

# IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA COSTA ESPAÑOLA

**CICLO: EL CLIMA QUE VIENE**  
Fundación Juan March

**Iñigo J. Losada**

Catedrático de Ingeniería Hidráulica de la Universidad de Cantabria  
Instituto de Hidráulica Ambiental "IH Cantabria"

## Singularidades de la zona costera

¿Hemos observado cambios en la zona costera?

¿Podemos predecir qué es lo que va a pasar?

¿Podemos evaluar cuáles van a ser los impactos?

¿Podemos hacer algo para luchar frente a los impactos del cambio climático en el costa?

## SINGULARIDADES DE LA ZONA COSTERA



**IH cantabria**  
INSTITUTO DE HIDRÁULICA AMBIENTAL



# IH cantabria





IH cantabria  
INSTITUTO DE HIDRÁULICA AMBIENTAL



IH cantabria





IH cantabria  
INSTITUTO DE HIDRÁULICA AMBIENTAL



# IH cantabria



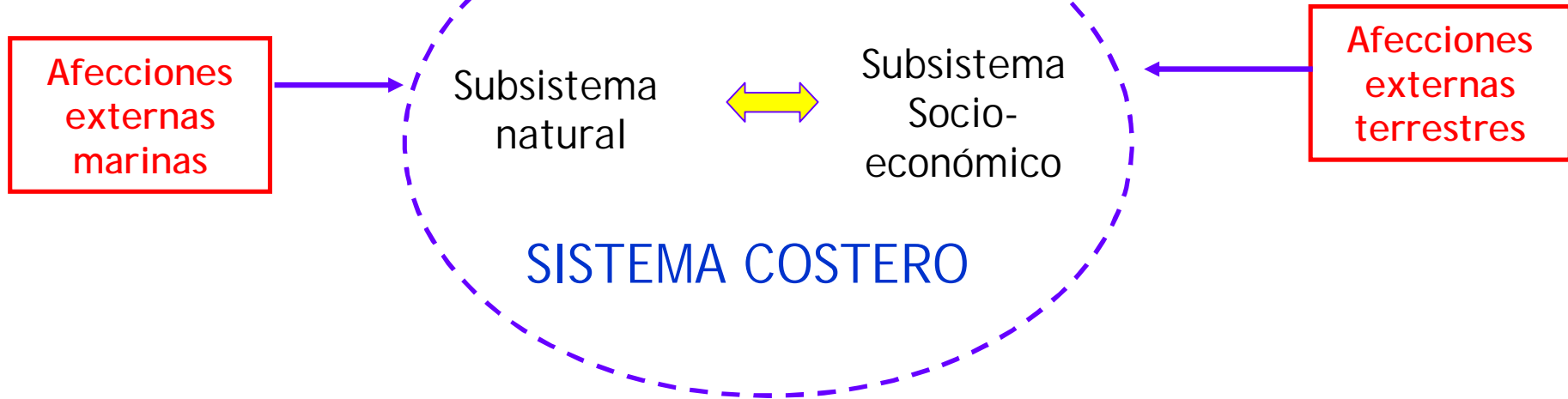


**IH cantabria**  
INSTITUTO DE HIDRÁULICA AMBIENTAL



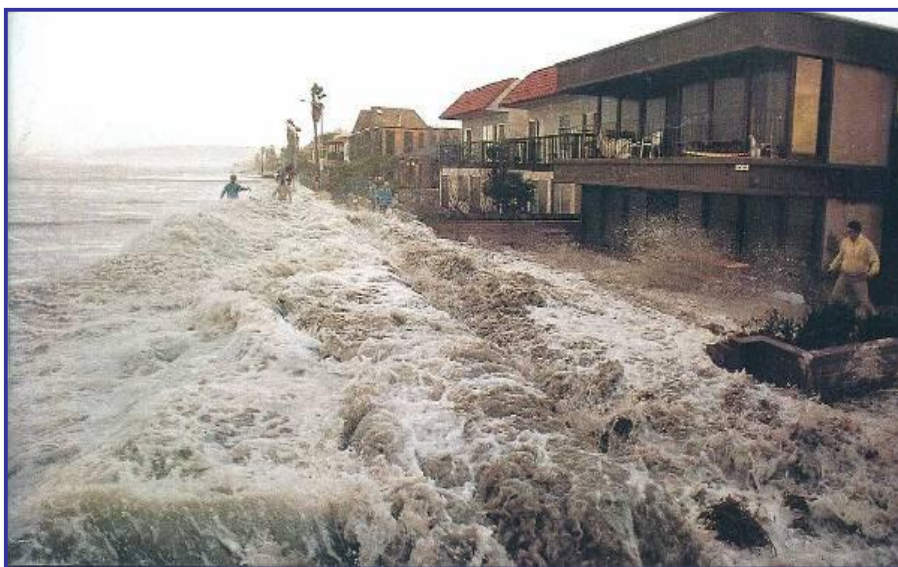
IH cantabria





Sistema altamente dinámico  
Alta variabilidad espacial y temporal  
Alta fragilidad  
**MUY SENSIBLE AL CAMBIO CLIMÁTICO**





Inundación

## Erosión





Costes de protección ante  
Erosión-Inundación en Europa:

- **3.200 Millones € en 2001**



Costes inducidos sobre actividades  
humanas debidos a Erosión-  
Inundación:

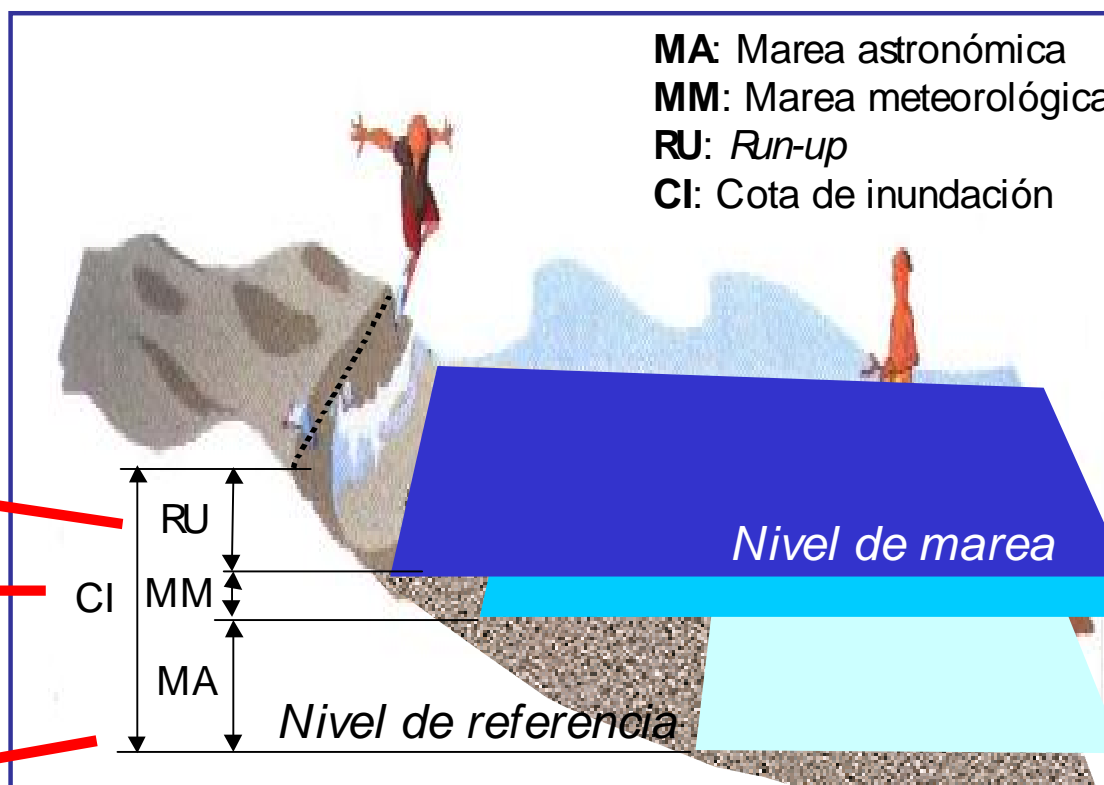
- **5.400 Millones € anuales**

## Procesos Inundación - Erosión

### Inundación:

#### Suma de efectos !!!

- Oleaje
- Viento
- Presión atmosférica
- Nivel medio mar

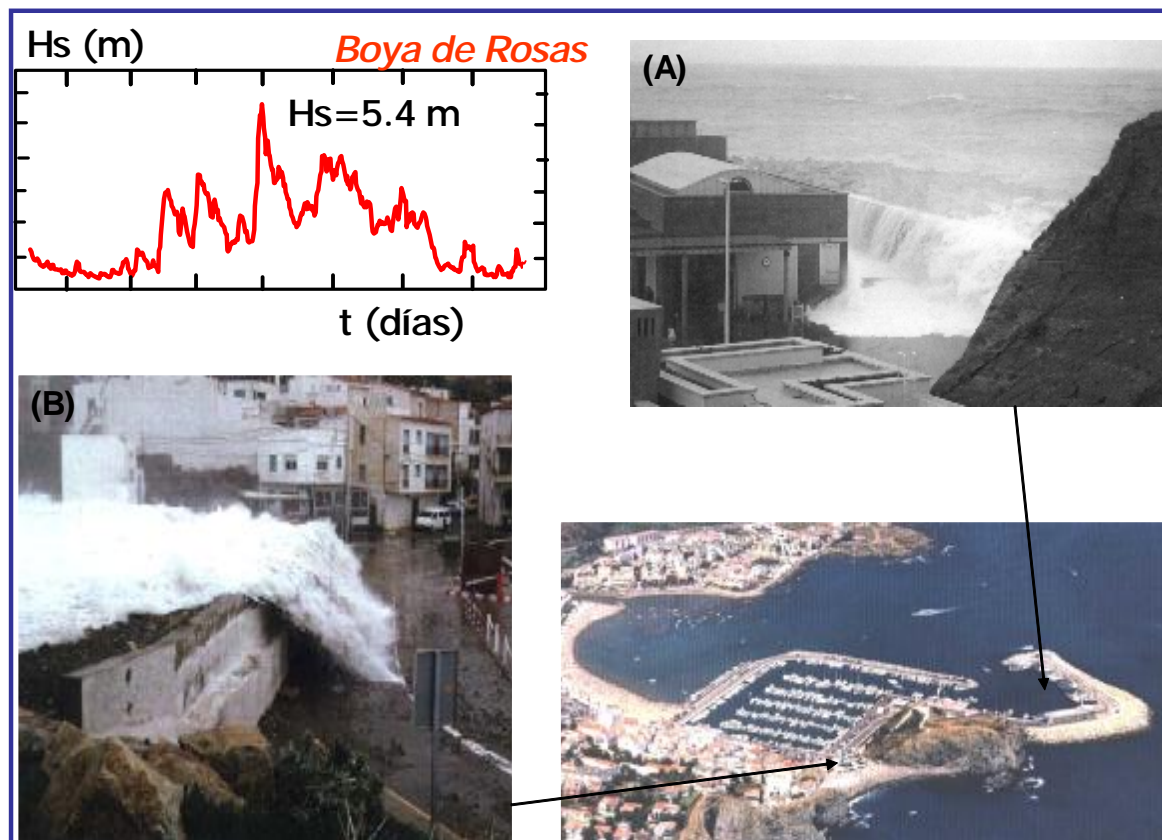


## Procesos Inundación - Erosión

### Inundación:

Llança, Gerona.  
28/10/1997

- Fuerte temporal
- Marea Meteorológica escasa (10 cm)



## Procesos Inundación - Erosión

### Inundación:

Lloret de Mar, Gerona.  
11/11/2001

- Temporal no extremo
- Marea Meteorológica excepcional (1 m)



## Procesos Inundación - Erosión



### Erosión:

Suma de efectos !!!

- Nivel del mar
- Altura de ola
- Dirección del oleaje

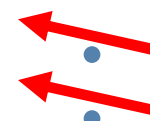
## Procesos Inundación - Erosión



### Erosión:

**Suma de efectos !!!**

- Nivel del mar



- Altura de ola
- Dirección del oleaje

## Impactos del cambio climático en las zonas costeras

Depende del efecto en:

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





**Hacen falta datos de alta resolución espacial y series temporales largas de:**

Nivel del mar

Viento y Presión atmosférica

Altura de ola y Dirección del oleaje



**OBSERVACIONES INSTRUMENTALES**

**DATOS GENERADOS NUMÉRICAMENTE**



**PASADO**

**FUTURO**



Detectar cambios en la dinámica marina

Modelar cambios futuros

Establecer impactos potenciales

Análisis de la  
vulnerabilidad de la costa

Riesgo de impactos por cambio climático

Estrategias de adaptación



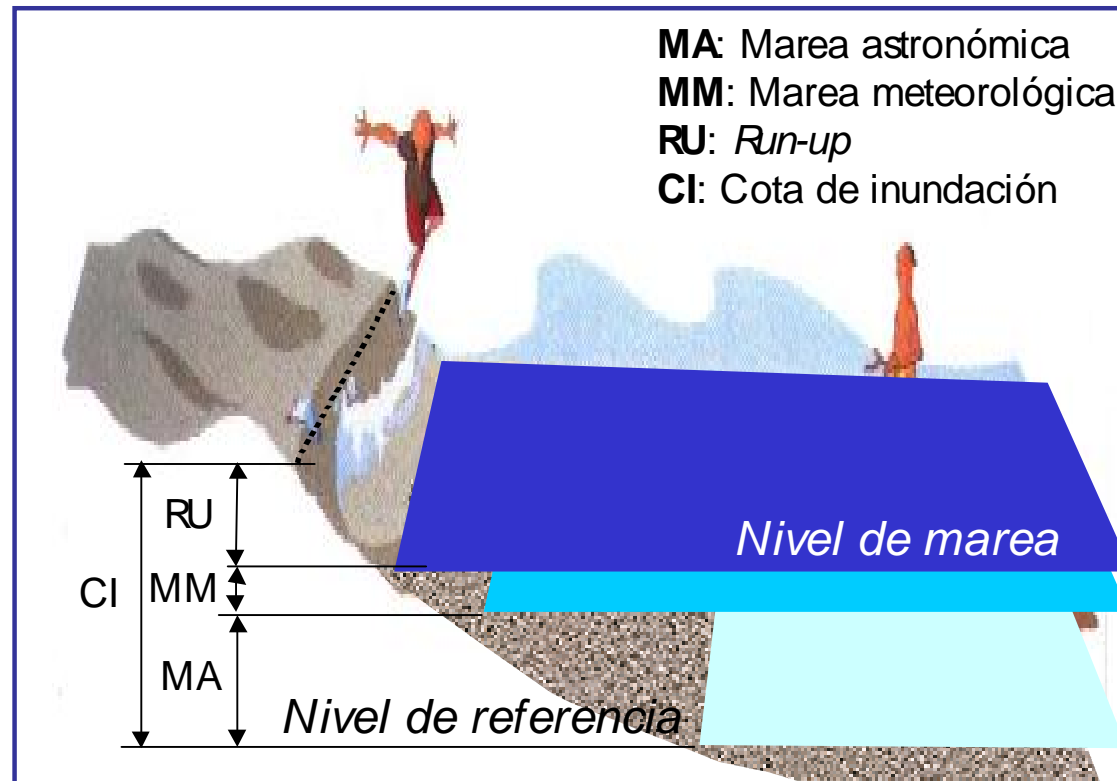
**IH cantabria**  
INSTITUTO DE HIDRÁULICA AMBIENTAL



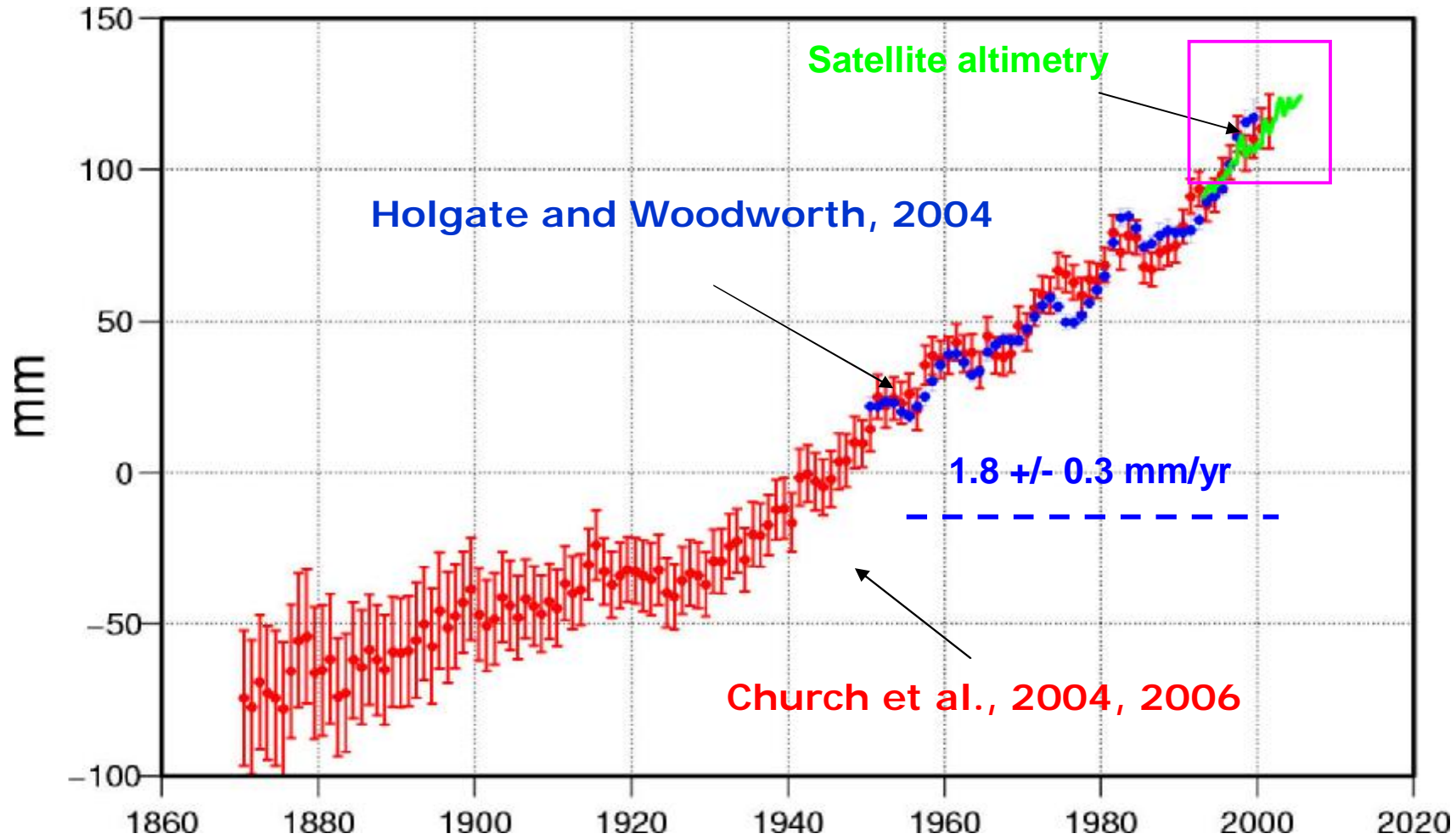
IH cantabria

**¿QUÉ HEMOS OBSERVADO?**

## NIVEL DEL MAR

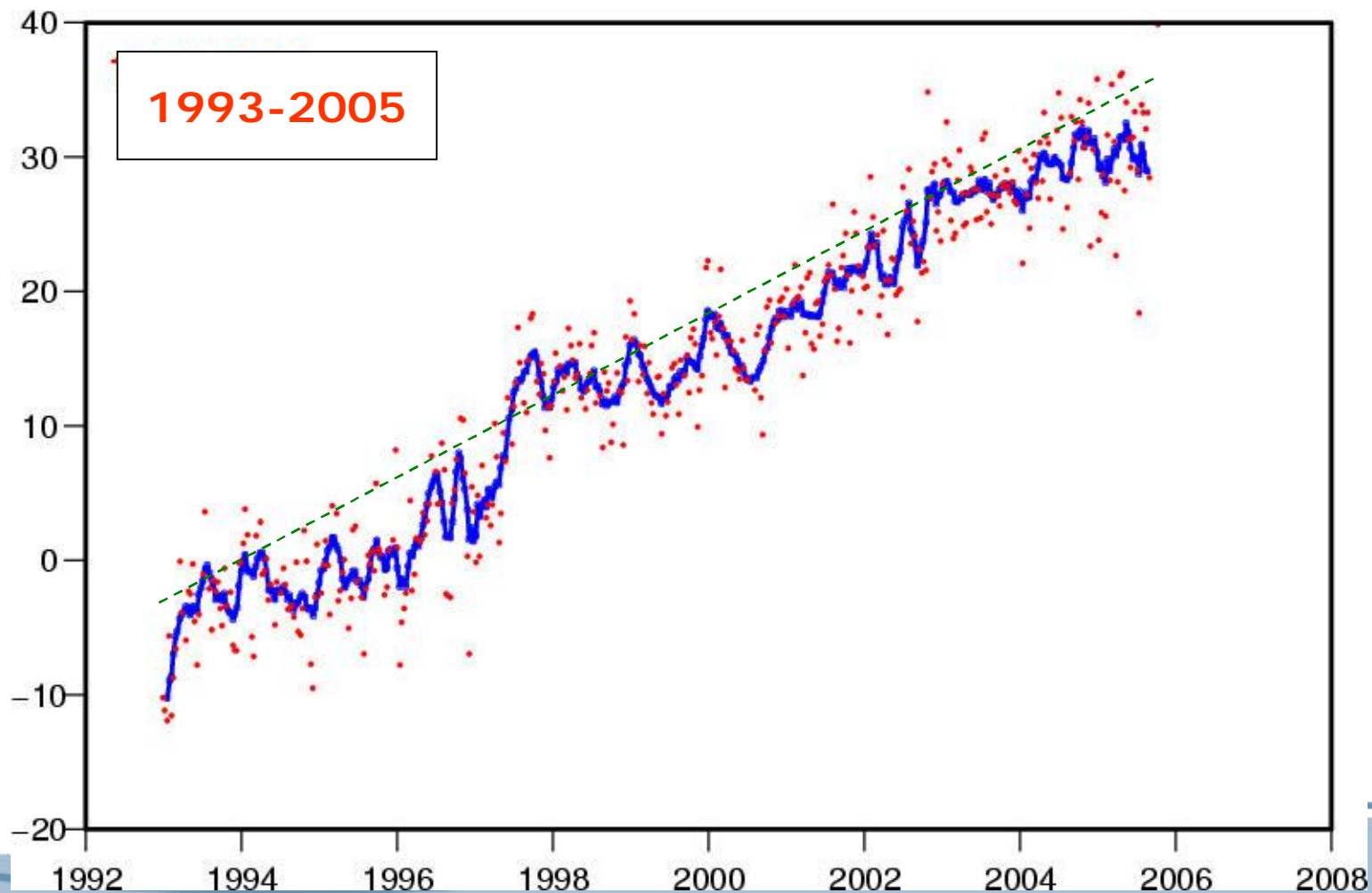


## Aumento de nivel del mar en el siglo XX



## Valor medio global del nivel del mar a partir de altimetría Topex/Poseidon

**Tasa de aumento:  $3.3 \pm 0.4$  mm/año**



## Tasa de aumento del nivel del mar observado

1950-2000:  $1.8 \pm 0.3$  mm/año

1950-2000:  $1.8 \pm 0.3$  mm/año



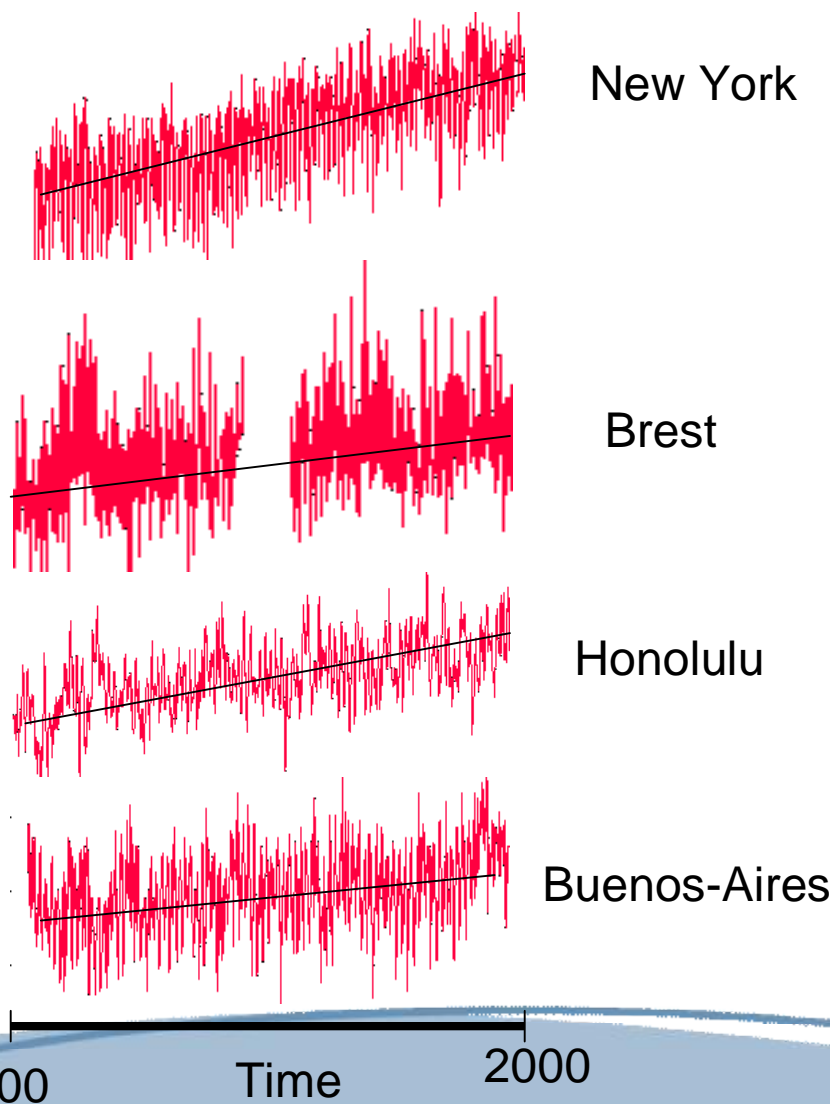
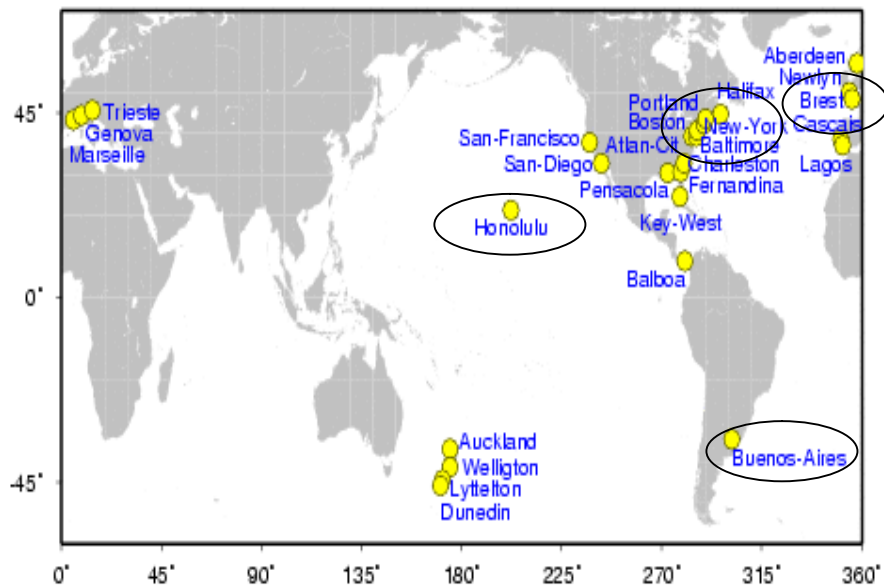
¿Aceleración?

¿Fluctuaciones de decenas de años?

¿Influencia de otros procesos?

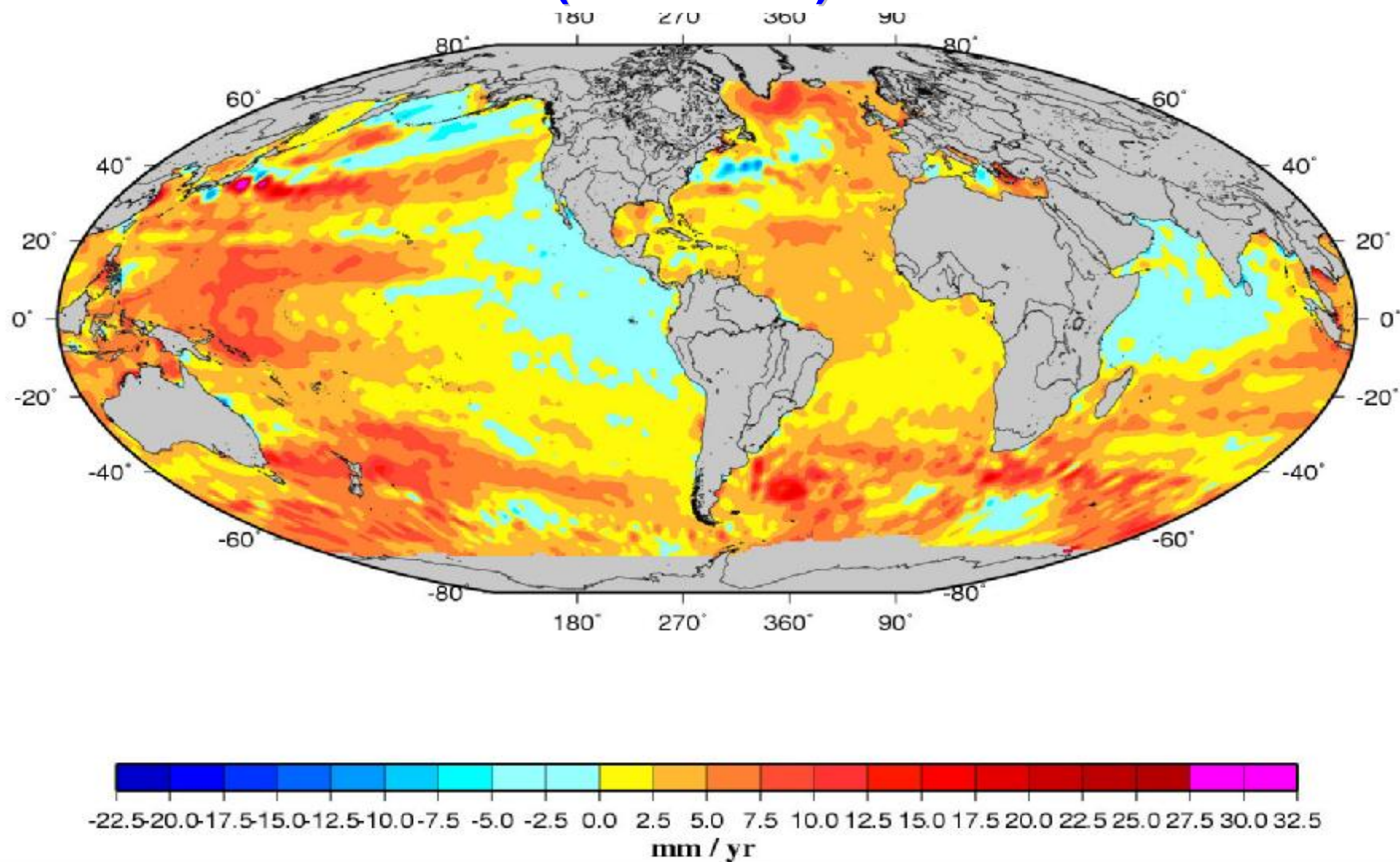
(p.e. efecto de la erupción del Pinatubo)

## Variabilidad regional a partir de datos históricos





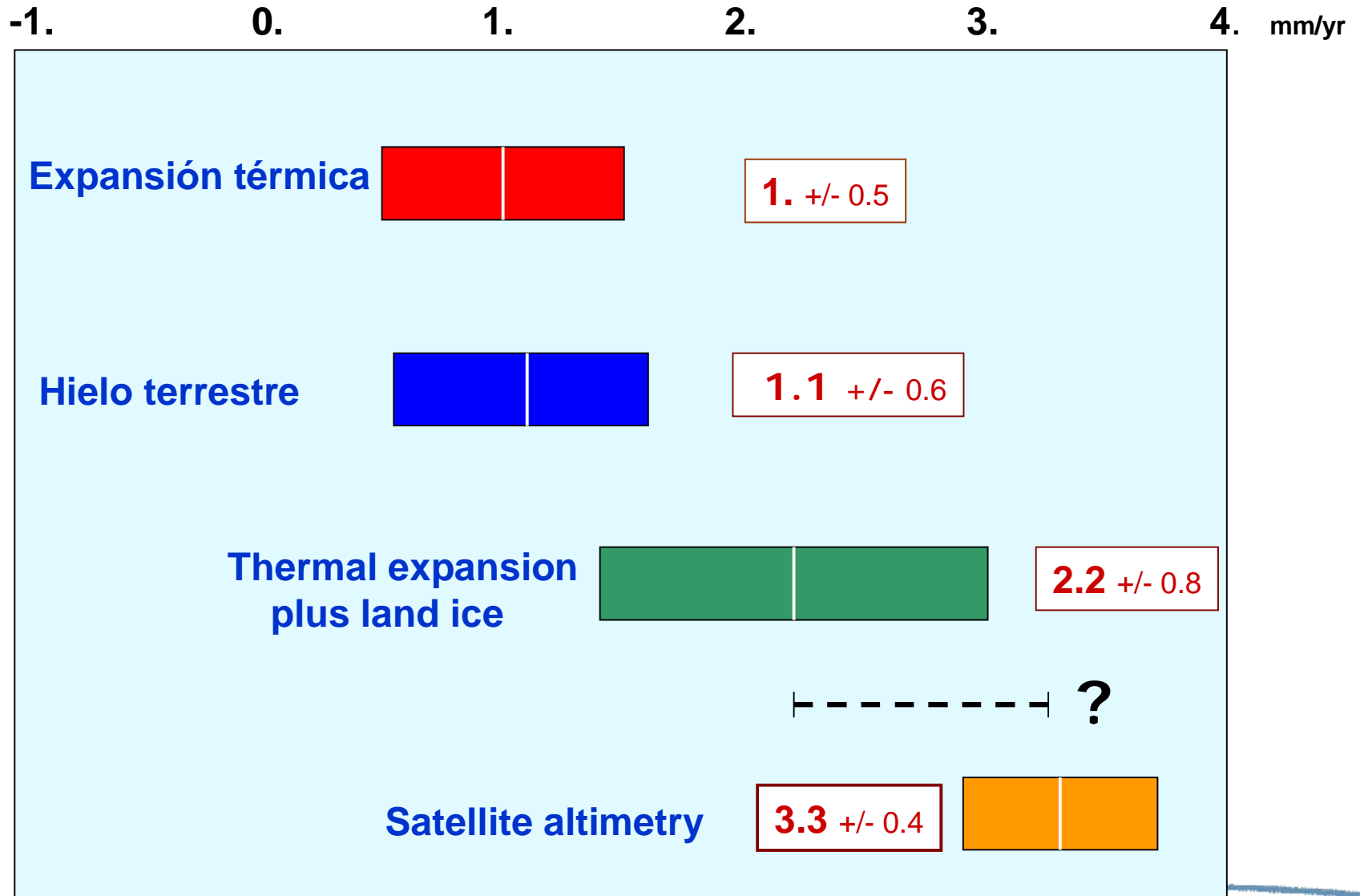
## Distribución regional de tendencias de nivel del mar (1993-2005)



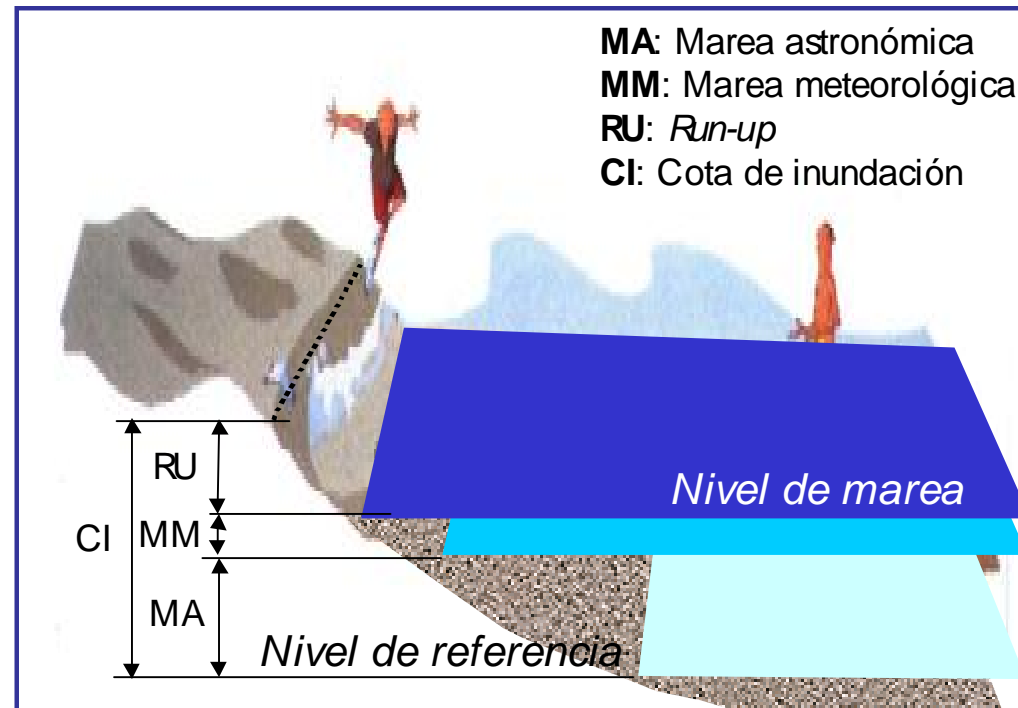
## Causas del aumento del nivel del mar

- **Aumento de volumen del agua por calentamiento del océano (expansión térmica)**
- **Variación de la masa de agua en el océano por el intercambio de las masas de agua con glaciares, cobertura terrestre de hielo, y depósitos de agua en tierra**

## Contribuciones al aumento del nivel del mar (1993-2005)

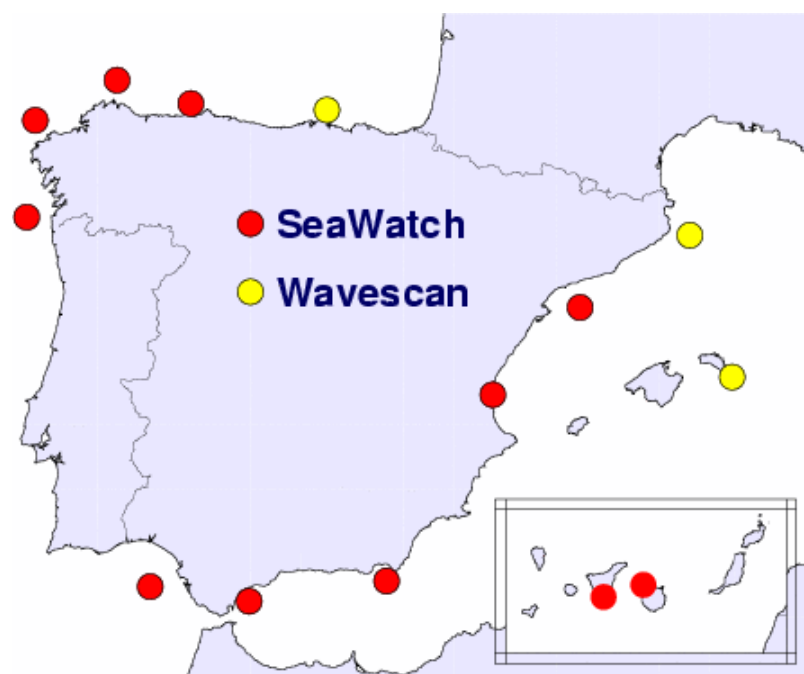


# OLEAJE Y MAREA METEOROLÓGICA



## OLEAJE Y M.M.: ALTA VARIABILIDAD ESPACIAL

### PROBLEMAS: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y LONGITUD DE LA SERIE

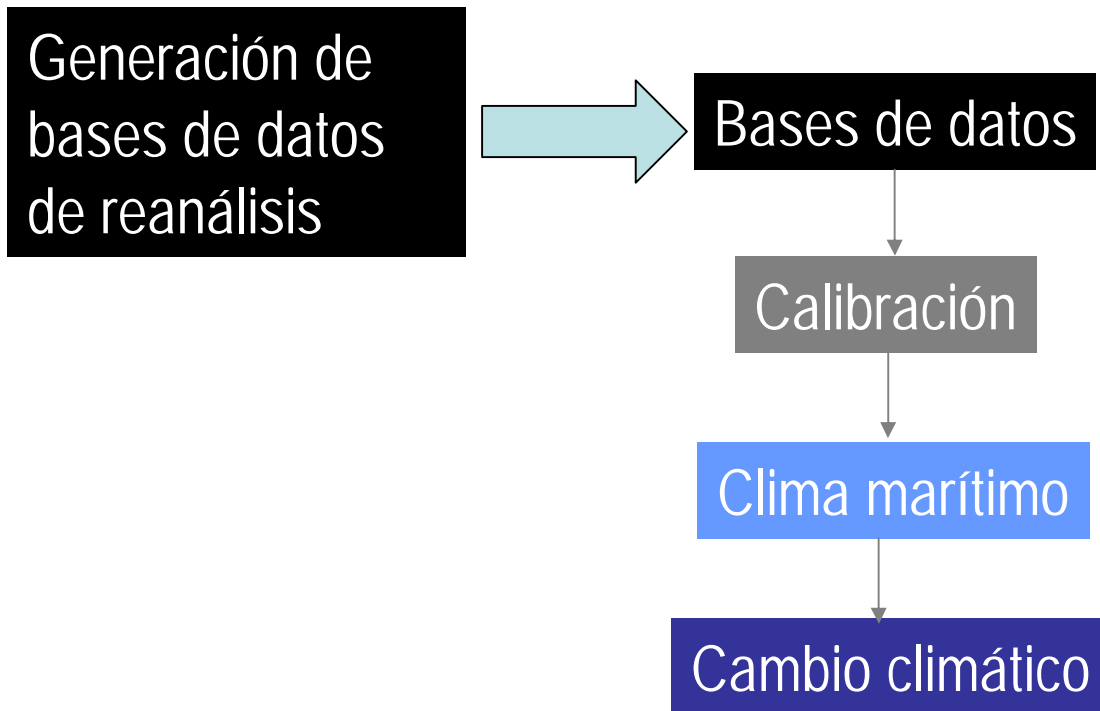


### RED DE BOYAS DE PUERTOS DEL ESTADO

1950

2007

2100



## 2. Cambios en las dinámicas en las últimas décadas

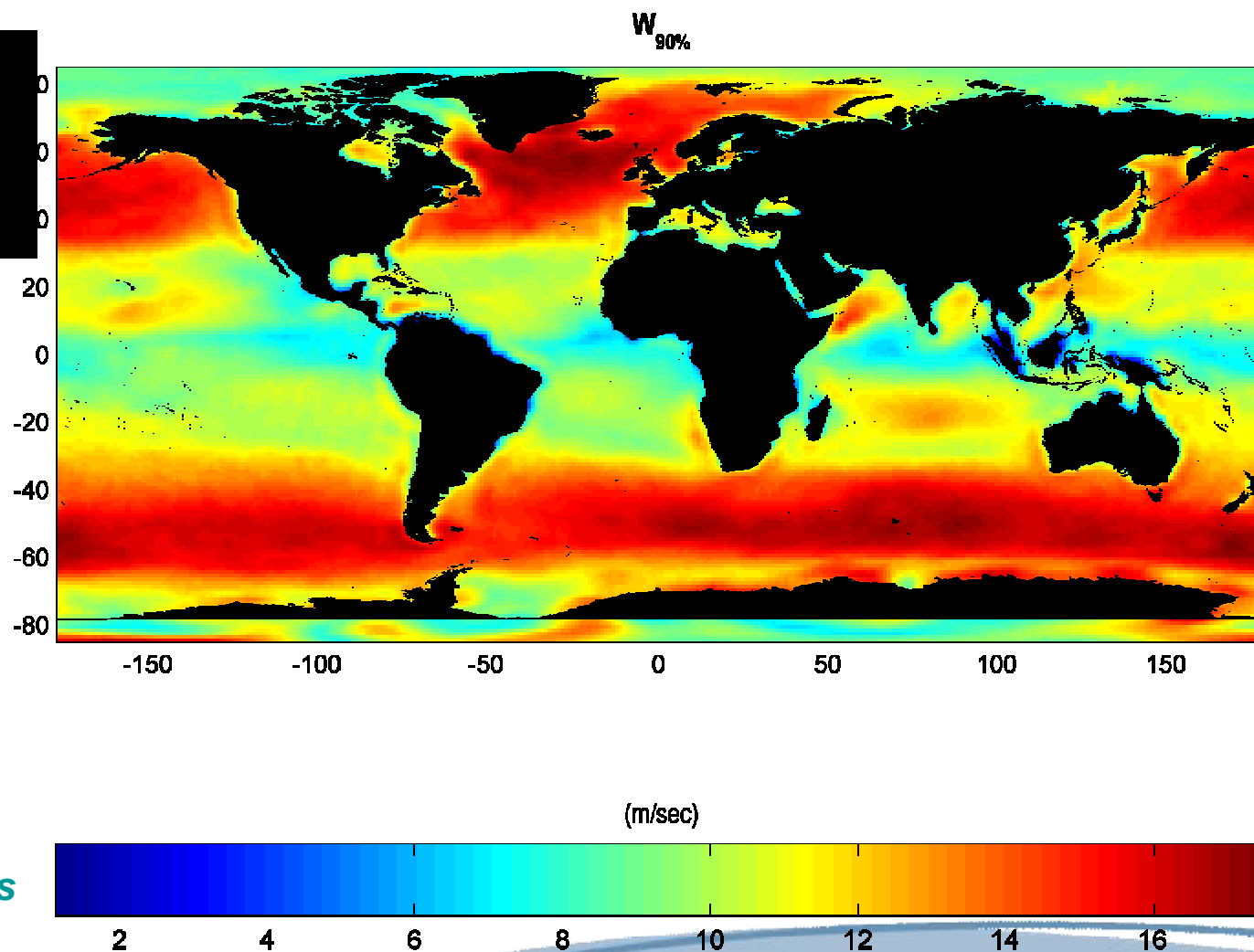
Generación de  
bases de datos  
de reanálisis



Modelos numéricos

## 2. Cambios en las dinámicas en las últimas décadas

Generación de  
bases de datos  
de reanálisis



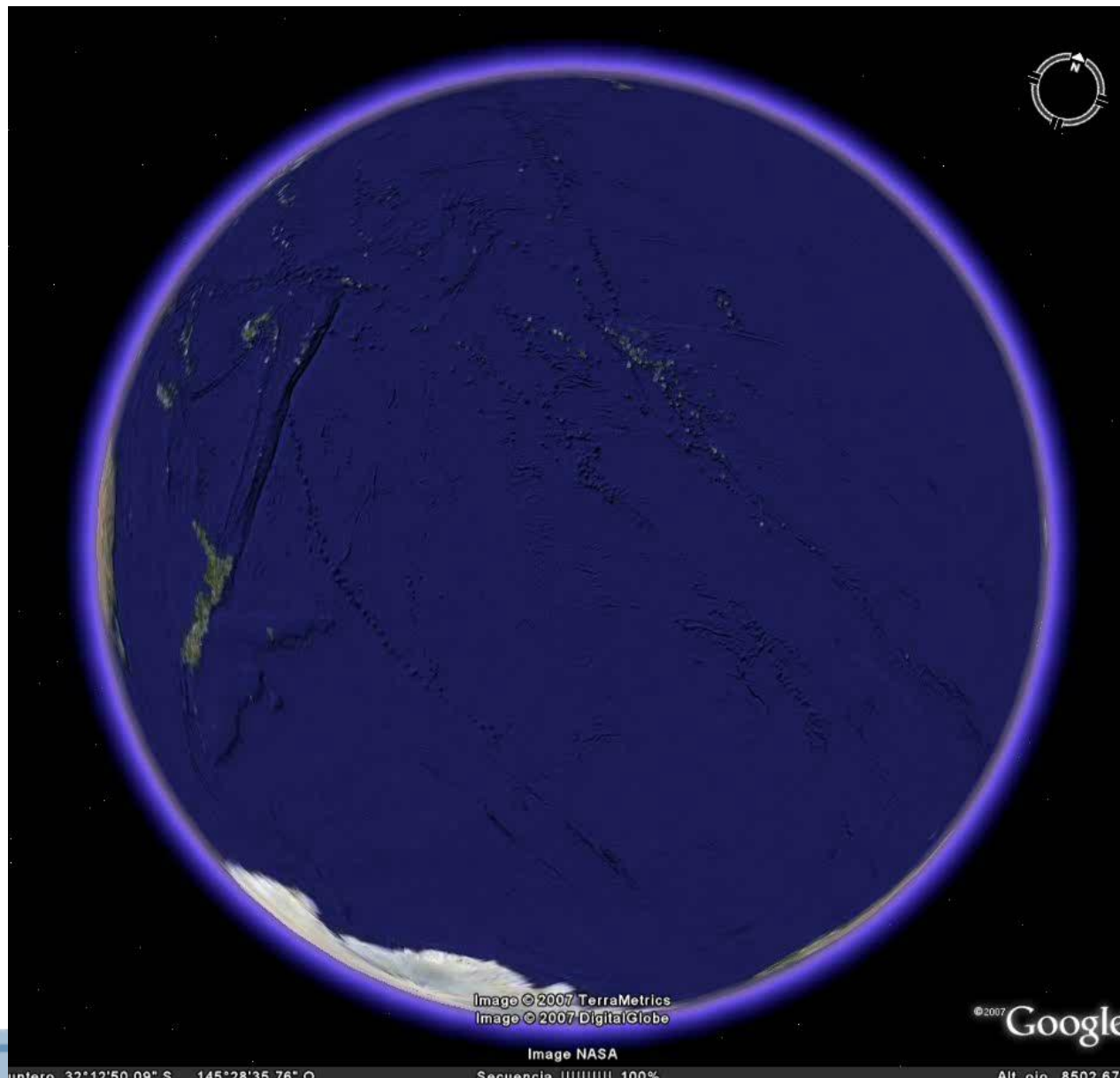
*Campos de vientos*  
**NCEP/NCAR**  
**ERA-40**



## 2. Cambios en las dinámicas en las últimas décadas

Generación de  
bases de datos  
de reanálisis

Campos de vientos  
NCEP/NCAR  
ERA-40



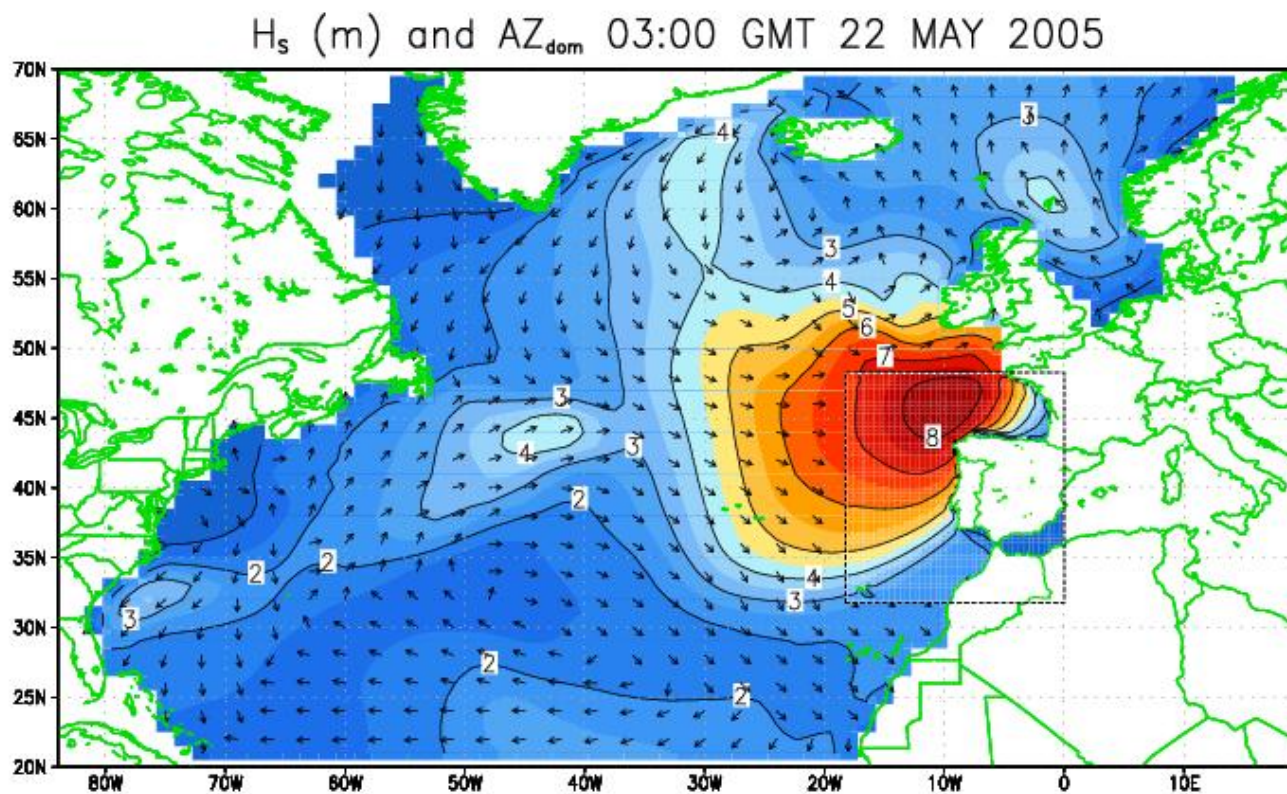
## 2. Cambios en las dinámicas en las últimas décadas

1950

2007

2100

Generación de  
bases de datos  
de reanálisis



Forzamiento: Reanálisis atmosférico NCEP (cada 6 horas)  
WaveWatch-III Version 2.22

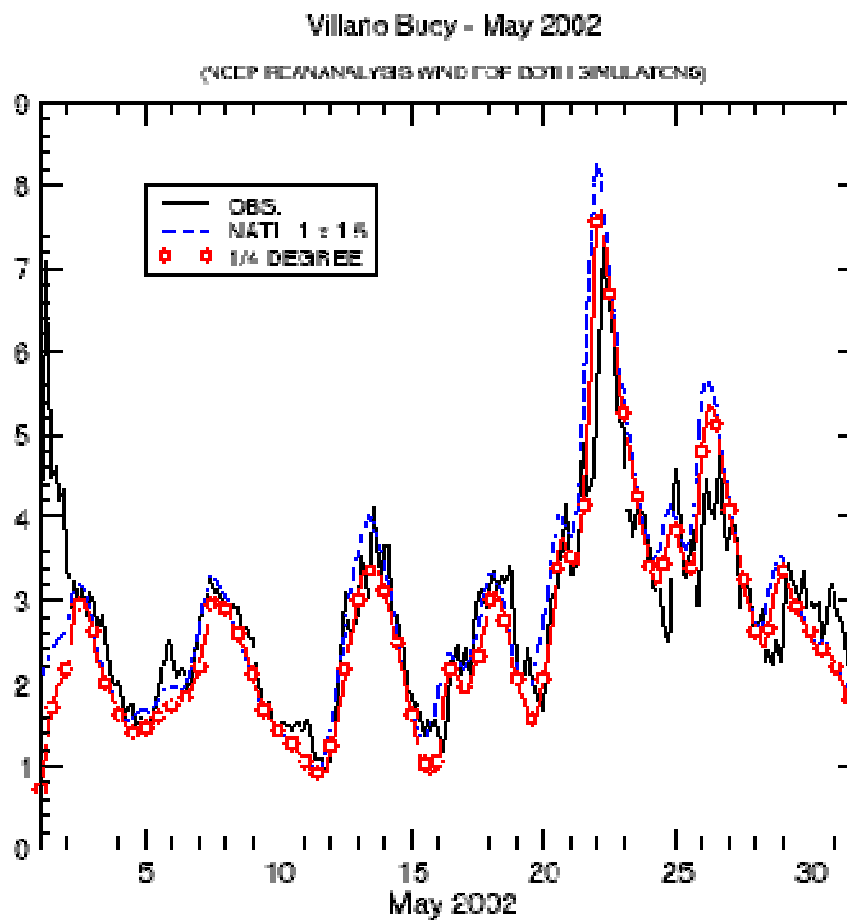
## 2. Cambios en las dinámicas en las últimas décadas

1950

2007

2100

Generación de  
bases de datos  
de reanálisis



Forzamiento: Reanálisis atmosférico NCEP (cada 6 horas)  
WaveWatch-III Version 2.22

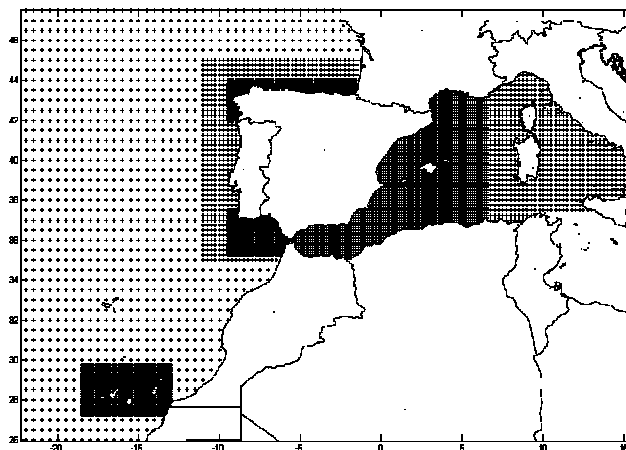
## 2. Cambios en las dinámicas en las últimas décadas

1950

2007

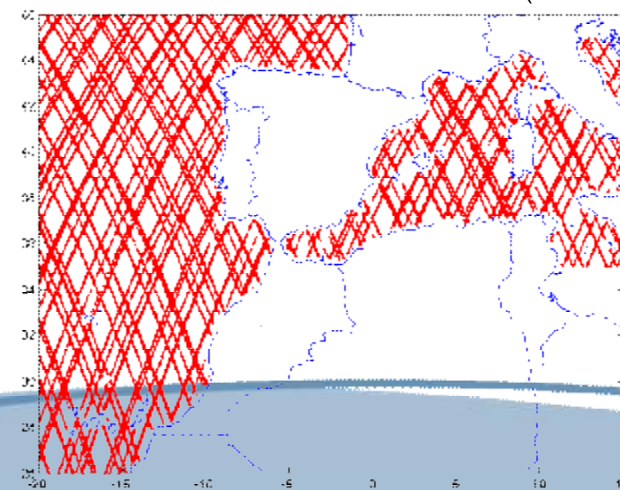
2100

Calibración de bases de datos de reanálisis



Ejemplo de Malla de reanálisis (SIMAR-44)

Datos de satélite (TOPEX)



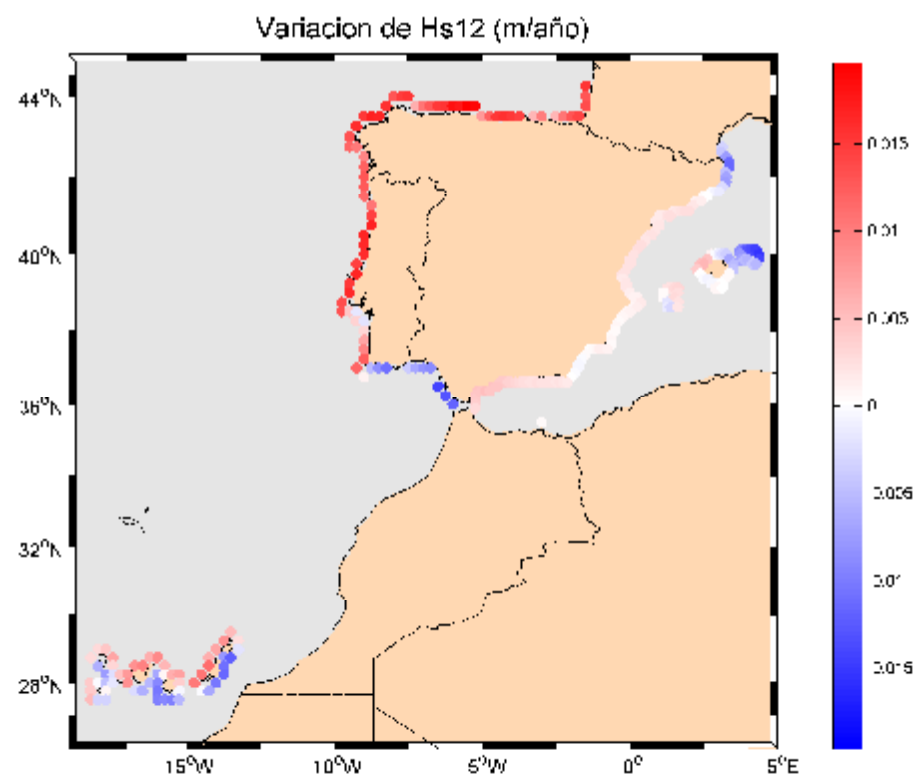
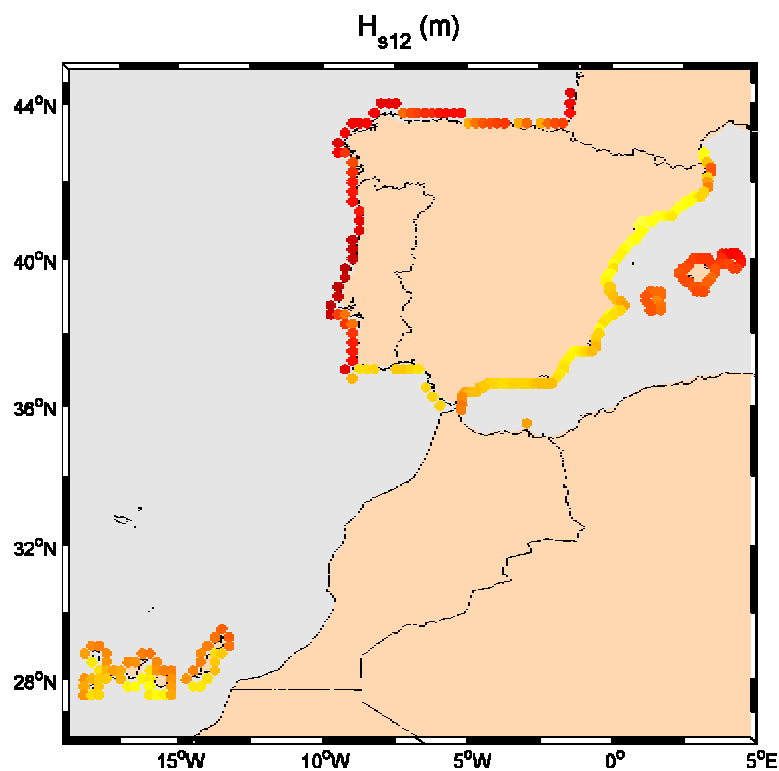
## 2. Cambios en las dinámicas en las últimas décadas

1950

2007

2100

### Cambio climático



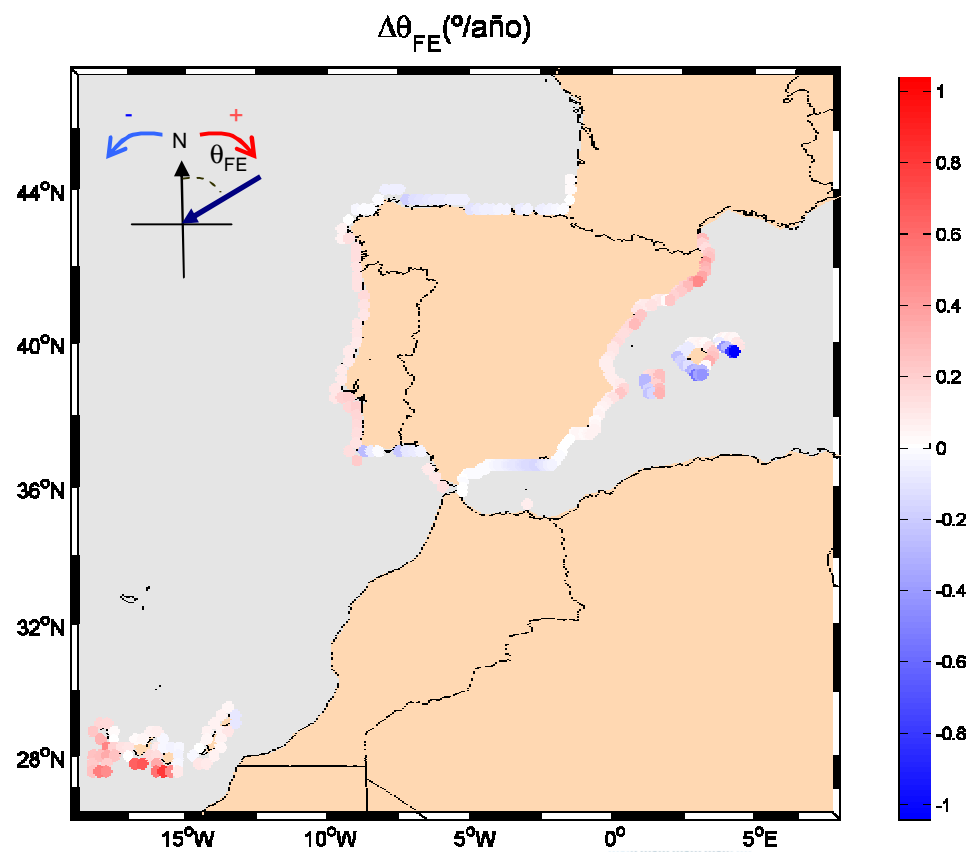
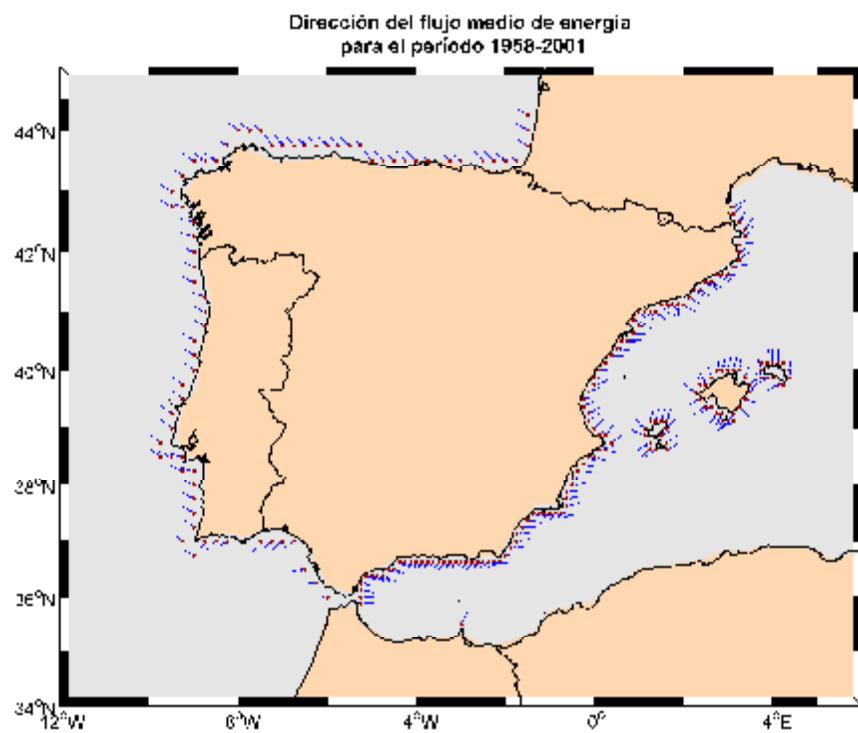
## 2. Cambios en las dinámicas en las últimas décadas

1950

2007

2100

### Cambio climático



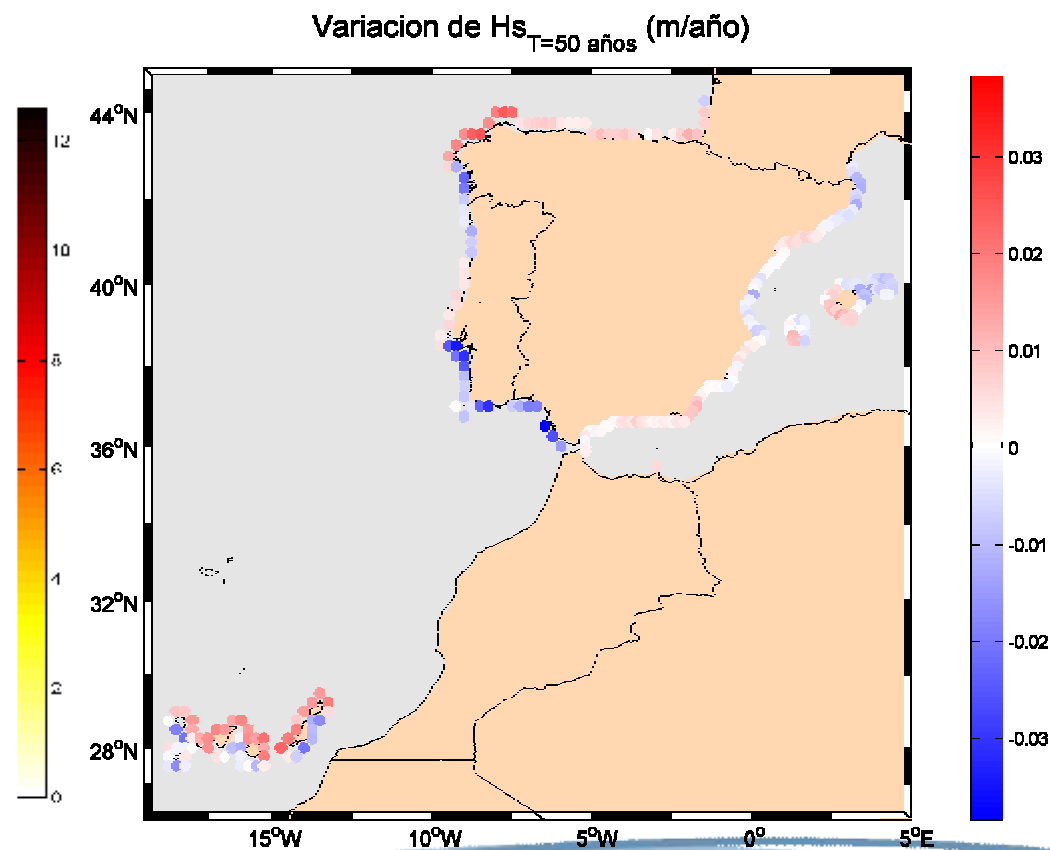
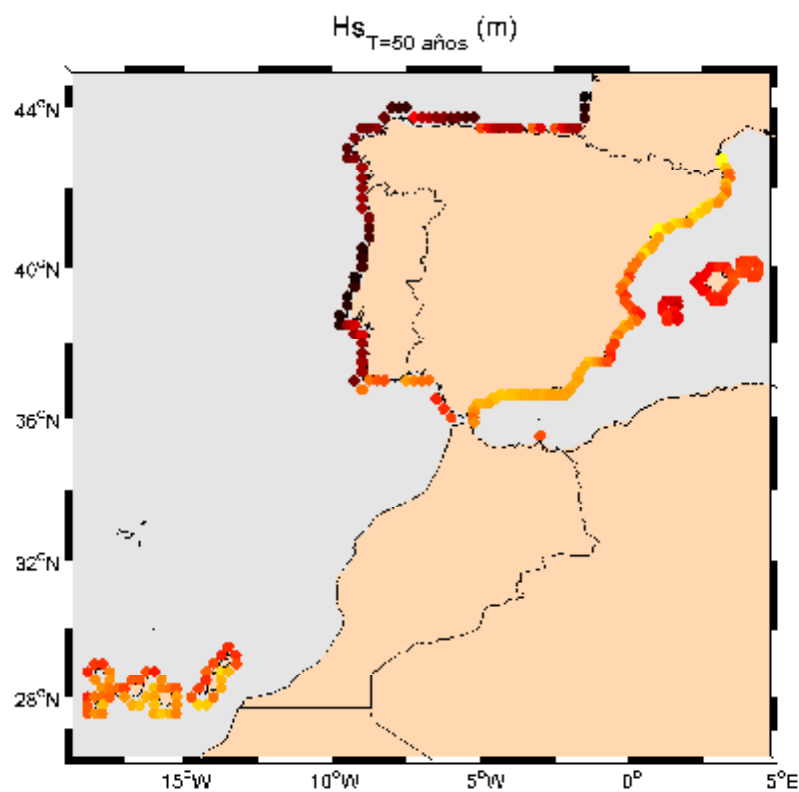
## 2. Cambios en las dinámicas en las últimas décadas

1950

2007

2100

### Cambio climático



Se ha observado un aumento de la energía del oleaje que llega al Cantábrico y una tendencia a una mayor duración de los temporales.

Las olas mayores serán cada vez más grandes en Galicia, y el clima se suaviza en las Rías Bajas.

En Gerona y norte de las Baleares se aprecia un cambio en la dirección del oleaje que tiene una incidencia más oriental.

En el Golfo de Cádiz se observa una tendencia clara hacia un clima marítimo más benigno.

Se observa una disminución de la marea meteorológica en toda la costa española.





**IH cantabria**  
INSTITUTO DE HIDRÁULICA AMBIENTAL



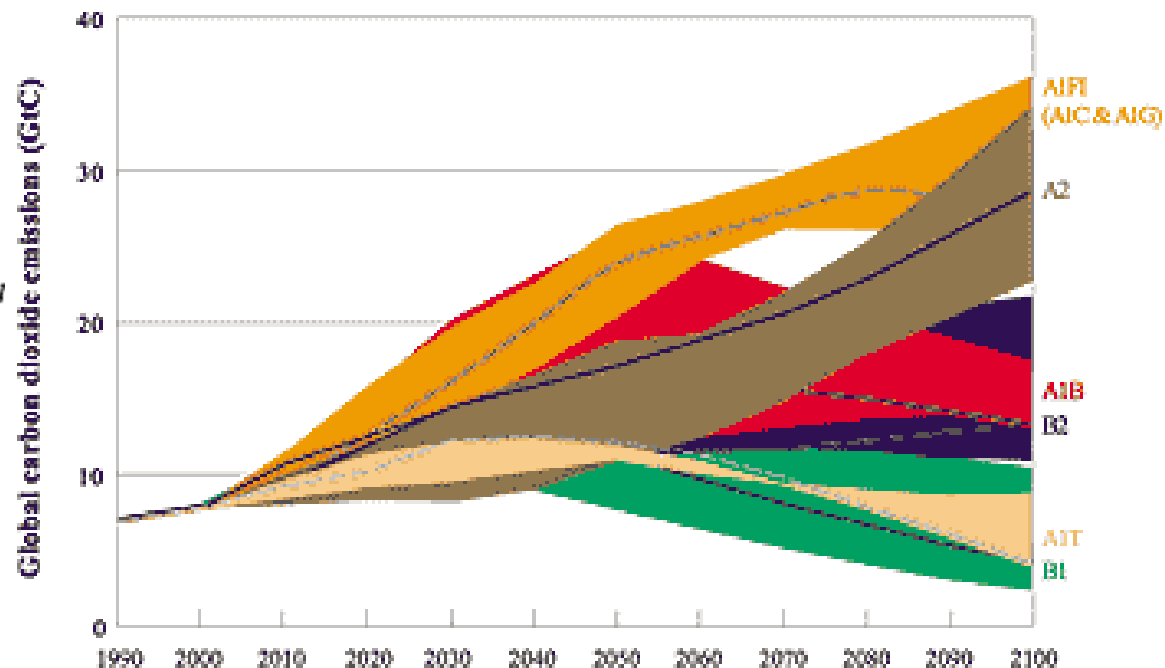
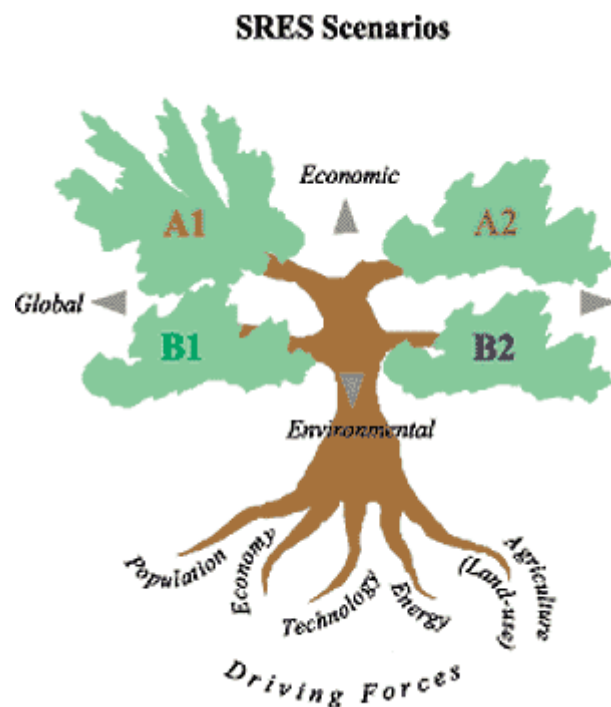
IH cantabria

**¿QUÉ ES LO QUE VIENE?  
¿PODEMOS PREDECIR?**

### 3. Proyección de dinámicas al siglo XXI



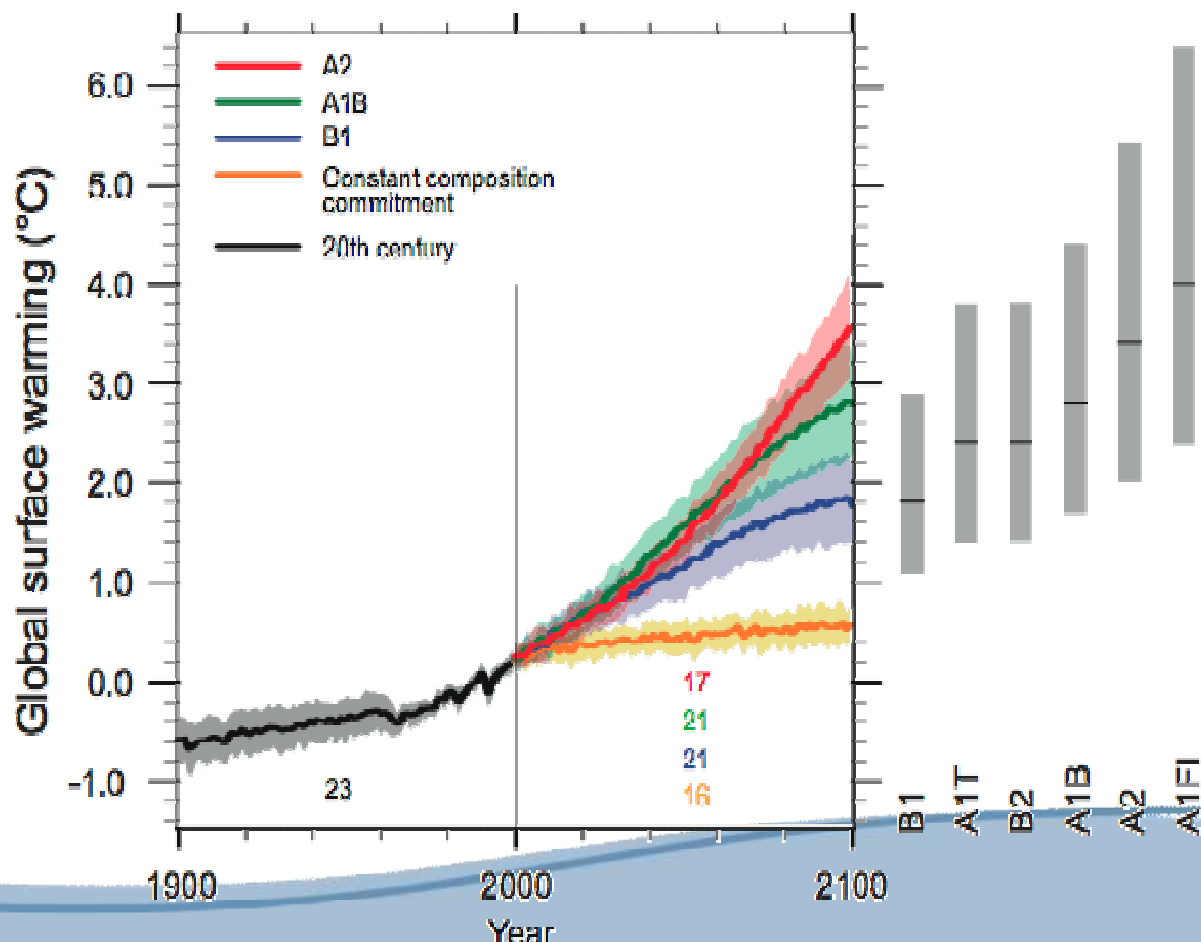
### Escenarios cambio climático



### 3. Proyección de dinámicas al siglo XXI



### Proyección temperaturas Siglo XXI



**Table SPM-3.** Projected globally averaged surface warming and sea level rise at the end of the 21st century. {10.5, 10.6, Table 10.7}

Case	Temperature Change (°C at 2090-2099 relative to 1980-1999) <sup>a</sup>		Sea Level Rise (m at 2090-2099 relative to 1980-1999)
	Best estimate	<i>Likely</i> range	Model-based range excluding future rapid dynamical changes in ice flow
Constant Year 2000 concentrations <sup>b</sup>	0.6	0.3 – 0.9	NA
B1 scenario	1.8	1.1 – 2.9	0.18 – 0.38
A1T scenario	2.4	1.4 – 3.8	0.20 – 0.45
B2 scenario	2.4	1.4 – 3.8	0.20 – 0.43
A1B scenario	2.8	1.7 – 4.4	0.21 – 0.48
A2 scenario	3.4	2.0 – 5.4	0.23 – 0.51
A1FI scenario	4.0	2.4 – 6.4	0.26 – 0.59

Table notes:

<sup>a</sup> These estimates are assessed from a hierarchy of models that encompass a simple climate model, several Earth Models of Intermediate Complexity (EMICs), and a large number of Atmosphere-Ocean Global Circulation Models (AOGCMs).

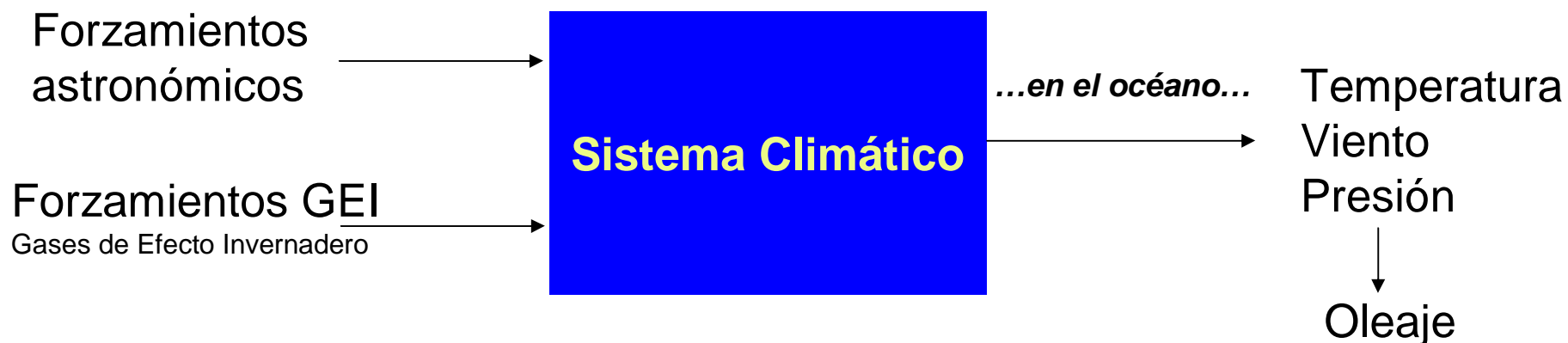
<sup>b</sup> Year 2000 constant composition is derived from AOGCMs only.

## Proyección de dinámicas al siglo XXI (OPCIÓN1)



¿ y el oleaje y la marea meteorológica ?

Modelos de circulación general atmósfera-océano  
(AOGCM - **Atmosphere-Ocean General Circulation Model** )



### 3. Proyección de dinámicas al siglo XXI



Bases de datos de forzamientos de viento y presión 6-horarios

CCSM-NCAR (Community Climate System Model - National Center for Atmospheric Research, USA)

CNRM-MeteoFrance (Centre National de Recherches Meteorologiques, Francia)

CERA, World Data Center for Climate (Max-Planck-Institute for Meteorology, Alemania)

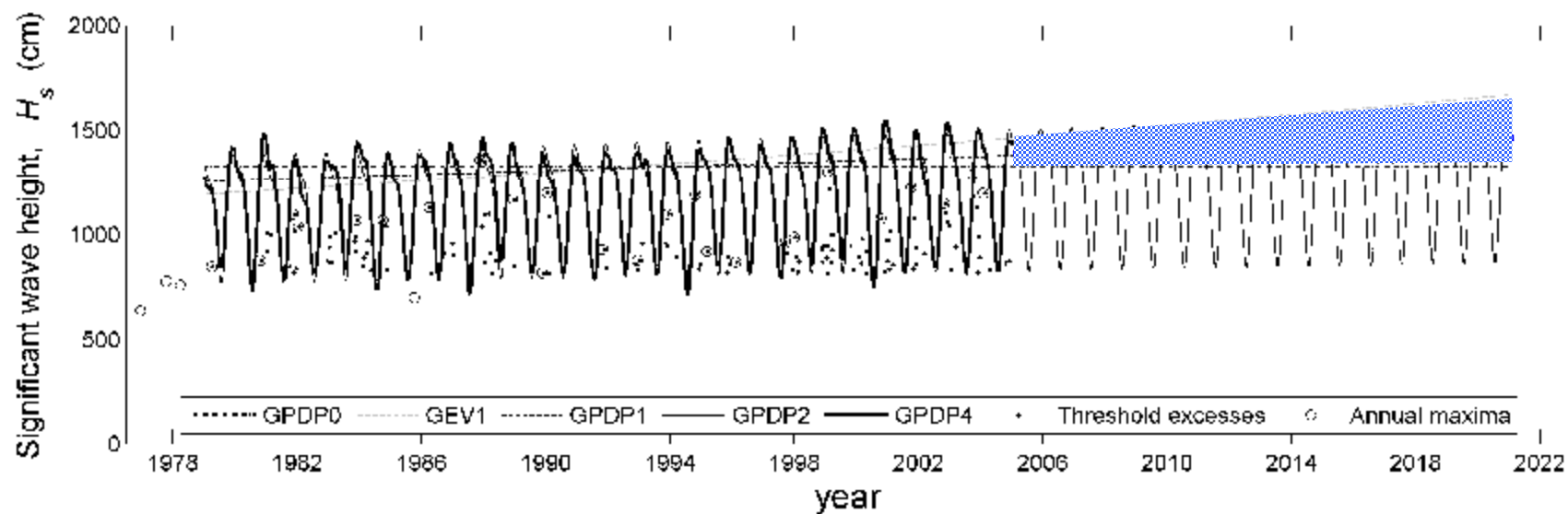
CGCM 3.1 (Environment Canada)



## Proyección de dinámicas al siglo XXI (OPCIÓN2)



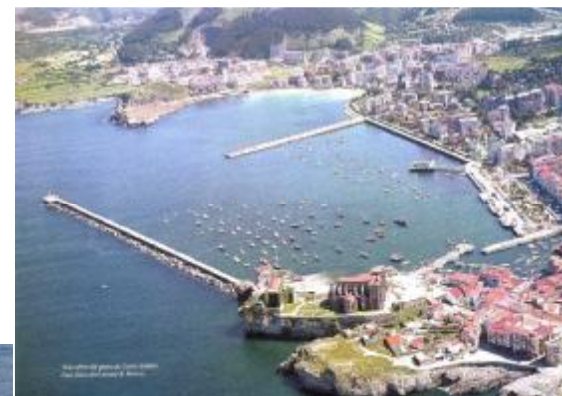
### Cambio climático: Modelos estadísticos no estacionarios



# ¿PODEMOS EVALUAR CUÁLES VAN A SER LOS IMPACTOS EN LA COSTA?



1. PLAYAS.
2. DUNAS.
3. ESTUARIOS, HUMEDALES Y LAGUNAS.
4. OBRAS MARÍTIMAS.



## 4. Evaluación de efectos en los ámbitos naturales y usos del litoral

### Índices e indicadores de mesoescala (integrados). Playas.

		OLEAJE				NIVEL DEL MAR	MAREA METEOROLÓGICA
		REGIMEN MEDIO			EXTREMAL		
ELEMENTO MORFOLOGICO	ELEMENTOS ANALIZADOS	$DH_{s12}$	$DH_{RMS}$	$Dq$	$DH_{s,T=50 \text{ años}}$	Dh	DMM
PLAYAS	COTA DE INUDACIÓN				POSIBLE AUMENTO COTA DE INUNDACIÓN	POSIBLE AUMENTO COTA DE INUDACIÓN	POSIBLE AUMENTO COTA DE INUNDACIÓN
	PERFIL	AUMENTO PROFUNDIDAD DE CORTE, POSIBLE RETROCESO EN PLAYAS COLMATADAS				RETROCESO PLAYA	
	FORMA EN PLANTA			BASCULAMIENTO PLAYAS, POSIBLE RETROCESO		CAMBIO EN TÓMBOLOS, SALIENTES Y DOBLES SALIENTES	
	TRANSPORTE LITORAL		VARIACIÓN CAPACIDAD DE TRANSPORTE	VARIACIÓN CAPACIDAD DE TRANSPORTE			

### **Cota de inundación**

Incluye oleaje (ascenso), marea meteorológica, astronómica y variación del nivel del mar. Importante en playas y costas bajas. Riesgo de inundación.

### **Retroceso de la línea de costa**

Hasta ahora solo depende de sobreelevación (regla de Bruun); aquí se incluye altura de ola y variación de la dirección del flujo medio de energía.!

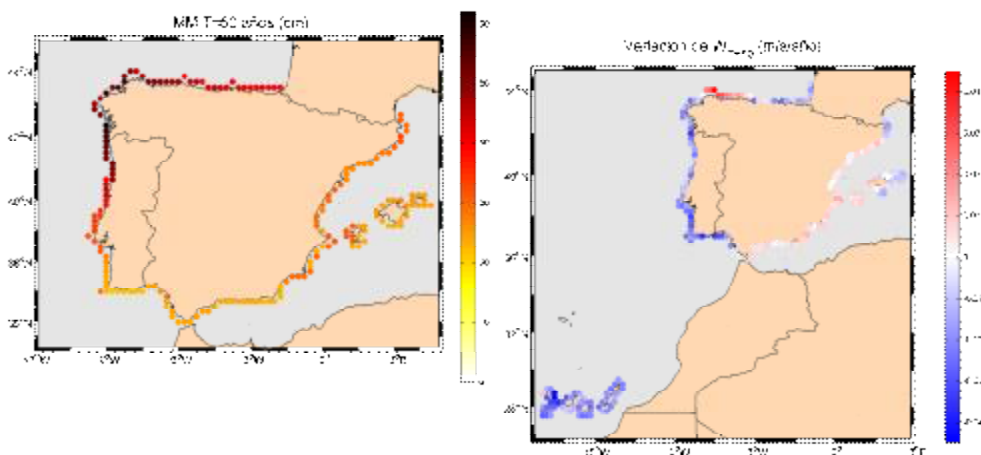
### **Rebase en obra marítimas**

Relevante para evaluar pérdida de funcionalidad; aumento de riesgo para vidas humanas e infraestructuras. Indirectamente, coste de reparación.

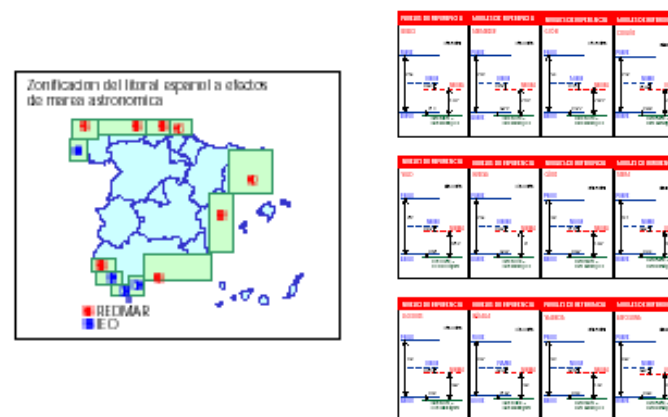
### **Aumento de peso de las piezas en obras marítimas**

Pérdida de estabilidad, indirectamente costes de reparación.

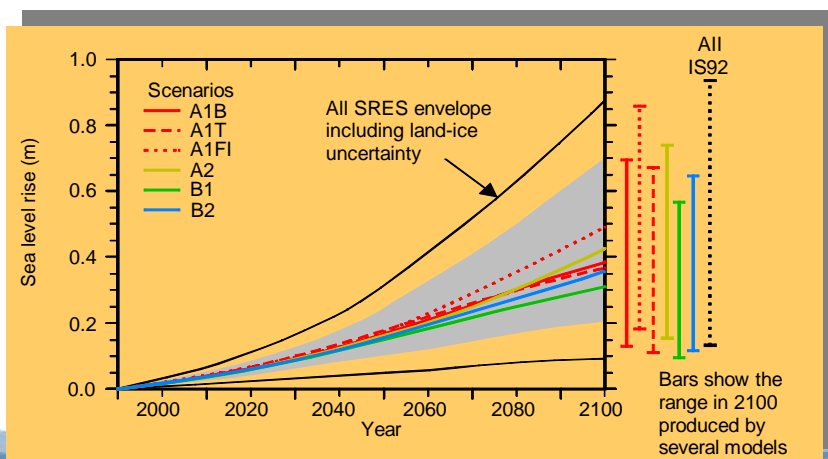
## Marea meteorológica



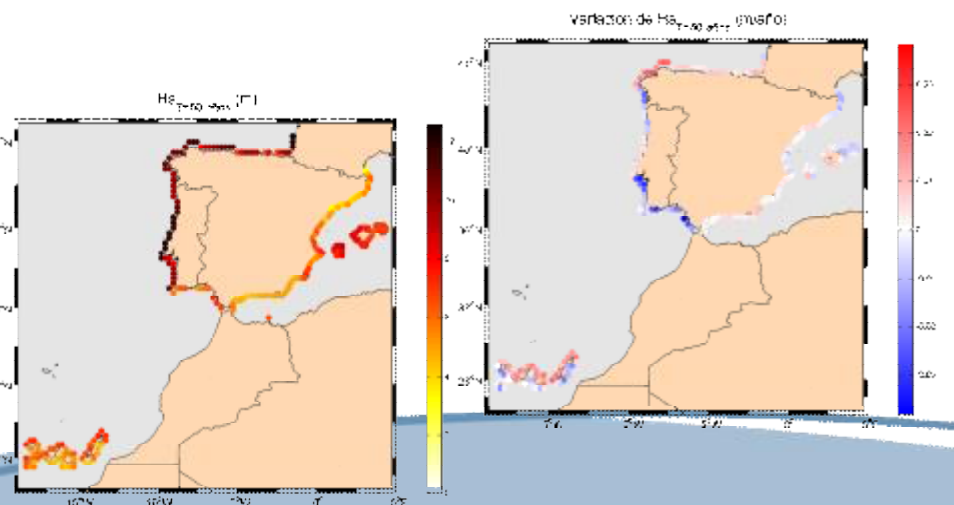
## Marea astronómica



## IPCC: Variación del nivel del mar



## Régimen extremal de oleaje

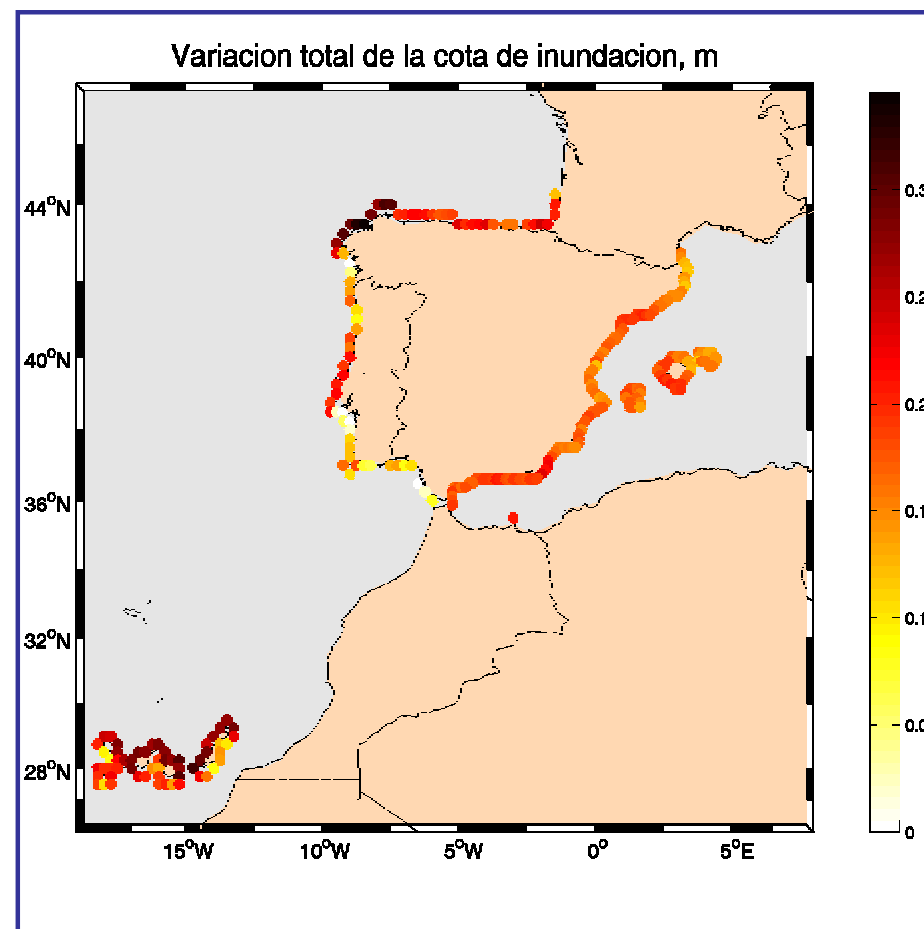


## Efectos en Cota Inundación

- **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
á 35 cm	á 20 cm	á 10 cm

## Año objetivo: 2050





## Retroceso en playas por nivel medio

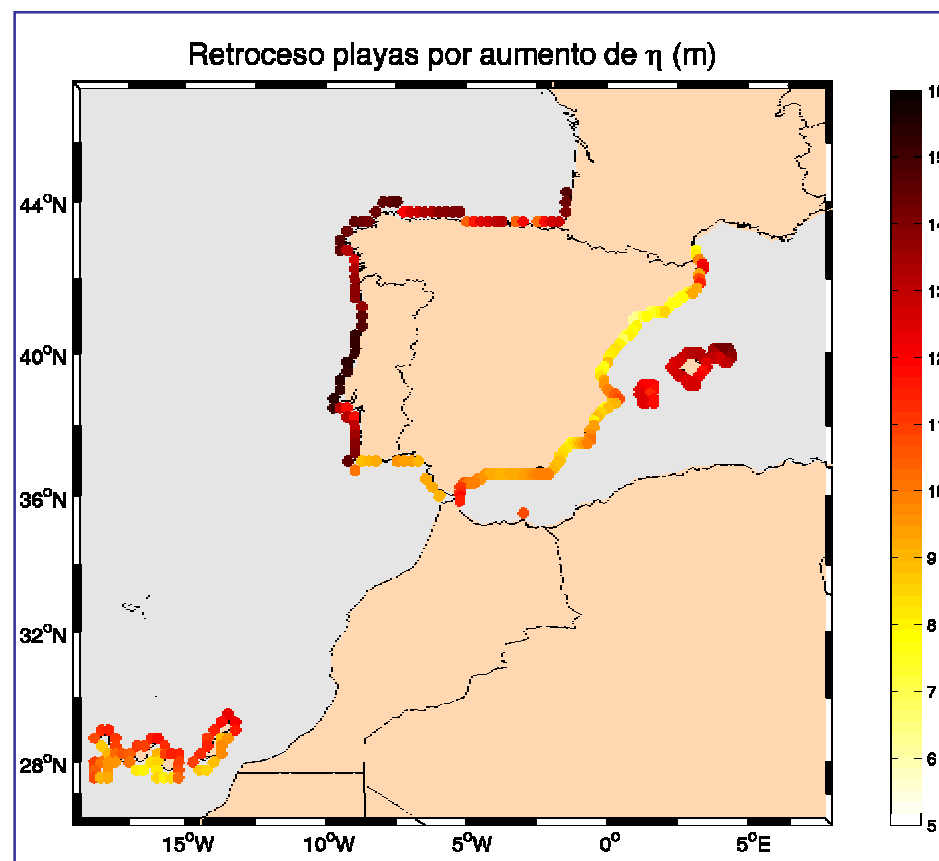
Año objetivo: 2050

- **Retroceso generalizado** en toda la zona costera, producido por un aumento del nivel medio.

- Cornisa Gallega, costa Cantábrica y Baleares: máximos retrocesos esperados (máximos valores de  $H_{s12}$ ).

- Zona del Golfo de Cádiz y Mar de Alborán: retroceso medios.

- Zona del Norte de la Costa Mediterránea: retroceso mínimos.

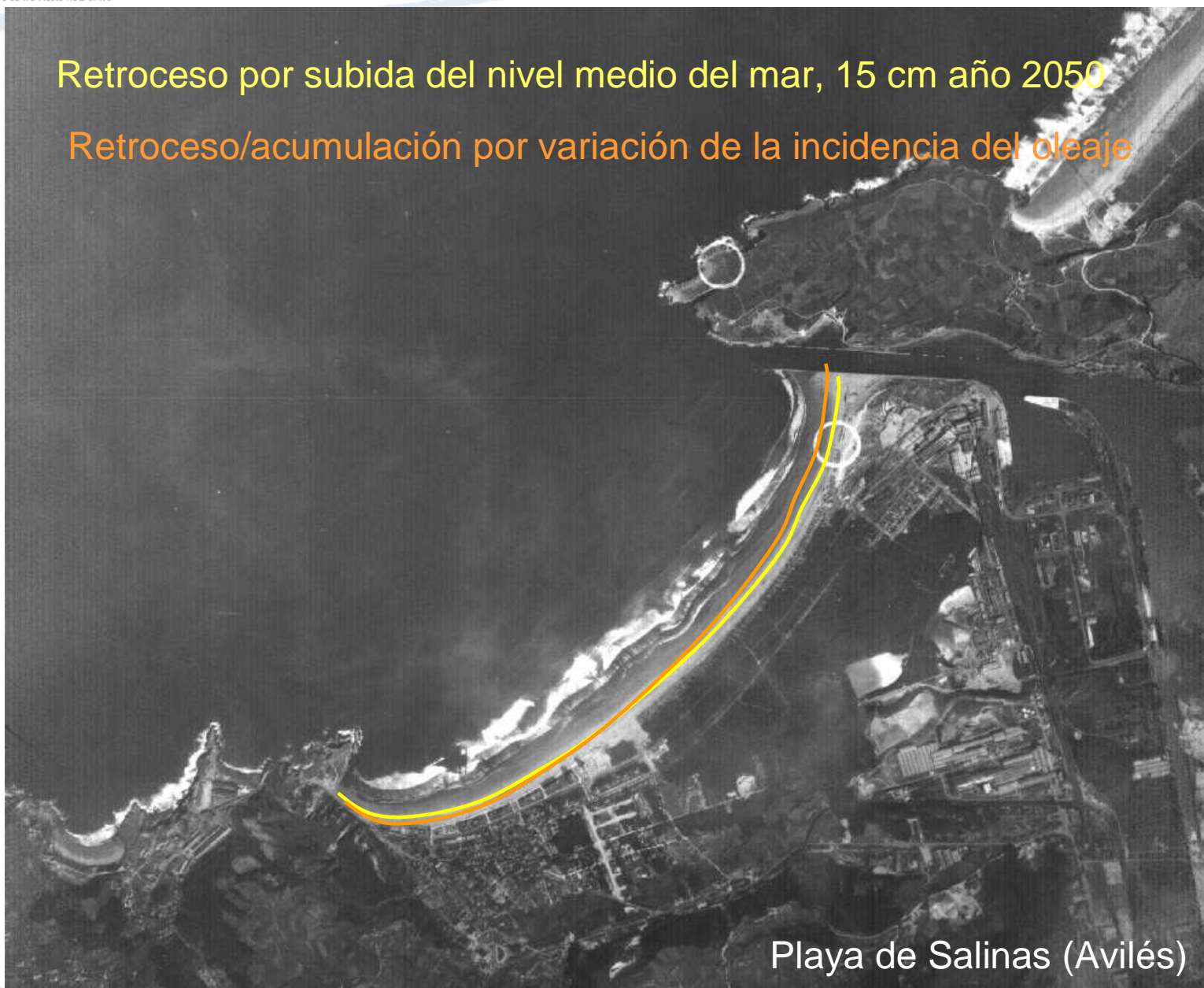


DATOS REPRESENTATIVOS		
Costa Gallega, Costa Cantábrica y Baleares	Golfo de Cádiz y Mar de Alborán	Norte de la Costa Mediterránea
RE= 15 m	RE= 10 m	RE= 8 m

¡EN TODAS LAS ZONAS  $D_{50}=0,3$  mm y  $B=1$  m!

Retroceso por subida del nivel medio del mar, 15 cm año 2050

Retroceso/acumulación por variación de la incidencia del oleaje



Playa de Salinas (Avilés)





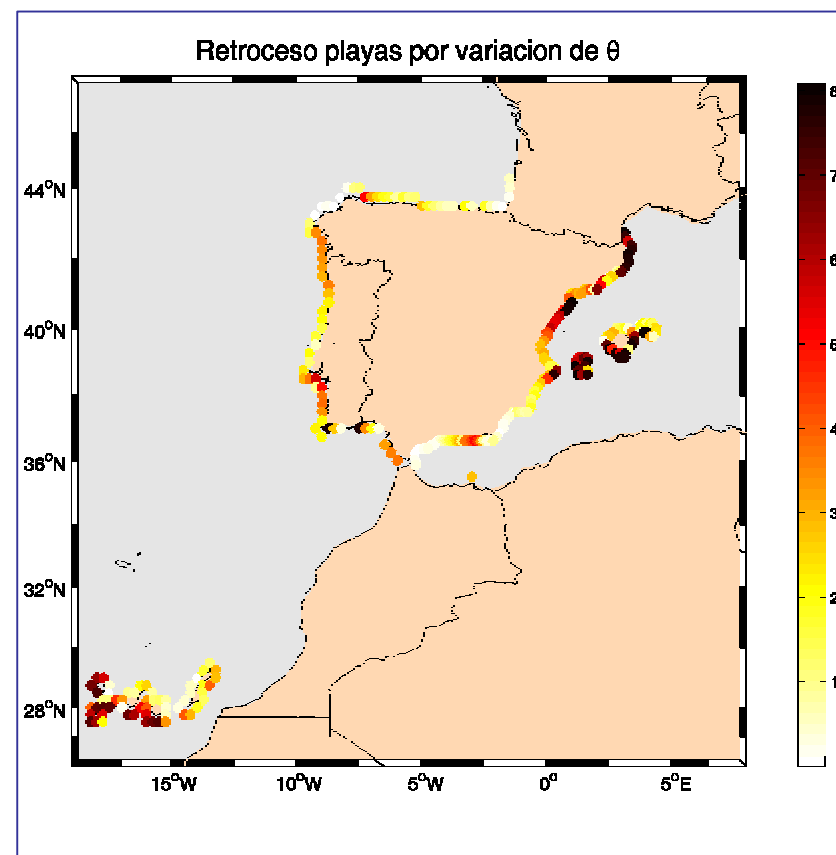
## Retroceso en playas por giro oleaje

Año objetivo: 2050

- **Retroceso generalizado** en toda la zona costera, producido por una variación en el flujo medio de energía.

-Zona de la Costa Brava y Sur de las Islas Baleares y Canarias: retrocesos máximos de hasta 50 m (inducidos por una variación en la dirección de  $8^\circ$ ).

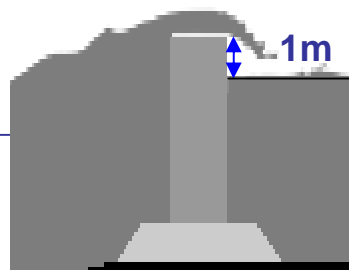
DATOS REPRESENTATIVOS		
Costa Brava, Sur de las Islas Baleares y Canarias	Norte de Galicia y Sur Mediterráneo	Resto costa
$RE_{max} = 50$ m	$RE_{max} = 10$ m	$RE_{max} = 20$ m



¡PARA PLAYAS  $L = 1000$  m!

# Rebase en obras litorales

Año objetivo: 2050



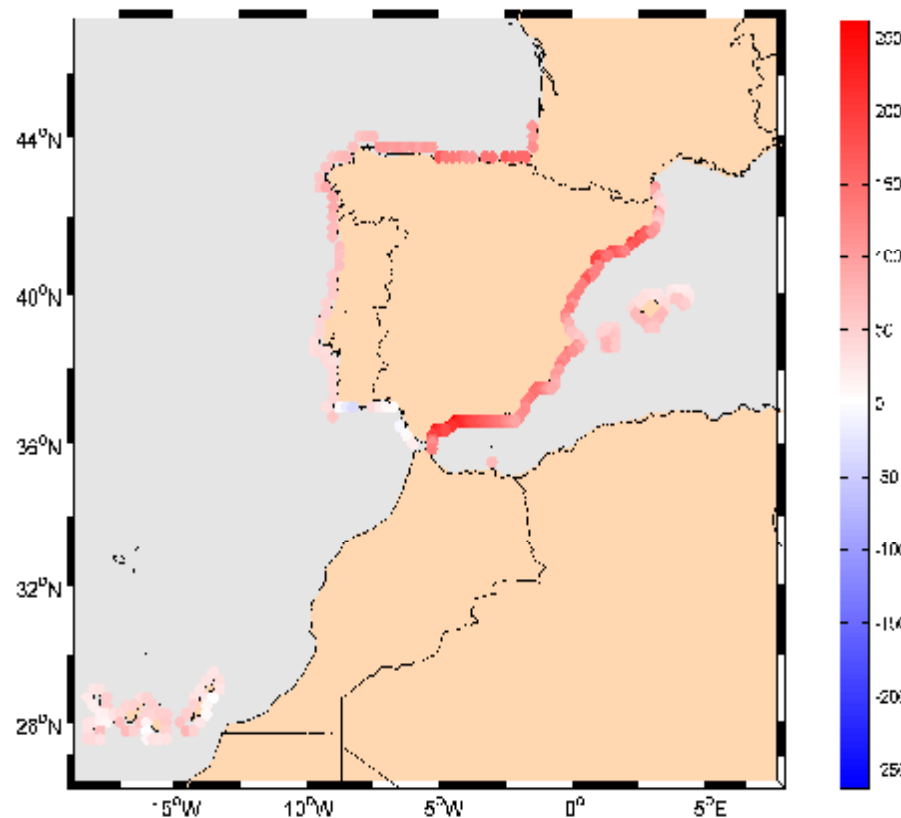
- **Aumento generalizado** del rebase a lo largo de la costa.

- Zona comprendida entre Málaga y Algeciras máximos aumentos relativos del rebase (hasta del 250 %)

### DATOS REPRESENTATIVOS

Costa Mediterránea	Costa Gallega, Costa Cantábrica	Islas
á 150-250 %	á 100 %	á 35 %

Variación adimensional del rebase  $\delta q/q * 100$



**¡EN TODAS LAS ZONAS  $R_c = 1$  m y dique vertical!**



## Peso de los bloques en obras litorales

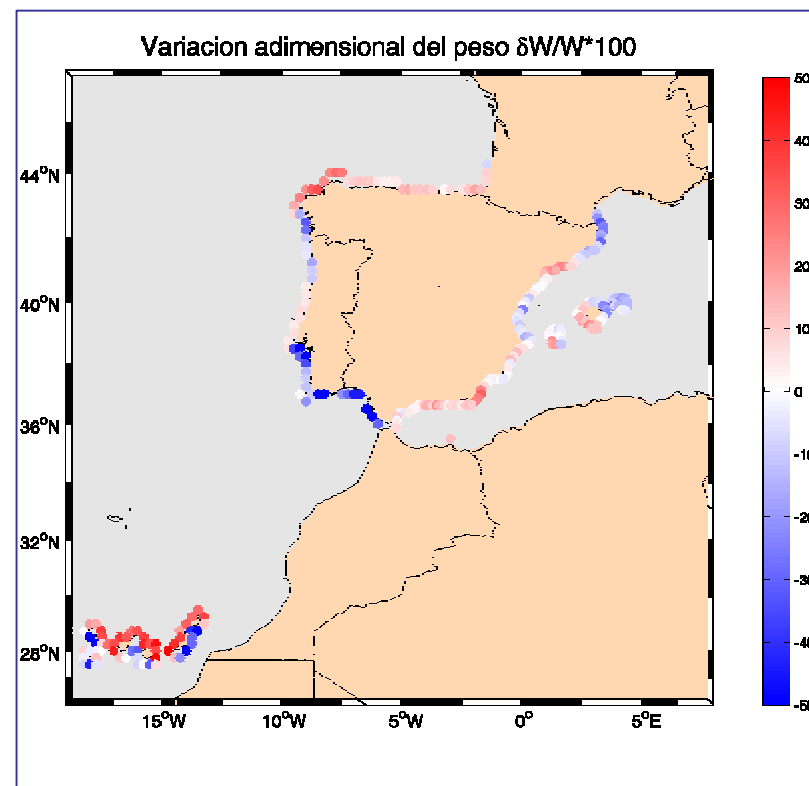
Año objetivo: 2050

- Aumento del peso de las piezas de la obra a lo largo de la costa cantábrica y Norte de Galicia.

-Máximos aumentos observados en la Costa Norte de Galicia.

- Disminución en la zona del Golfo de Cádiz, en la Costa Brava, en el Sur de las Islas Canarias y en la zona comprendida entre San Antonio y el Sur de Tarragona.

DATOS REPRESENTATIVOS		
Costa Norte Gallega y Norte Canarias	Costa Mediterránea	Golfo de Cádiz
± 40 %	-10/10 %	- 40 %



¡Altura de ola de cálculo no limitada por fondo!



**¿PODEMOS EVALUAR CUÁLES VAN A SER LOS IMPACTOS EN UN TRAMO DETERMINADO DE LA COSTA?**

## Estudios de detalle

*Ejemplo: Cartagena de Indias*





## Estudios de detalle

*Ejemplo: Cartagena de Indias*



## Estudios de detalle

*Ejemplo: Cartagena de Indias*

¿Cuál es la forma en planta de estas playas? ¿cómo será en el año 2050?



## 5. Estudios de detalle

*Ejemplo: Cartagena de Indias*

¿Cómo estimamos el transporte de sedimentos longitudinal? ¿y en el 2050?



## Estudios de detalle

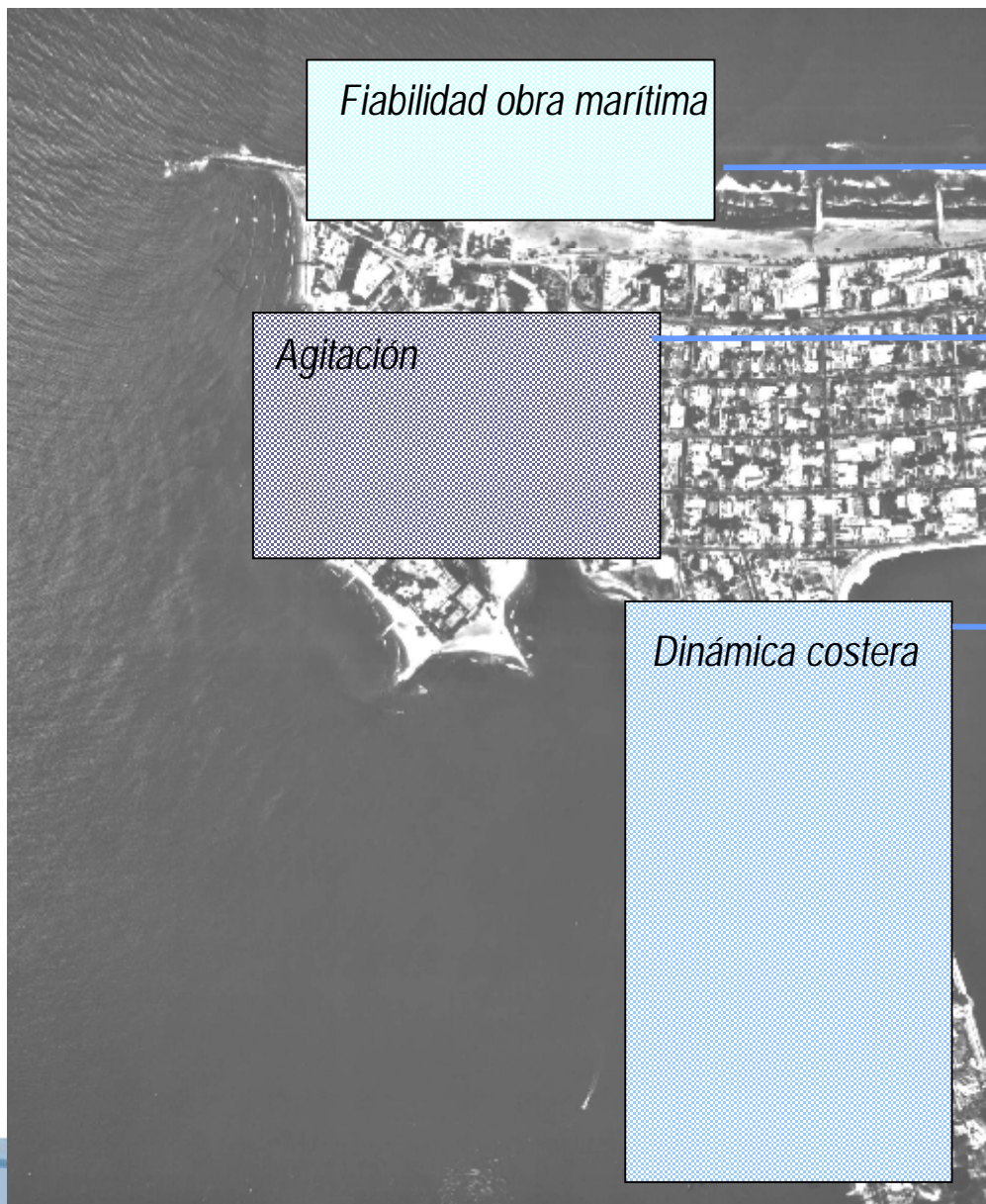
*Ejemplo: Cartagena de Indias*

¿Cuan frecuente son los eventos de inundación y deterioro de la zona costera?  
¿Aumentará la frecuencia e intensidad de estos eventos en el siglo XXI?



## Estudios de detalle

*Ejemplo: Cartagena de Indias*



*Necesitamos  
propagar el  
"clima marítimo"  
a la zona de  
estudio*

# Estudios de detalle

*Ejemplo: Cartagena de Indias*

**Sistema de Modelado Costero - [SMC-Batimetrías]**

Projecto Preproceso Medio y largo plazo Corto plazo Tict Agenda de notas! Ver Ayuda

Editor del plano de trabajo

**Control de alternativas**

Nombre	Descripción
Alternativa 1	Montaje - Batimetrías
Alternativa 2	Batimetría Básica
Alternativa 3	H2D-General

**Editor de playas en equilibrio**

Nombre: Playa 1  
 Descripción:

**Playa en equilibrio**

Planta de equilibrio Perfil de equilibrio Editor

Metodología de González & Medina 2001

Inicio en alfamin Inicio libre Punto de diseño

**Forma en planta**

Parábola de Hsu  
 Tan & Chiew  
 Espiral logarítmica  $\alpha$  30.0  
 Recta

**Punto de control**

Xd (m) 648199.648 Yd (m) 4116156.25

**Frente del oleaje**

$\theta$  (\*) S30E T (s) 10.000  
 hd (m) 2.000 Ld (m) 43.700

**Distancia de la línea de costa**

Y (m) 538.196  $\alpha$ min (\*) 23.699  
 Y.Ld 12.3156950  $\beta$  (\*) 66.301  
 Ro (m) 587.762

Batimétrica de la línea de costa 0.000

Editar polígono Editar playa Cerrar

Propagación del oleaje

Alternativa 1 X: 648559.168 m, Y: 4117343.634 m

# Estudios de detalle

*Ejemplo: Cartagena de Indias*

The screenshot displays the MOPLA software interface. The main window shows a topographic map with contour lines and a grid overlay. The grid is defined by two red arrows labeled M1 and M2, with dimensions NX=40 and NY=40. The control panel on the right contains the following sections:

**Mallas**

Clave	Descripción
M2	
M1	
M2	

**Geometría de la malla activa**

Origen: X 1195.19 Y 1318.74      Rumbo: Ángulo -54.92

Dimensiones: X 1459.10 Y 1281.81      Espaciado: Filas X 27.02 Columnas Y 23.74

Divisiones: Nº filas X 55      Editor de malla:  Rejilla visible

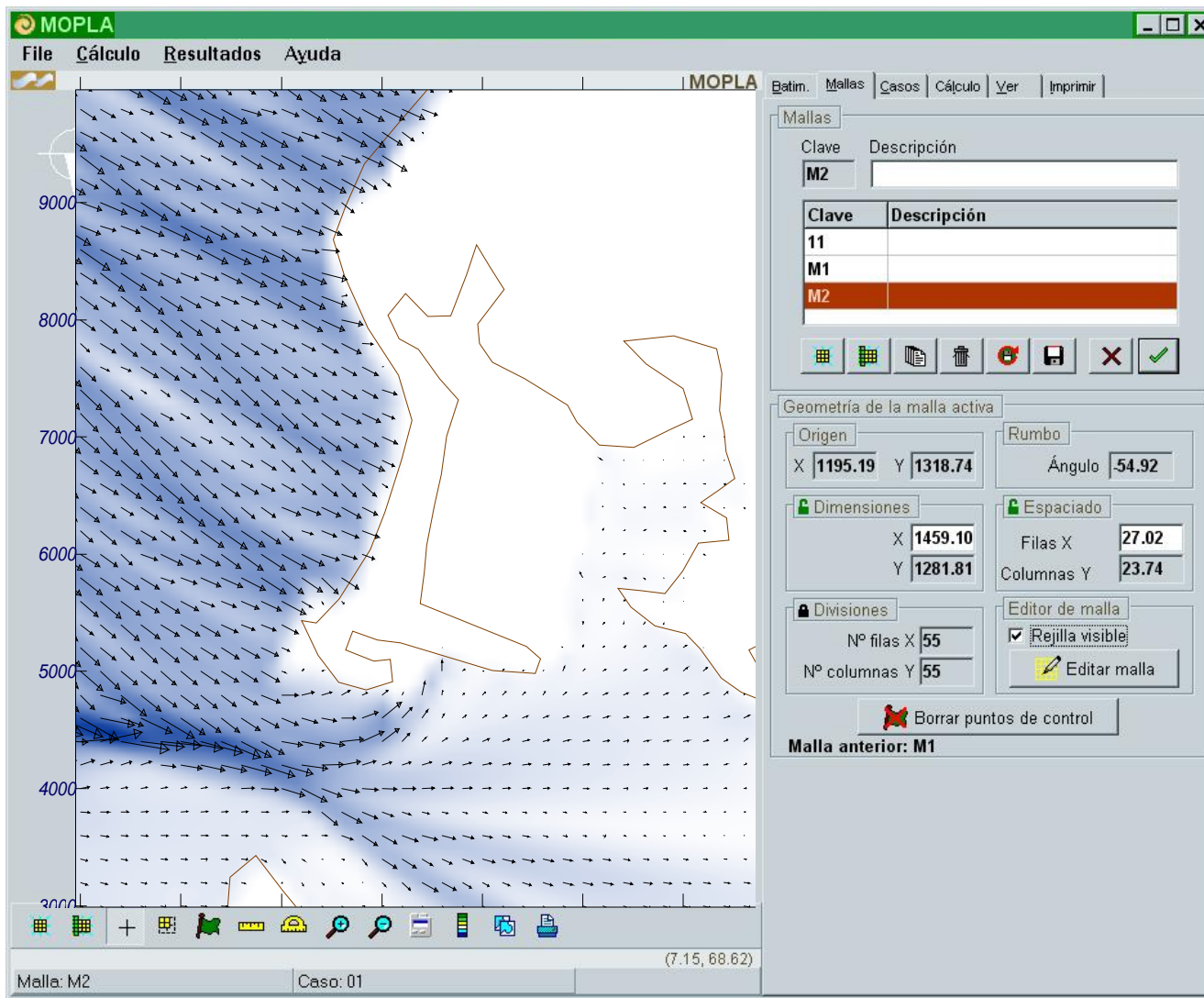
Nº columnas Y 55     

Malla anterior: M1

At the bottom of the interface, there is a status bar showing "Malla: M2", "Caso: 01", and coordinates "(7.15, 68.62)".

# Estudios de detalle

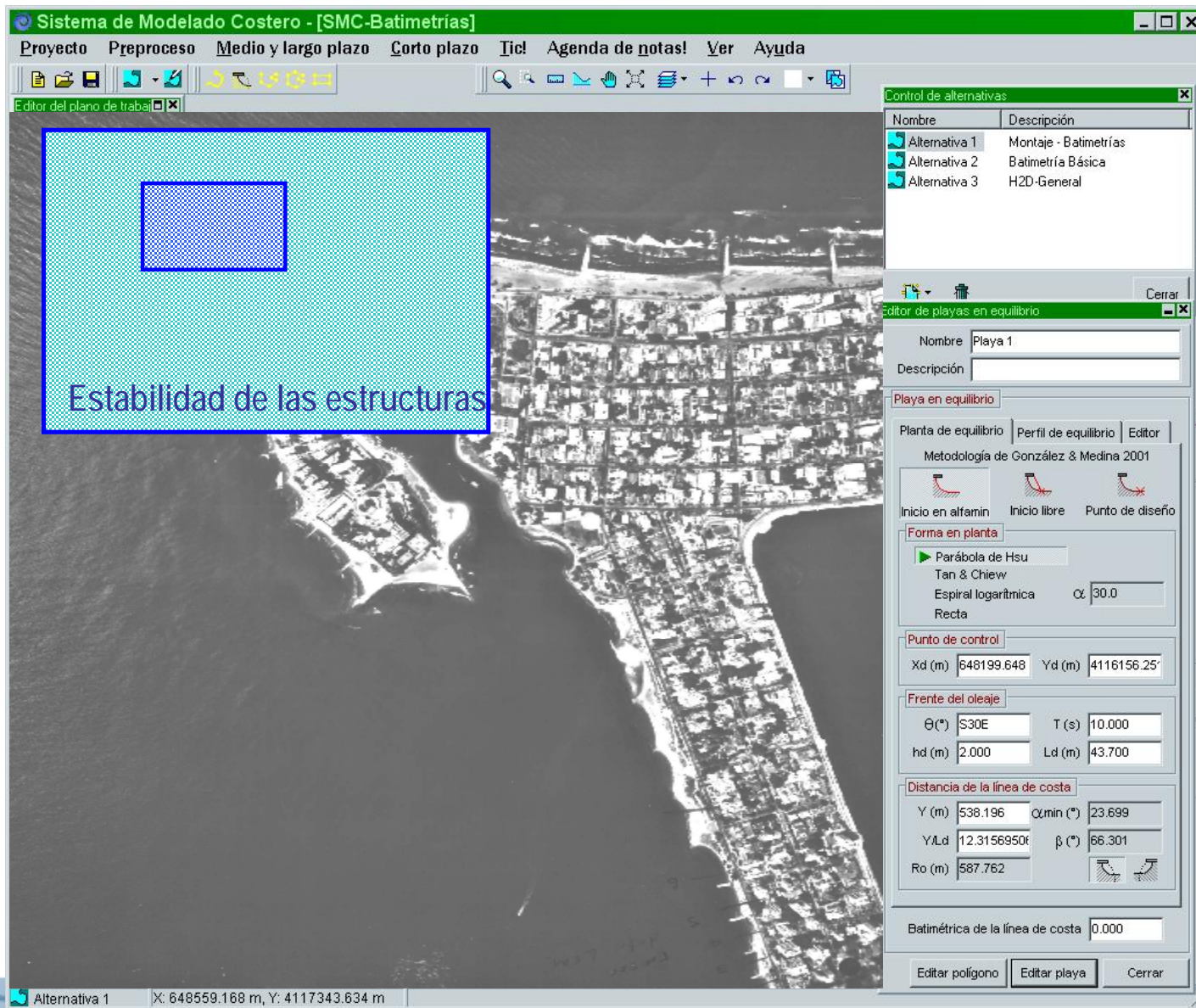
*Ejemplo: Cartagena de Indias*





# Estudios de detalle

*Ejemplo: Cartagena de Indias*



**Sistema de Modelado Costero - [SMC-Batimetrías]**

Proyecto Preproceso Medio y largo plazo Corto plazo Tlc! Agenda de notas! Ver Ayuda

Editor del plano de trabajo

Estabilidad de las estructuras

Nombre	Descripción
Alternativa 1	Montaje - Batimetrías
Alternativa 2	Batimetría Básica
Alternativa 3	H2D-General

Nombre: Playa 1  
Descripción:

Metodología de González & Medina 2001

Inicio en alfamin Inicio libre Punto de diseño

Forma en planta

- Parábola de Hsu
- Tan & Chiew
- Espiral logarítmica  $\alpha$  30.0
- Recta

Punto de control

Xd (m) 648199.648 Yd (m) 4116156.25

Frente del oleaje

$\theta$  (\*) S30E T (s) 10.000  
hd (m) 2.000 Ld (m) 43.700

Distancia de la línea de costa

Y (m) 538.196  $\alpha_{min}$  (\*) 23.699  
Y.Ld 12.3156950  $\beta$  (\*) 66.301  
Ro (m) 587.762

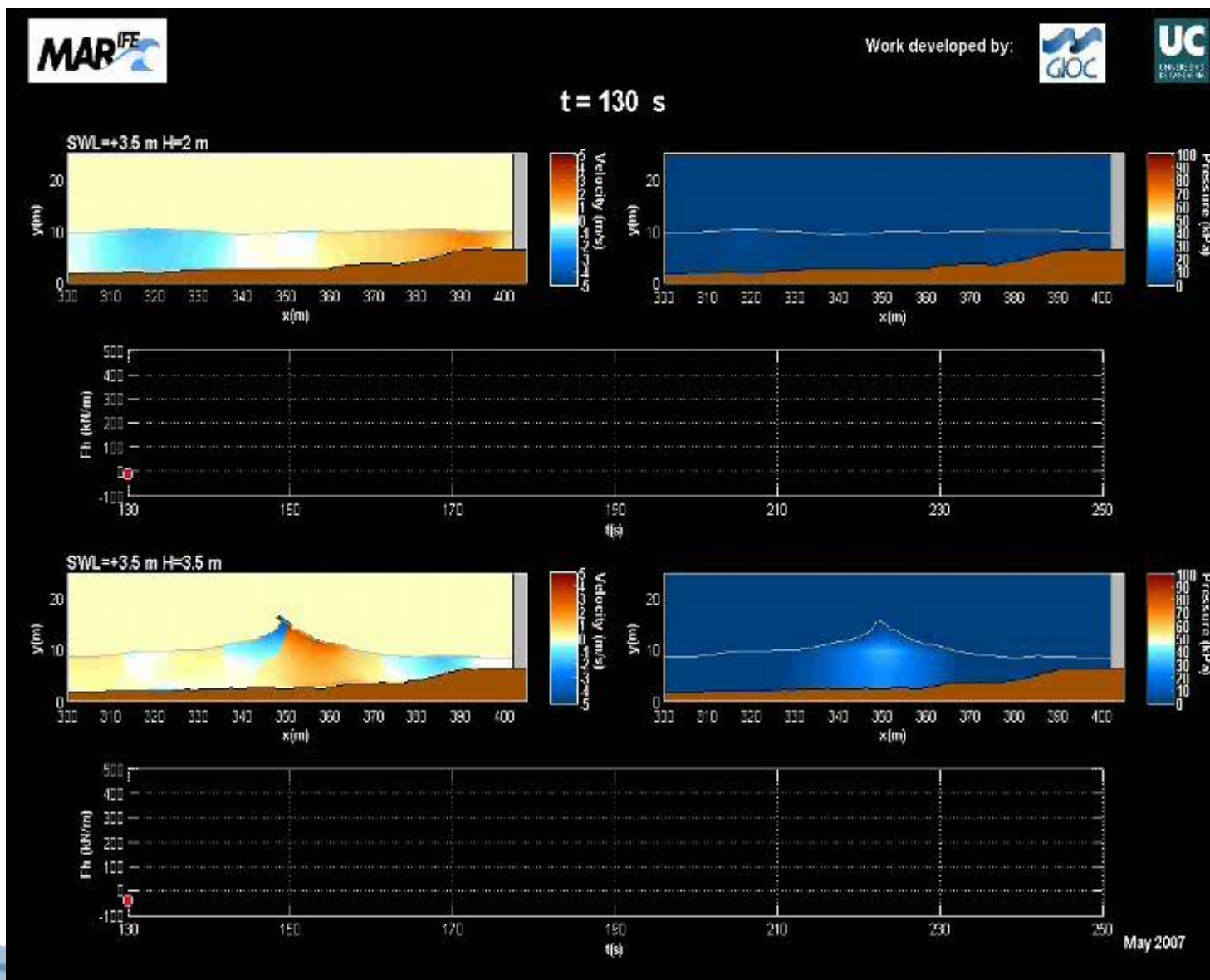
Batimétrica de la línea de costa 0.000

Editar polígono Editar playa Cerrar

Alternativa 1 X: 648559.168 m, Y: 4117343.634 m

## 5. Estudios de detalle

*Ejemplo: Cartagena de Indias*



## 5. Estudios de detalle

*Ejemplo: Cartagena de Indias*

**Sistema de Modelado Costero - [SMC-Batimetrías]**

Proyecto Preproceso Medio y largo plazo Corto plazo **Tic!** Agenda de notas! Ver Ayuda

Editor del plano de trabajo

Retroceso de la línea de costa en el año 2050

Alternativa 1 X: 648559.168 m, Y: 4117343.634 m

Nombre	Descripción
Alternativa 1	Montaje - Batimetrías
Alternativa 2	Batimetría Básica
Alternativa 3	H2D-General

**Editor de playas en equilibrio**

Nombre: Playa 1  
 Descripción:

**Playa en equilibrio**

Planta de equilibrio Perfil de equilibrio Editor

Metodología de González & Medina 2001

Inicio en alfamin Inicio libre Punto de diseño

**Forma en planta**

Parábola de Hsu  
 Tan & Chiew  
 Espiral logarítmica  $\alpha$  30.0  
 Recta

**Punto de control**

Xd (m) 648199.648 Yd (m) 4116156.25

**Frente del oleaje**

$\theta$  (°) S30E T (s) 10.000  
 hd (m) 2.000 Ld (m) 43.700

**Distancia de la línea de costa**

Y (m) 538.196  $\alpha_{min}$  (°) 23.699  
 Y.Ld 12.3156950  $\beta$  (°) 66.301  
 Ro (m) 587.762

Batimétrica de la línea de costa 0.000

Editar polígono Editar playa Cerrar

## 5. Estudios de detalle

*Ejemplo: Cartagena de Indias*

Sistema de Modelado Costero - [SMC-Batimetrías]

Proyecto Preproceso Medio y largo plazo Corto plazo Tlc Agenda de notas! Ver Ayuda

Editor del plano de trabajo

**Giro de las playas en el año 2050**

Nombre	Descripción
Alternativa 1	Montaje - Batimetrías
Alternativa 2	Batimetría Básica
Alternativa 3	H2D-General

Nombre: Playa 1  
 Descripción:

Playa en equilibrio

Planta de equilibrio Perfil de equilibrio Editor

Metodología de González & Medina 2001

Inicio en alfamin Inicio libre Punto de diseño

Forma en planta

Parábola de Hsu  
 Tan & Chiew  
 Espiral logarítmica  $\alpha$  30.0  
 Recta

Punto de control

Xd (m) 648199.648 Yd (m) 4116156.25

Frente del oleaje

$\theta$  (°) S30E T (s) 10.000  
 hd (m) 2.000 Ld (m) 43.700

Distancia de la línea de costa

Y (m) 538.196  $\alpha_{min}$  (°) 23.699  
 Y.Ld 12.3156950  $\beta$  (°) 66.301  
 Ro (m) 587.762

Batimétrica de la línea de costa 0.000

Editar polígono Editar playa Cerrar

Alternativa 1 X: 648559.168 m, Y: 4117343.634 m

## Propuesta de estrategias

- Estrategias destinadas a la reducción de incertidumbres asociadas a los posibles forzamientos inducidos por efecto del cambio climático y a la falta de conocimiento y metodologías para su análisis.
- Estrategias encaminadas a la evaluación cualitativa y cuantitativa de la vulnerabilidad de las zonas costeras
- Estrategias encaminadas a la concienciación social de la problemática inducida en la costa por efecto del cambio climático
- Estrategias encaminadas a la mitigación de los efectos del cambio climático mediante estrategias de actuación indirectas.
- Políticas encaminadas a la aplicación de estrategias de retroceso.
- Políticas encaminadas a la aplicación de estrategias de acomodación.
- Políticas encaminadas a la aplicación de estrategias de protección

## Estrategias encaminadas a la mitigación de los efectos del cambio climático mediante estrategias de actuación indirectas.

- Evitar o minimizar cualquier tipo de actuación conducente a la desestabilización de la línea de la costa.
- Favorecer actuaciones conducentes a la estabilización de playas, y dunas; rehabilitación del transporte de sedimentos en zonas de erosión, etc.
- Favorecer la estricta aplicación de la Ley de Costas y su reglamento como herramienta fundamental para proteger la misma.

## Políticas encaminadas a la aplicación de estrategias de retroceso.

- Facilitar la migración hacia el interior de zonas de marismas y humedales favoreciendo las estrategias de retroceso.
- En zonas altamente vulnerables evitar futuros desarrollos en zonas de retroceso. Revisión de deslindes y aplicación de la Ley de Costas.
- En zonas parcialmente recuperables introducir la planificación territorial necesaria introduciendo estudios de vulnerabilidad frente al efecto del cambio climático.
- En nuevas ocupaciones realizar concesión de permisos condicionados; concesiones limitadas; acuerdos de reubicación y/o demolición.
- Retirada paulatina de subvenciones a cultivos en zonas bajas del litoral que puedan ser ocupados para estrategias de retroceso
- Establecimiento de estrategias de expropiación/indemnización
- Incentivos fiscales para la compra de terrenos con fines conservacionistas.

## Políticas encaminadas a la aplicación de estrategias de acomodo

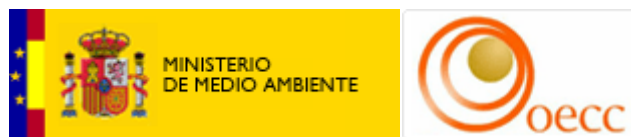
- Favorecer la implementación de una Gestión Integral de la Zona Costera en la que se incluya los potenciales efectos del cambio climático como un elemento más a considerar.
- Favorecer un planeamiento y ordenación del territorio anticipándose al cambio climático; modificación de usos; adaptación de normas de edificación en zonas vulnerables; protección de ecosistemas en peligro, etc.
- Introducir en el diseño de nuevas infraestructuras costeras el efecto del cambio climático en la vida útil de la obra.
- Re-evaluar las infraestructuras en zonas de alta vulnerabilidad.
- Fomentar la introducción del efecto del cambio climático en las Recomendaciones de Obras Marítimas y en otras recomendaciones y normas aplicables a infraestructuras en zonas altamente vulnerables.



## Conclusiones

- El impacto del cambio climático en la costa es una evidencia
- Las políticas o estrategias encaminadas a la adaptación de los efectos del cambio climático en la costa deben ser aplicadas en todo el litoral y, por tanto, planteadas globalmente.
- El riesgo asociado al impacto debe evaluarse localmente dada la alta variabilidad en la vulnerabilidad de las zonas costeras
- Las actuaciones e inversiones para la adaptación ante los posibles efectos del cambio climático, deben ser priorizadas mediante la realización de estudios de detalle que consideren la vulnerabilidad de las zonas estudiadas.
- La adaptación en zonas altamente modificadas por el hombre o en situación de inestabilidad es mucho más compleja.
- Muchos de los impactos identificados pueden generar unos costes socioeconómicos (turismo, infraestructuras, desplazamiento de industrias y zonas urbanas, etc.) que deben ser evaluados con el fin de cuantificar adecuadamente los riesgos derivados del cambio climático

## Estudio financiado por la Oficina Española de Cambio Climático



**Ministerio de Medio Ambiente**