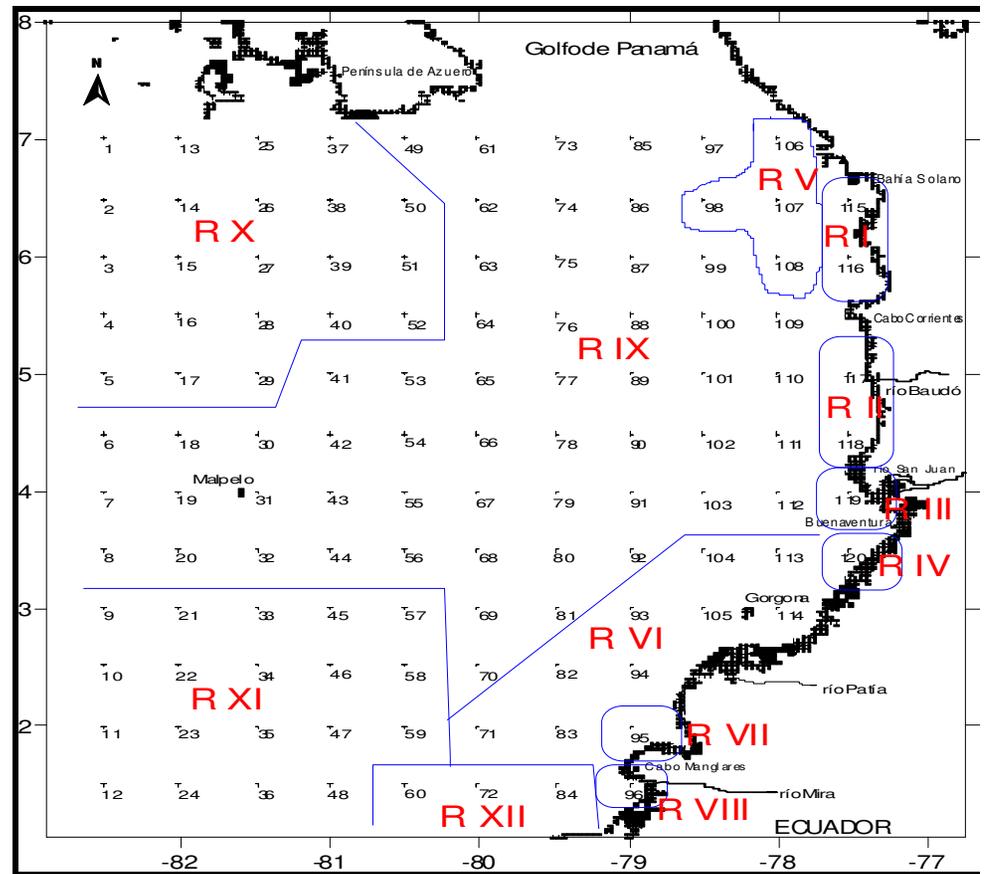


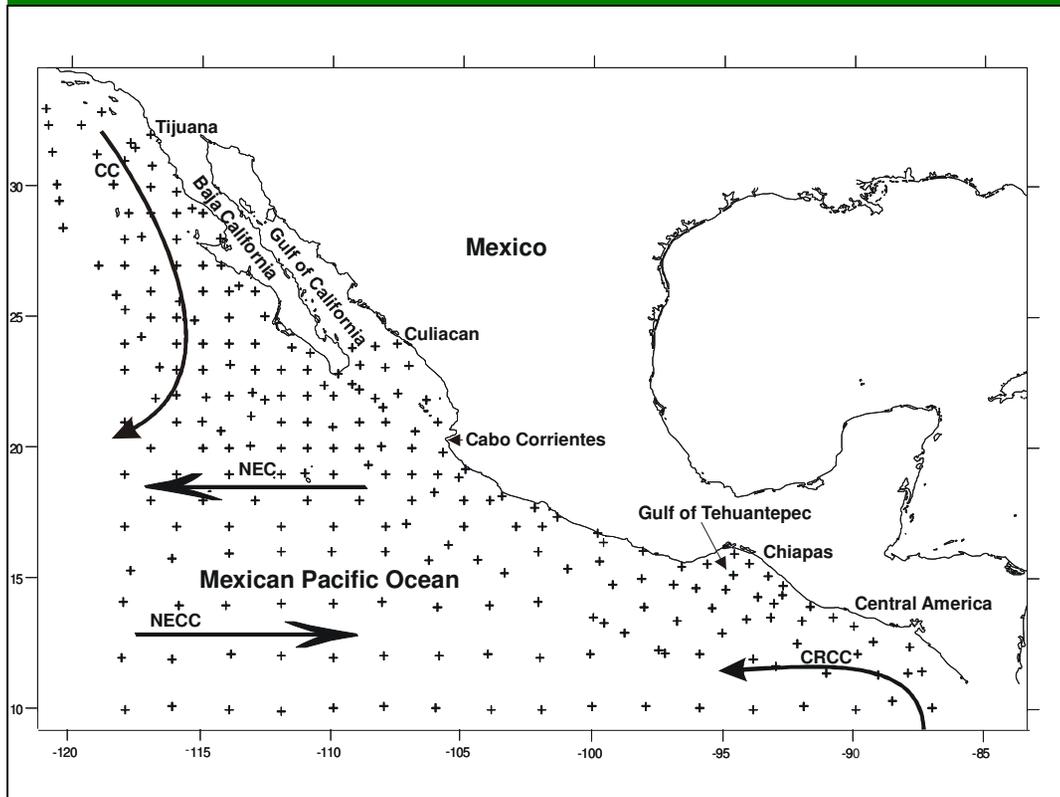
P	P
1 Amazon River influence (coastal far field)	8 Cabo Frio upwelling region (Brazil)
2 Amazon River influence (coastal near field)	9 Continental Shelf/Santos Bight (Brazil)
3 Amazon River Delta	10 Open ocean/Subtropical Gyre
4 Western Tropical Atlantic	11 Brazil Current oligotrophic waters with coastal influence
5 Open ocean/Northeastern Brazil	12 Rio de la Plata discharge
6 South Equatorial Current bifurcation	13 Malvinas Current
7 Abrolhos Bank (Brazil)	14 Open ocean/Subtropical Front

# Composiciones mensuales del OCTS y SeaWiFS desde enero del 96 a diciembre del 02



Se agruparon las estaciones por un Análisis de Componente Principal

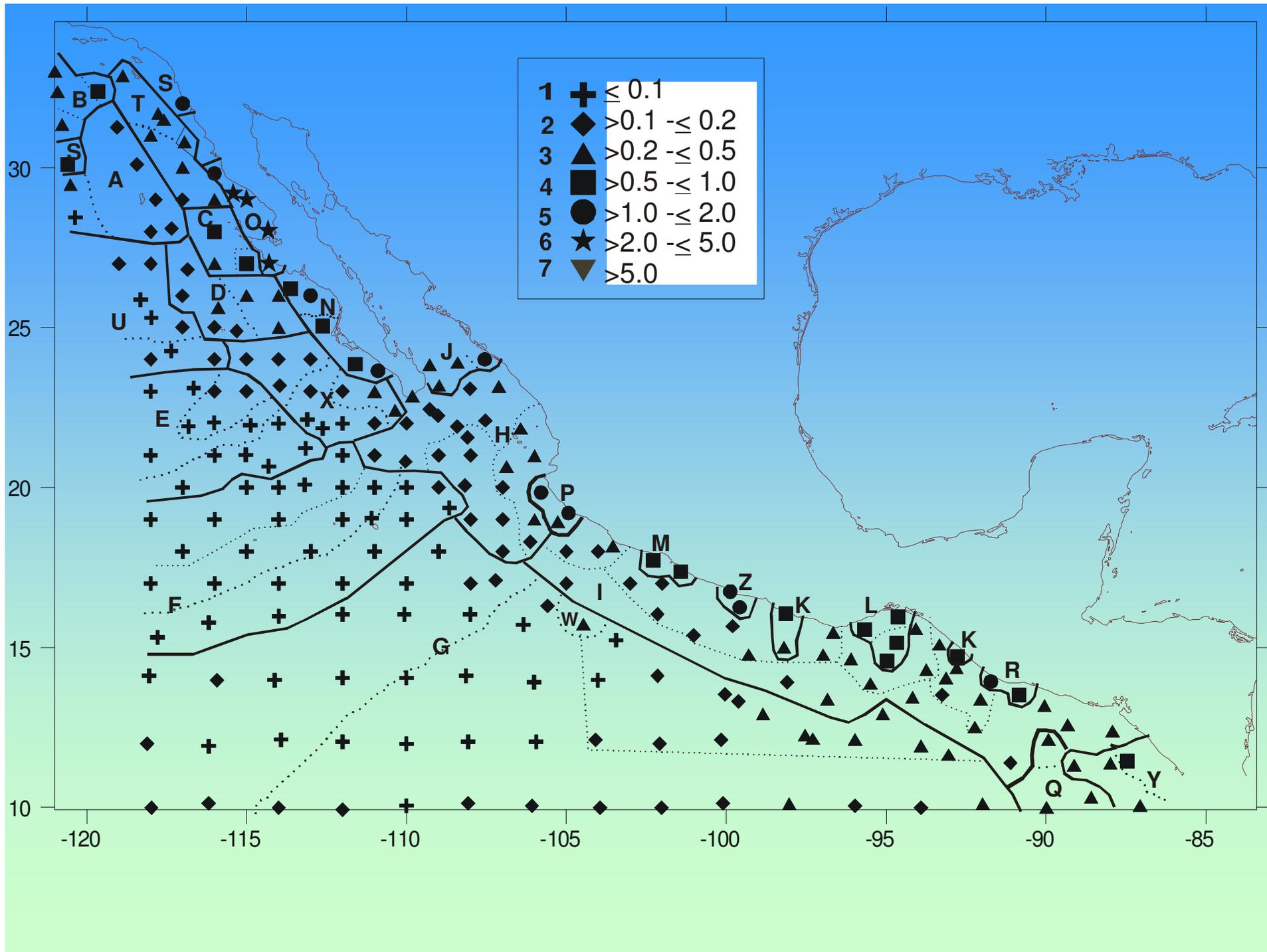


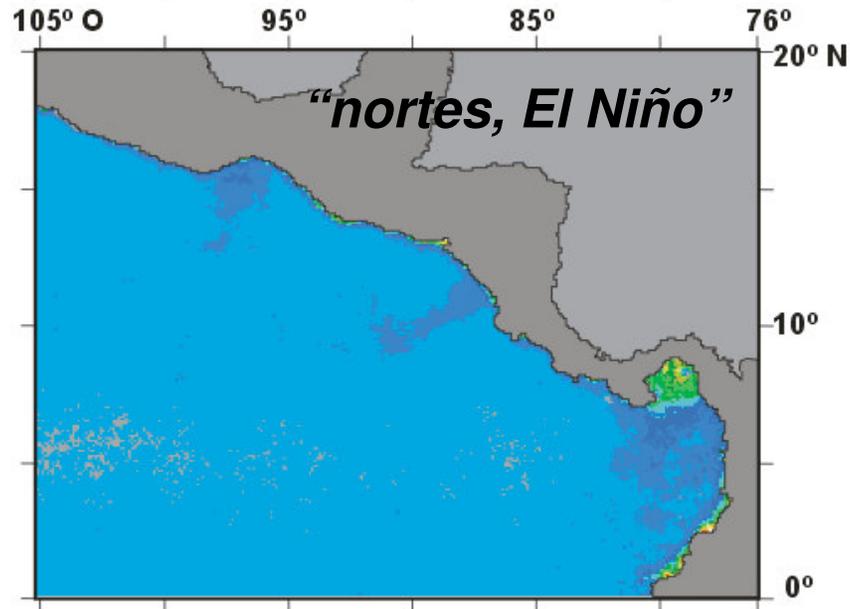
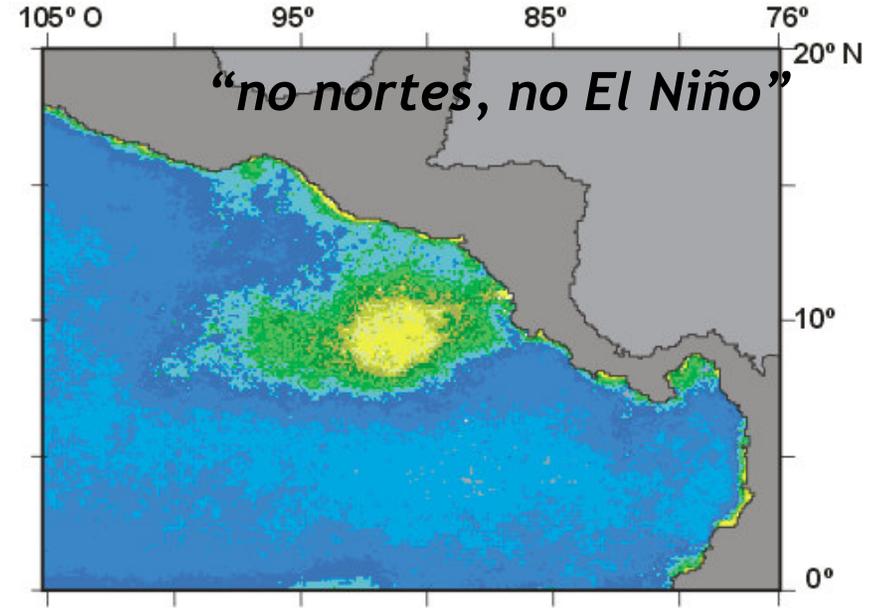
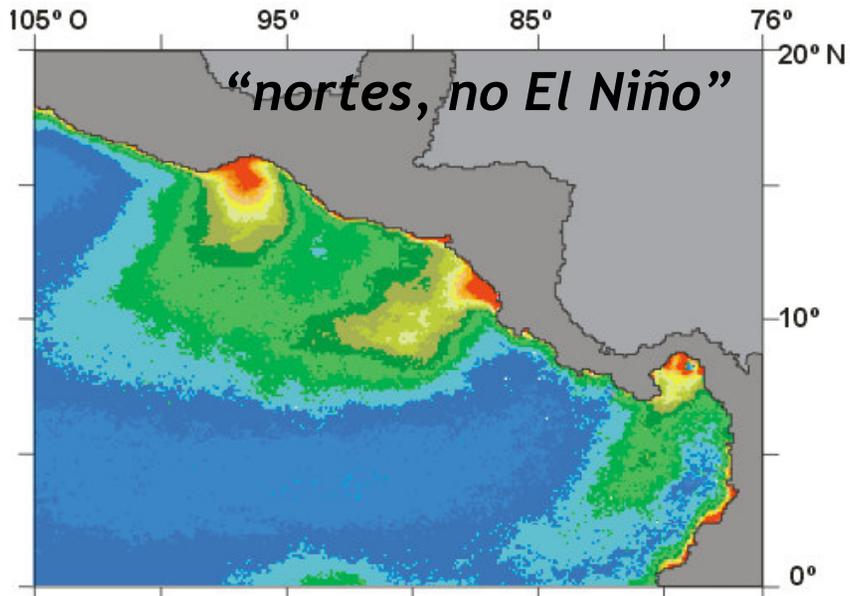


Composiciones mensuales del CZCS desde noviembre del 78 a junio del 86

Composiciones mensuales del SeaWiFS desde septiembre del 97 a diciembre del 01

Para considerar variabilidad latitudinal: imágenes AVHRR de todo el periodo





Región	Intervalo de [Cl a] ( $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ )
1	0.2 - 0.3
2	0.3 - 0.5
3	0.5 - 0.6
4	0.6 - 0.7
5	0.7 - 1.0
6	1.0 - 1.2
7	1.2 - 1.4
8	1.4 - 1.5
9	1.5 - 1.8
10	1.6 - 1.9
11	1.8 - 2.1

Región	Intervalo de [Cl a] ( $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ )
1	0.2 - 0.3
2	0.3 - 0.5
3	0.5 - 0.6
8	1.4 - 1.5
9	1.5 - 1.8
10	1.6 - 1.9

Enero

Agosto

Escenario Promedio mensual al graficar el coeficiente

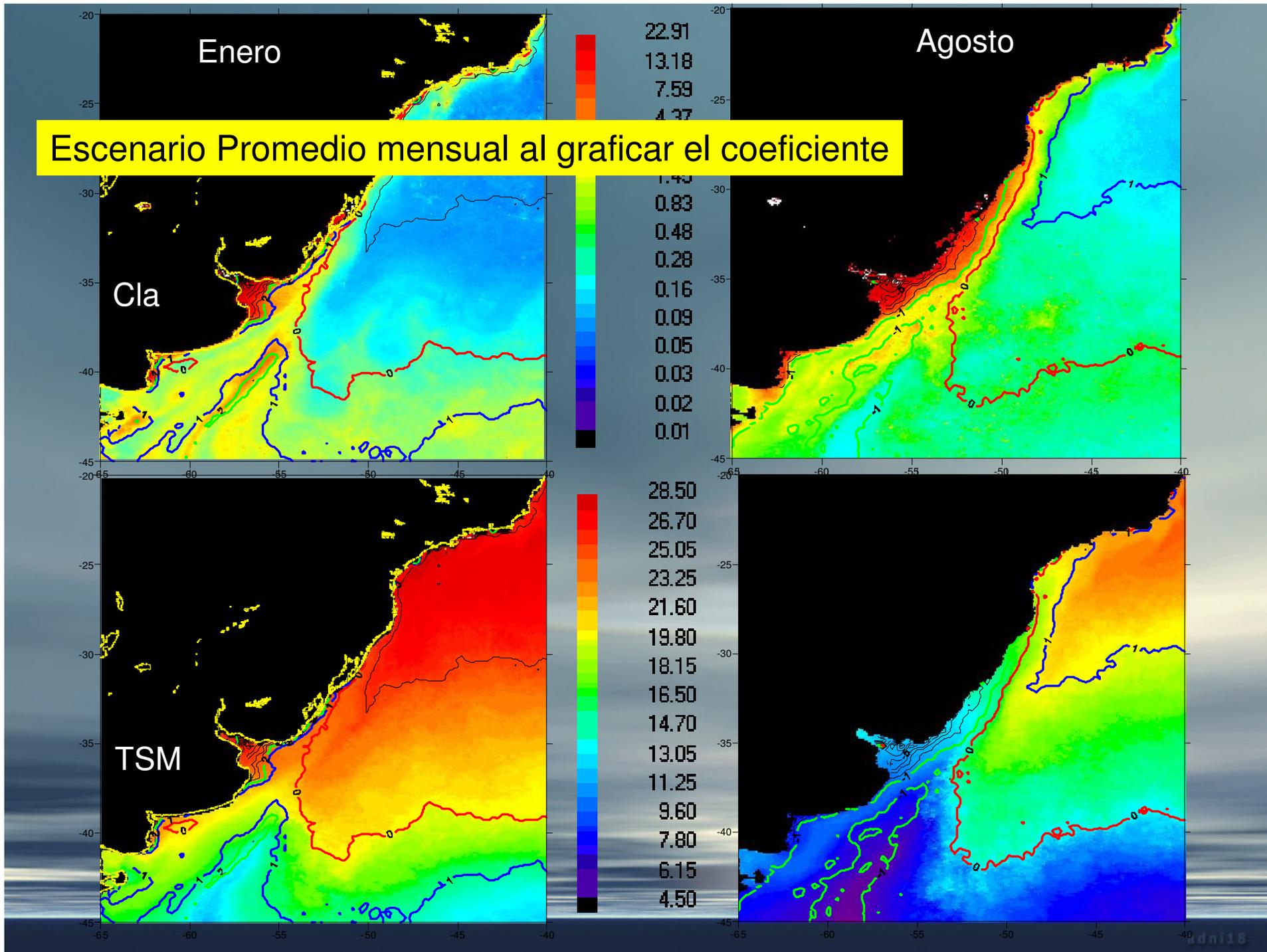
Cla

TSM

22.91  
13.18  
7.59  
4.37

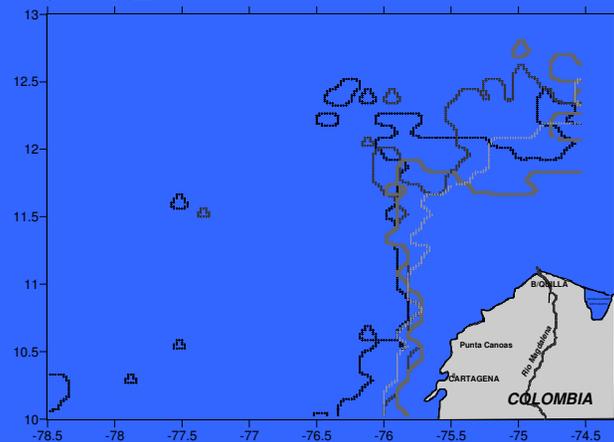
1.43  
0.83  
0.48  
0.28  
0.16  
0.09  
0.05  
0.03  
0.02  
0.01

28.50  
26.70  
25.05  
23.25  
21.60  
19.80  
18.15  
16.50  
14.70  
13.05  
11.25  
9.60  
7.80  
6.15  
4.50

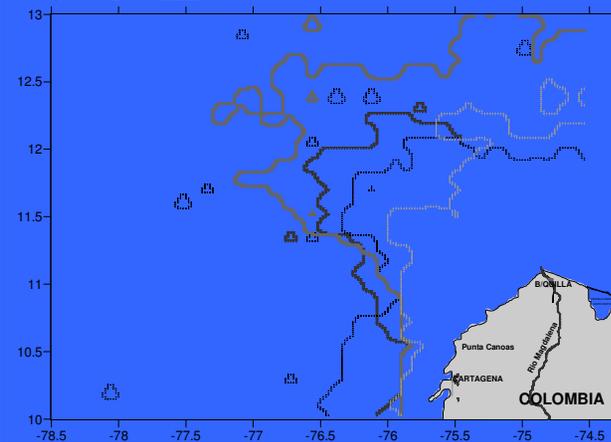


Escenario  
por  
estación

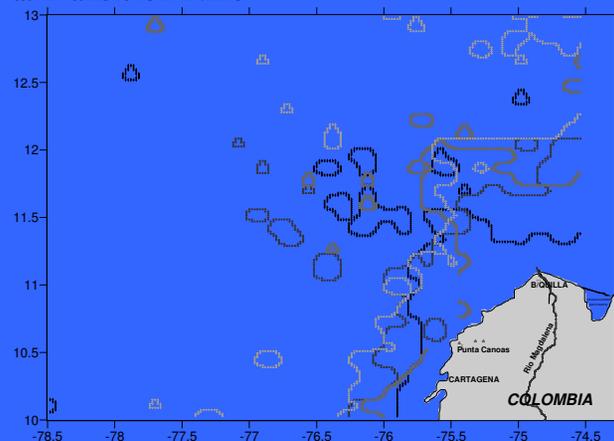
a. Seca-Niño



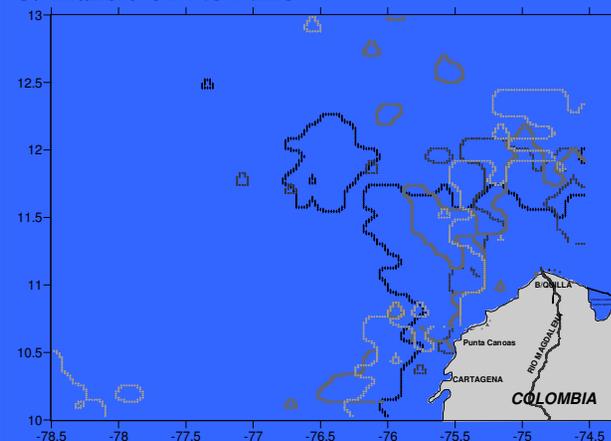
b. Seca No-niño



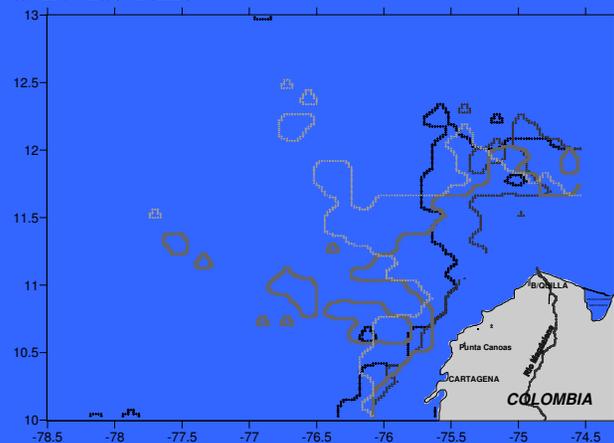
a. Transición-Niño



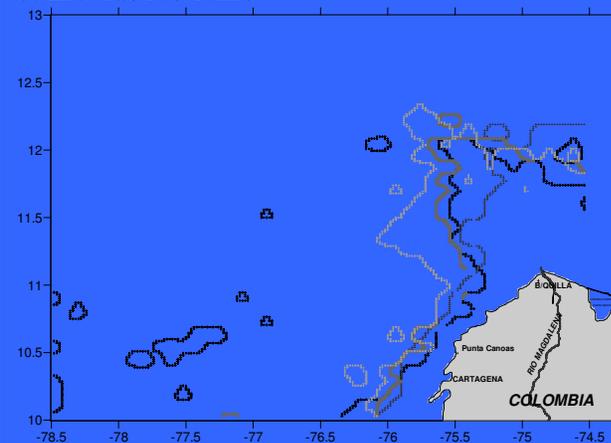
b. Transición No-Niño

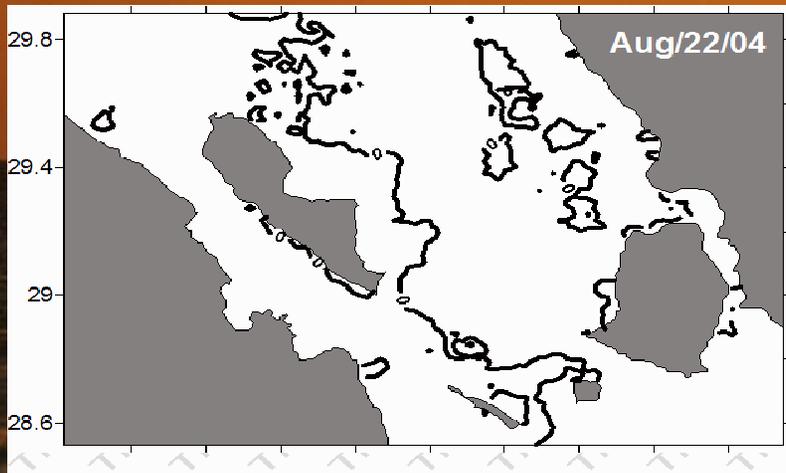
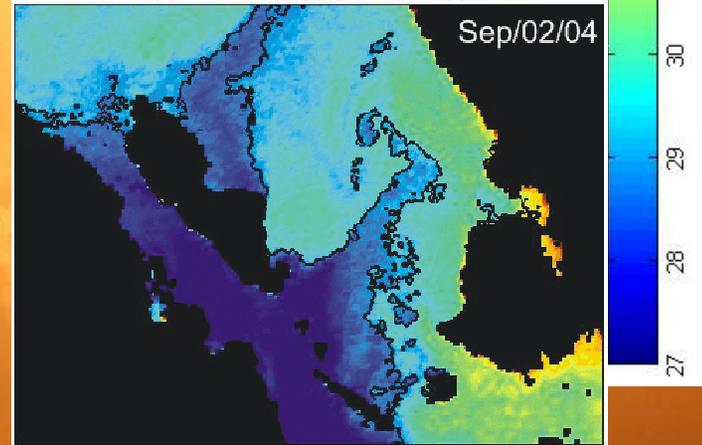
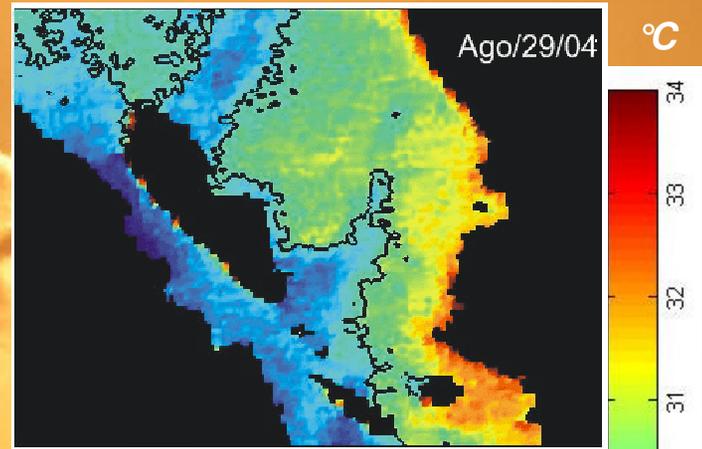
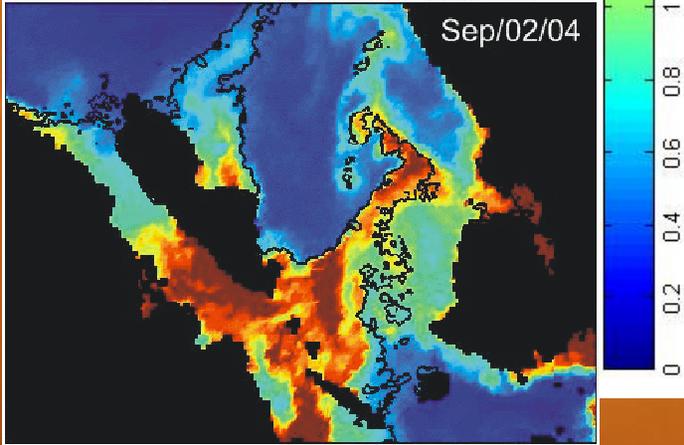
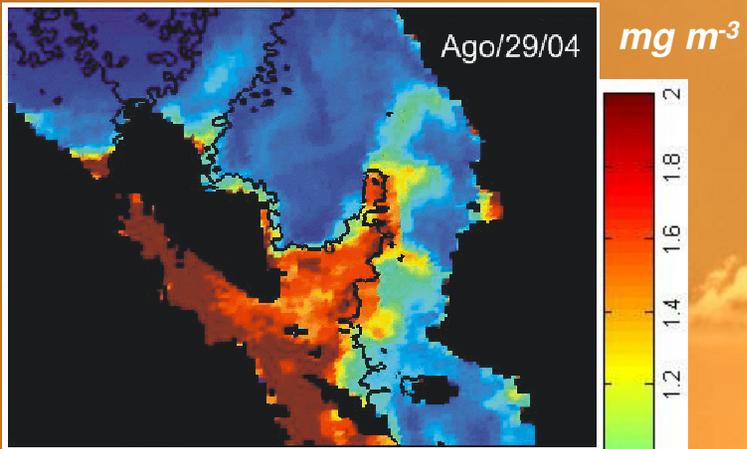


a. Lluvias-Niño

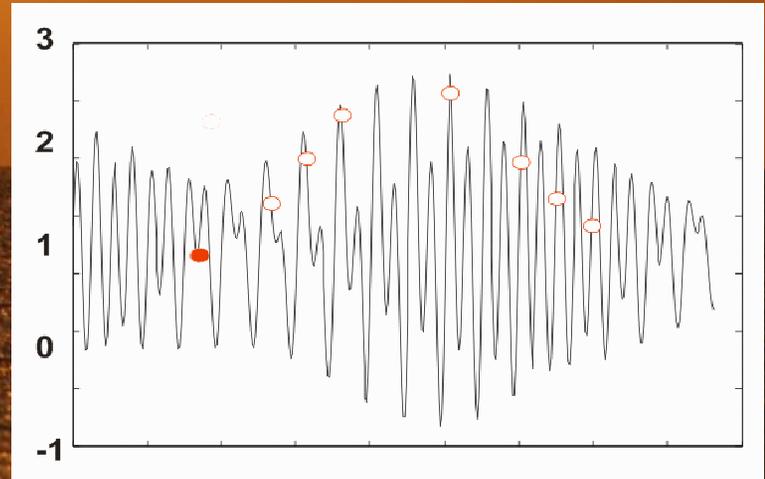


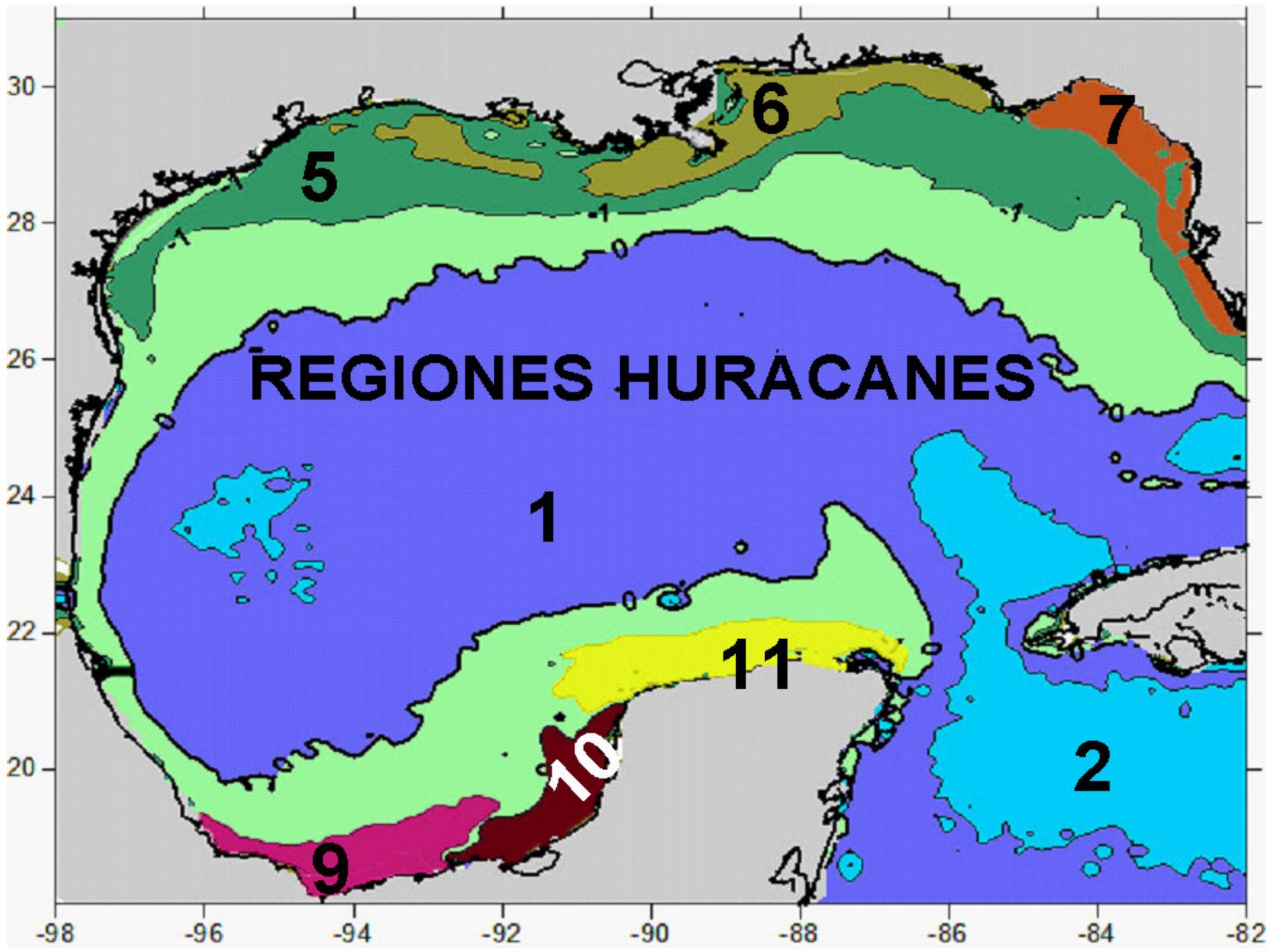
b. Lluvias No-Niño

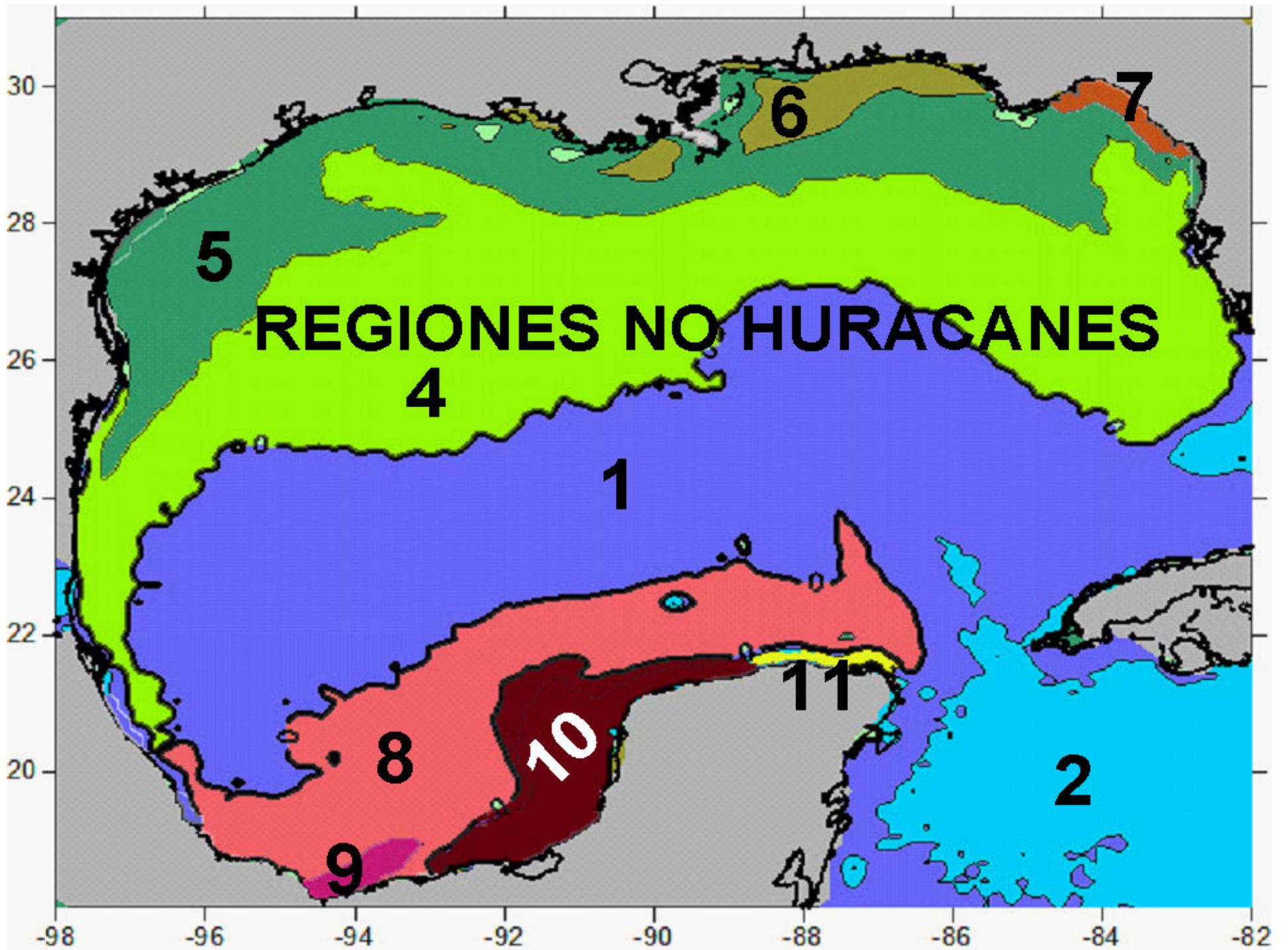


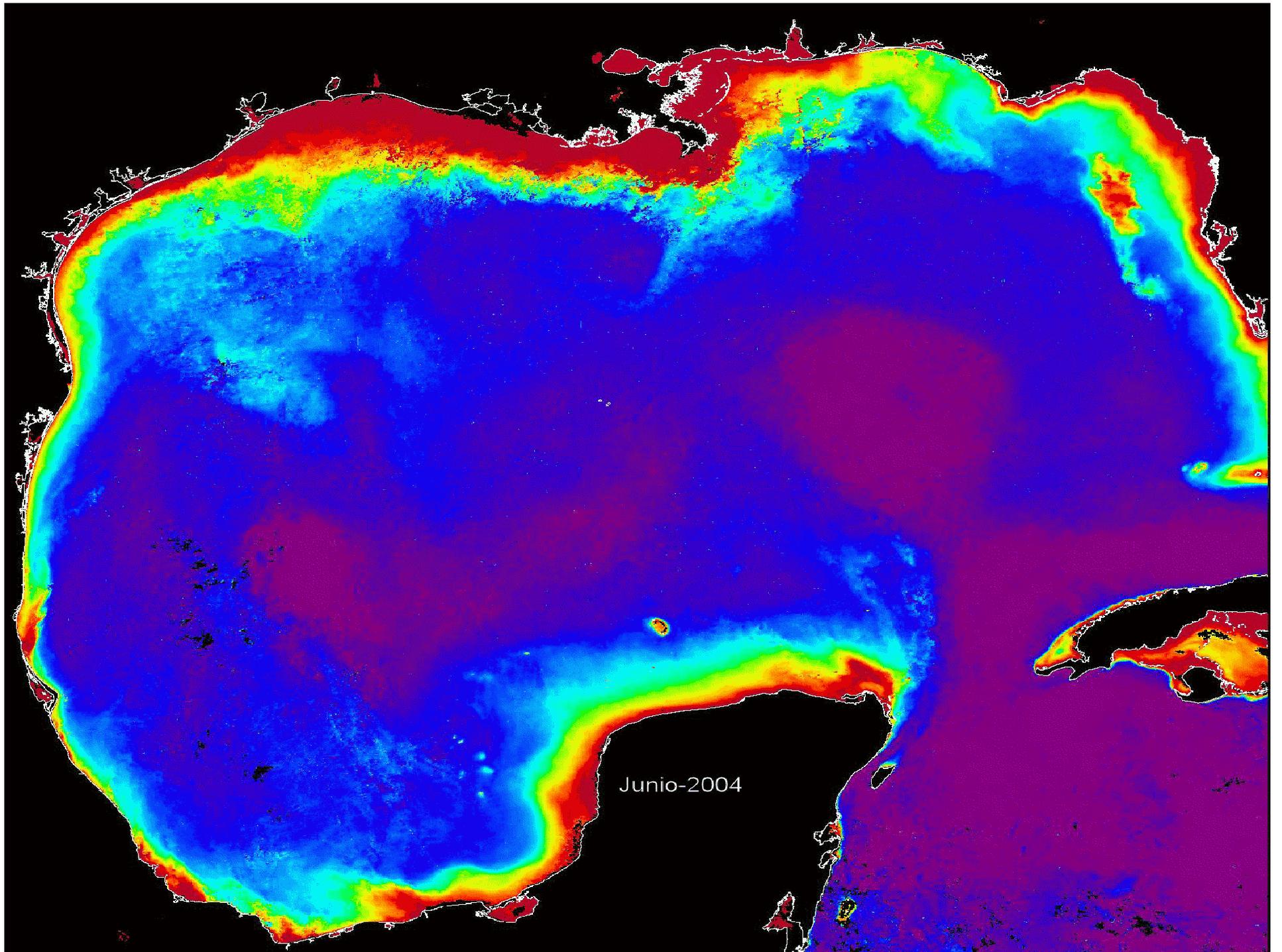


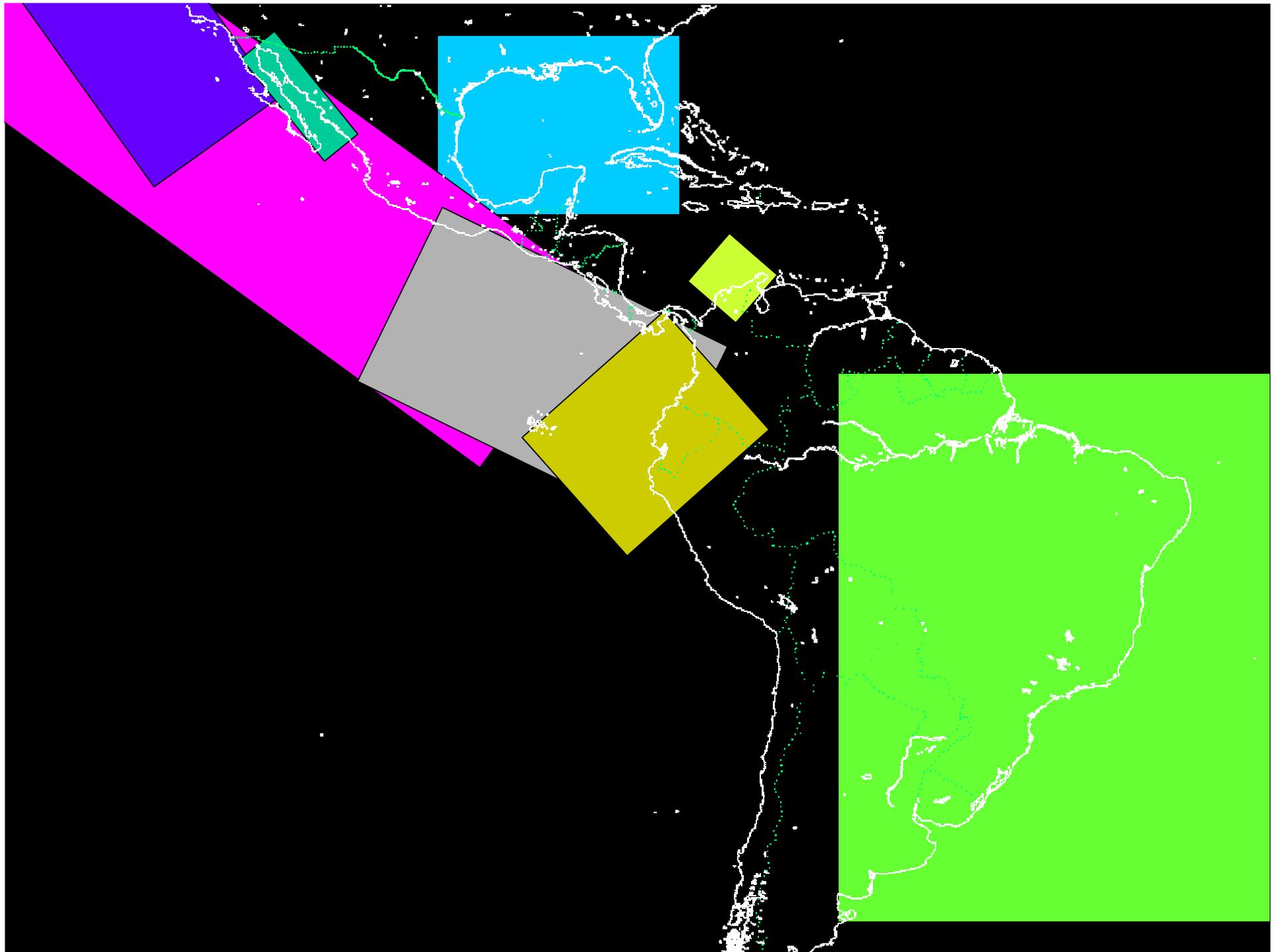
Verano  
2004











12.- Series de tiempo (MODIS)  
Cambio Climático

## ¿Qué es el Cambio Global?

**"El Cambio Global se refiere a las modificaciones del medio ambiente mundial (incluyendo alteraciones del clima, la productividad de la tierra, los océanos u otros recursos hídricos, la química atmosférica y los sistemas ecológicos) que pueden alterar la capacidad de la tierra para sustentar la vida".\***

**\*Definición adoptada por el Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global (IAI).**

# Dentro del Cambio Global se incluyen temas como:

*Variaciones climáticas estacionales o interanuales.*

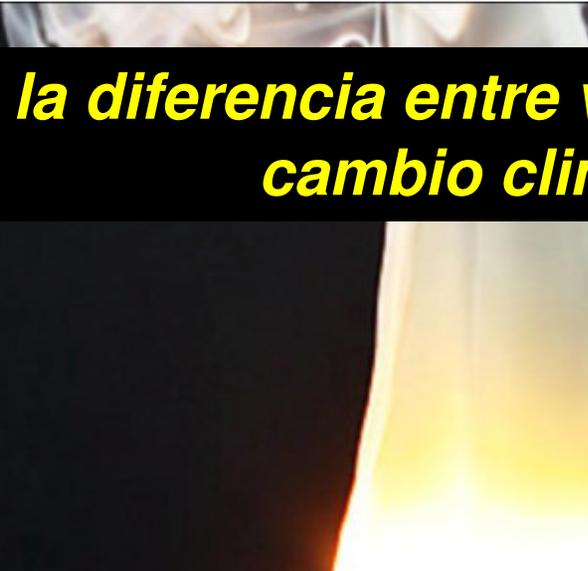
*Cambios climáticos en décadas o siglos.*

*Disminución del ozono estratosférico, radiación UV, y química atmosférica.*

*Cambios en la superficie de la tierra y en los ecosistemas marinos y terrestres.*

*Dimensiones Humanas del Cambio Global.*





***¿Cuál es la diferencia entre variabilidad climática y el cambio climático?***

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en su Artículo 1, define el cambio climático como:

"cambio del clima atribuido directa o indirectamente a actividades humanas que alteran la composición de la atmósfera mundial, y que viene a añadirse a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables" (IPCC, 2001).



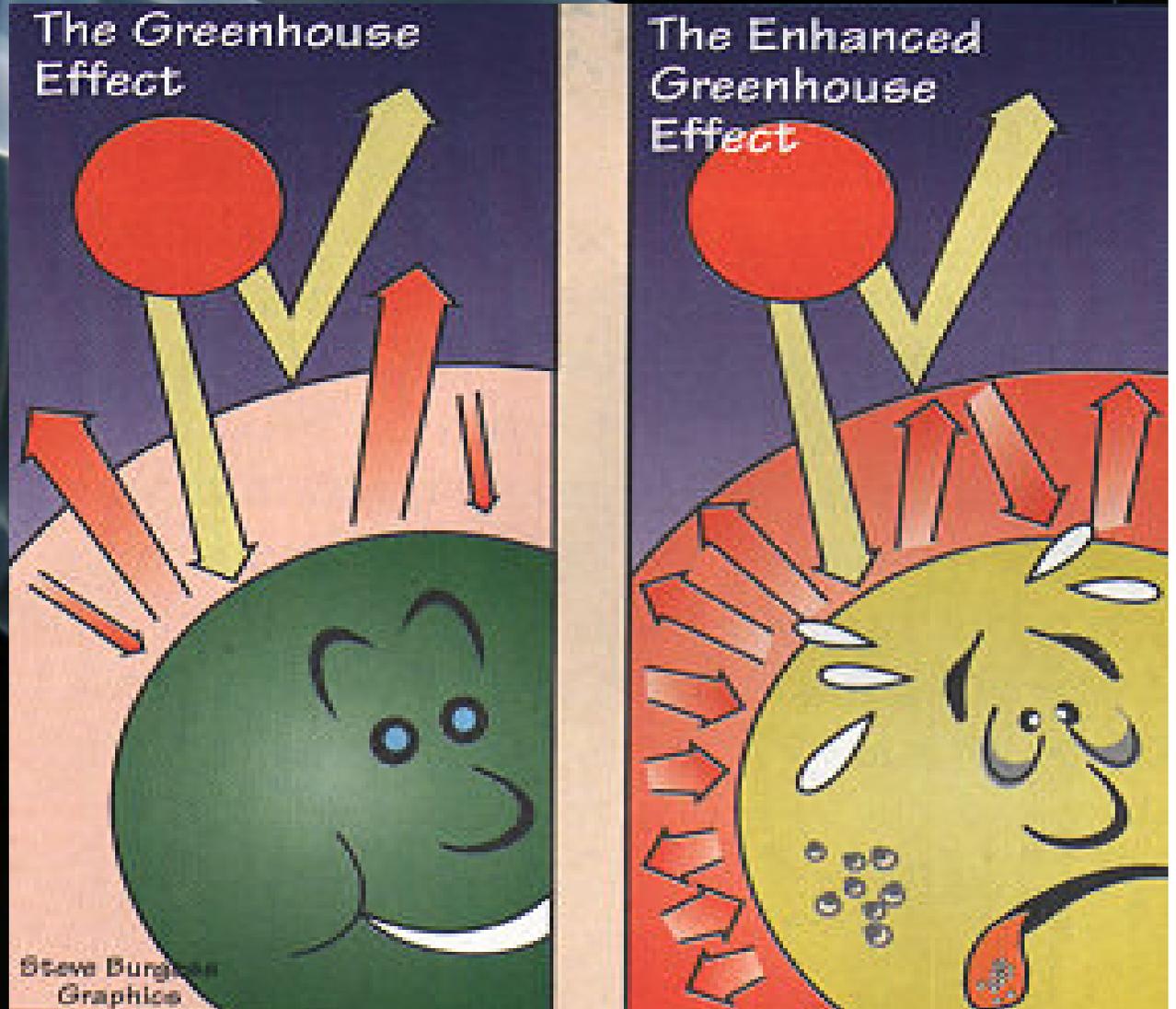


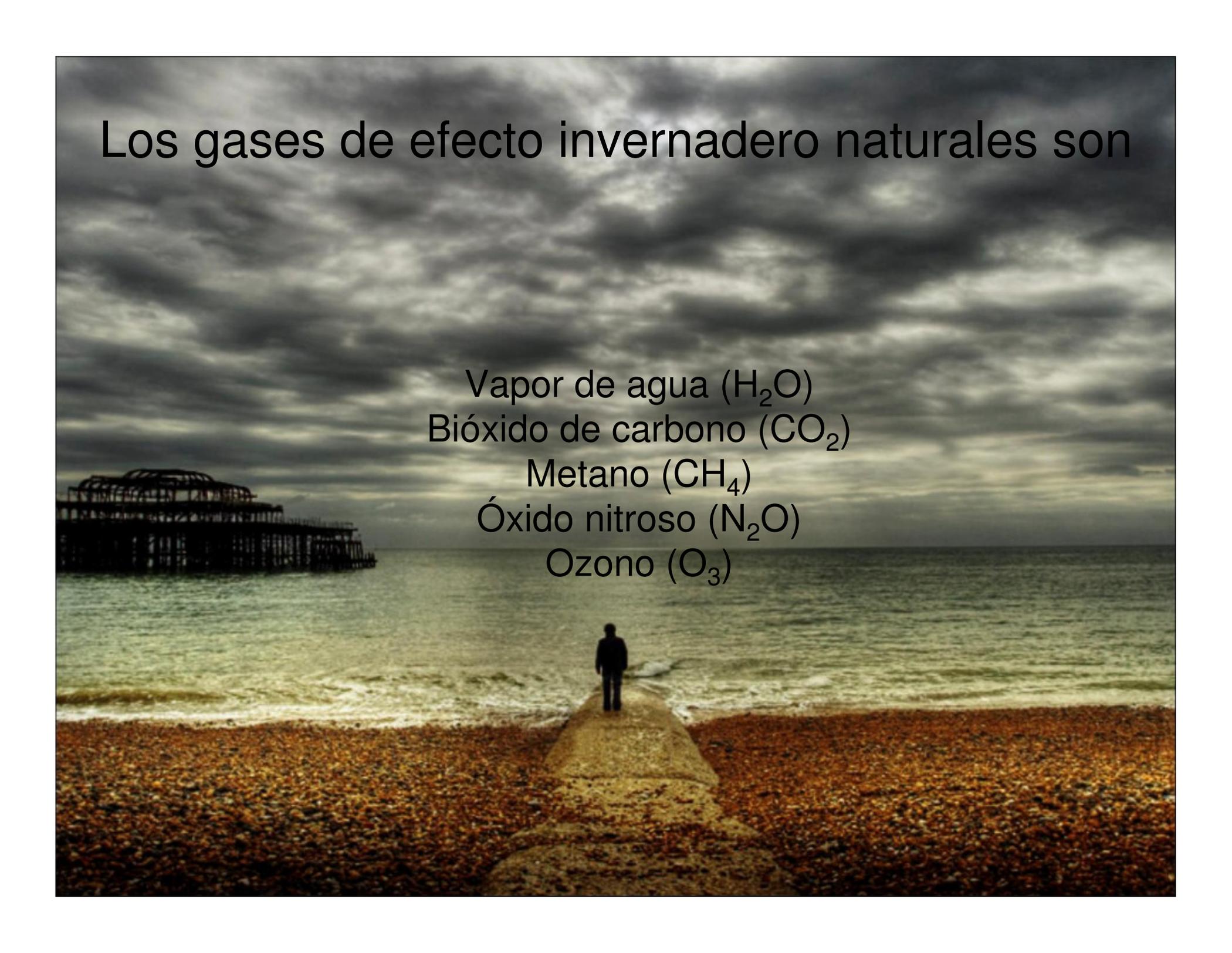
**Por tanto:**

**la variabilidad del clima** se refiere a variaciones provocadas de manera natural  
**cambio climático** es atribuible a la influencia de actividades humanas en unión con la variabilidad climática.



**El efecto invernadero** es un fenómeno atmosférico natural que permite mantener la temperatura del planeta al retener parte de la energía proveniente del Sol.



A photograph of a person standing on a rocky path leading to the sea under a cloudy sky. The person is silhouetted against the water. The beach is covered in reddish-brown pebbles. In the background, there is a large, dark, skeletal structure, possibly a pier or a building under construction, extending into the water. The sky is filled with heavy, grey clouds, creating a dramatic and somewhat somber atmosphere.

Los gases de efecto invernadero naturales son

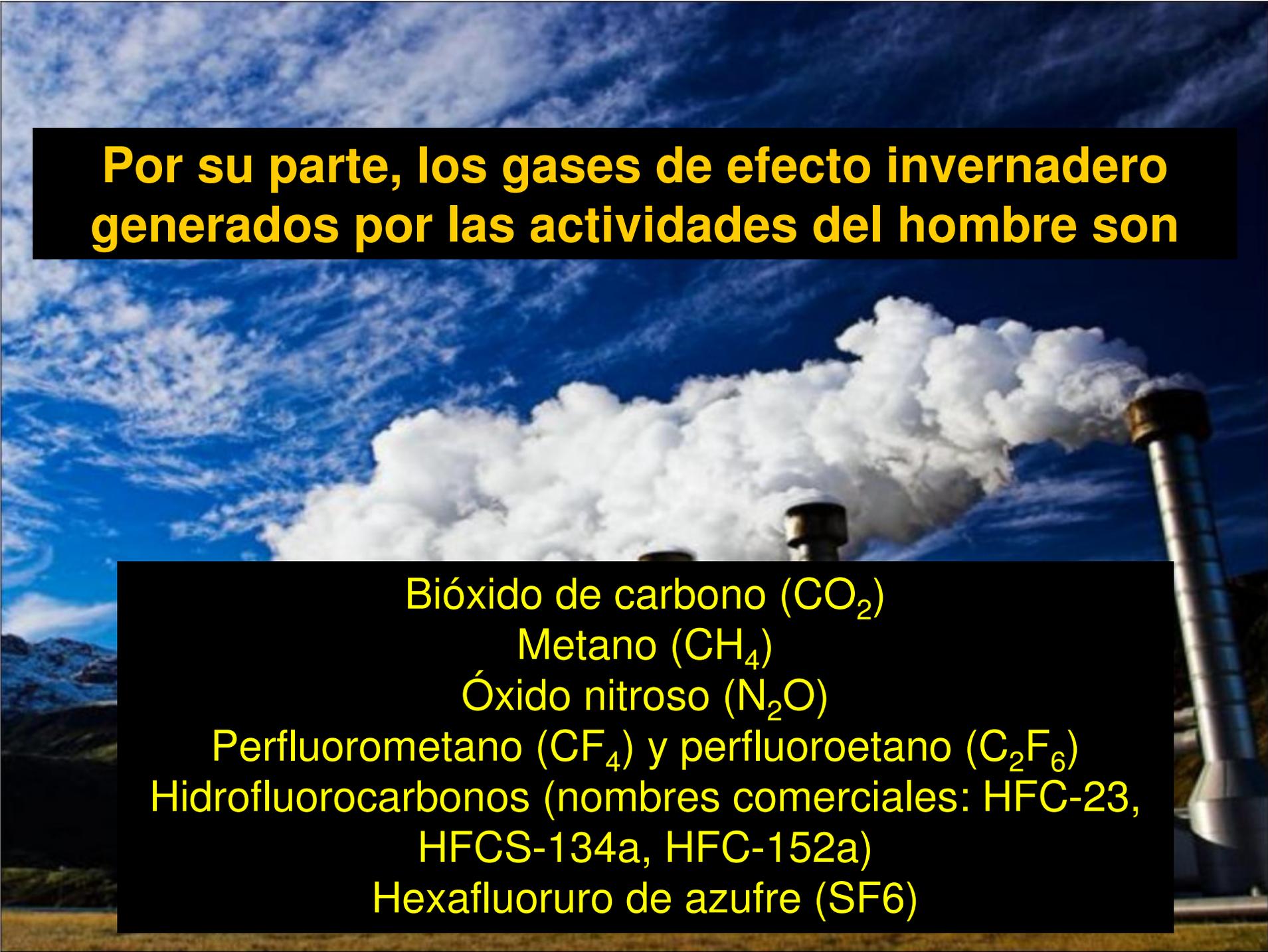
Vapor de agua ( $\text{H}_2\text{O}$ )

Bióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ )

Metano ( $\text{CH}_4$ )

Óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ )

Ozono ( $\text{O}_3$ )



**Por su parte, los gases de efecto invernadero generados por las actividades del hombre son**

**Bióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ )**

**Metano ( $\text{CH}_4$ )**

**Óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ )**

**Perfluorometano ( $\text{CF}_4$ ) y perfluoroetano ( $\text{C}_2\text{F}_6$ )**

**Hidrofluorocarbonos (nombres comerciales: HFC-23,  
HFCS-134a, HFC-152a)**

**Hexafluoruro de azufre ( $\text{SF}_6$ )**

## Antropogénicamente de dónde provienen los gases de efecto invernadero ?

El bióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) proviene principalmente de la quema de combustibles fósiles (petróleo, carbón, gas natural, o sus derivados) en la producción de energía, en el funcionamiento de los procesos industriales, y en su uso en el sector transporte; también proviene de los procesos industriales [como la producción de cemento, cal, sosa, amoníaco, carburos de silicio o de calcio, acero, y aluminio], la deforestación que provoca la descomposición de la materia orgánica y de la quema de la

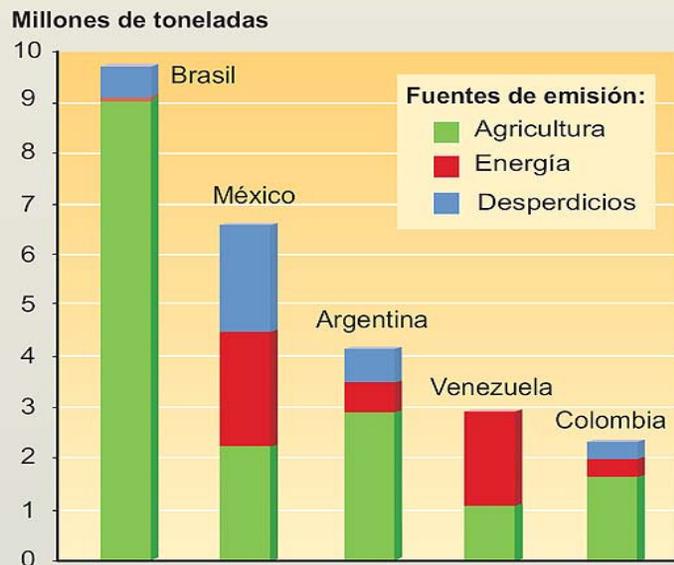


**Entonces, los procesos industriales y la quema de combustibles fosiles son los únicos culpables de los gases de efecto invernadero ?**

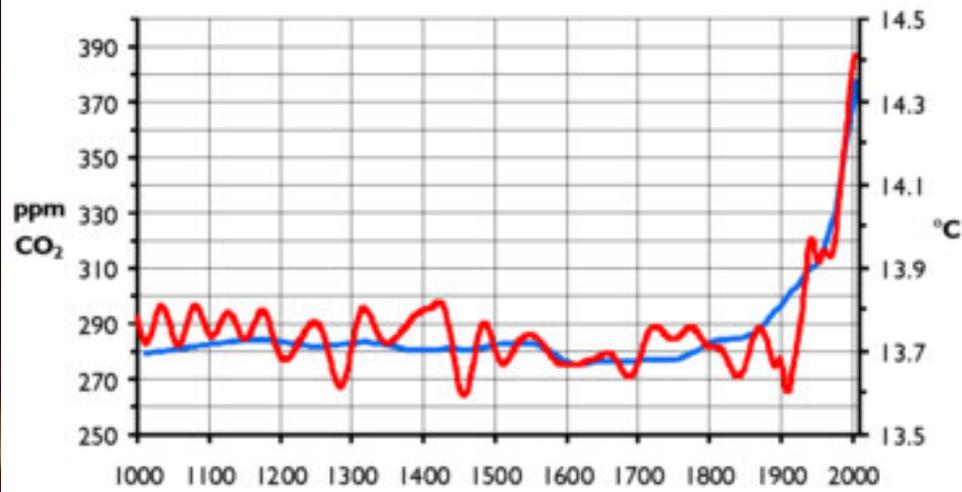
**El metano ( $\text{CH}_4$ ) proviene de la agricultura (p.ej. cultivo de arroz), el uso del gas natural [el metano es un componente del gas natural], la descomposición de los residuos en los rellenos sanitarios, y del hato ganadero.**



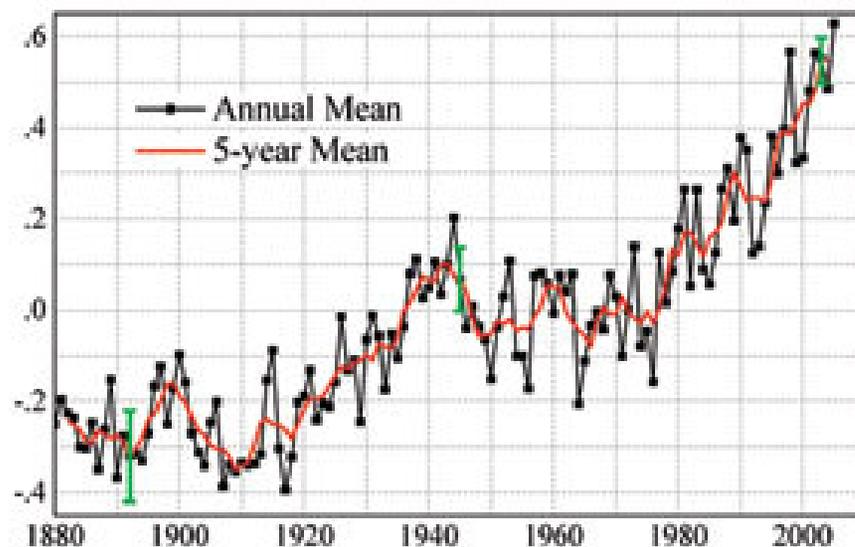
**Principales países emisores de  $\text{CH}_4$  América Latina y el Caribe**



**Brasil, país ganadero de primera línea, presenta el mayor nivel de emisión de metano de la región y es uno de los mayores emisores de metano ( $\text{CH}_4$ ) del mundo. La agricultura genera la mayoría de las emisiones de metano de la región.**



A Global Land-Ocean Temperature Anomaly (°C)



**El dióxido de carbono ha ido incrementándose en la atmósfera desde 280 partes por millón (ppm) en la época pre-industrial (1850) a 370 ppm en la actualidad, como consecuencia de la actividad industrial por la combustión de combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas natural) y por la tala de árboles.**

## *¿Cuáles son las pruebas que se tienen del cambio climático?*

**Existen diversas evidencias del cambio climático, aunque la principal es el aumento de la temperatura promedio de la atmósfera:**

**La temperatura superficial media aumentó unos  $0.6^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ ) durante el Siglo XX. El incremento de la temperatura se manifestó principalmente entre 1910 y 1945; y entre 1976 y 2000. Las temperaturas nocturnas y en tierra firme son las que más acusaron dicho aumento. (IPCC, 2001)**

**Otra evidencia es la disminución en la extensión del hielo y la capa de nieve sobre la superficie terrestre:**

**Datos de satélites muestran que es muy probable que haya habido disminuciones de un 10 % en la extensión de la capa de nieve desde finales de los años 60 (IPCC, 2001).**



**1918**



**2004**



## **Es real el cambio climático?**

A causa de las emisiones de los gases de efecto invernadero, se espera que las temperaturas aumenten considerablemente durante este siglo, lo que tendrá tanto consecuencias positivas como negativas.

Los efectos del cambio climático diferirán de unos lugares a otros siendo muy difícil, por no decir imposible, prever su impacto con exactitud.

En cualquier caso, son muchos los sistemas físicos y biológicos en todo el mundo que ya se han visto afectados por el cambio climático, fundamentalmente debido a incrementos de temperatura.

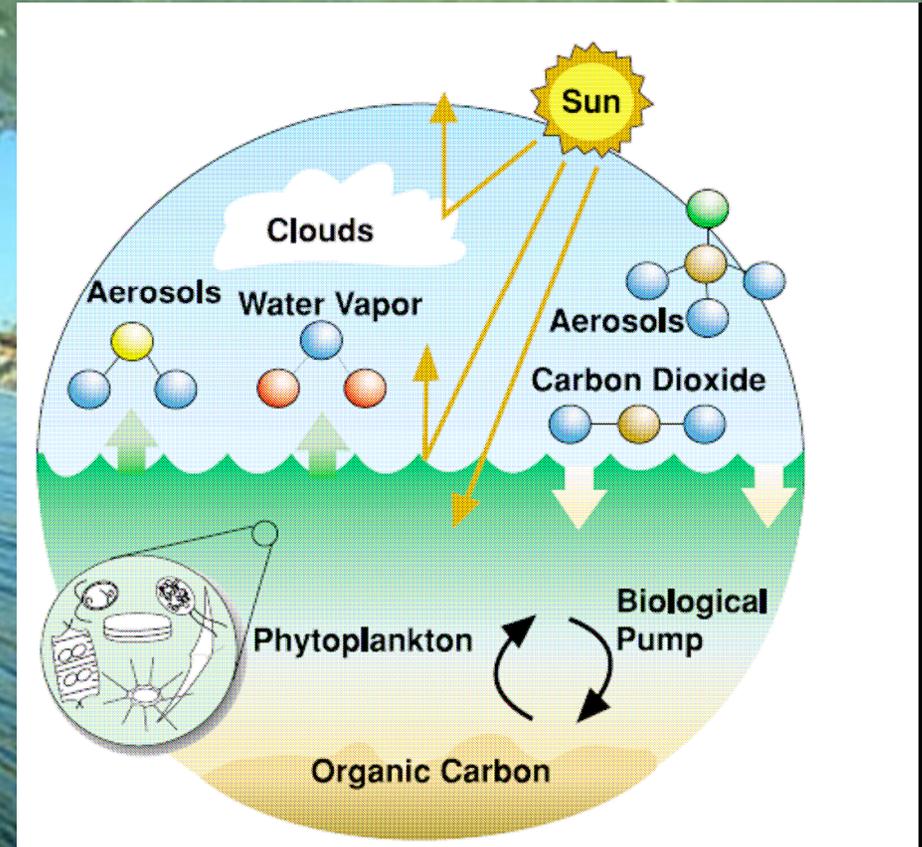
# Pero existe o no el cambio climático global?

Serie de tiempo irrefutable sobre el cambio climático global



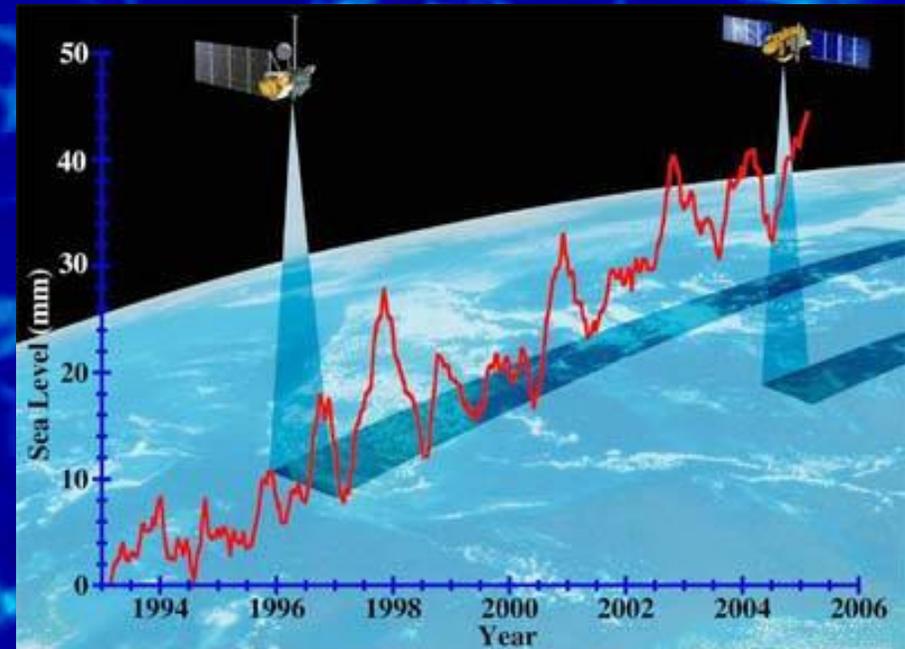
## Qué papel juegan los océanos en el sistema climático?

Los océanos juegan un papel central en la evolución del clima por su capacidad de almacenar, transportar y liberar grandes cantidades de calor mediante sus interacciones con la atmósfera y con los suelos. Los océanos absorben y emiten radiación, tienen un rol central en la dinámica del vapor de agua, y almacenan enormes cantidades de carbono. A través de los anteriores procesos, los océanos participan en la regulación del clima.



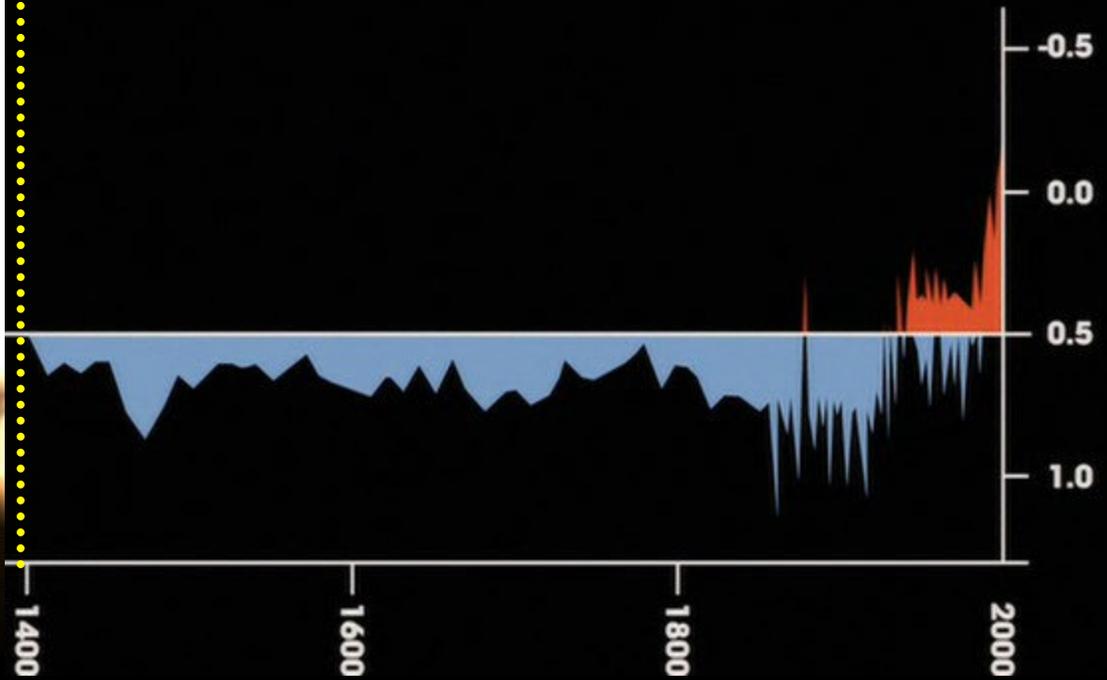
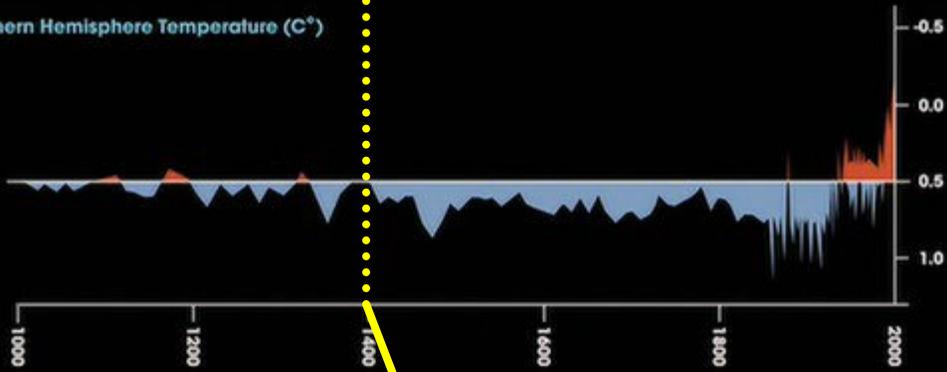
Lo anterior es conocido como BOMBA BIOLÓGICA. Sin embargo, su estimación y evaluación es sumamente compleja y difícil de estimar con precisión.

Otra prueba más es que el nivel medio del mar en todo el mundo ha subido y el contenido de calor de los océanos ha aumentado:

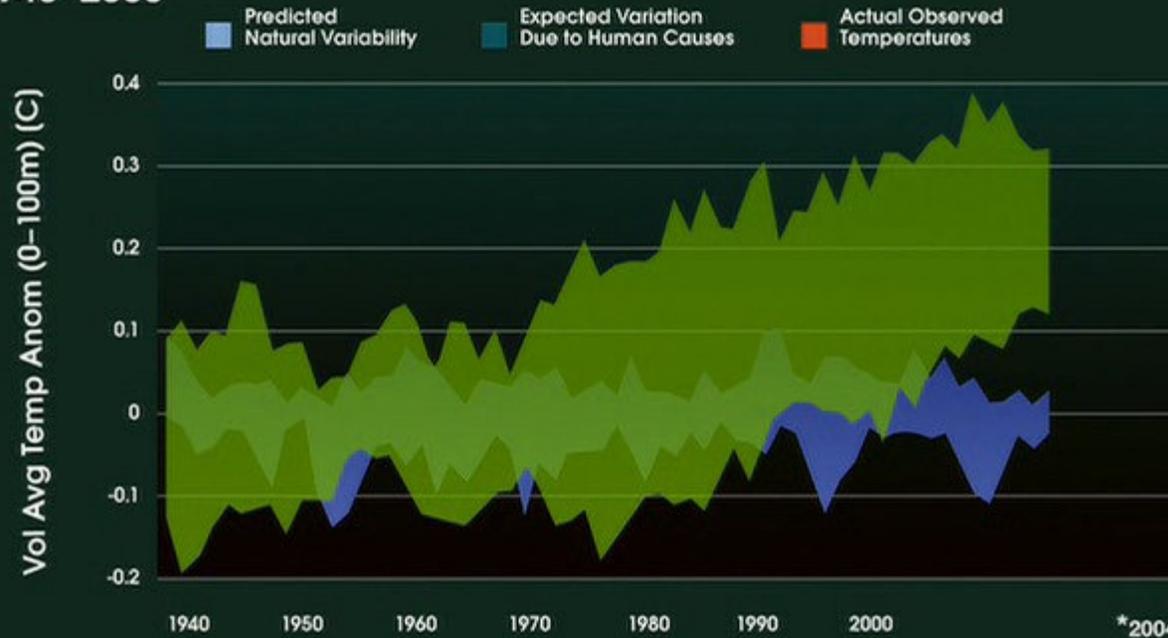


Los datos de los mareógrafos muestran que el nivel medio del mar en el mundo subió entre 0.1 y 0.2 metros durante el siglo XX (IPCC, 2001). También hay algunas evidencias de cambio en el comportamiento de algunas especies animales y vegetales (IPCC, 2001).

Northern Hemisphere Temperature (C°)

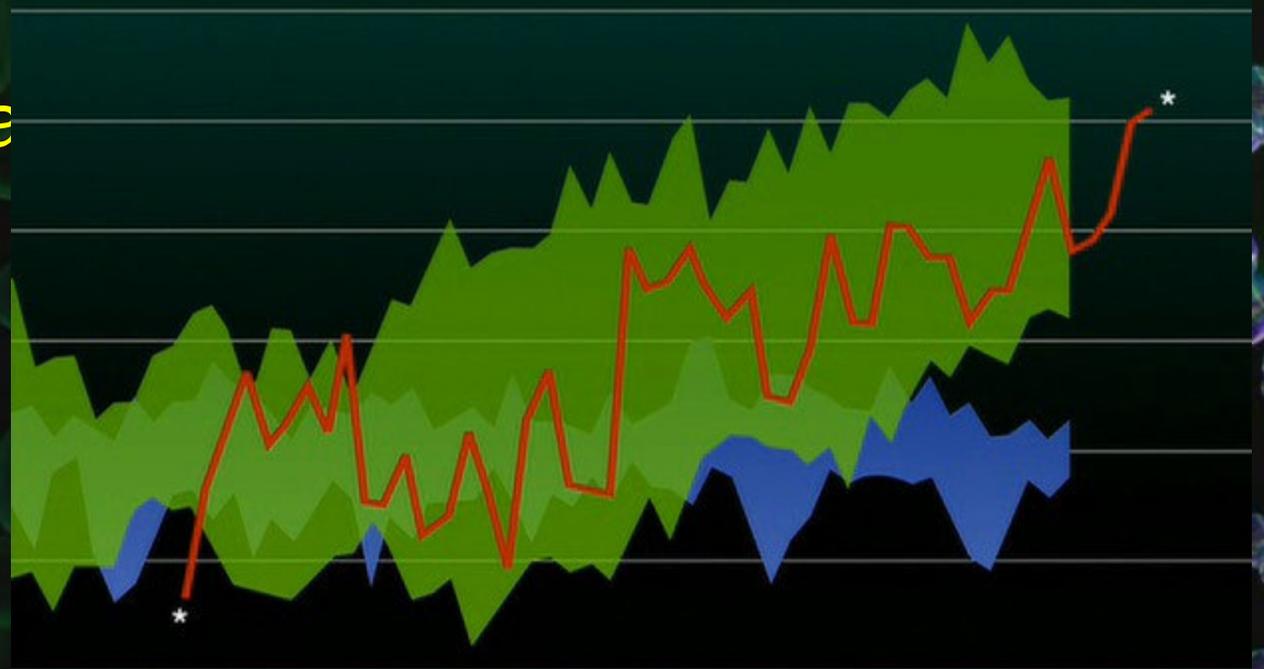


1940-2003

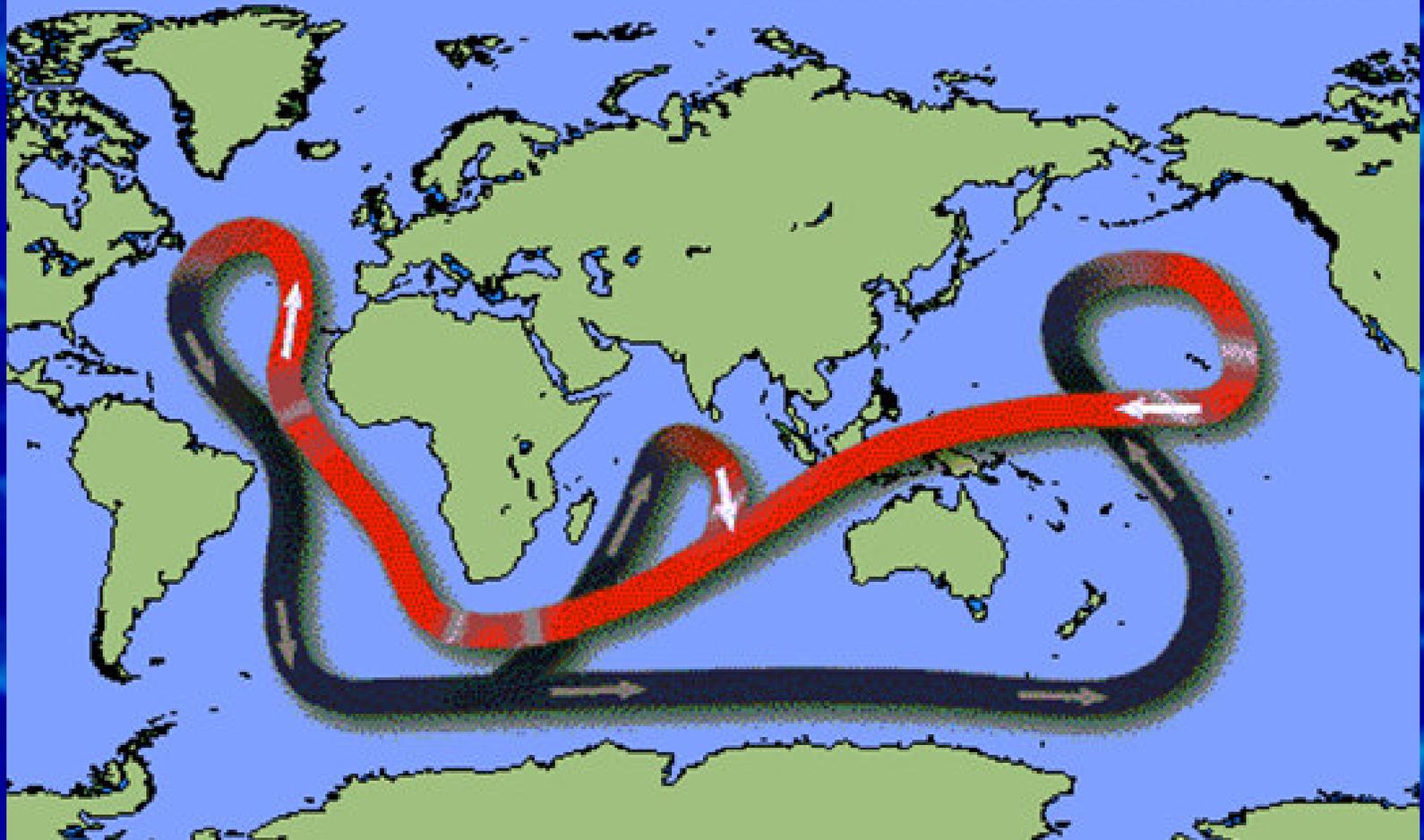


una de agua se  
4 grados, los  
o pueden ser  
ocando una  
atmosfera

Lo cual acelera



## Corrientes de convección oceánicas



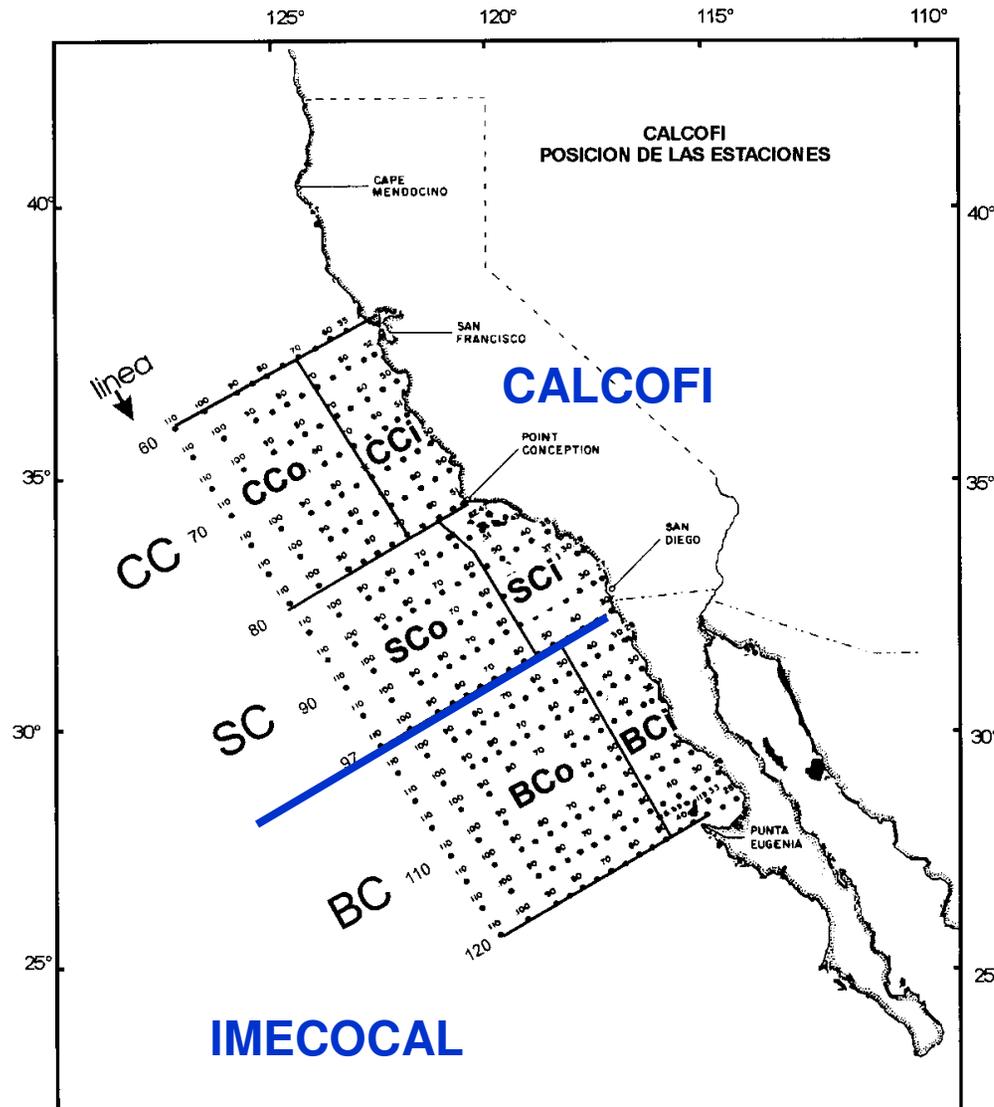
# Porque el Monitoreo de los Océanos?



- Los avances tecnológicos e instrumentación, para monitoreos de los océanos nos dan la habilidad para detectar las variaciones y cambios tanto de los océanos como atmosféricos, lo que nos brinda nuevas oportunidades para:
- comprender el papel de los océanos en el cambio climático.
- Determinar el papel de los océanos en la bomba biológica (océano como sumidero del CO<sub>2</sub> atmosférico )

A full moon is visible in a dark night sky, with its light reflecting on the surface of the ocean below. The water shows gentle ripples, and the moon's reflection is clearly visible. The sky is dark with a few scattered stars.

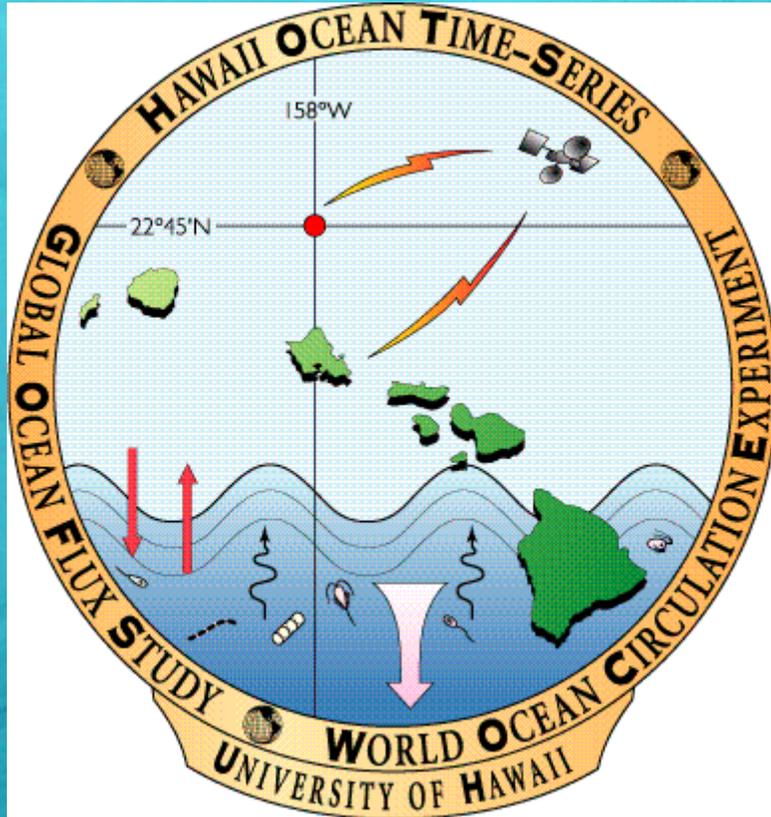
**En donde se esta monitoreando  
el océano?**



## Programa CalCoFi

Red de estaciones muestreadas 4 veces al año, desde los 50's  
 IMECCOAL mas reciente pero sigue la misma filosofía

# Hawaii Ocean Time-series (HOT)

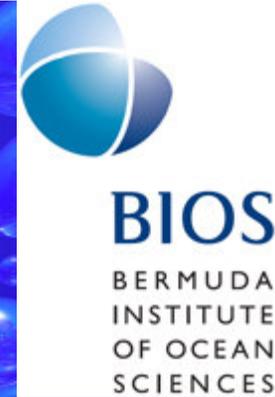


University of Hawaii

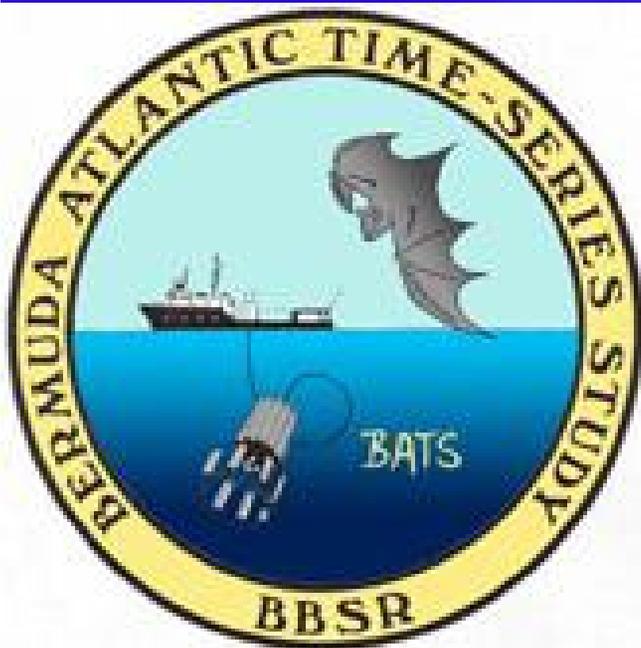
Desde 1988 a la fecha

Metodo de distribución  
Hawaii Ocean Time-series  
Data Organization & Graphical System  
(HOT-DOGS©)

# Bermuda Atlantic Time-series Study BATS



The time series consists of three types of cruises: **Core, Bloom, and Validation**. The nominal BATS location is 31° 40' N , 64° 10' W. Prior to BATS cruise 70 the program was quasi-Lagrangian following the sediment trap array. After BATS cruise 70, it was decided that the core work should be done at the nominal station. However, during the production day, casts are relocated on the *in situ* primary production array.



## Hydrostation 'S'

A biweekly time series of pressure, temperature, salinity, and oxygen data from 1954 until the present.

The nominal Hydrostation 'S' location is 32° 10' N, 64° 30' W.

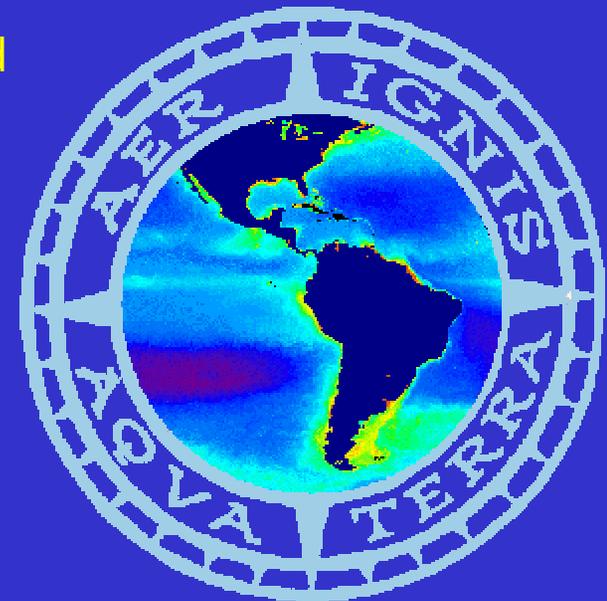
# Red Antares

El principal objetivo de ANTARES es el estudio de los cambios a largo plazo de los ecosistemas costeros alrededor de América Latina, para distinguir la variabilidad natural de las perturbaciones externas (efectos antropogénicos).

Para lograr este objetivo se comparten, entre los miembros y con el público en general, datos in situ de estaciones costeras y datos satelitales (temperatura y clorofila) alrededor de América Latina.

La formación de recursos humanos, colaboración científica y técnica son clave en nuestra tarea. La red ANTARES es apoyada por [IOCCG](#), [POGO](#) y un proyecto inicial de [IAI](#).

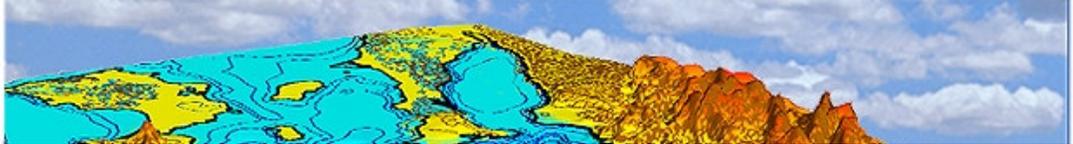
Los países participantes actualmente son: Argentina, Brasil, Canadá, Chile, USA, Venezuela y Últimamente México.



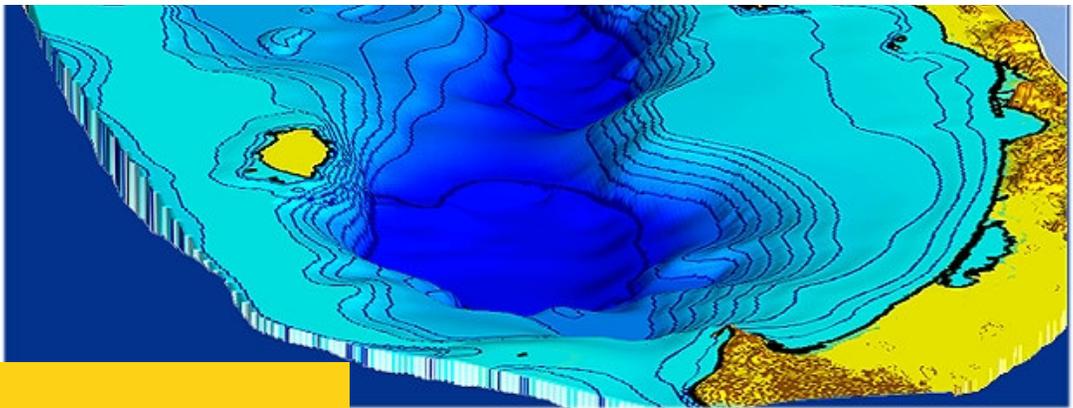


# CARIACO

CARBON RETENTION IN A COLORED OCEAN

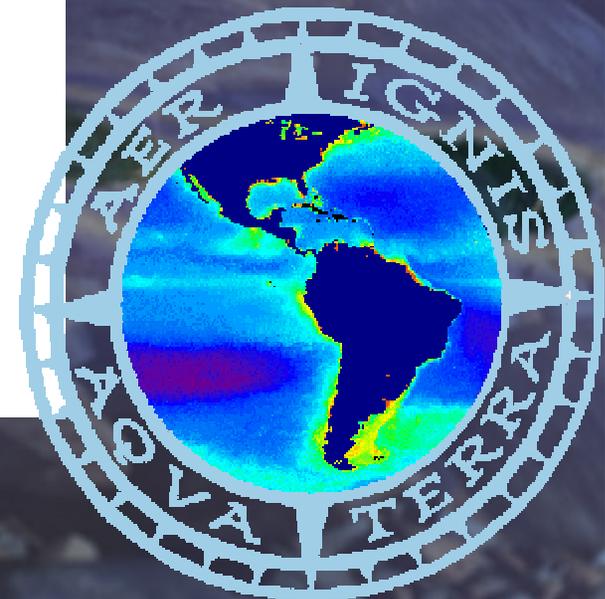


Noviembre de 1995 se inició el proyecto CARIACO



Caribe Venezolano

Estacion ANTARES





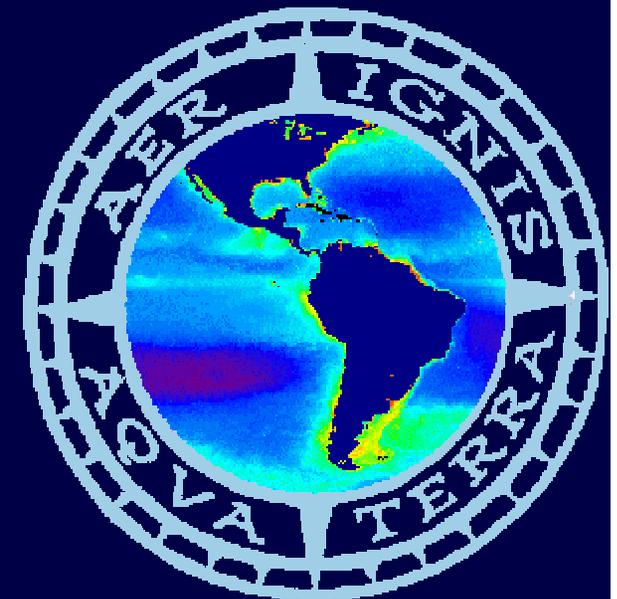
Antares Argentina

Estaciones ANTARES

Lab. de Teledetección (IAFE)

Estación **Mar del Plata** EPEA desde octubre del 2004

Estación **Península Valdés** EGI desde octubre del 2004



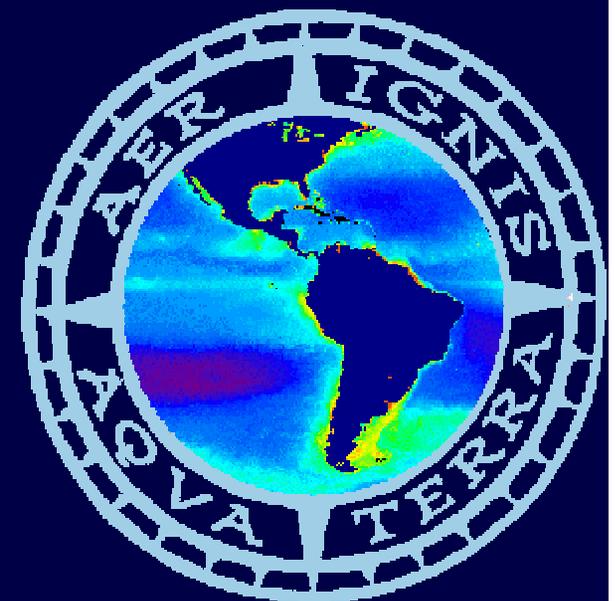


## Antares Brasil

Sensoriamento Remoto - INPE

Série de Tempo Ubatuba - IOUSP

desde marzo del 2005

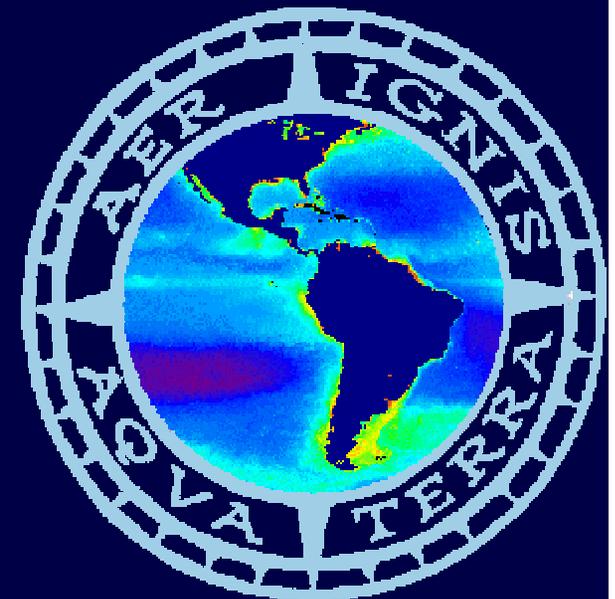
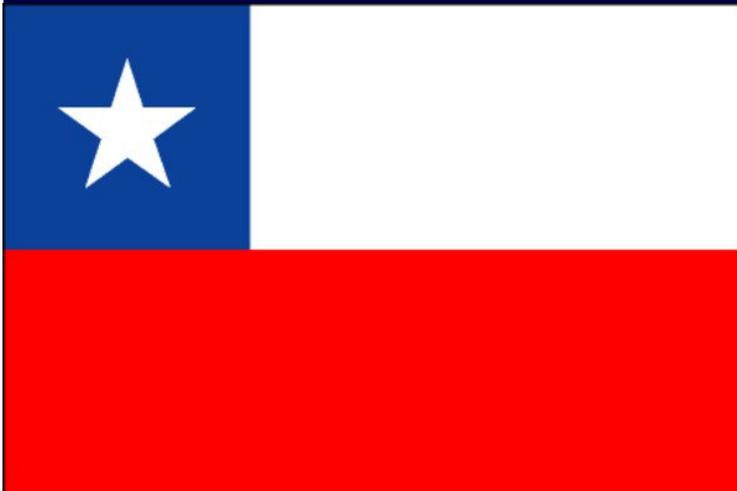




Antares Chile

Estaciones ANTARES

Serie de Tiempo Concepcion desde octubre del 2004





Antares México

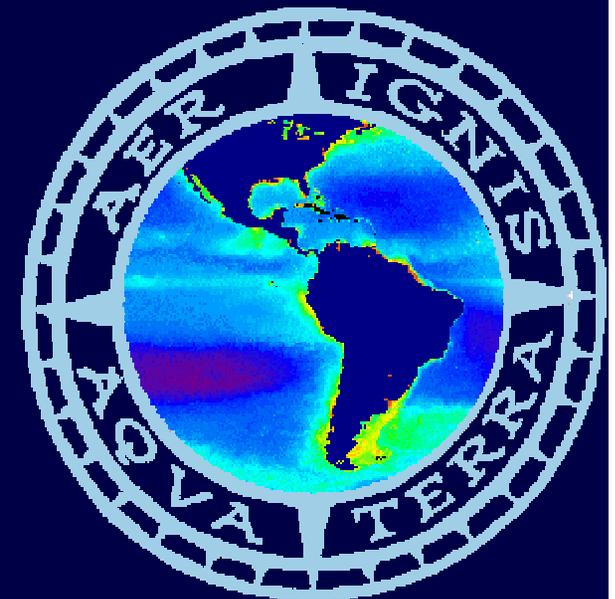
Estacion ANTARES

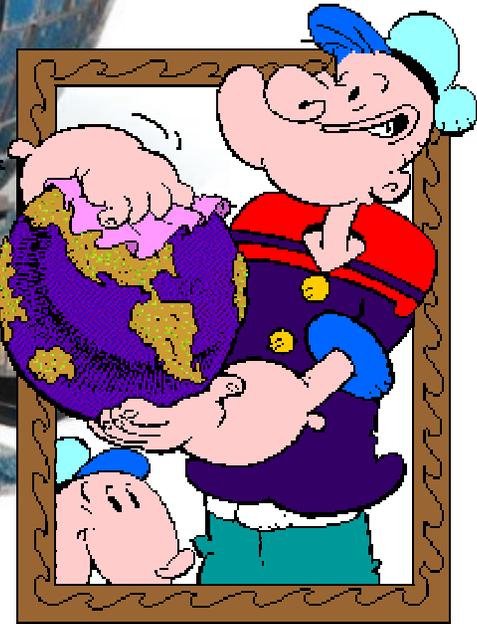
Baja-California ANtares Day light Inshore Time Series (BANDITS)

FCM-UABC

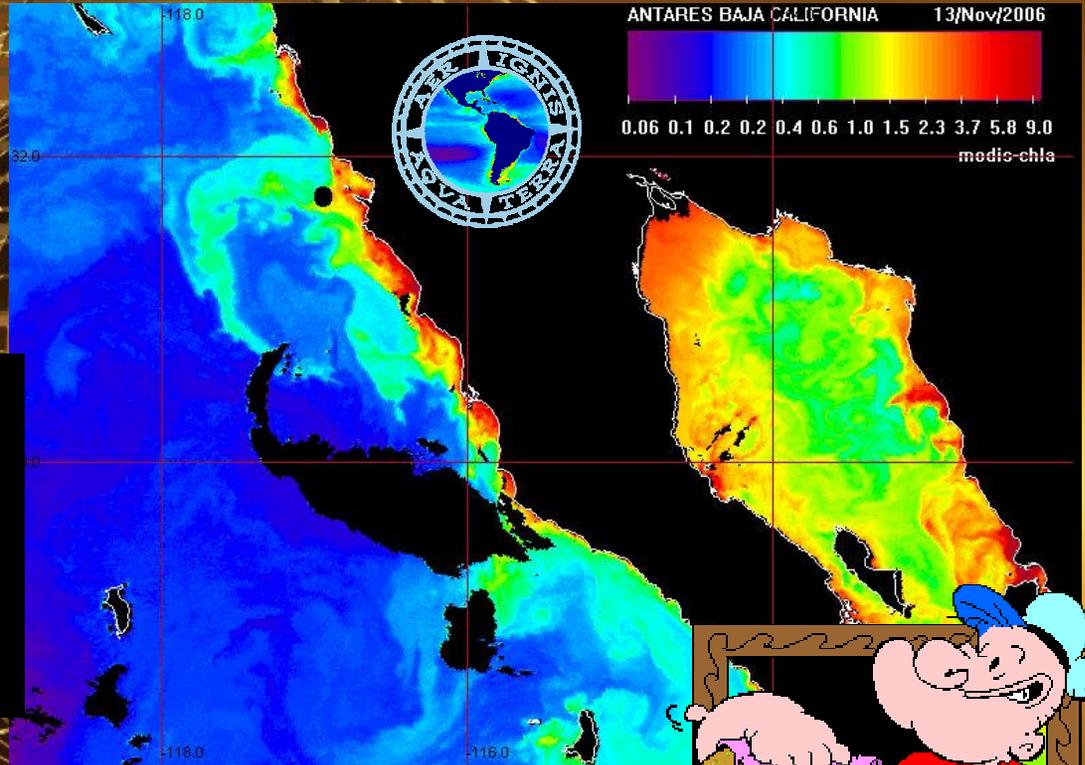
Ensenada Baja California

Primer muestreo realizado en Mayo del 2007





# Baja-California *AN*tares *D*ay light *I*nshore *T*ime *S*eries (*BANDITS*)



El compromiso es muestrear al menos bimensualmente la estación (que esta a 10 millas de la costa). La idea es hacer un perfil de Temperatura, y Chla Y publicar los datos en la red.

POPEYE (UABC-FCM) es el encargada de Mantener la estación BANDITS





BANDITS

BATS

CARIACO

HOT

Ubatuba

Concepción

Mar del Plata

Península de Valdez

En septiembre del 2006 en el Taller  
“Chlorophyll Pilot Study Group (also referred to as the extender Antares  
network)”. Plymouth Marine Laboratory. Plymouth Reino Unido 18 al 22  
de septiembre.

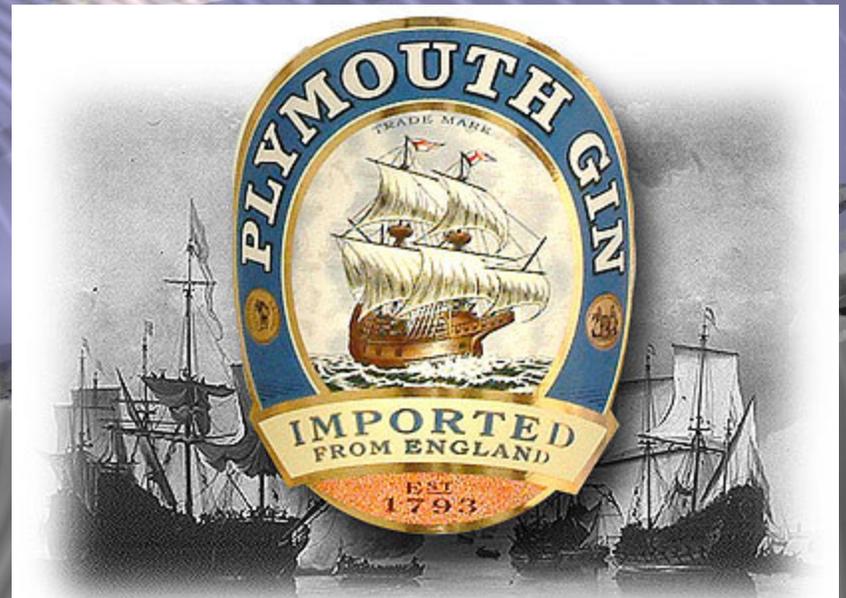
Con la participación de Investigadores de todos los continentes

Se propone extender la filosofía de la RED ANTARES de manera mundial

Para crear así la red  
**Global International Network**

**GIN**

**Plymouth-GIN**



# Modis-Aqua

- Parte de la constelación de satélites A-train (1:30 pm local equator crossing)
- A-Train es impulsado por la iniciativa PARAGON (Progressive Aerosol Retrieval and Assimilation Global Observing Network)

