

# Cambio climático en el océano costero

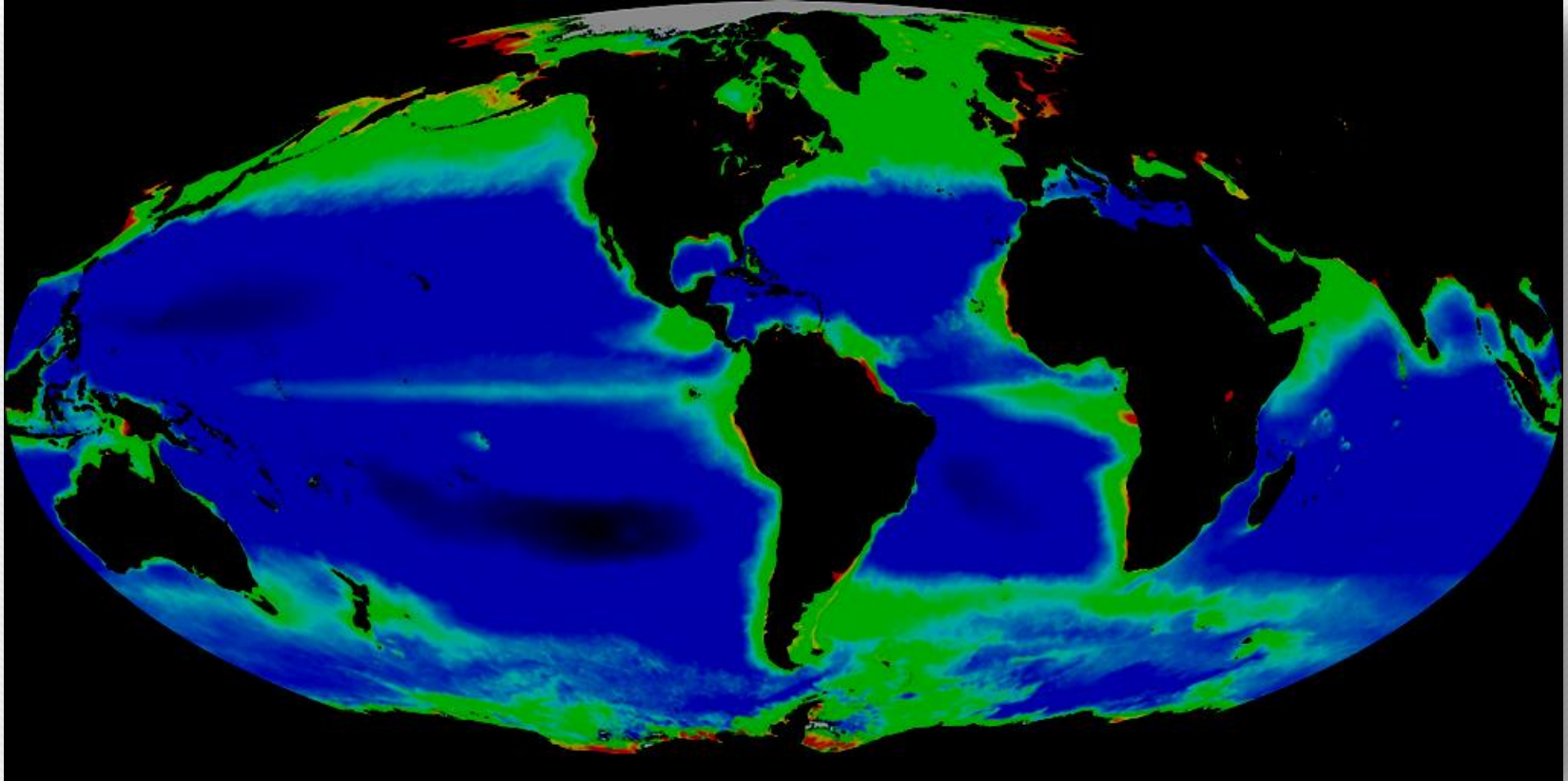
Antonio Bode

Instituto Español de Oceanografía  
Centro Oceanográfico de A Coruña



III Jornadas Climática Auga e  
cambio climático

# El mayor ecosistema de la biosfera



© NASA SeaWifs Clorofila-a media (1997-2003)

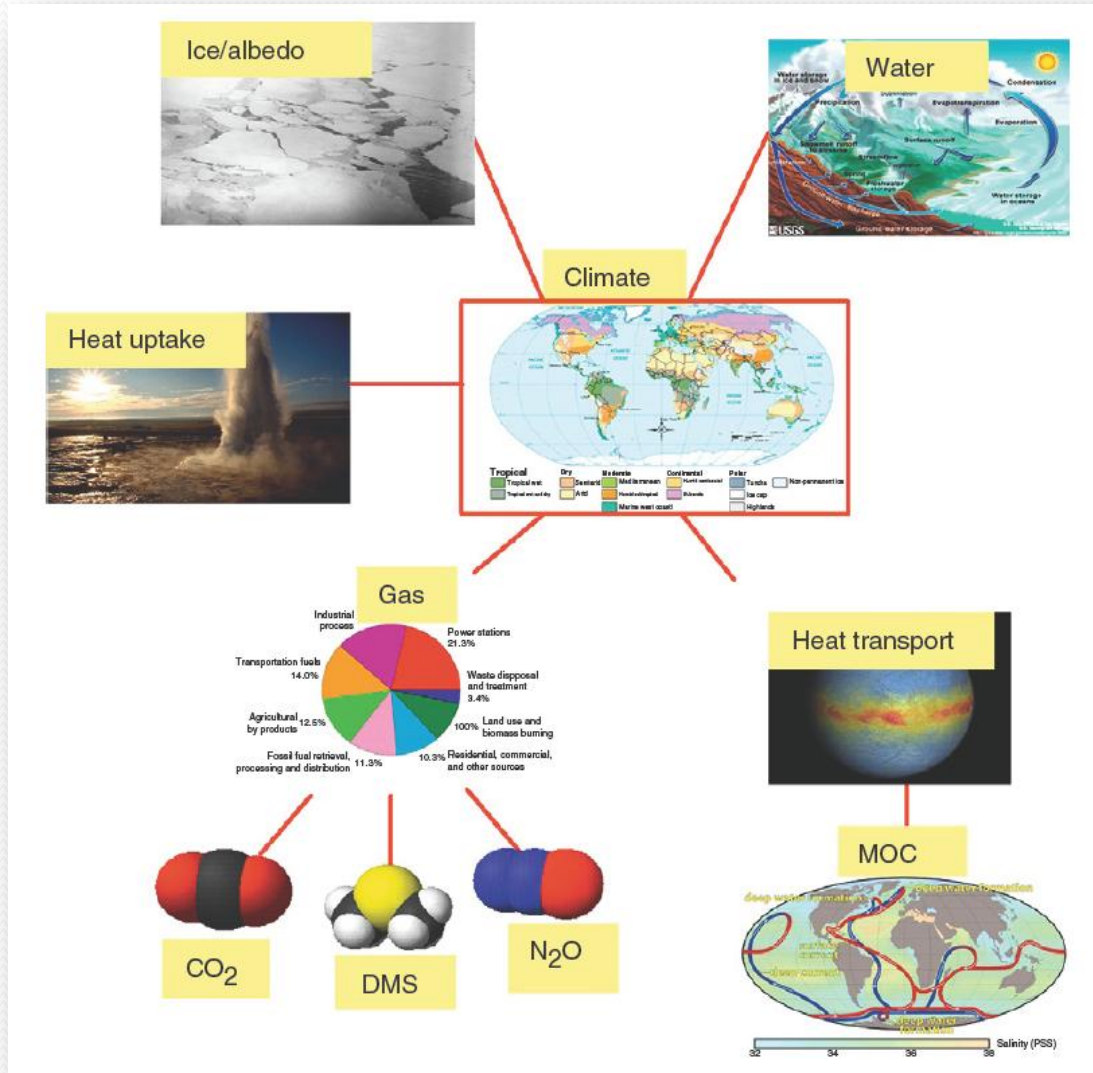
Océano:

- 70% de la superficie mundial
- 55% de la producción primaria

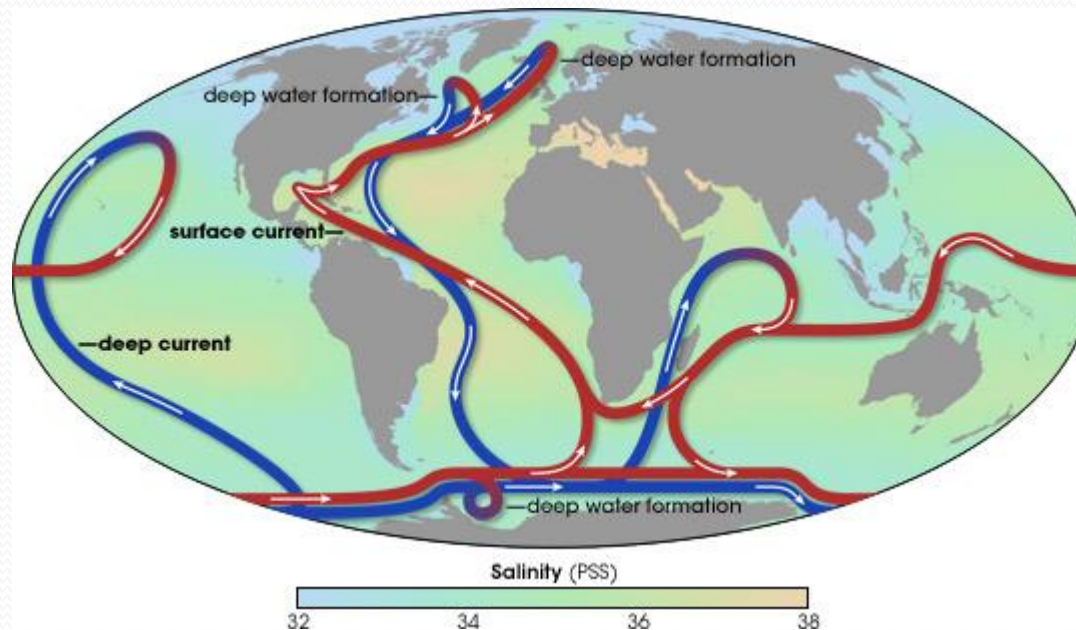
Fitoplancton:

- 25% de la biomasa
- 80% de la producción

# Regulador del clima



# La cinta transportadora de calor

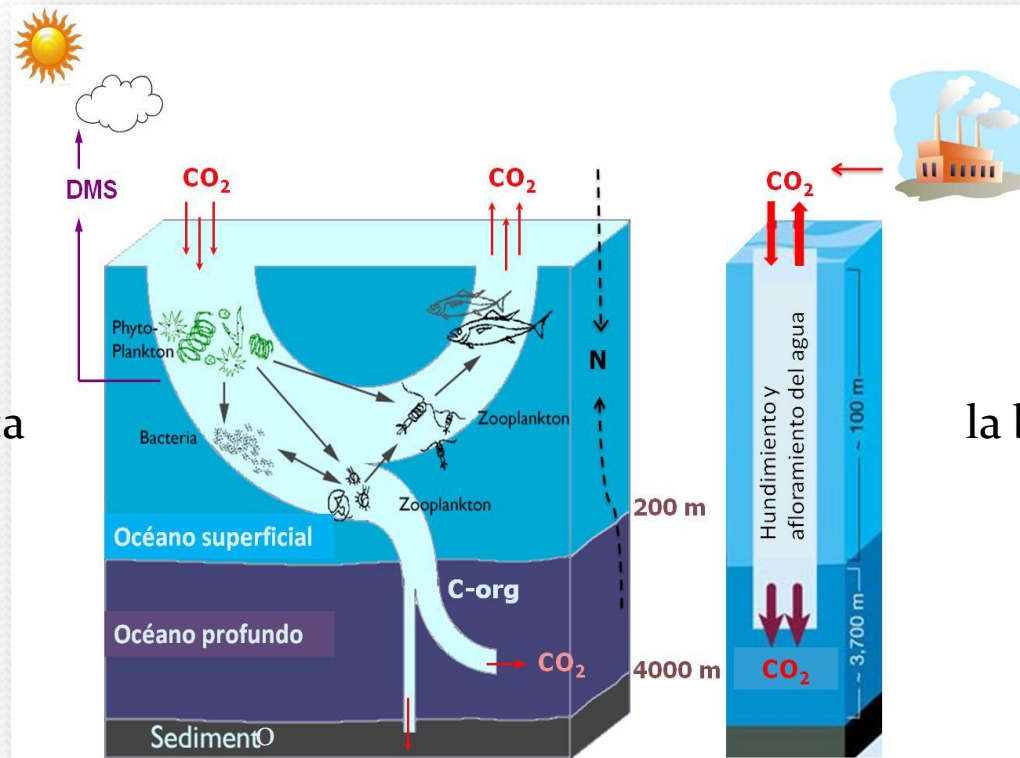


# La cinta transportadora de calor



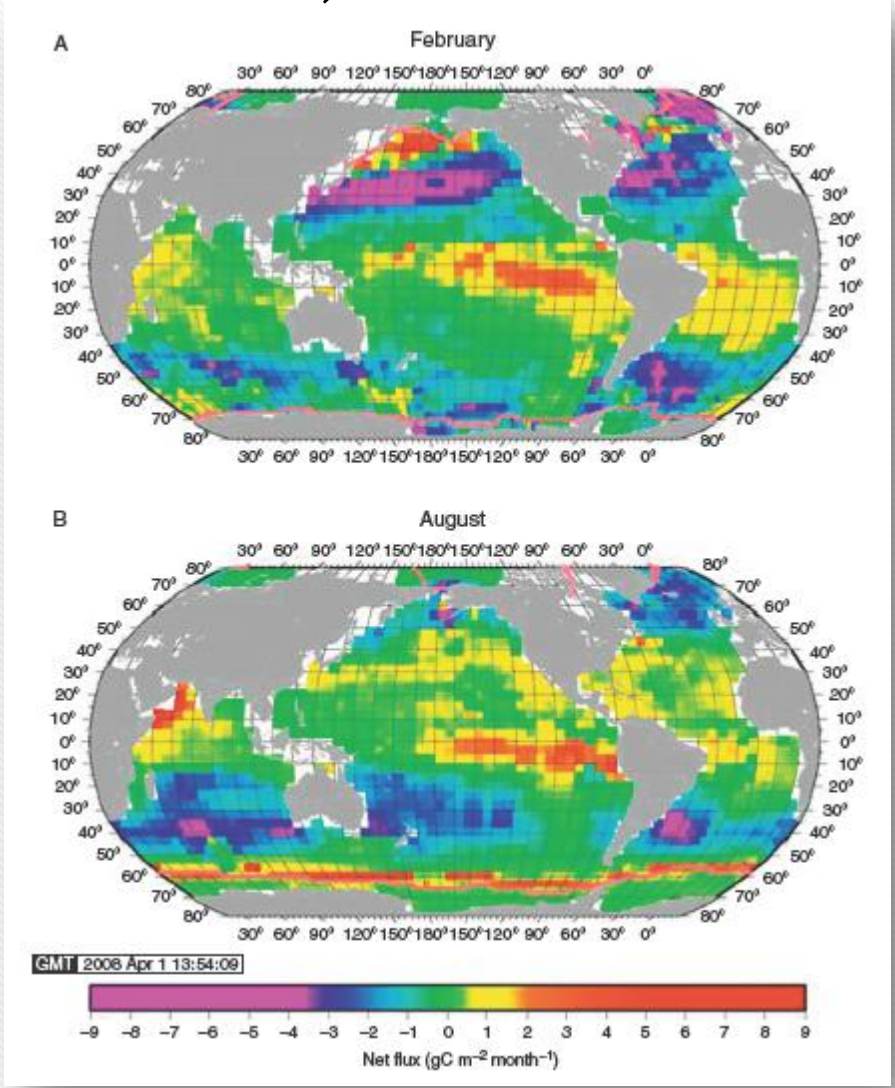
# El reservorio de CO<sub>2</sub>

la bomba biológica



la bomba física

# Flujo de CO<sub>2</sub>



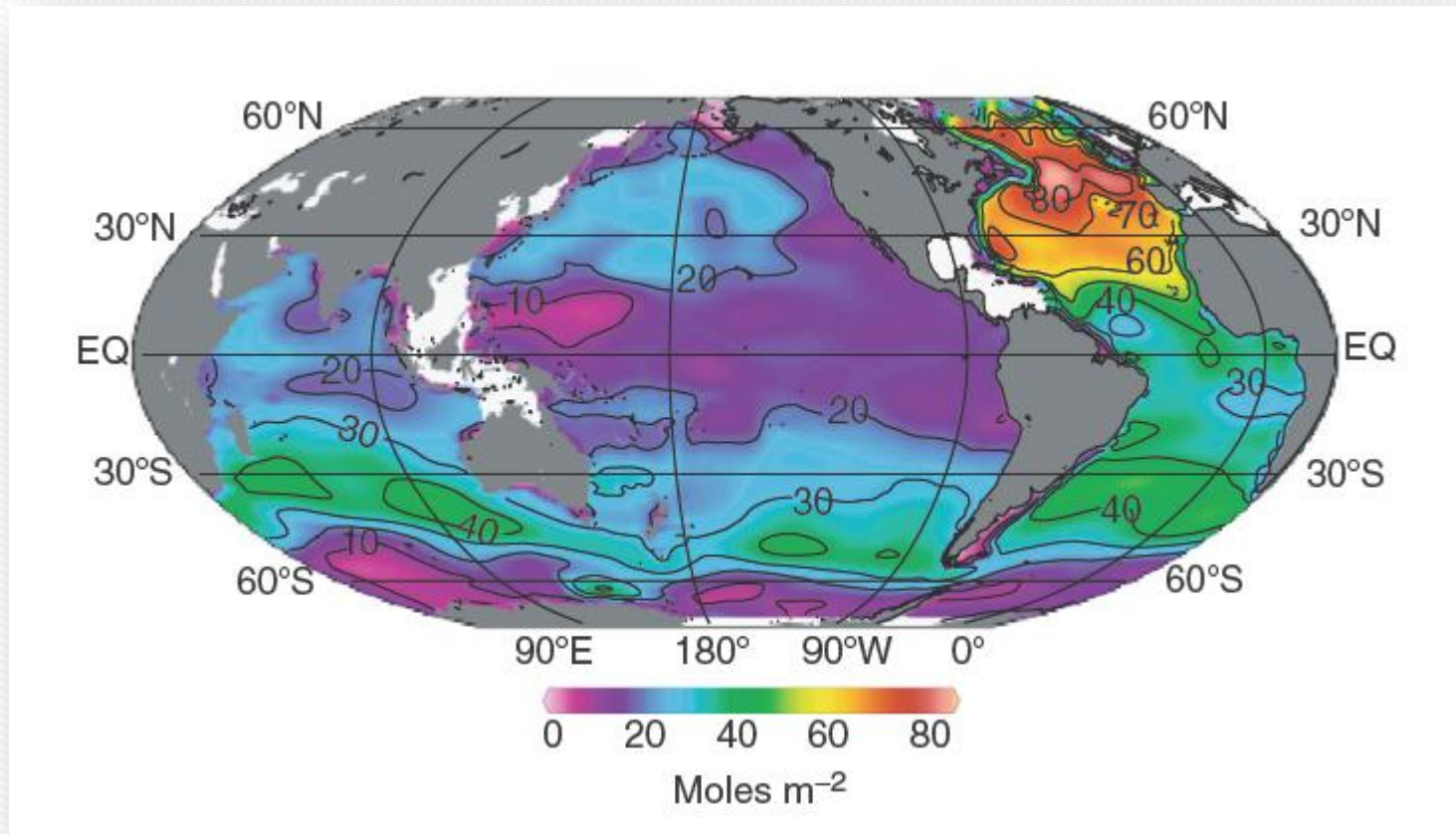
al océano



a la atmósfera

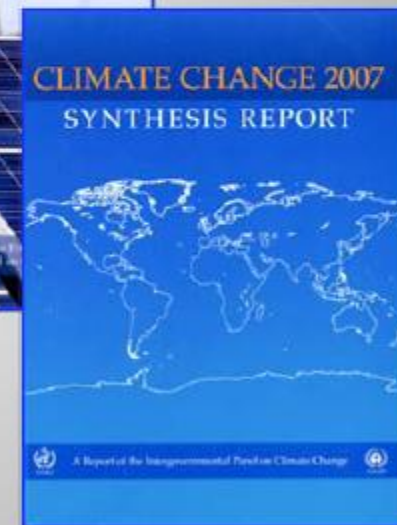
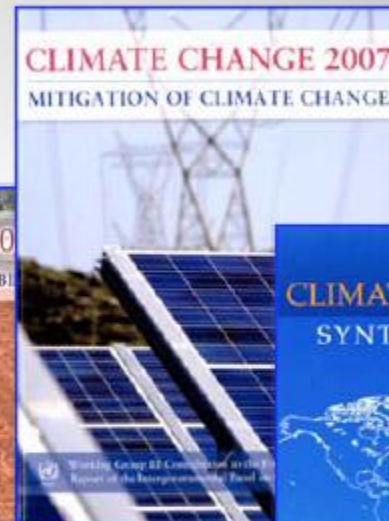
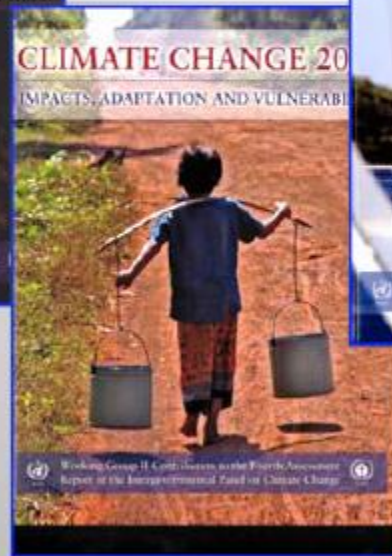


# Almacena CO<sub>2</sub> antropogénico



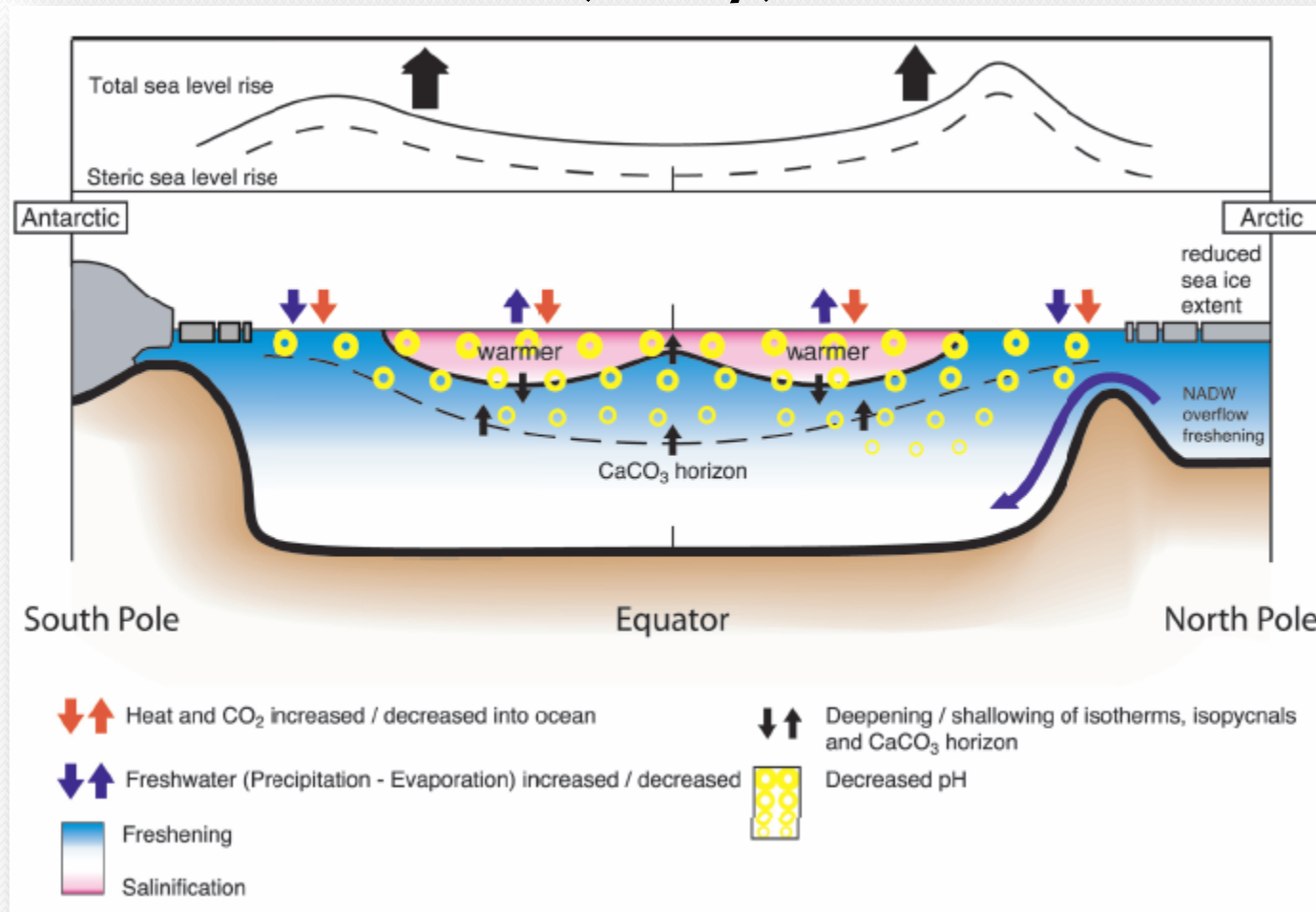


# 2007 FOURTH ASSESSMENT



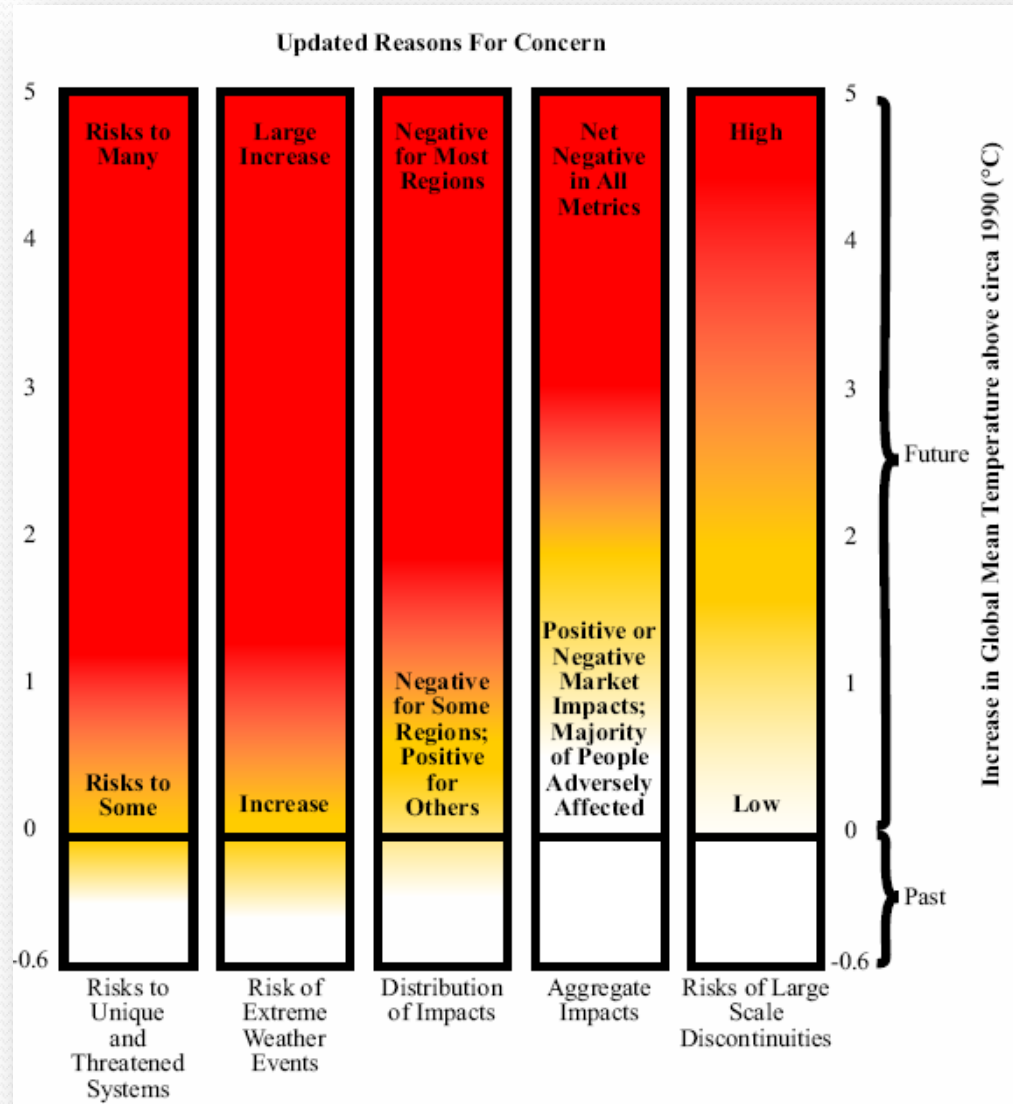
IPCC

# Proyecciones del AR4 IPCC para el océano (2007)



- **CO<sub>2</sub> atmosférico:** incremento subestimado  
(AR4 = 3 ppm/año, ahora = 4 ppm/año)
- **Calentamiento (y nivel del mar):** Persistencia secular  
(aún estabilizando emisiones)
- **Deshielo:** incertidumbres en tasas anuales  
(p.ej. Groenlandia)
- **Aumento del nivel del mar:** incertidumbre asociada  
(¿0.76-1.8 m/s XXI?)
- **Circulación oceánica global:** frenado ¿?  
(mayor entrada agua dulce por fusión del hielo polar)
- **Eventos extremos:** mayor intensidad y extensión  
(ej. temporales)
- **Acidificación:** impacto en los ecosistemas ¿?

# Riesgos del cambio climático



# El océano costero

- 15% de la superficie oceánica
- 50% de la producción primaria oceánica
- 50% de la población humana vive en la zona costera (<200 km)
- Interés:
  - meteorológico
  - defensa
  - industria marítima (transporte, construcción naval, energía)
  - pesca y acuicultura
  - turismo
  - salud
  - minería
- Afectado por:
  - usos pesqueros y acuícolas
  - contaminación (industrial, agrícola, urbana)
  - modificaciones del hábitat
- Nos afecta en:
  - fluctuación de recursos alimenticios
  - calidad del agua (toxinas naturales y artificiales, eutrofización)

# Galicia y el mar





• **Recursos marinos:**

- 200,000 Tm año<sup>-1</sup> de mejillón
- 200,000 Tm año<sup>-1</sup> de pescado y marisco

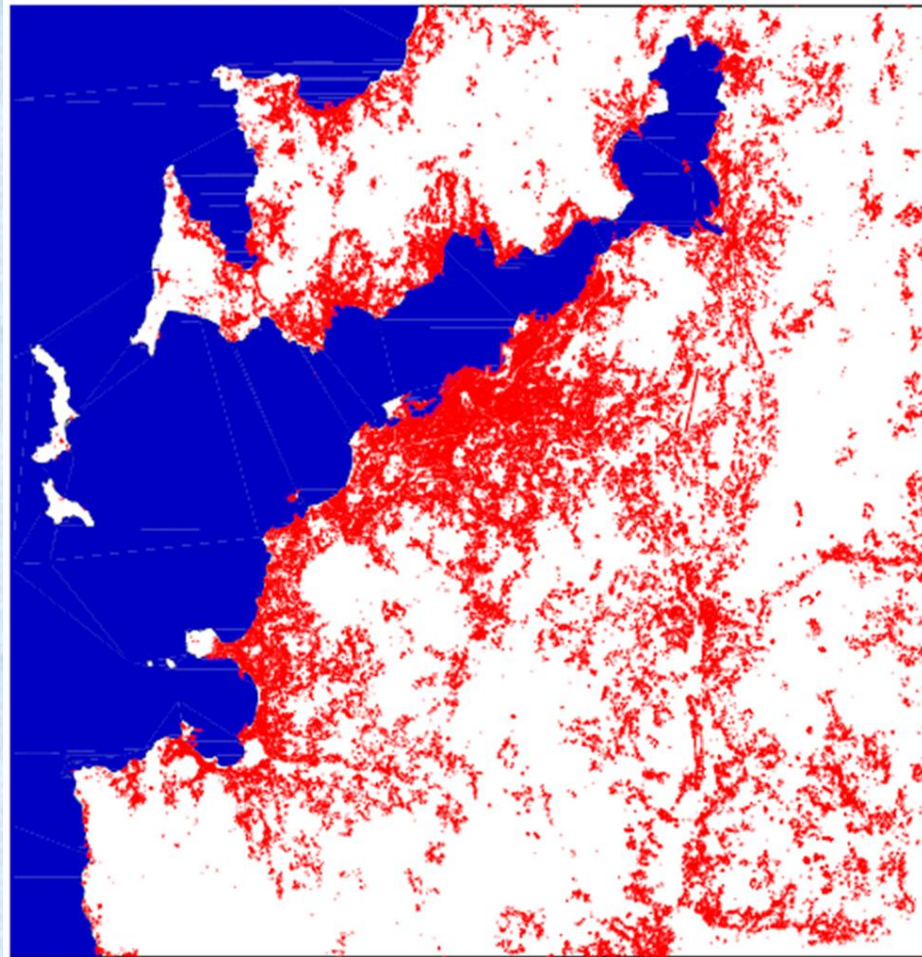
Actividad económica [>70%]







Turismo: [>80%]



Población humana: [ $>70\%$ ]

# The Evidence for and Impact of Climate Change in Galicia

S U M M A R Y



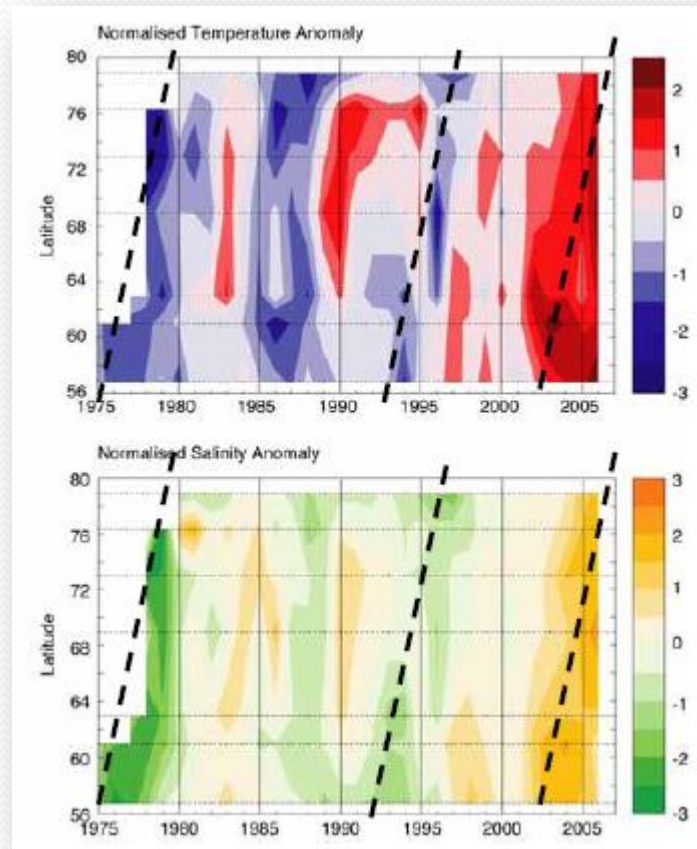
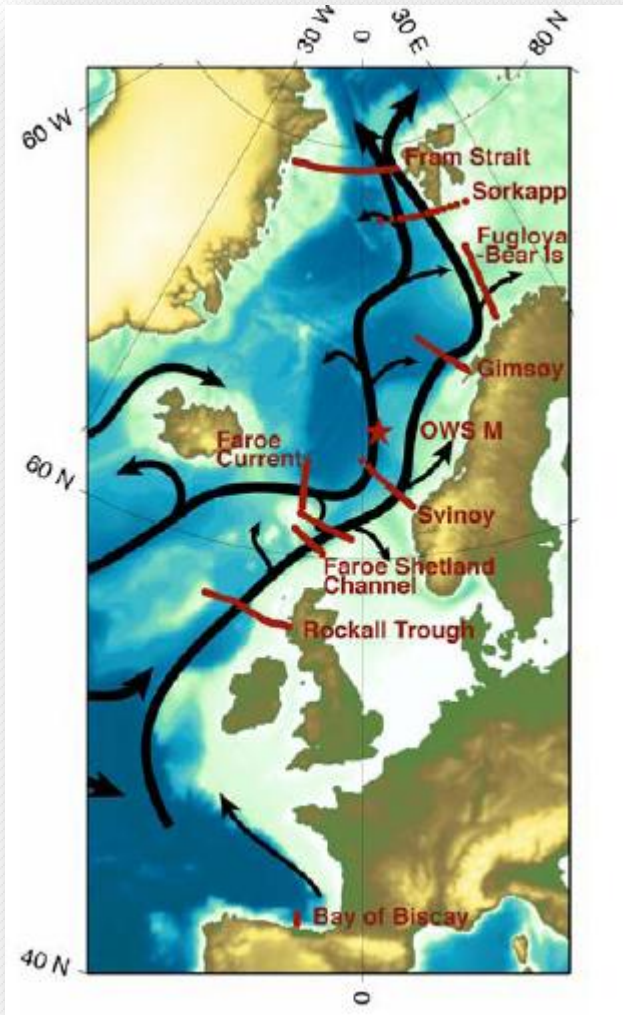
EVIDENCIAS E IMPACTOS  
DO CAMBIO CLIMÁTICO  
EN GALICIA



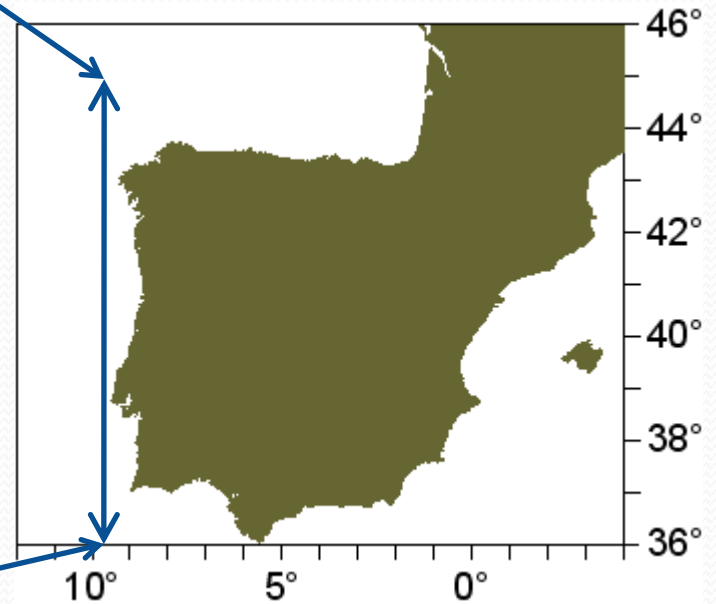
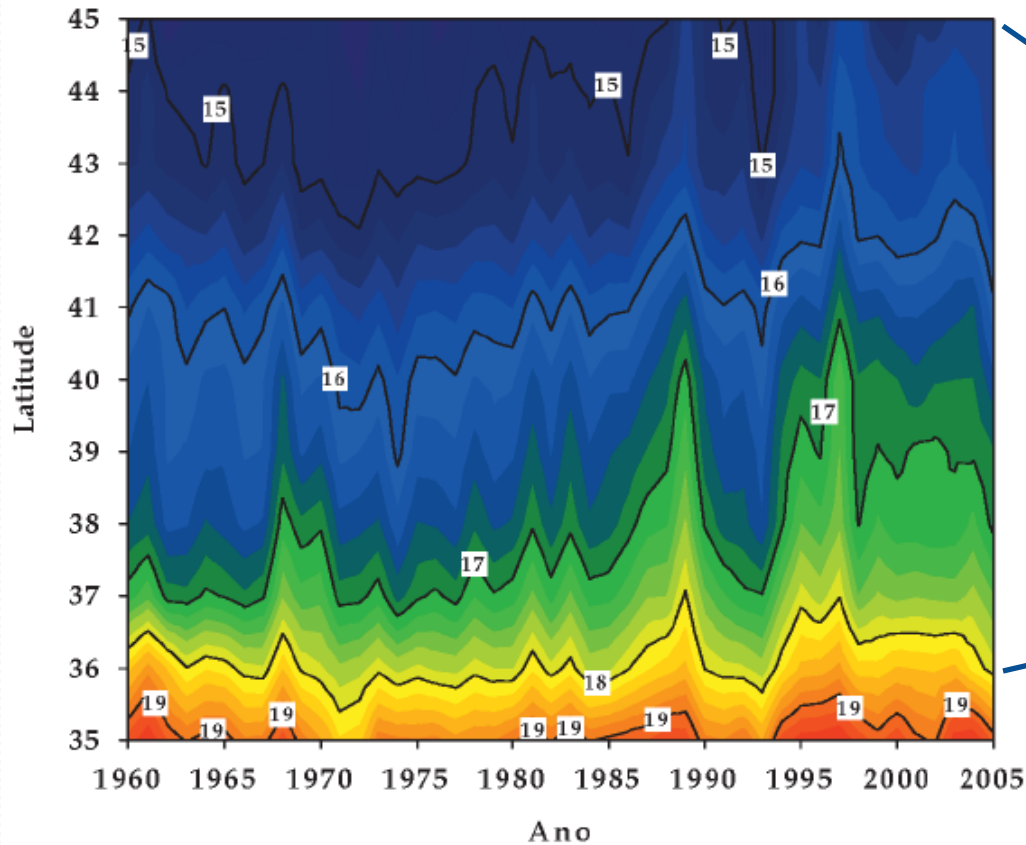
- Calentamiento
- Nivel del mar
- Afloramiento
- Ecosistemas
- Recursos pesqueros y acuicultura



# Calentamiento y salinización en el Atlántico SE

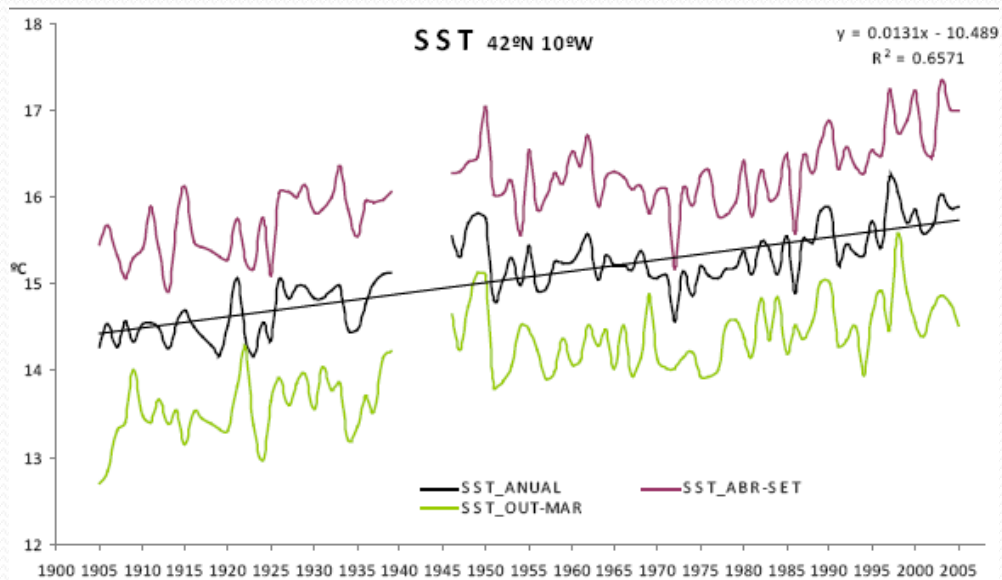


# Aumento de la temperatura del agua

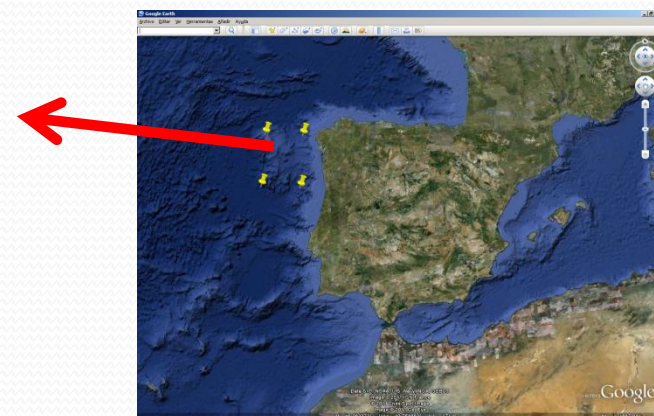
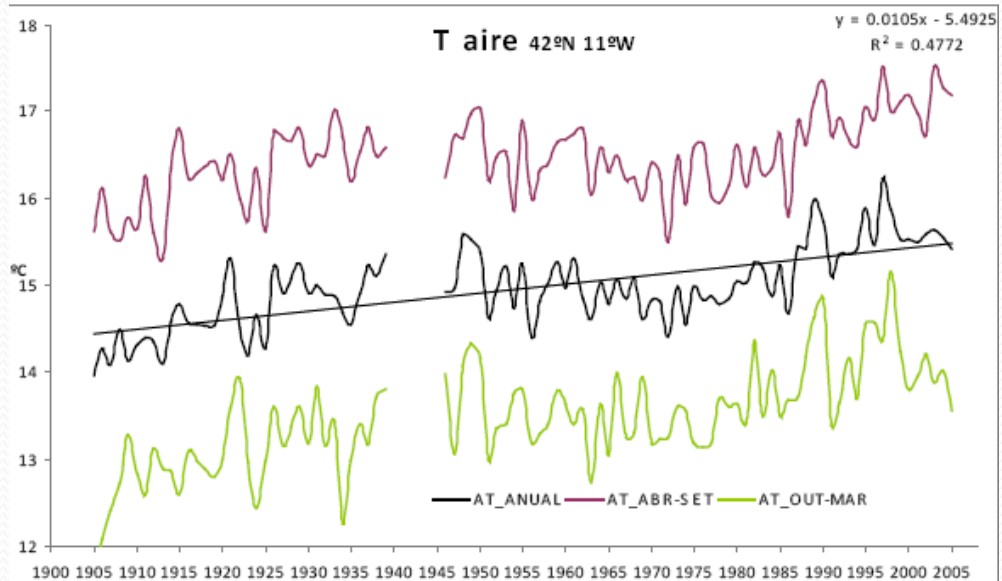


**0.8 °C en los últimos 30 años**

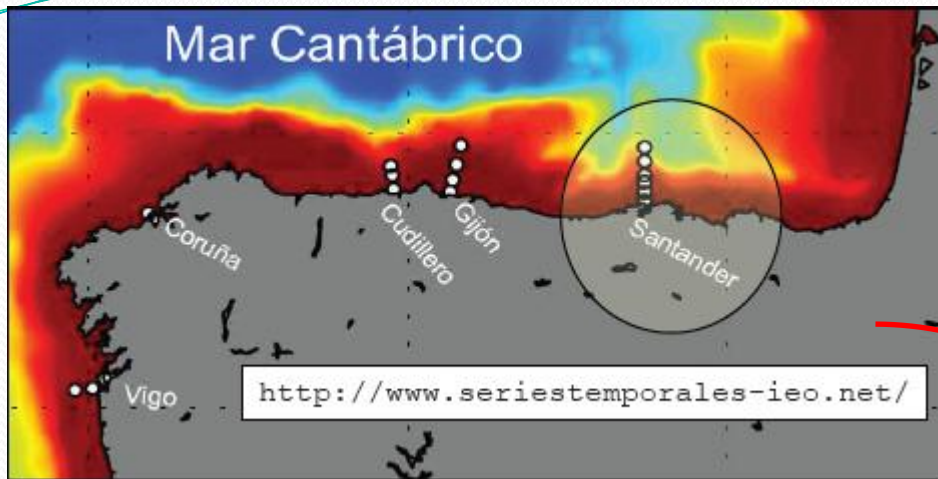
**+1 a +3 °C a finales del s XXI**



Temperatura del mar

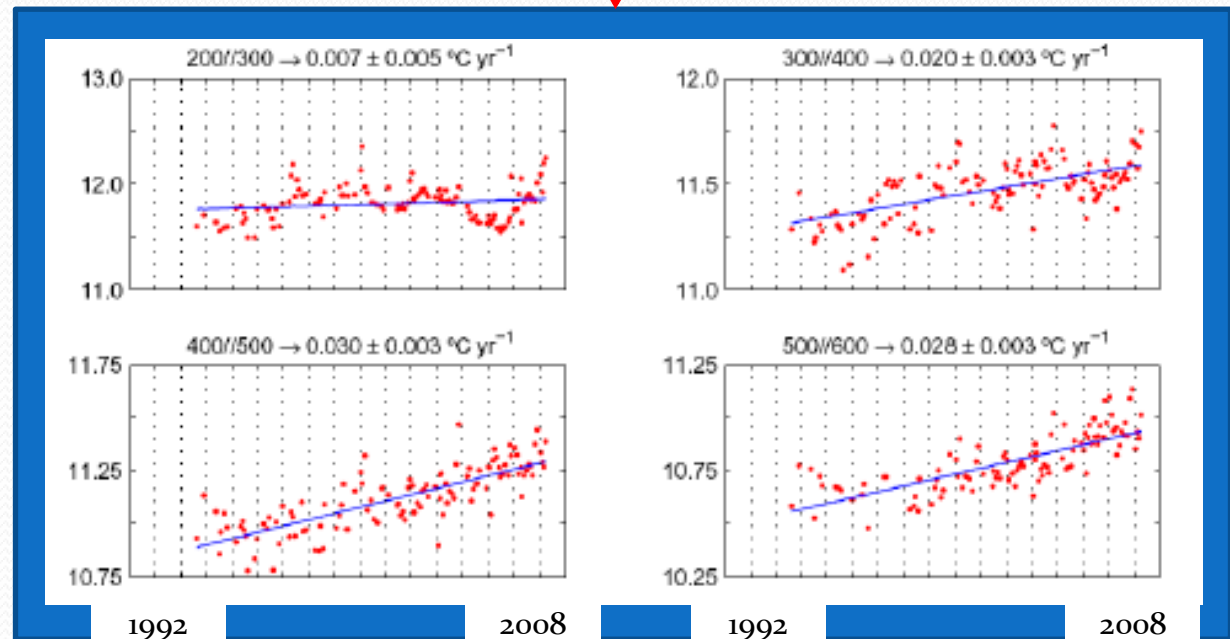


Temperatura del aire



# Calentamiento en el Golfo de Vizcaya

**0.007-0.030 °C año<sup>-1</sup>**





# Aumento del nivel del mar

**Calentamiento:**

expansión térmica = aumento de volumen



**Deshielo terrestre:**  
Incremento de masa de agua

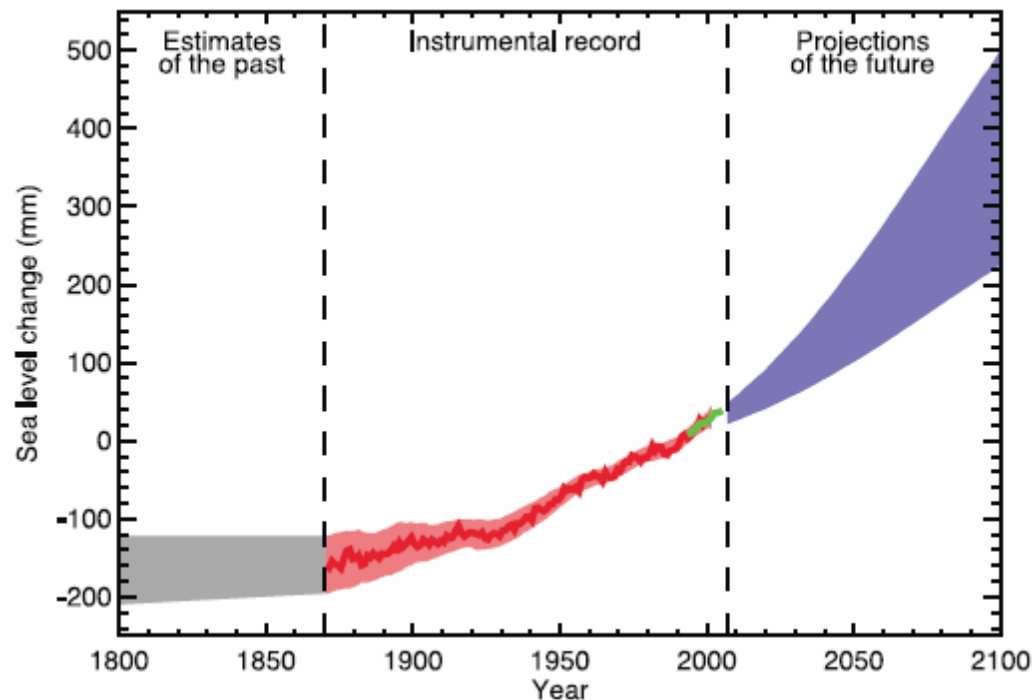
**Temporales:**

aumento de la cota de inundación



# Aumento del nivel del mar: global

cambio relativo al  
nivel medio en  
1980-1999

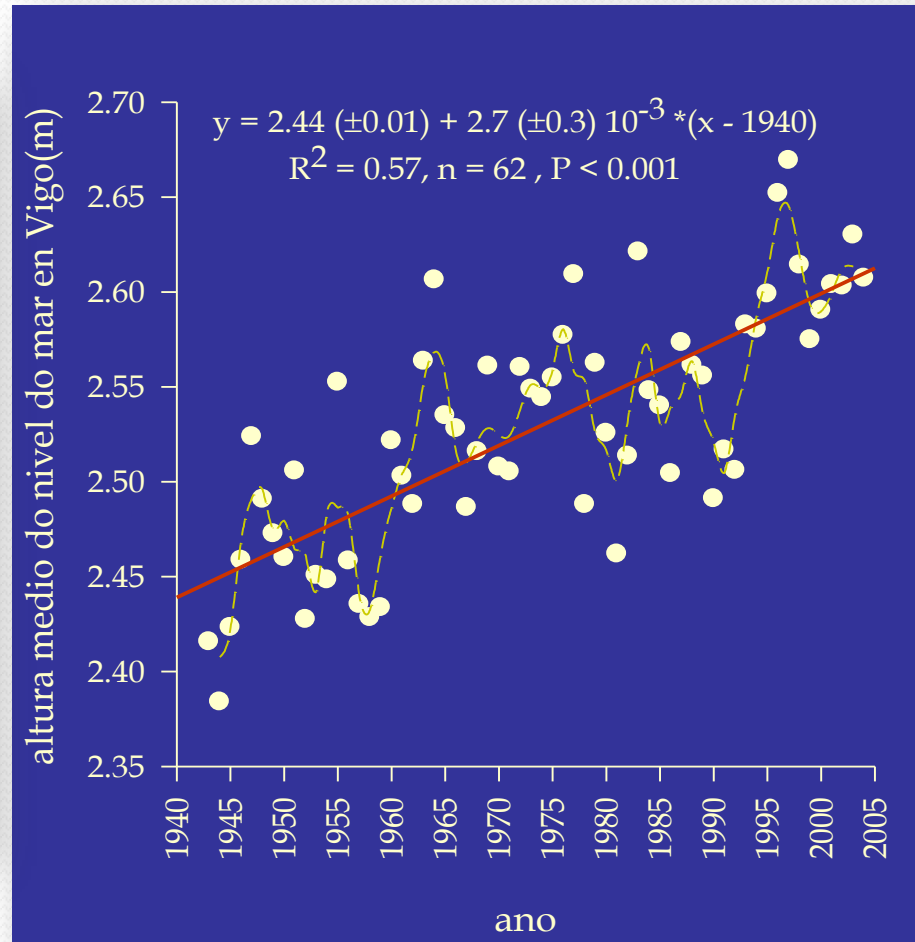


# Aumento del nivel del mar: local



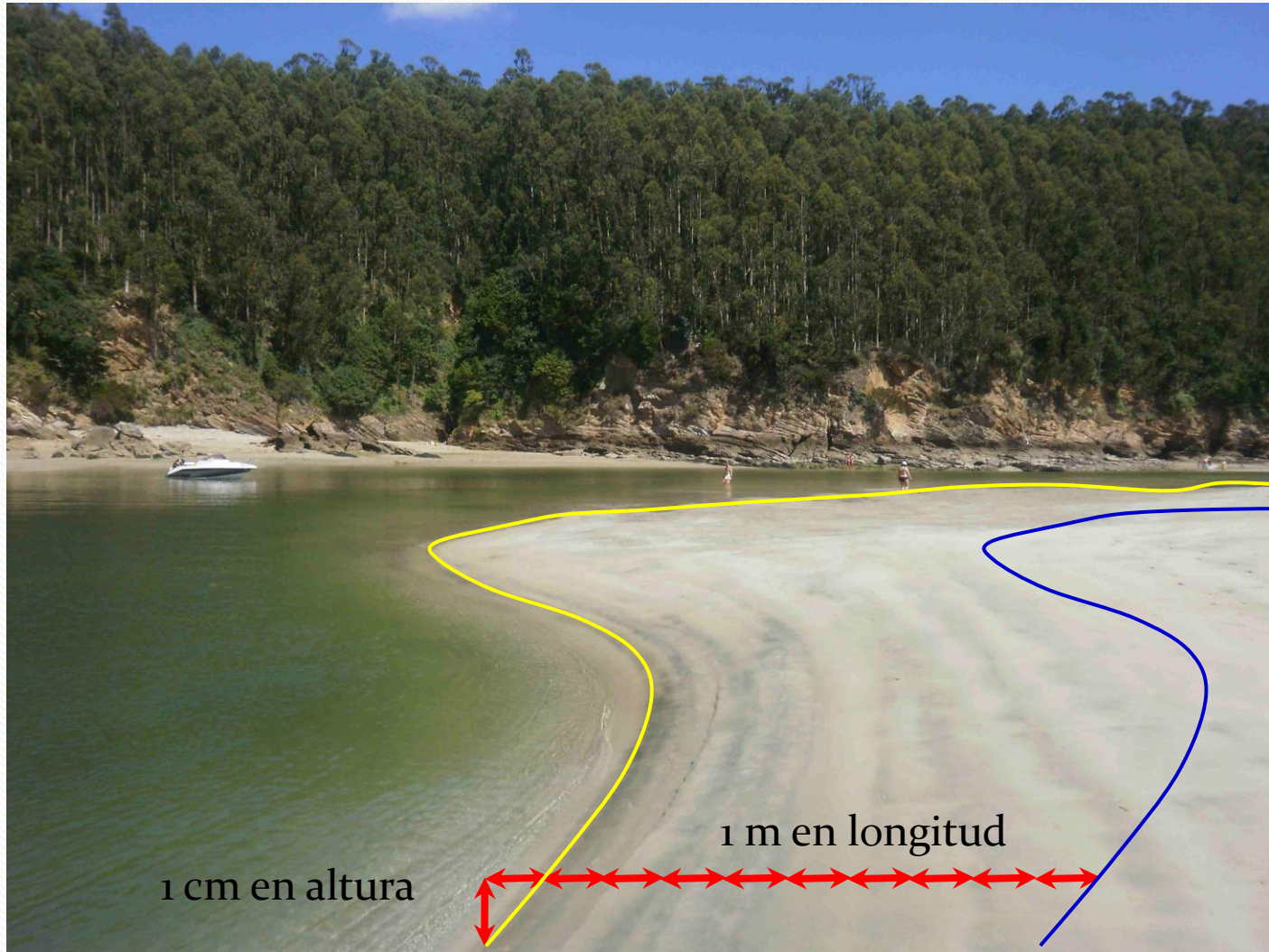
mareógrafo

© IEO



**>2 cm / década en los últimos 60 años**

# Pérdida de playas



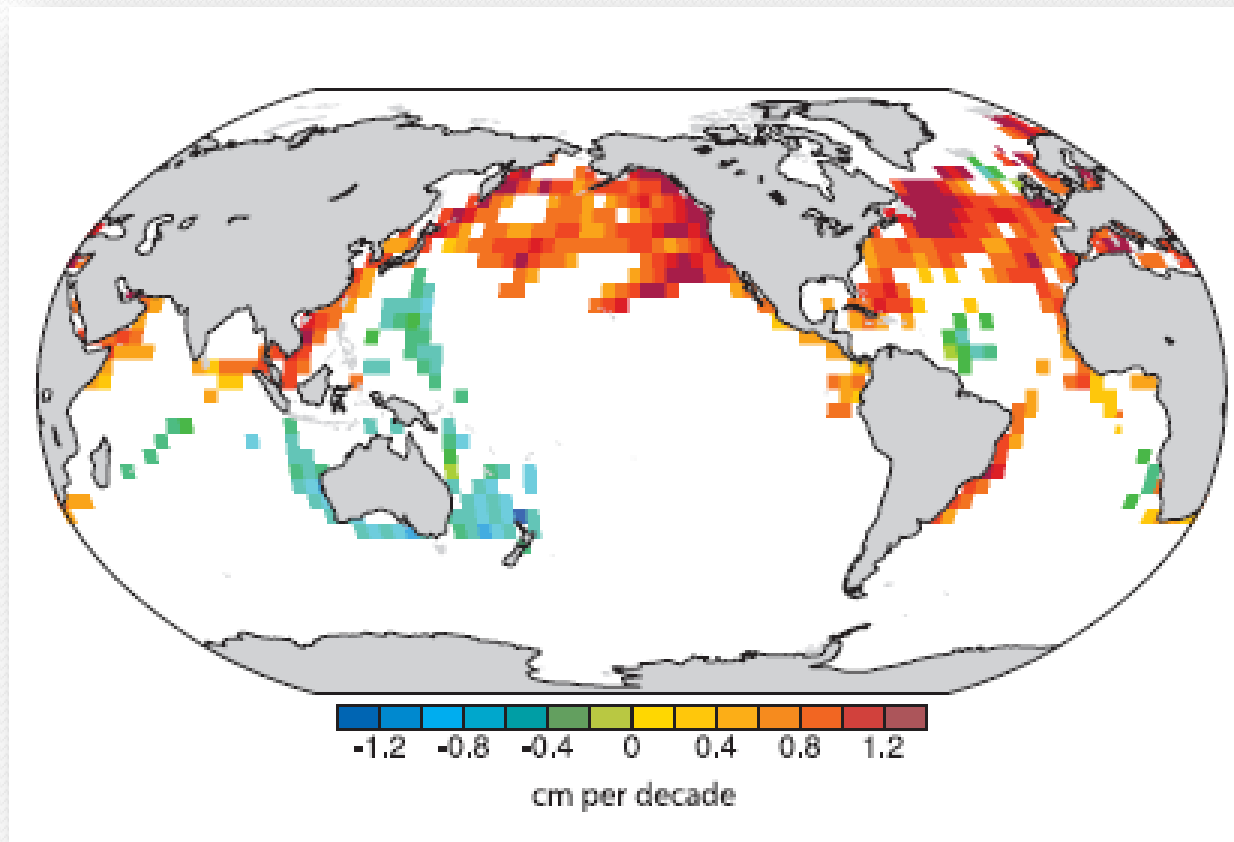
## Impactos del cambio climático en las zonas costeras

Depende del efecto en:

- Nivel del mar
- Viento
- Presión atmosférica
- Altura de ola
- Dirección del oleaje



# Eventos extremos: tendencias en oleaje





Inicio >> Información específica >> Oceanografía y meteorología >> Redes de Medida

Puertos ▾ | Regiones ▾

5 May 2011 08:43:56 GMT

PORTUS

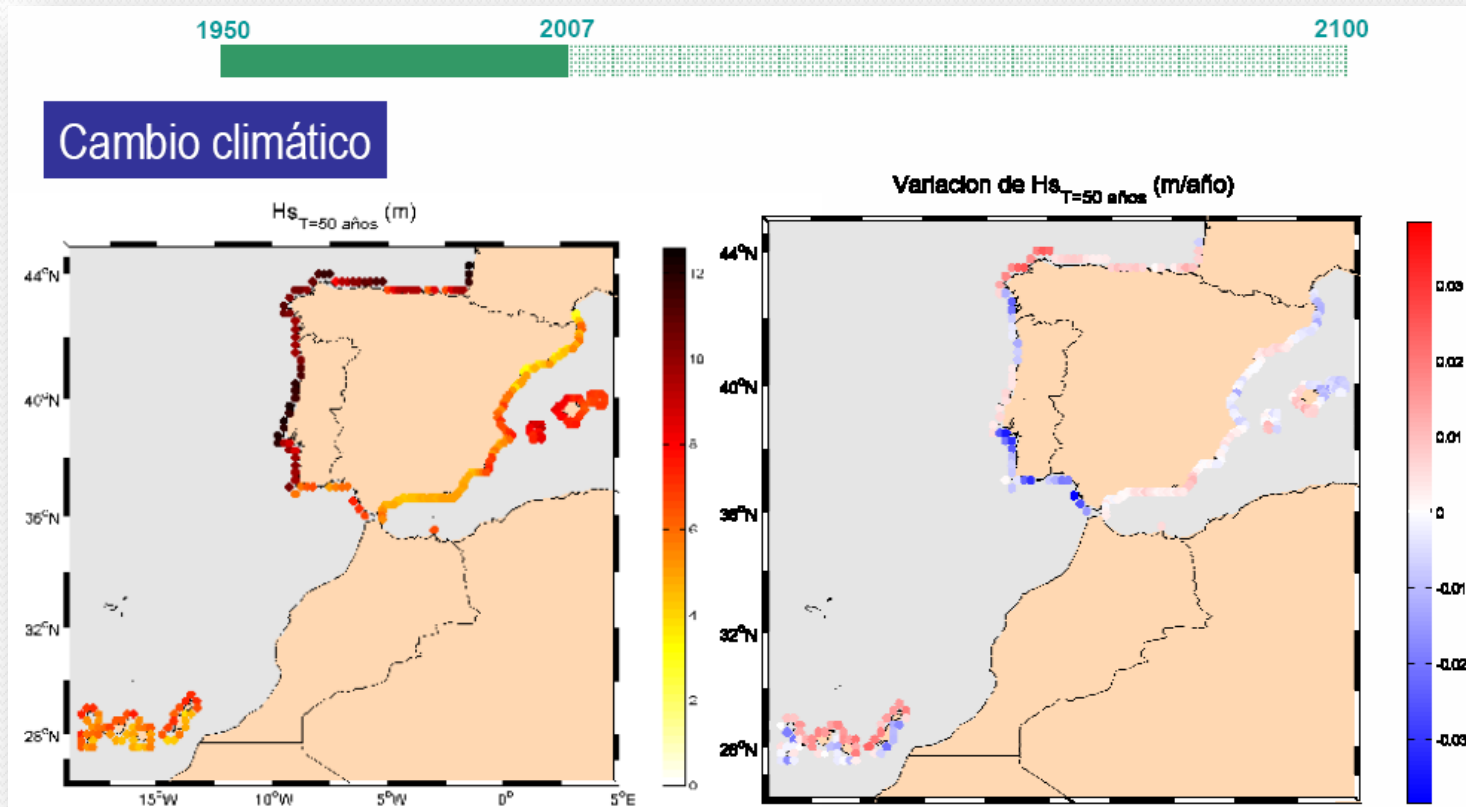


Acceso a Datos

Datos en Tiempo Real

- Oleaje
- Nivel del Mar
- Corrientes
- Temp. del Agua
- Salinidad
- Viento
- Agitación
- Presión Atm.
- Temp. del Aire

# Incremento en el tamaño de las olas





## Efectos en Cota Inundación

- Aumento globalizado de la cota de inundación a lo largo del litoral, generado principalmente por el aumento del nivel medio del mar.

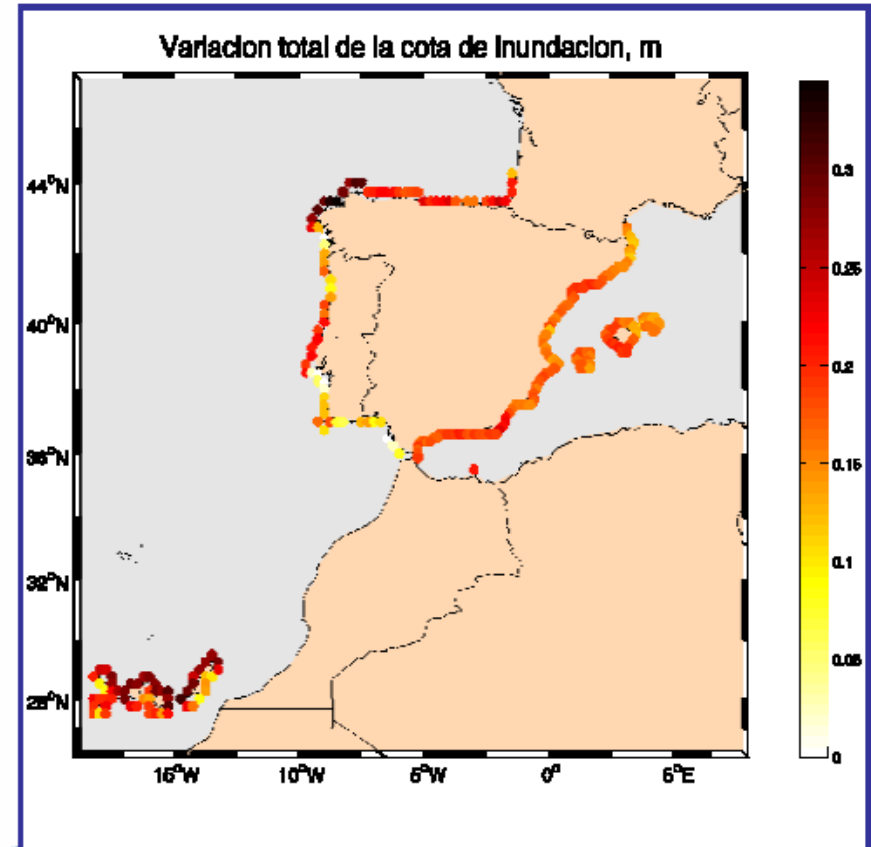
- Cornisa Gallega y Norte de las Islas Canarias: máximos aumentos en la cota de inundación (máximos aumentos en la  $H_{s,T=50}$ ).

- Zona del Golfo de Cádiz: mínimos aumentos de la cota de inundación.

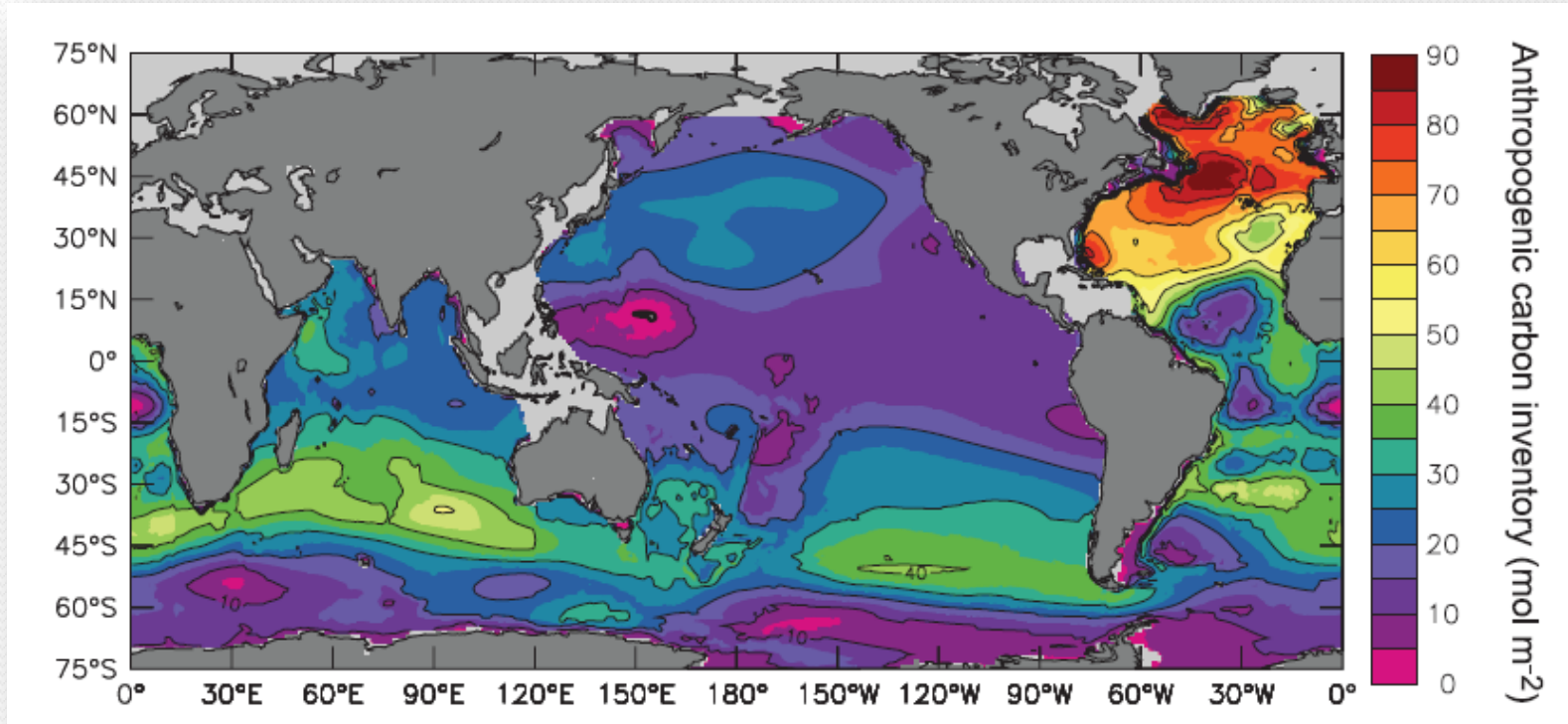
### DATOS REPRESENTATIVOS

Costa Gallega e Islas Canarias	Zona Mediterránea	Golfo de Cádiz
↑ 35 cm	↑ 20 cm	↑ 10 cm

Año objetivo: 2050

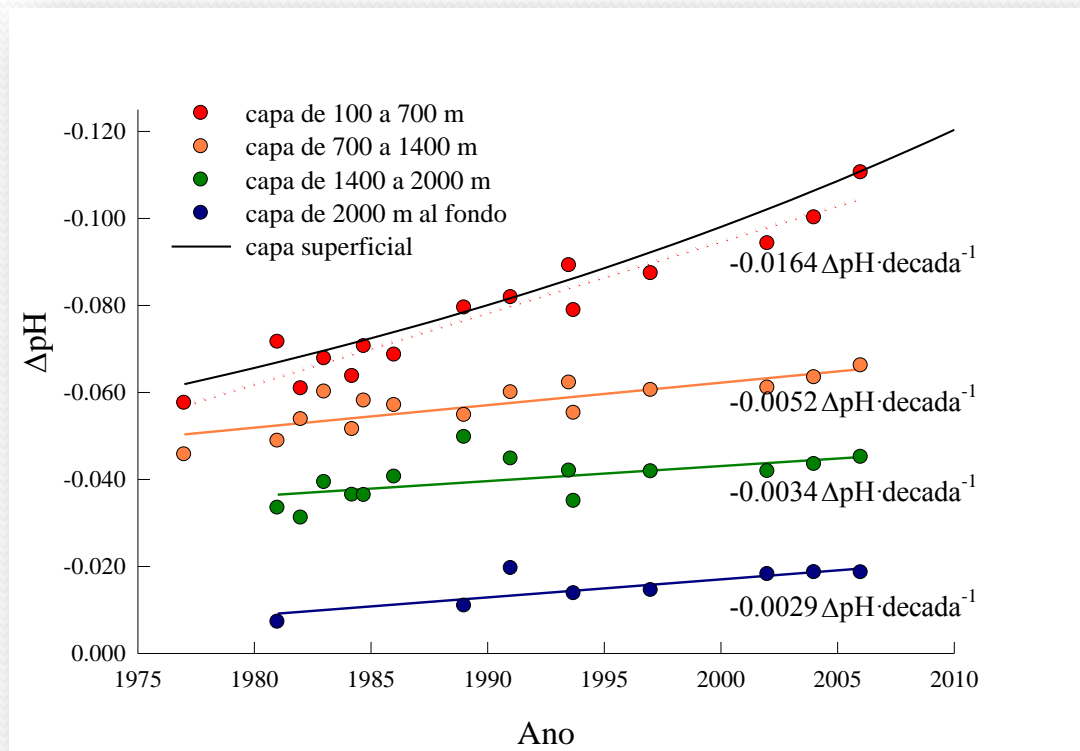


# Absorción de carbono antropogénico:



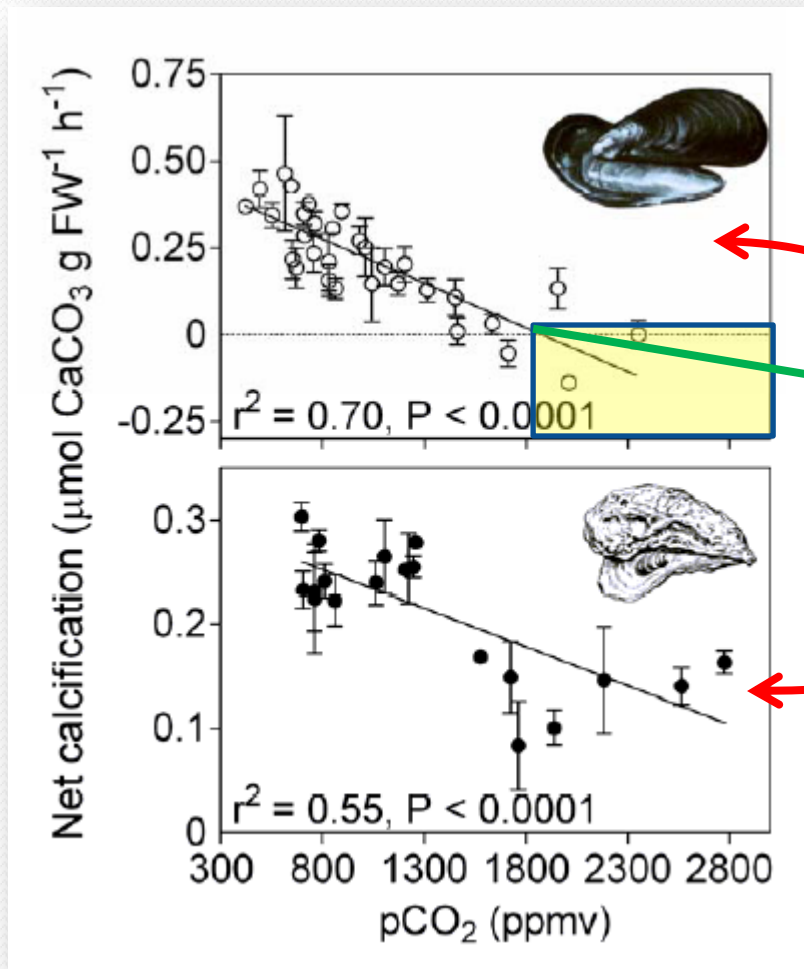
$0.55 \text{ mol C m}^{-2} \text{ año}^{-1}$

# Incremento en la acidificación



**0.05 unidades/década desde 1975**

# Menor calcificación de organismos















x2  $\text{pCO}_2$ :

Mejillón: -30%

disolución

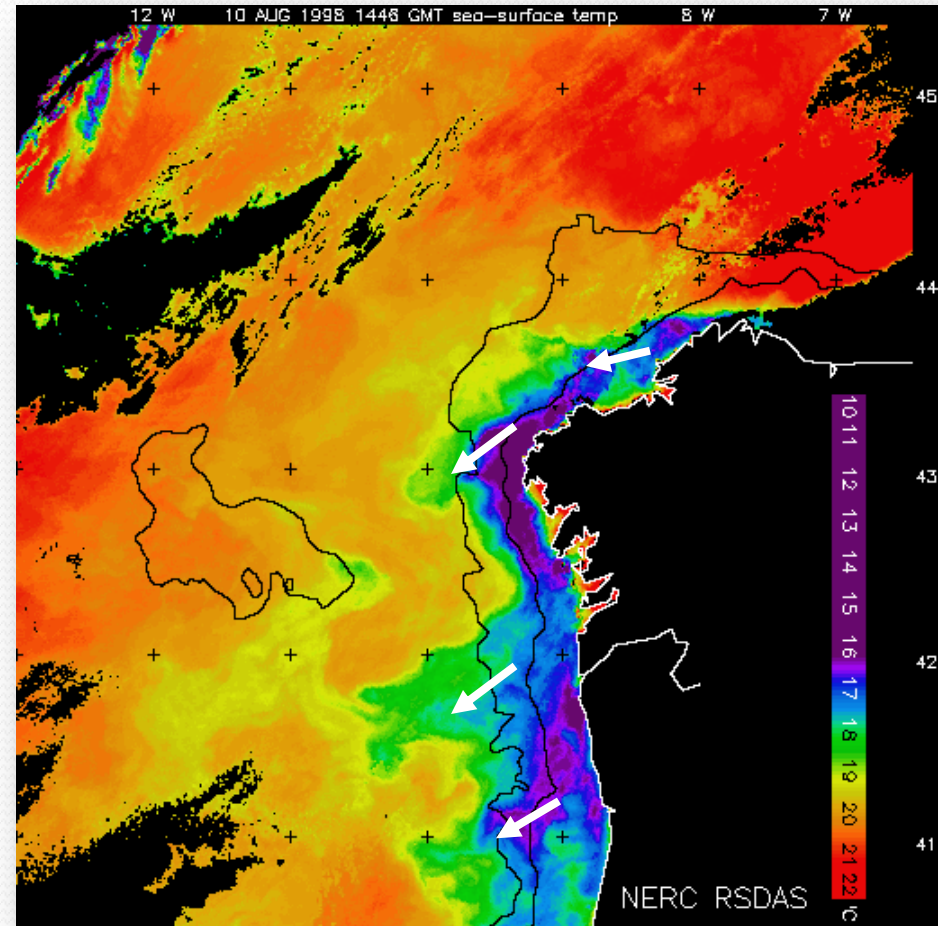
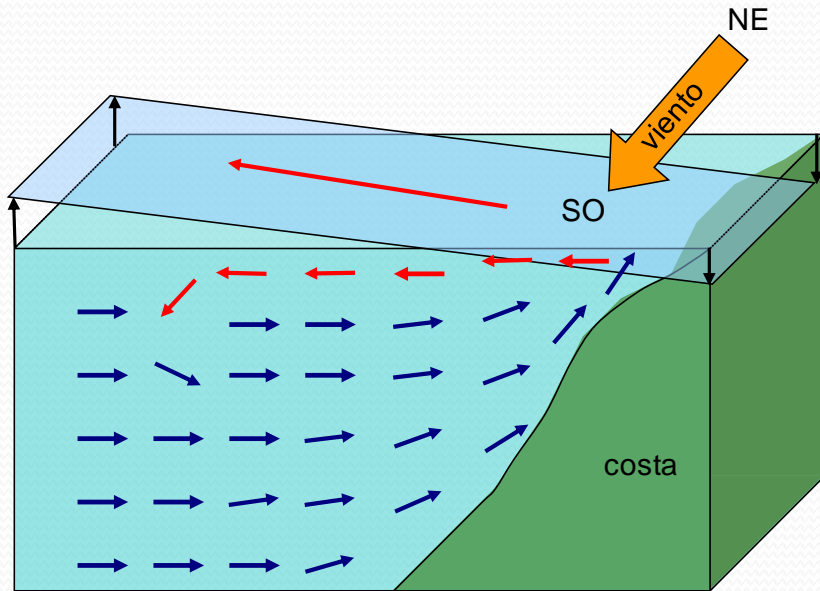
Ostra: -15%

# Respuesta variable a la acidificación

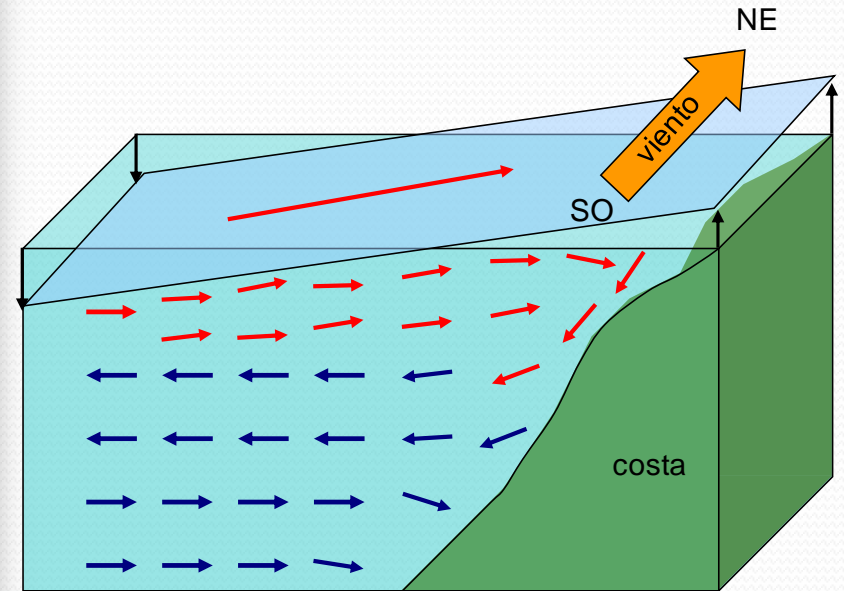
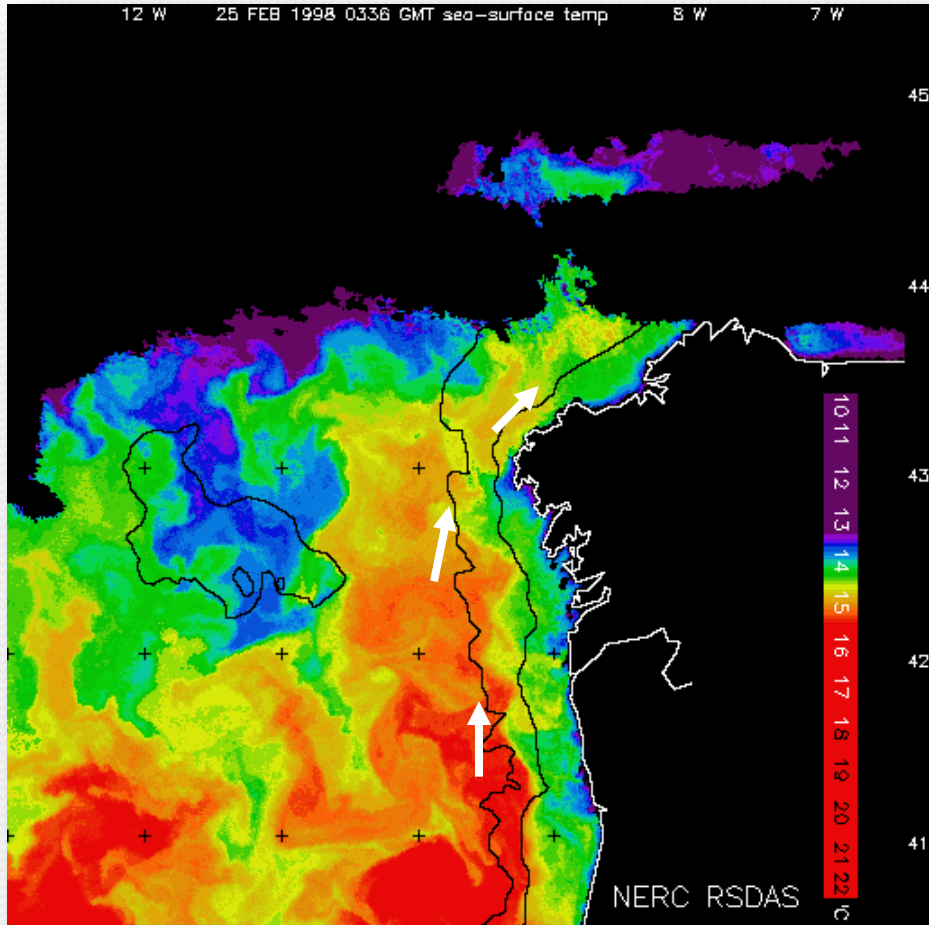
Physiological response	Major group	Species studied	Response to increasing CO <sub>2</sub>			
			a	b	c	d
<b>Calcification</b>						
	Coccolithophores <sup>1</sup>	4	2	1	1	1
	Planktonic Foraminifera	2	2	-	-	-
	Molluscs	4	4	-	-	-
	Echinoderms <sup>1</sup>	3	2	1	-	-
	Tropical corals	11	11	-	-	-
	Coralline red algae	1	1	-	-	-
<b>Photosynthesis<sup>2</sup></b>						
	Coccolithophores <sup>3</sup>	2	-	2	2	-
	Prokaryotes	2	-	-	1	-
	Seagrasses	5	-	-	-	-
<b>Nitrogen Fixation</b>						
	Cyanobacteria	1	-	1	-	-
<b>Reproduction</b>						
	Molluscs	4	4	-	-	-
	Echinoderms	1	1	-	-	-

1) Increased calcification had substantial physiological cost; 2) Strong interactive effects with nutrient and trace metal availability, light, and temperature; 3) Under nutrient replete conditions.

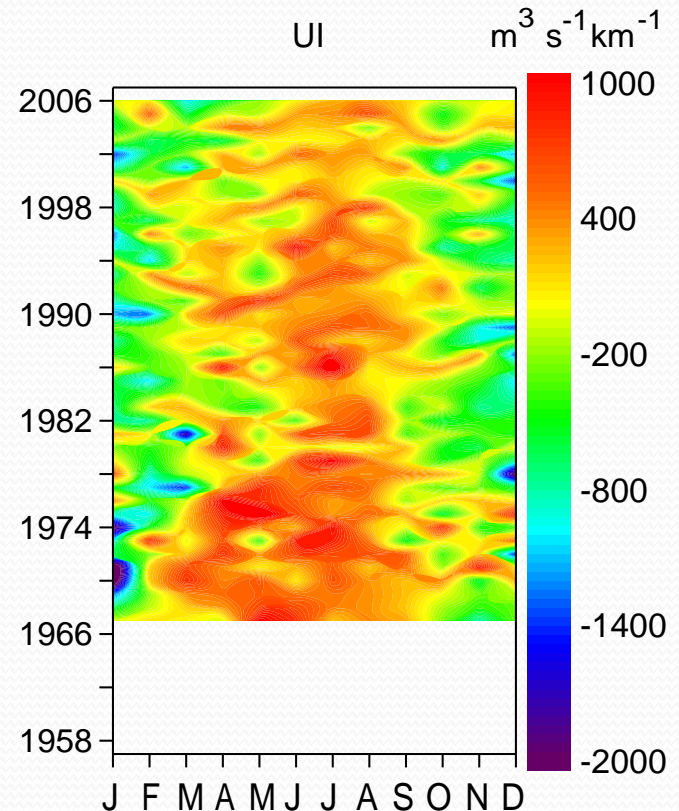
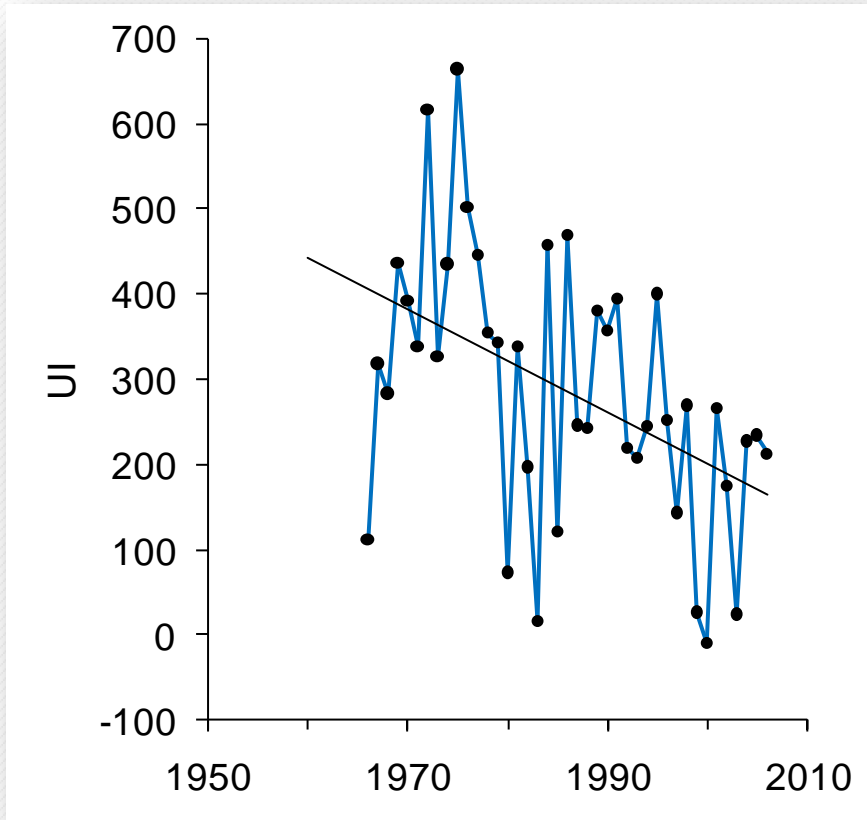
# Afloramiento



# Hundimiento

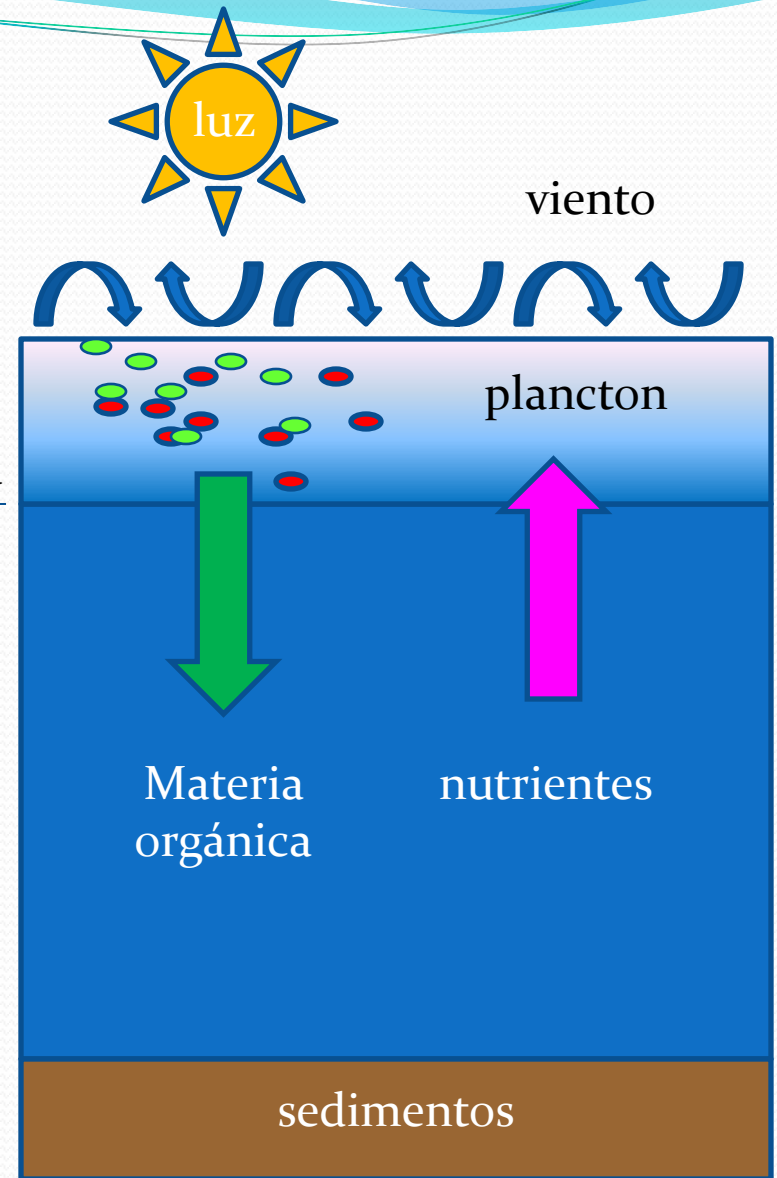
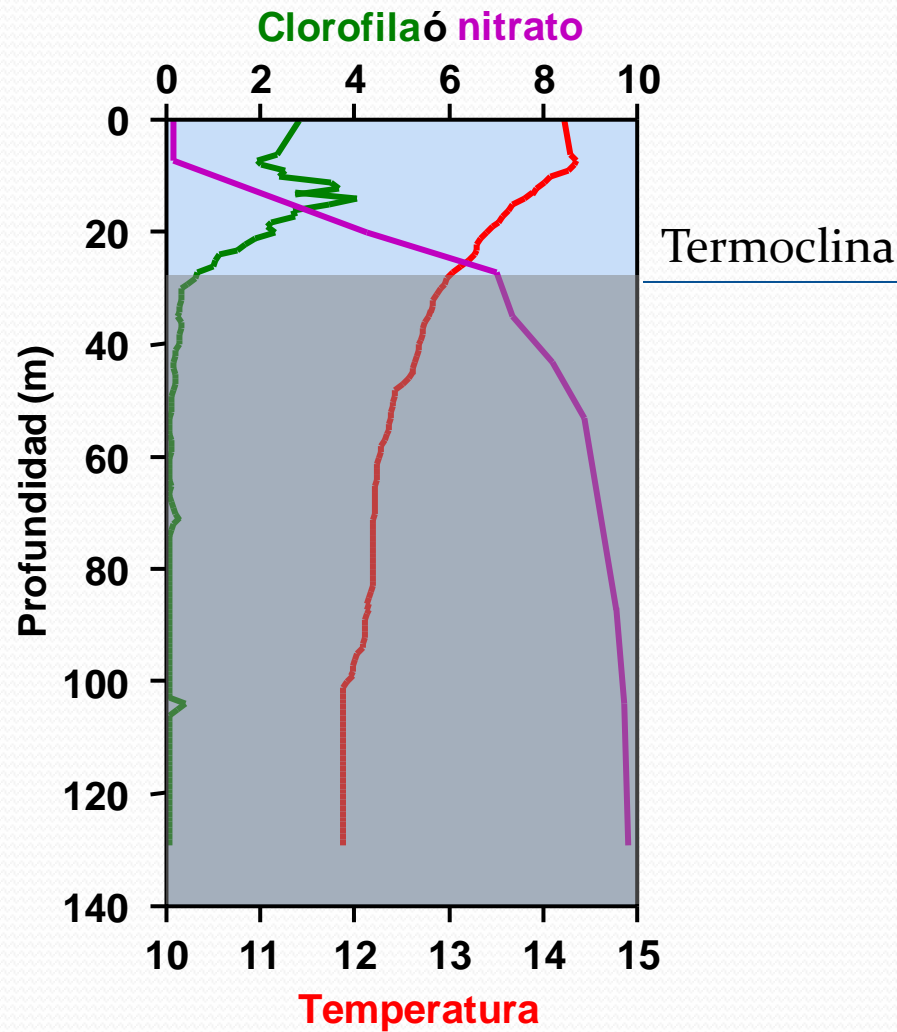


# Disminución del afloramiento



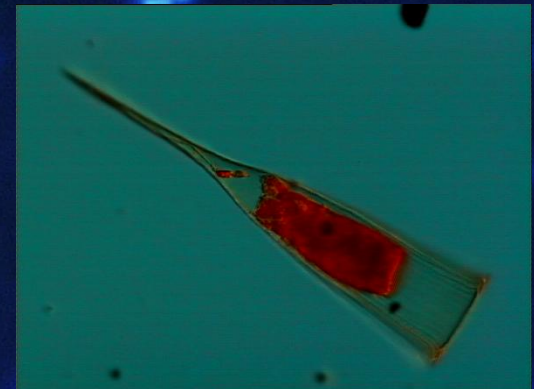
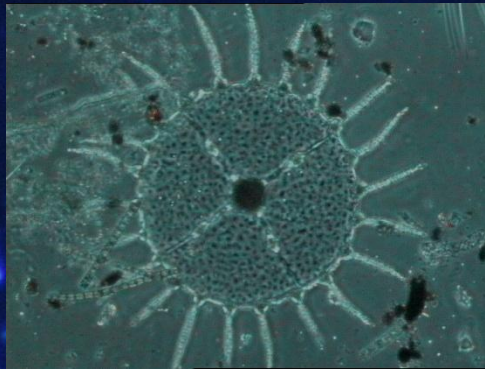
**-45% (intensidad) y -30% (duración) en los últimos 40 años**



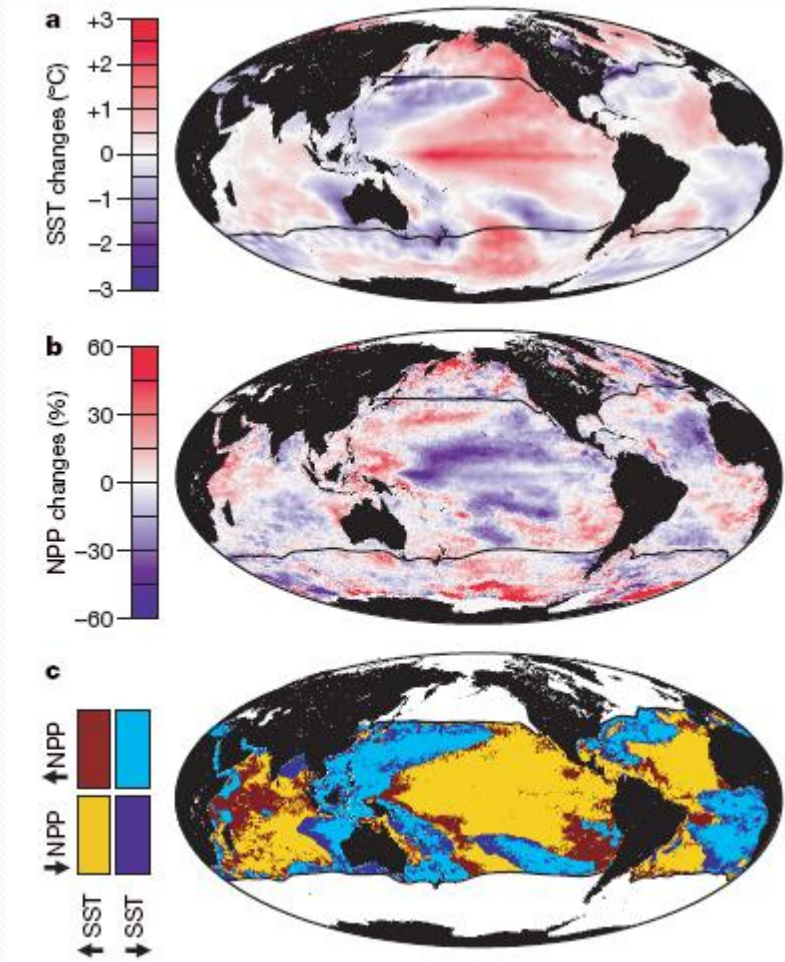




La red trófica:  
de los microbios a los  
predadores



# Incremento de la estratificación oceánica

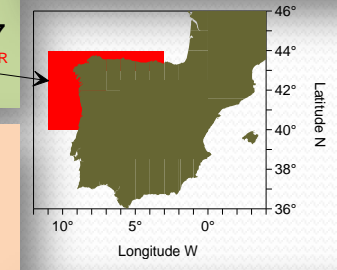
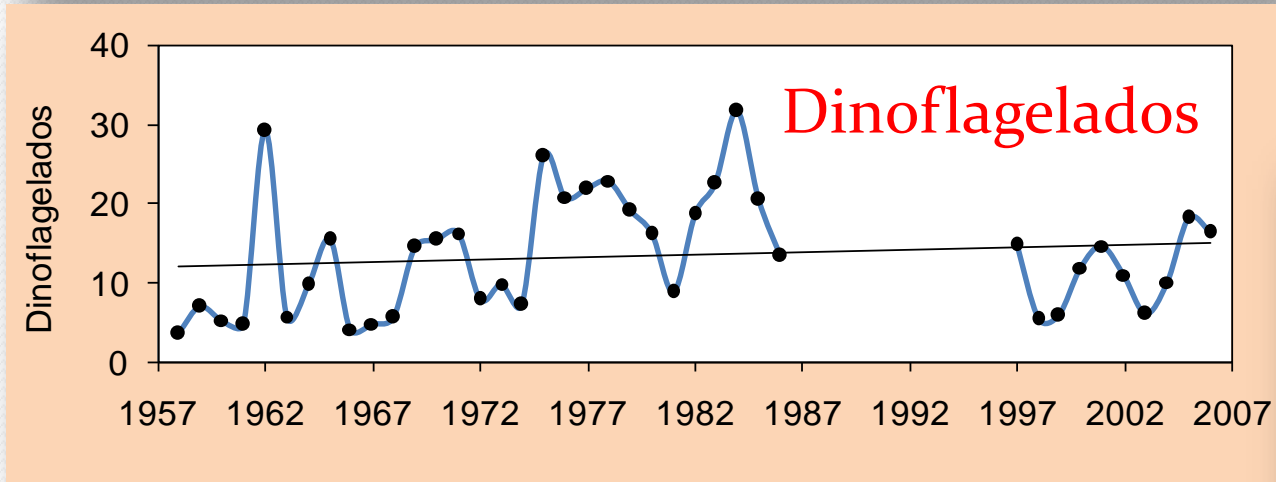
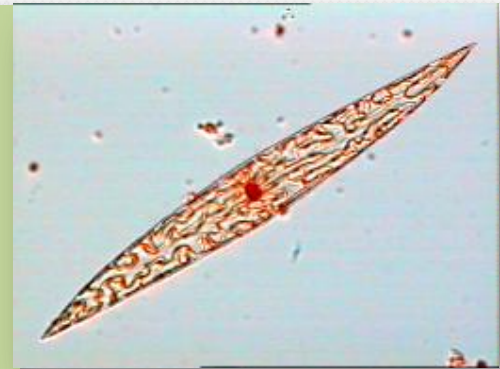
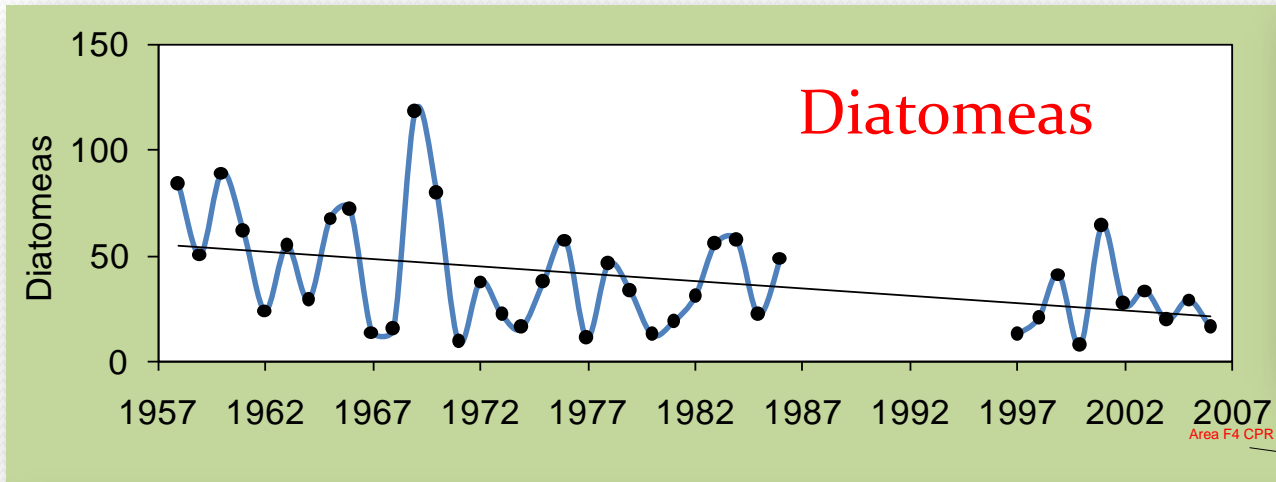


calentamiento superficial

disminución de PP neta  
(en gran parte del océano)

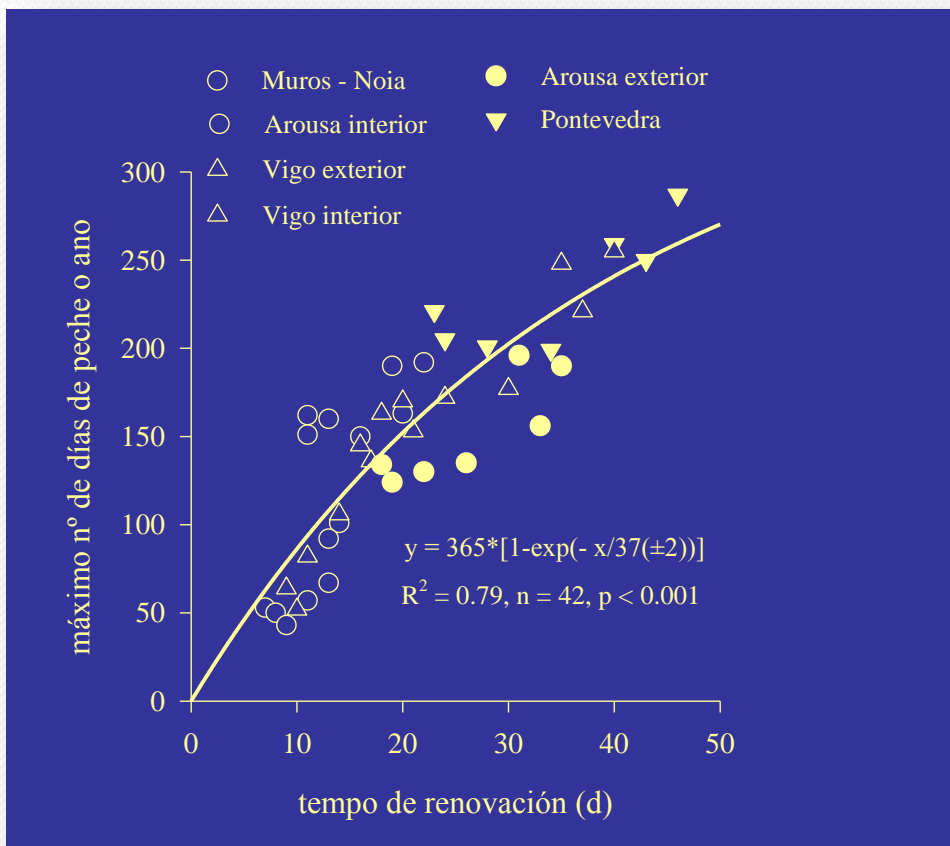
gran heterogeneidad

# Cambios en el fitoplancton



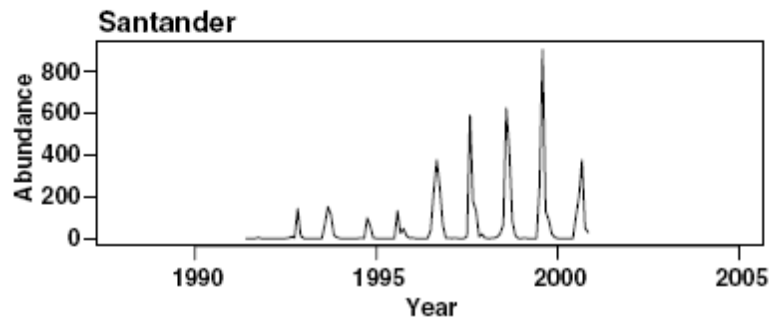
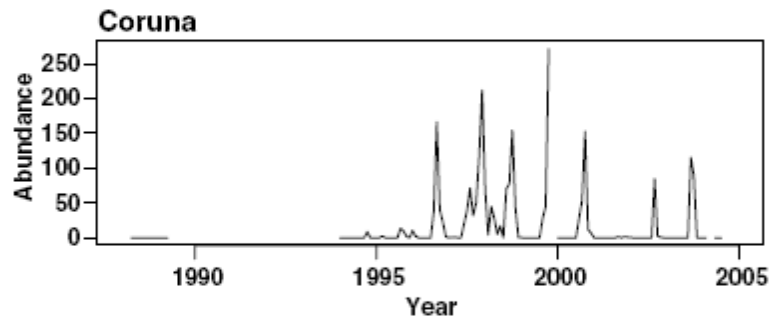
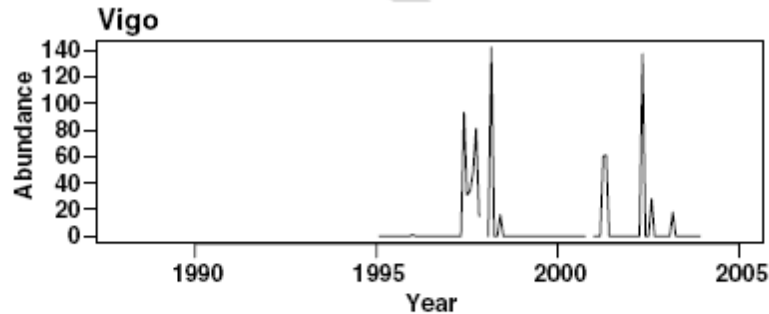
# Mareas rojas

**Aumenta la retención de agua en las rías**

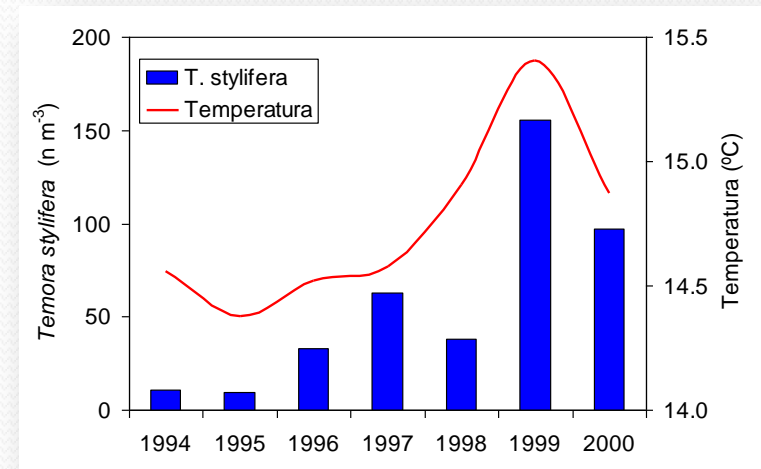


**... y también los periodos de marea roja ?**

# Nuevas especies de zooplancton



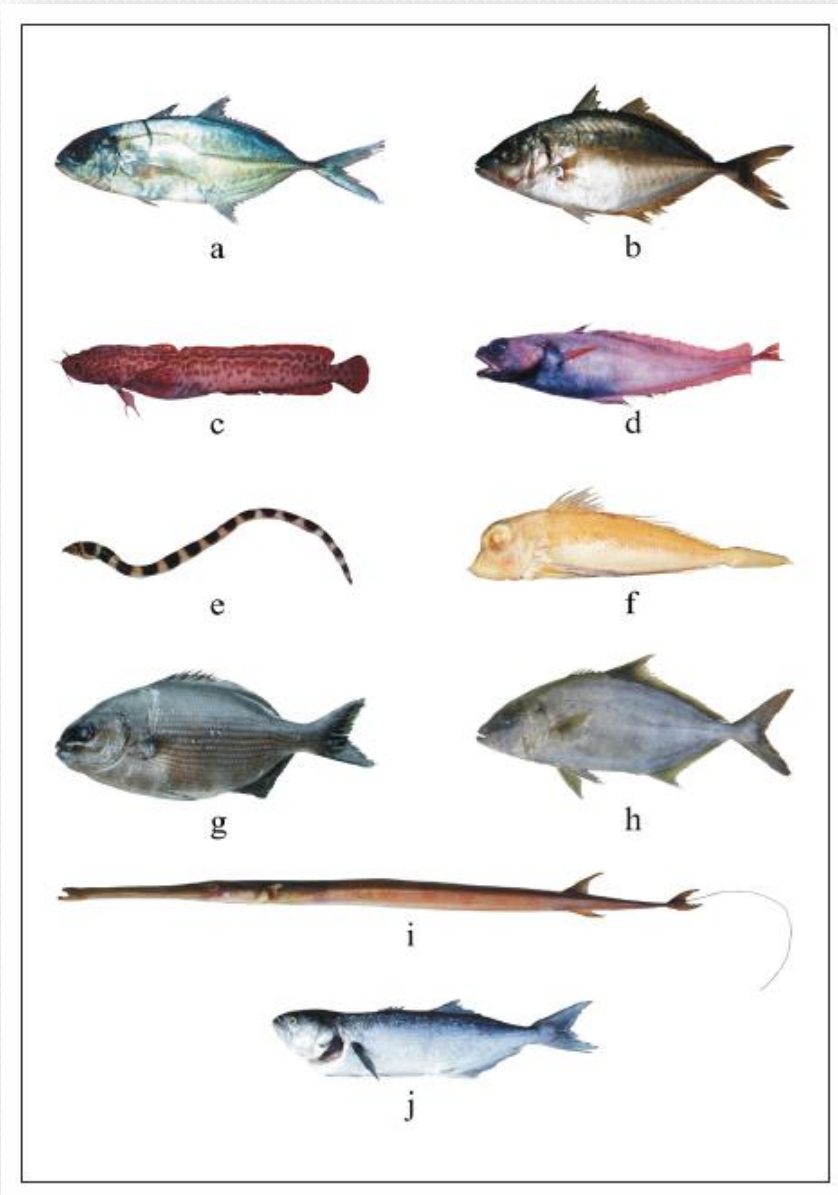
*Temora styliifera*



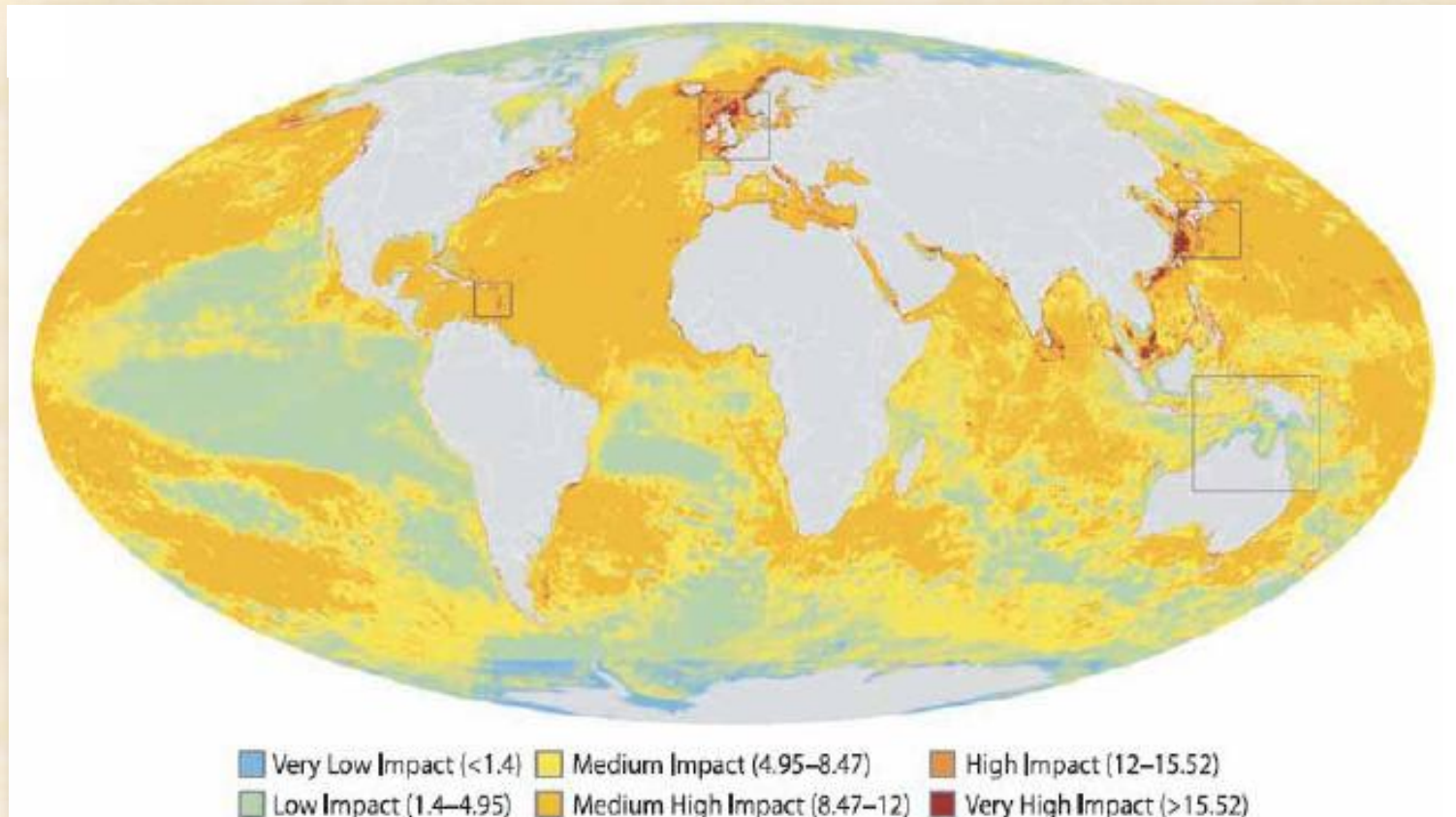
# Nuevas especies de peces

*Caranx crysos* (a), *Pseudocaranx dentex* (b), *Gaidropsarus granti* (c), *Physiculus dalwigkii* (d), *Pisodonophis semicinctus* (e), *Lepidotrigla dieuzeidei* (f), *Kyphosus sectator* (g), *Seriola rivoliana* (h), *Fistularia petimba* (i), *Pomatomus saltatrix* (j)

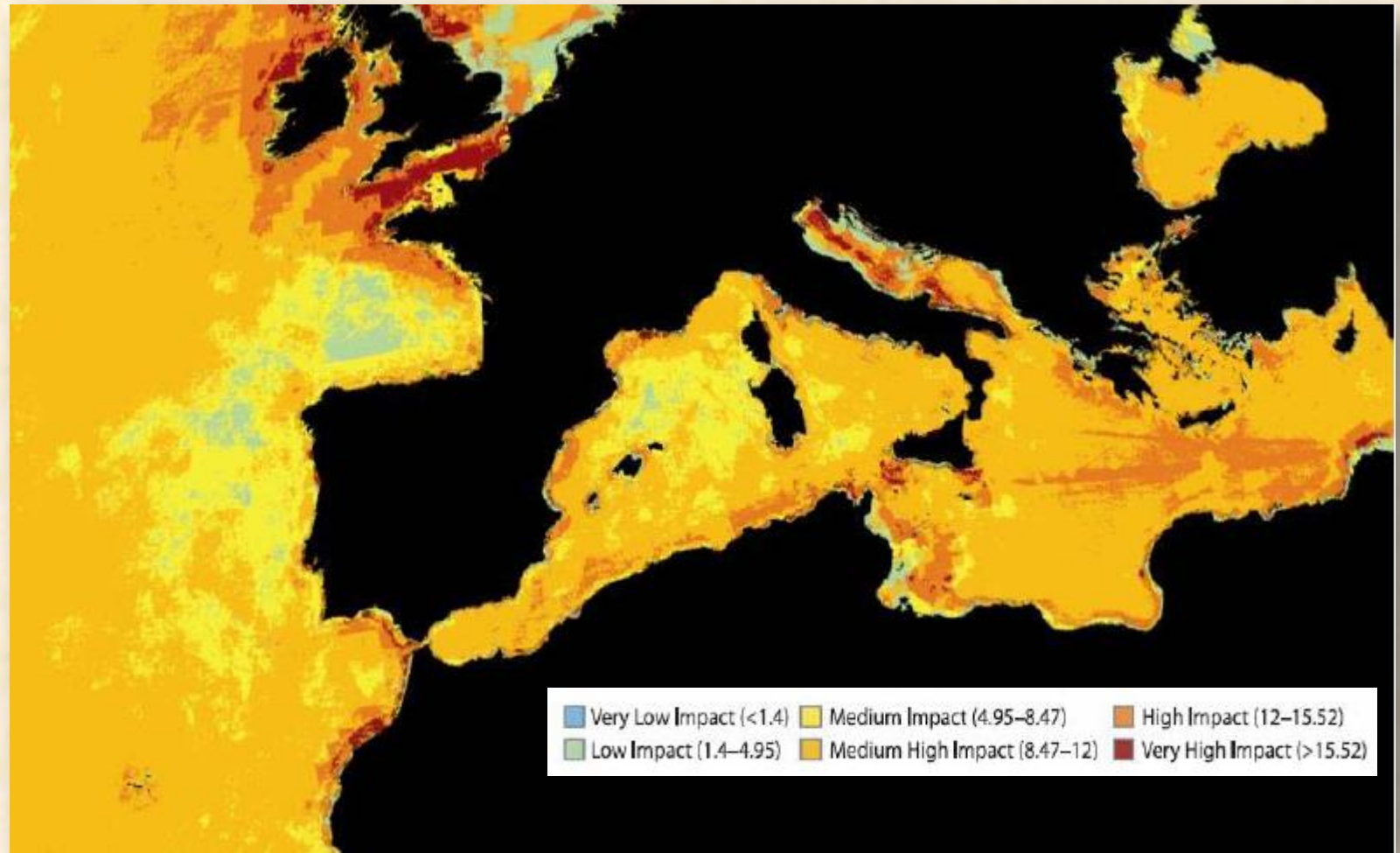
**21 nuevas especies de  
aguas cálidas desde 1950**



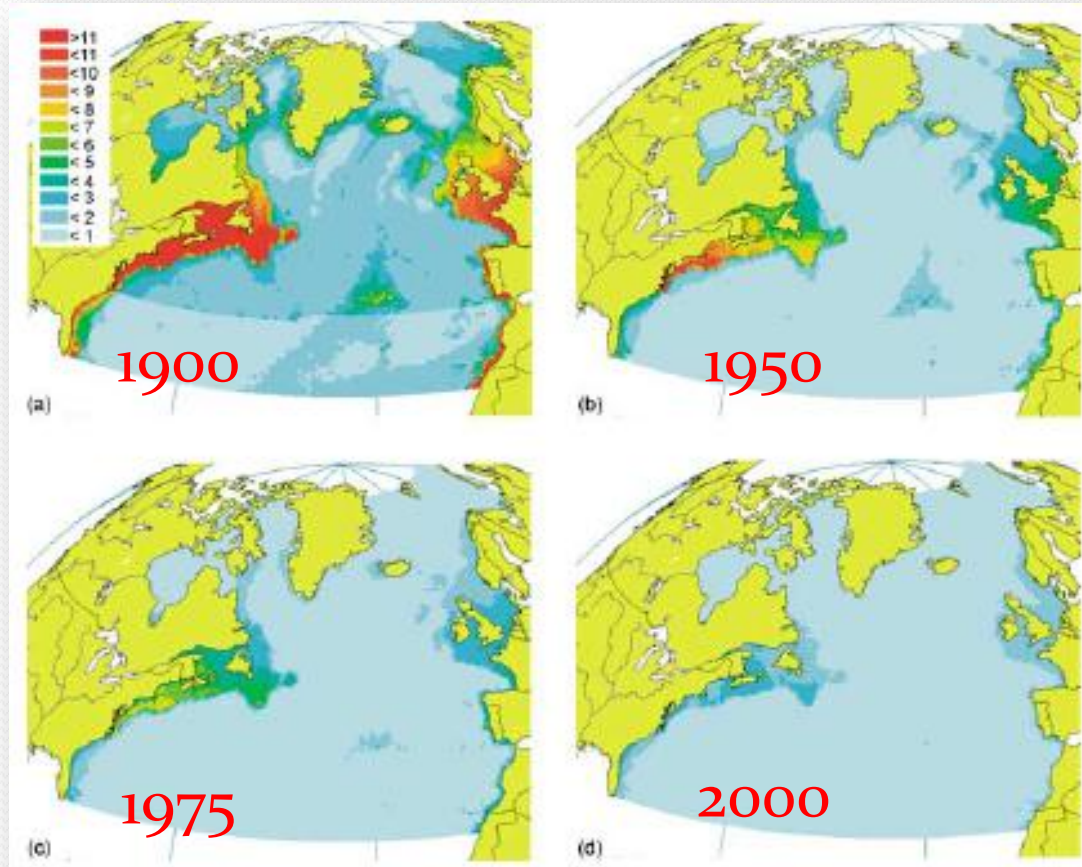
# Impacto humano en los ecosistemas marinos



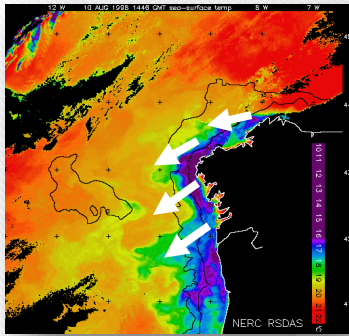




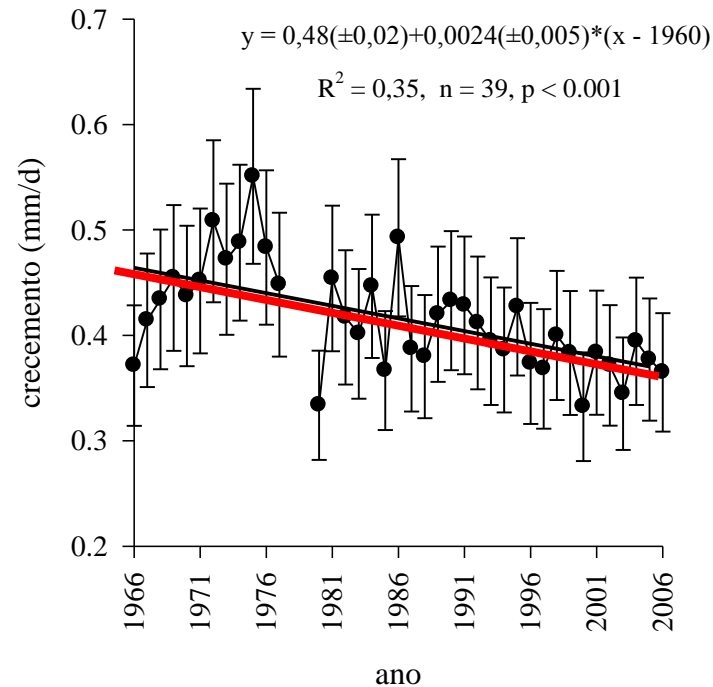
# Disminución de peces predadores



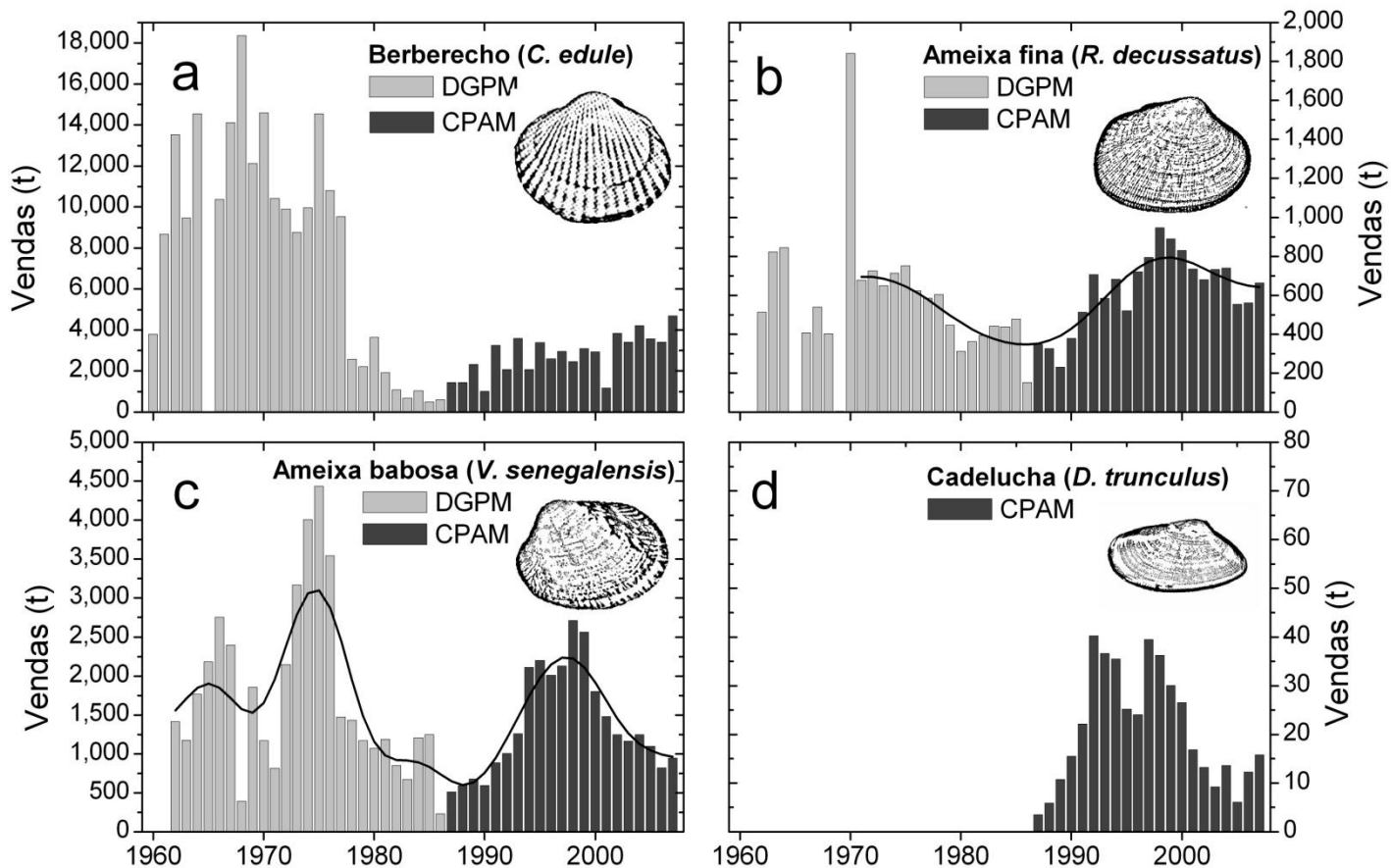
# Disminución del crecimiento del mejillón



disminución del  
afloramiento en  
Galicia

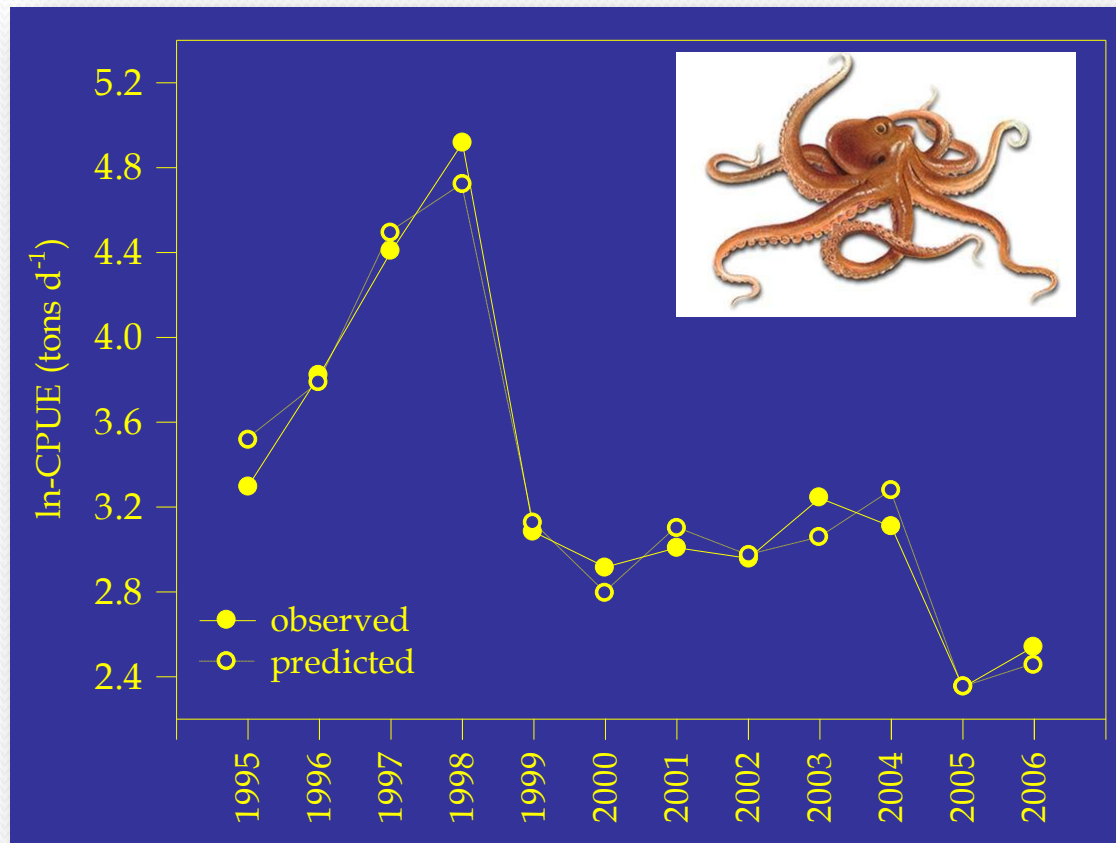


# Efectos negativos sobre el marisco



riadas (berberecho) y calor (almeja babosa)

# Descenso en capturas de pulpo

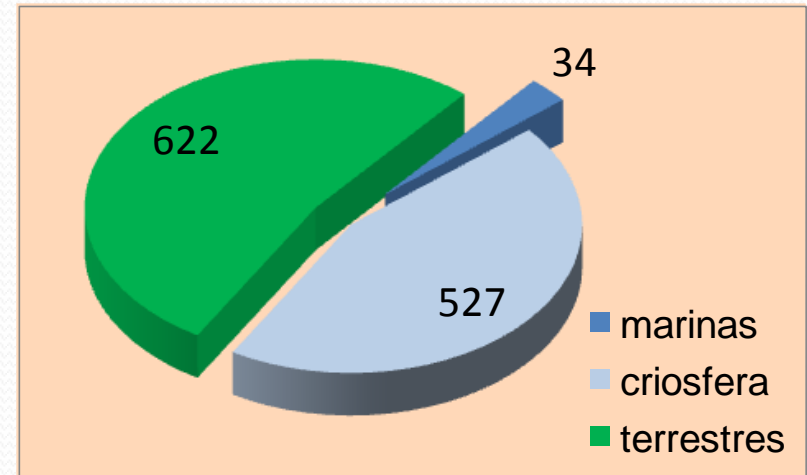


# Conclusiones generales

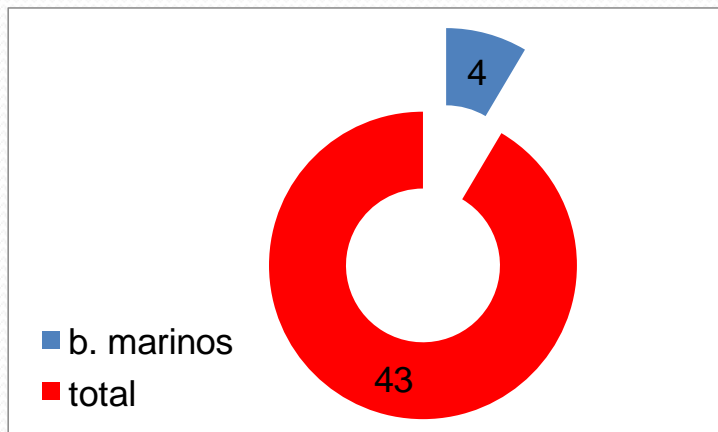
1. El **calentamiento global** y el incremento de emisiones de gases de efecto invernadero **están afectando** a las condiciones ambientales y a la vida del **océano a escala global**
2. No conocemos suficientemente el alcance de los **efectos futuros** ni los **mecanismos** que convierten las respuestas de **especies** a cambios en el funcionamiento de los **ecosistemas**
3. Es necesario mantener y ampliar las medidas de **series temporales**, incrementar la **experimentación** y desarrollar **modelos** más complejos y detallados

# Oceano en IPCC AR4

- Pocos datos marinos



- Pocos expertos en biología marina


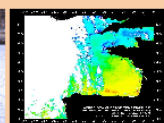






# Recomendaciones para IPCC AR5

1. **Series marinas:** Incrementar su número y transparencia
2. **Observación:** uso de nuevos métodos para observar más allá de las costas
3. **Modelos:** continuar las series e implementar modelos más complejos y resolutivos
4. **Nuevos retos:**
  - Efectos no-lineales
  - Variabilidad decadal
  - Deshielo de Groenlandia
  - Acidificación del océano
  - Cambios en los afloramientos y giros oligotróficos
  - Especies más sensibles al clima
  - Interacción del clima con otros efectos antropogénicos



- [Introducción](#)
- [Estrategia de muestreo](#)
- [Metodología](#)
- [Gestión del proyecto](#)
- [Resultados](#)
- [Galería de imágenes](#)
- [Talleres, cursos y congresos](#)
- [Enlaces](#)
- [Actividades Educativas](#)

		<b>Web actualizada</b> 11/03/2011
		
English version 		

© Series Temporales Web. Versión 1.0 - Febrero 2003

[Disclaimer, copyright and data policy](#)

Visitas

**21708**



