

## **MARCO CONCEPTUAL**

### **PELIGROSIDAD**

### **EXPOSICIÓN Y VULNERABILIDAD**

### **IMPACTOS**

### **CONSECUENCIAS Y RIESGO**

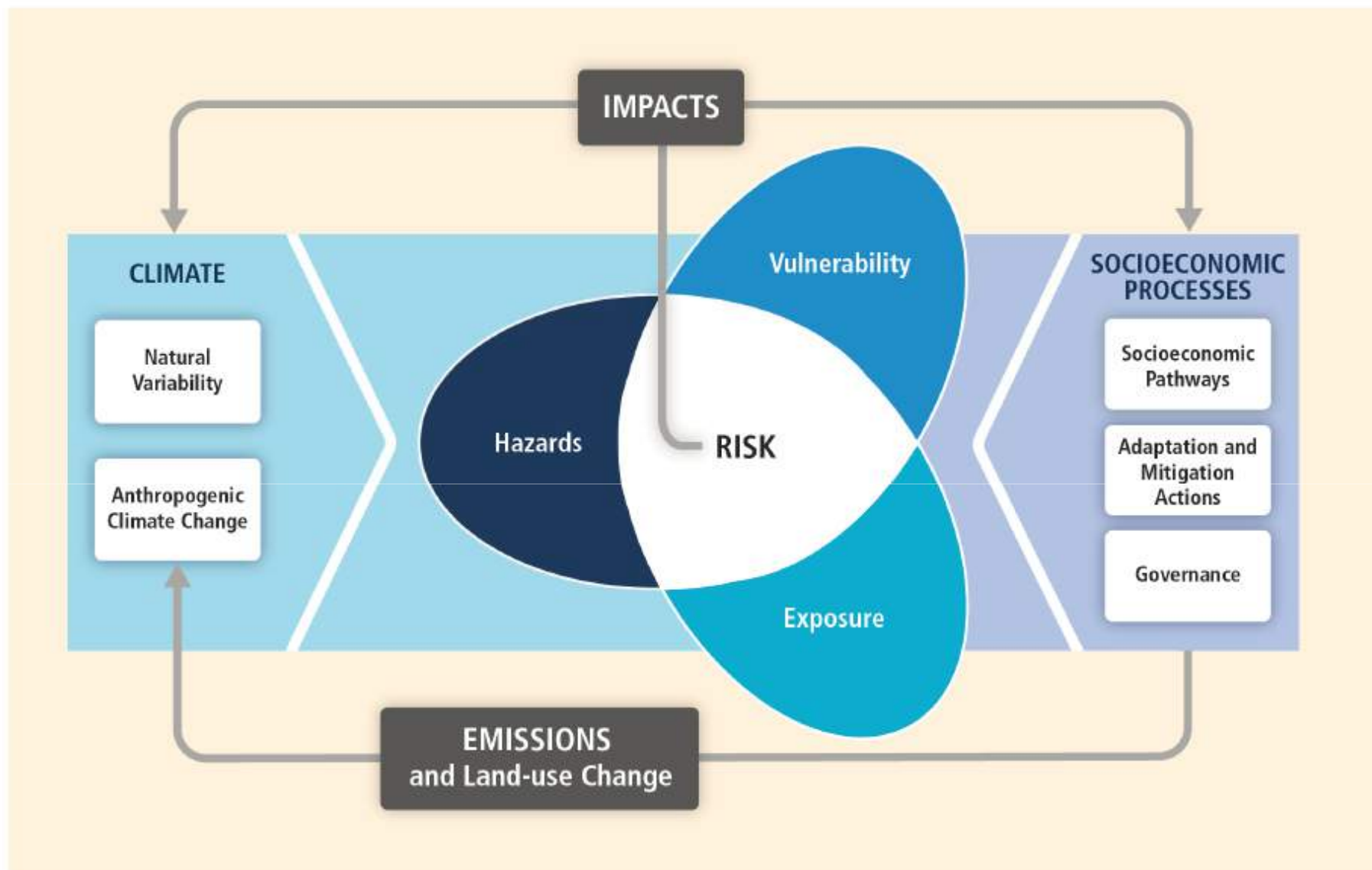


Figure SPM.1.

## 1. PELIGROSIDAD. DINÁMICAS

1.1. VARIABLES CONSIDERADAS

1.2. BASES DE DATOS DE ALTA RESOLUCIÓN

1.3. ANÁLISIS HISTÓRICO

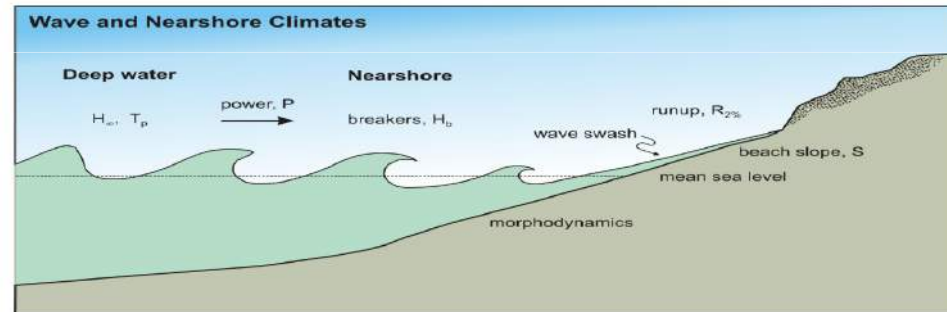
1.4. PROYECCIONES

1.5. ESCENARIOS CLIMÁTICOS

## Dinámicas mete-oceanográficas

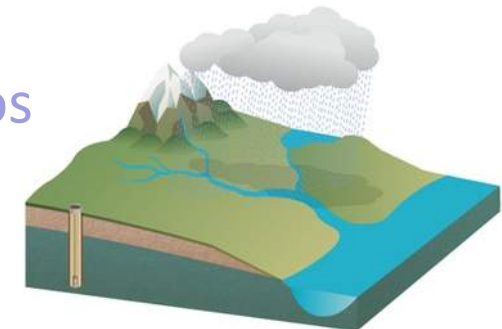


- Condiciones atmosféricas
- Nivel del mar
- Oleaje
- Temperatura del agua del mar



## Dinámicas hidro-climáticas

- Precipitación
- Caudales de ríos



# Marco conceptual Tipos de Tiempo

Historical Info

Calibration  
(Statistical  
downscaling)

Validation  
Wave Hindcast  
Wave Forecast  
Wave Projections

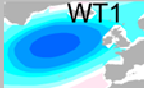

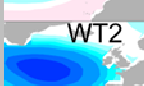
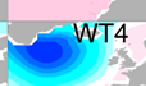
**ATMOSPHERIC DATA**  
(PREDICTOR)  
 $X = SLP$

①

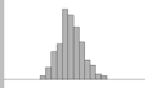
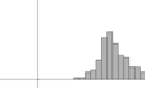
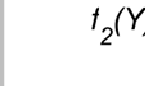
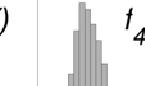
**WAVE DATA**  
(PREDICTAND)  
 $Y = \{H_s, T_m, Dir, \dots\}$

**PREDICTOR PRE-PROCESS** ②  
(Spatial domain, temporal lag, gradients, ...)

③ **WEATHER TYPES**  
(K-means clustering)

		$p_1$	$p_3$
		$p_2$	$p_4$
$WT_i$		$p_i(WT_i)$	

④ **ASSOCIATED SEA-STATES**

	
	
$f(y) = \sum p_i f_i(Y)$	

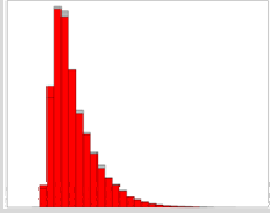
**NEW PROBABILITIES**

$p_i'(WT_i)$	$p_1'$	$p_3'$
	$p_2'$	$p_4'$

⑤

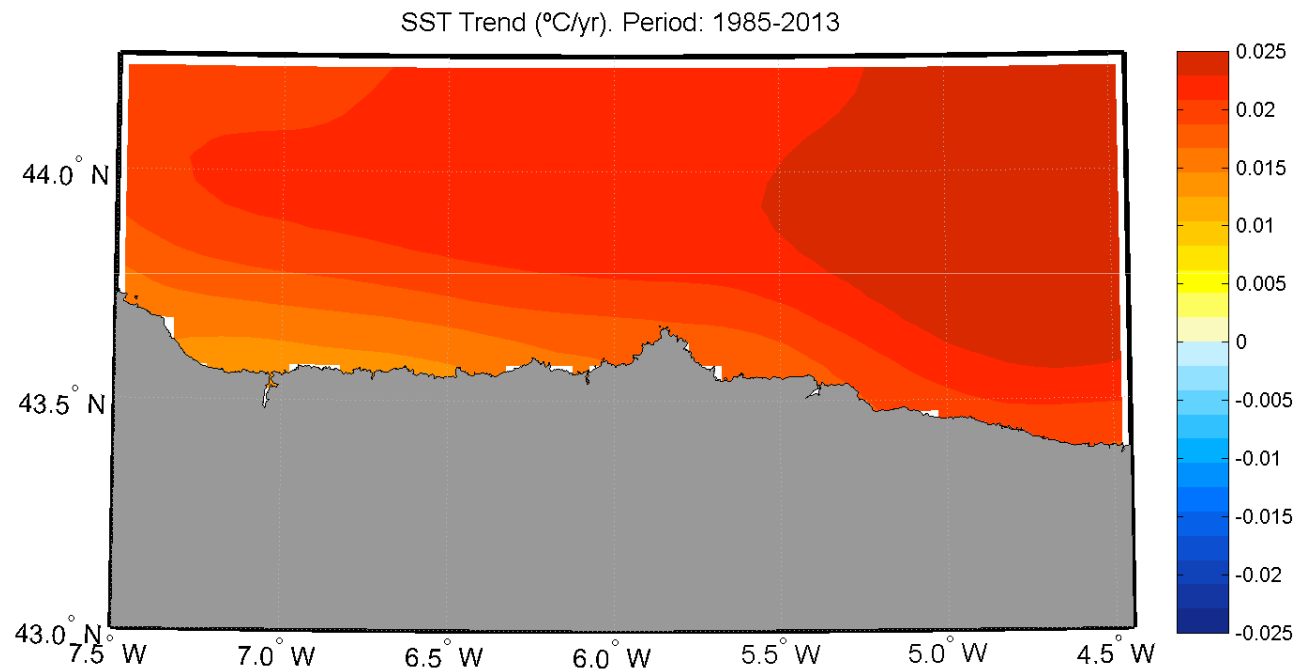
**INFERRED SEA-STATES**

$f'(Y) = \sum p_i' f_i(Y)$



# TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL AGUA DEL MAR

Tendencia de largo plazo (1985-2013)  
(significancia del 95% en todos los puntos analizados)

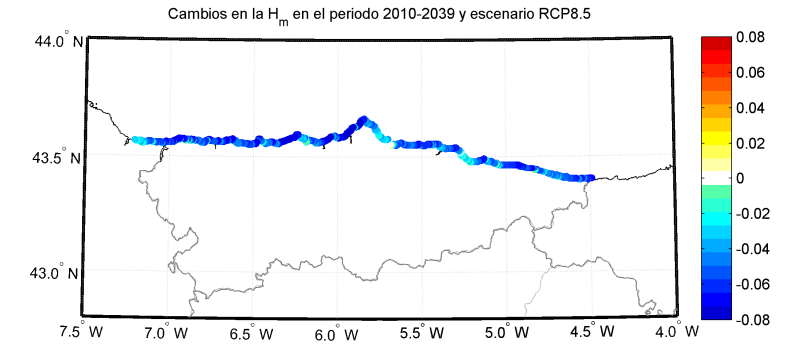
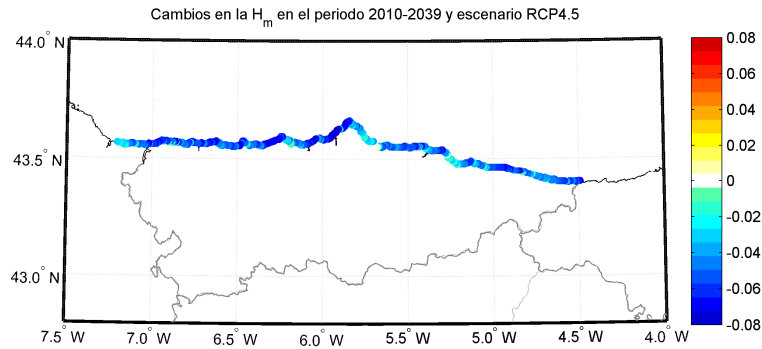


Un incremento de **0.44 °C** en la temperatura superficial del agua del mar en los últimos 30 años!

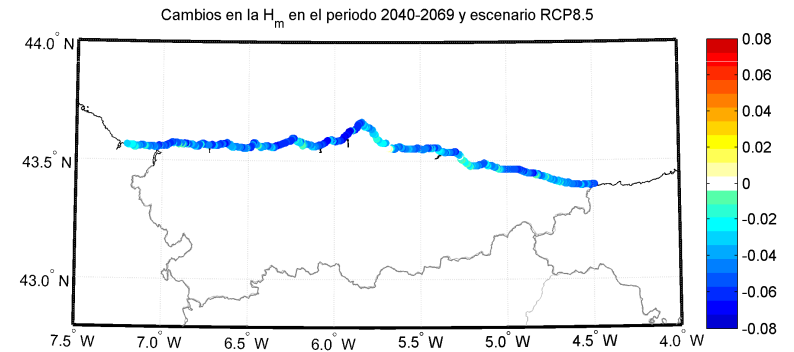
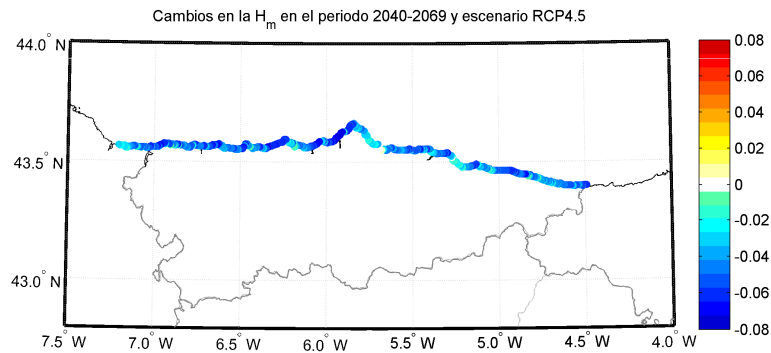
RCP4.5

RCP8.5

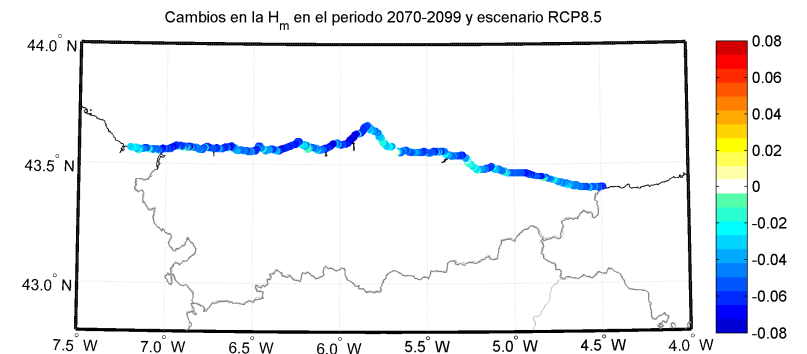
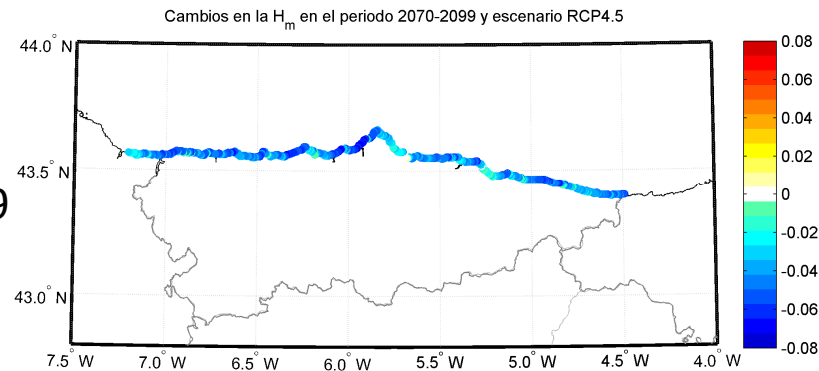
2010-2039



2040-2069



2070-2099



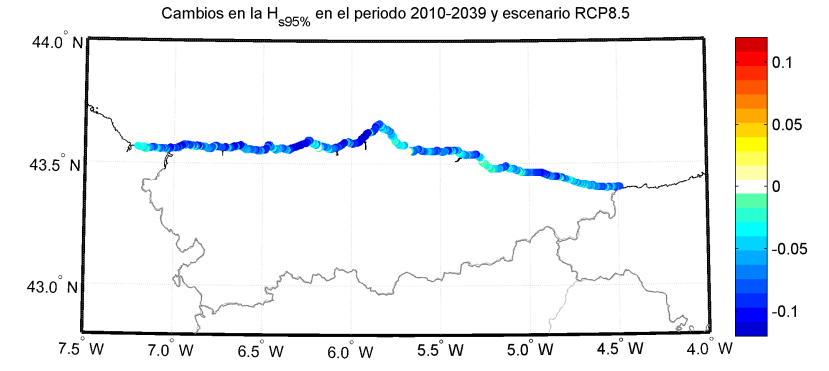
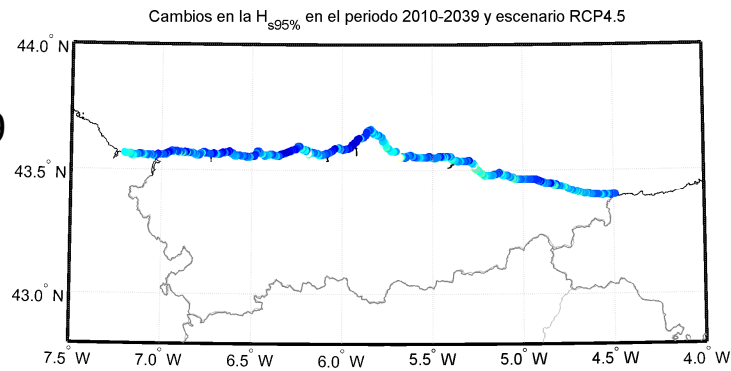
# PROYECCIONES OLEAJE. Cambios en la $H_{s95}$ (m)

RCP4.5

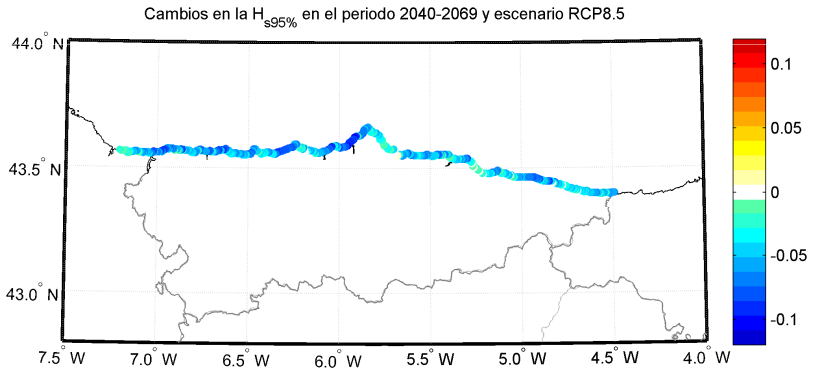
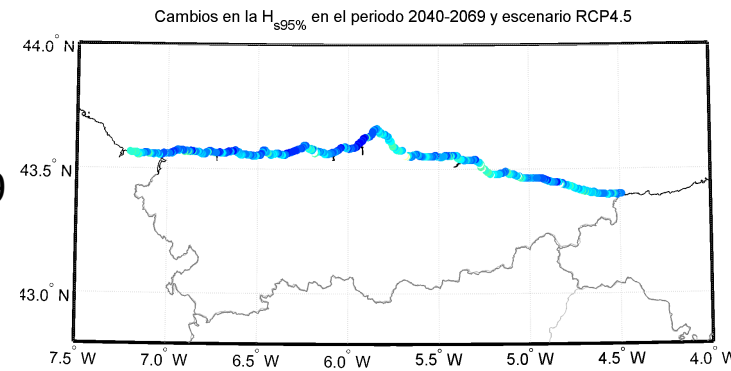
RCP8.5



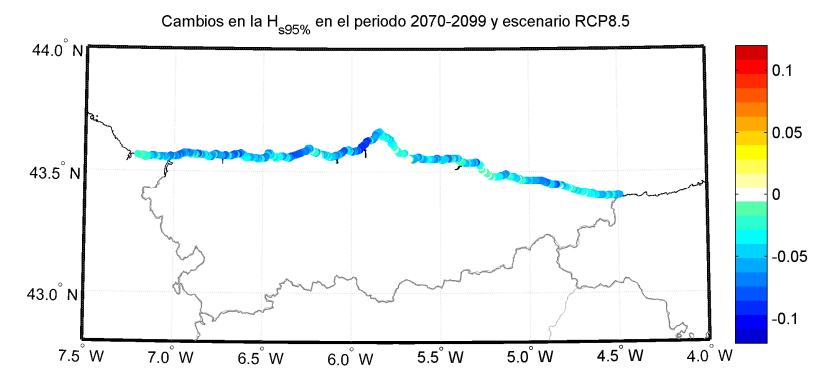
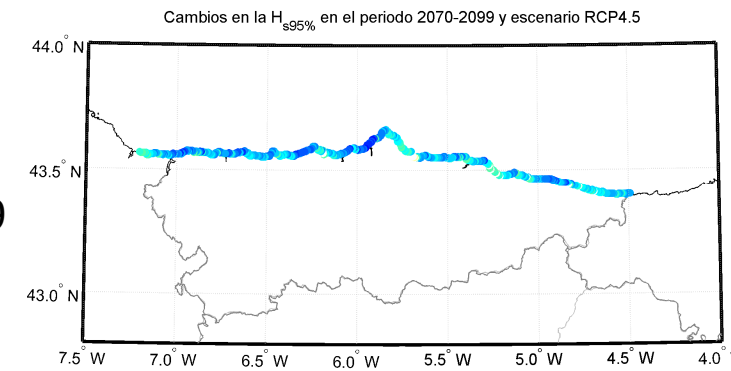
2010-2039



2040-2069



2070-2099





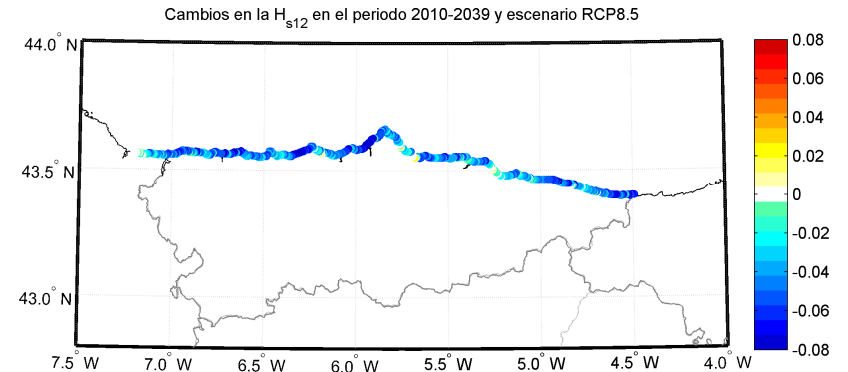
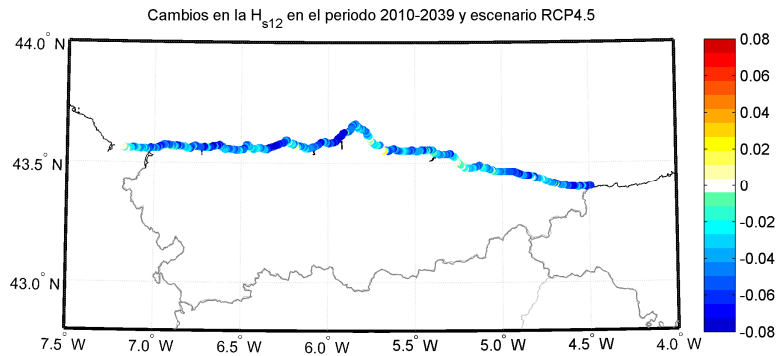
# PROYECCIONES OLEAJE. Cambios en la $H_{s12}$ (m)

RCP4.5

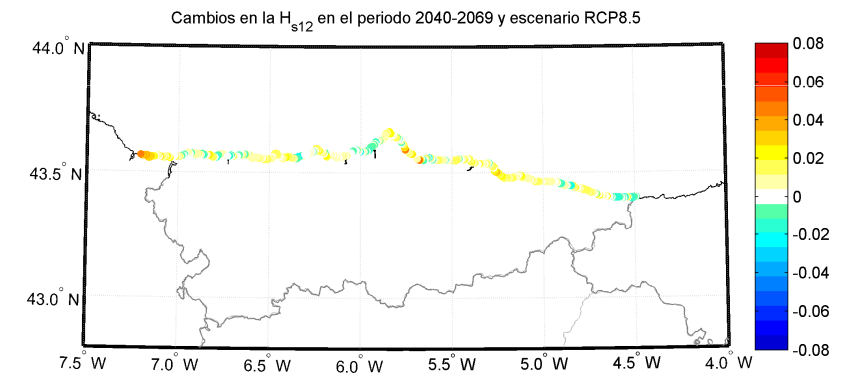
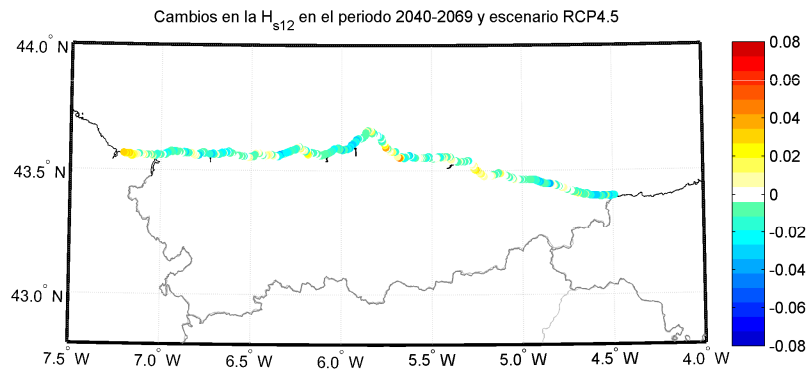
RCP8.5



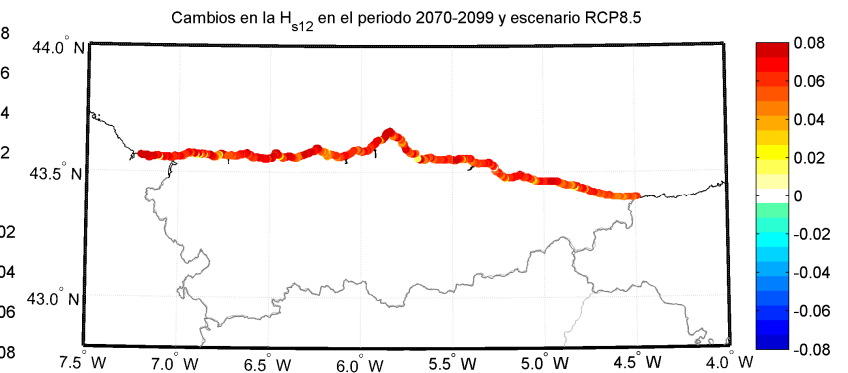
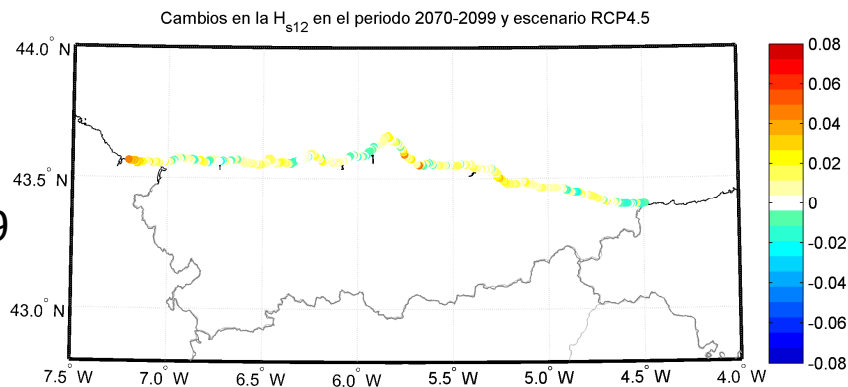
2010-2039



2040-2069



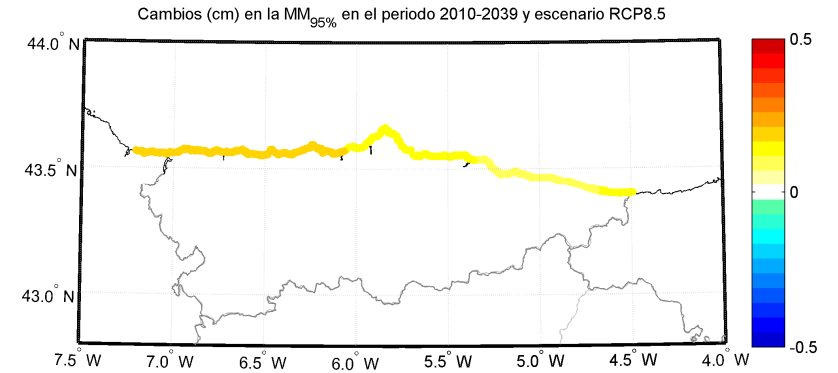
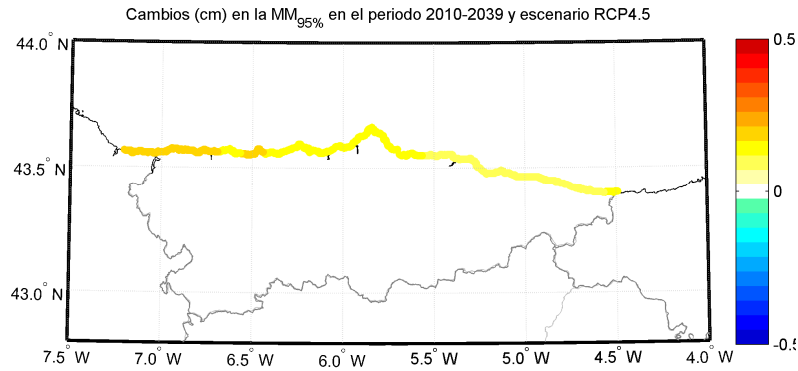
2070-2099



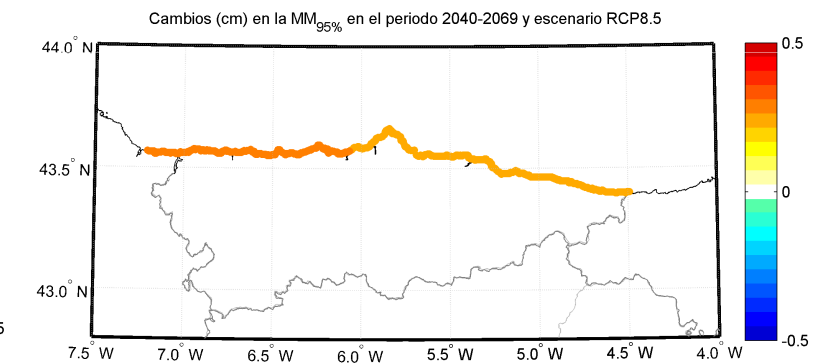
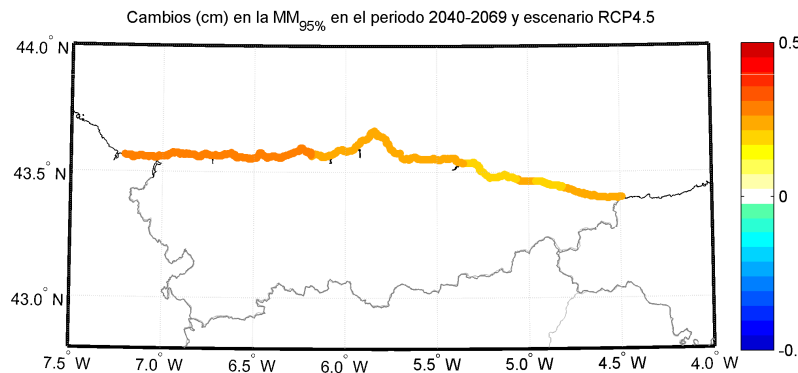
RCP4.5

RCP8.5

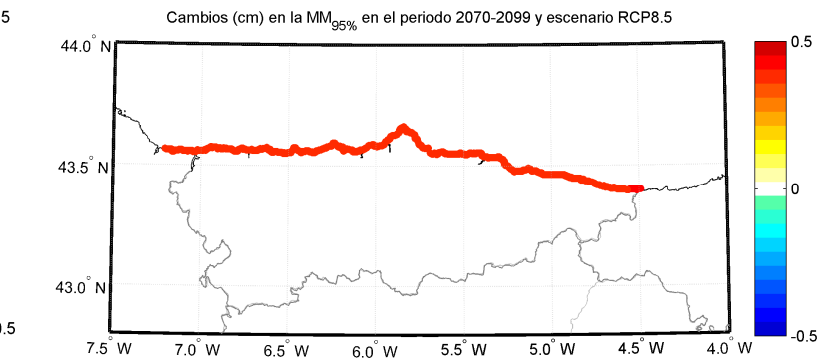
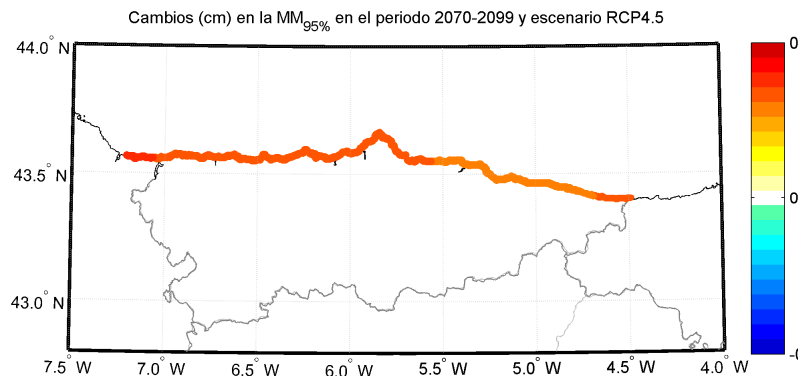
2010-2039



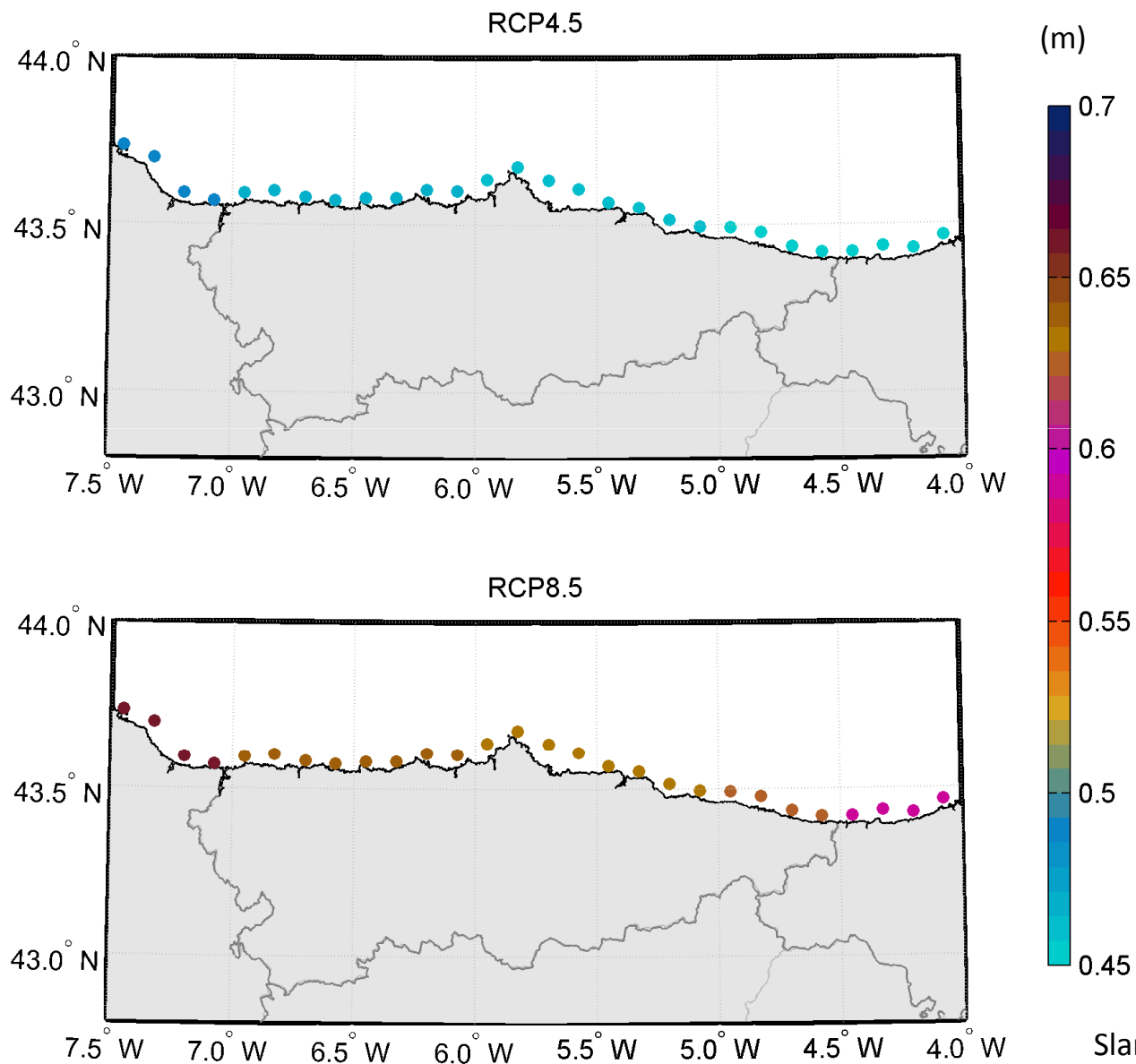
2040-2069



2070-2099



# PROYECCIONES DEL NIVEL MEDIO DEL MAR REGIONAL

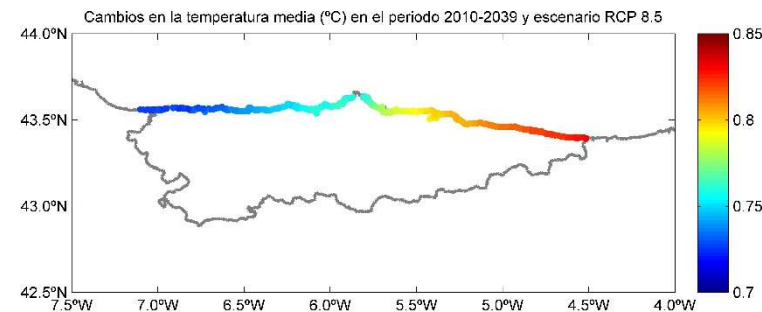
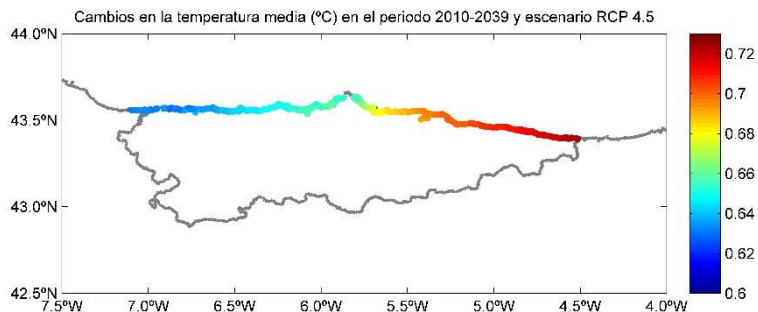


# PROYECCIONES TEMPERATURA SUPERFICIAL AGUA DEL MAR.

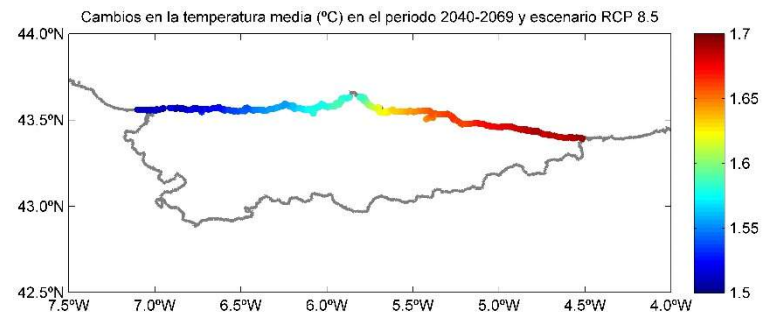
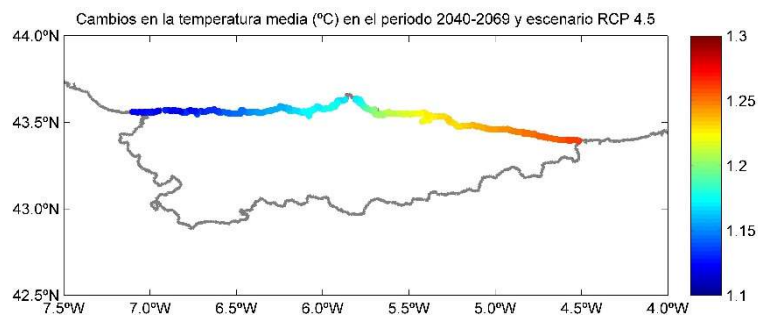
Cambios en la SST<sub>media</sub> (°C)  
RCP4.5

RCP8.5

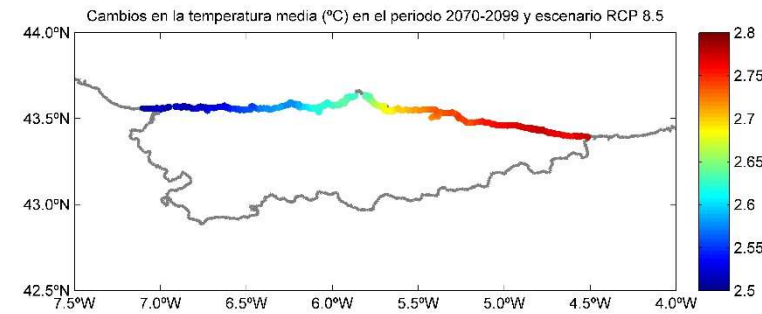
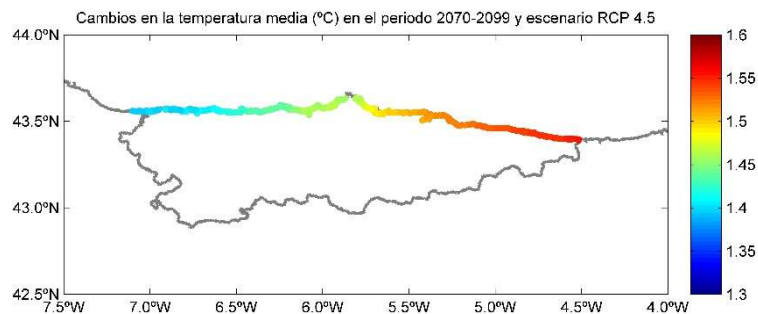
2010-2039



2040-2069



2070-2099



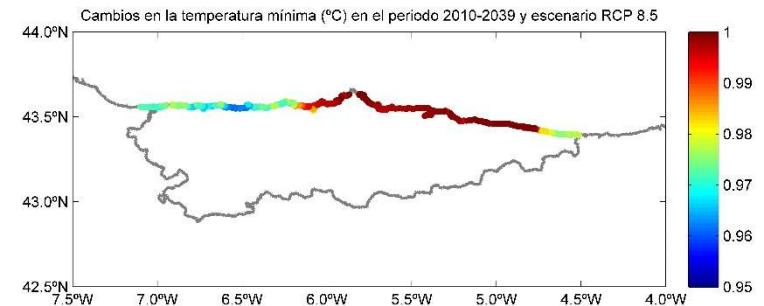
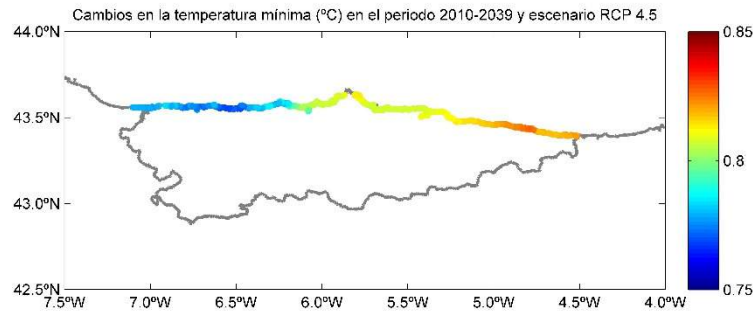
# PROYECCIONES TEMPERATURA SUPERFICIAL AGUA DEL MAR.

## Cambios en la SST<sub>min</sub> (°C)

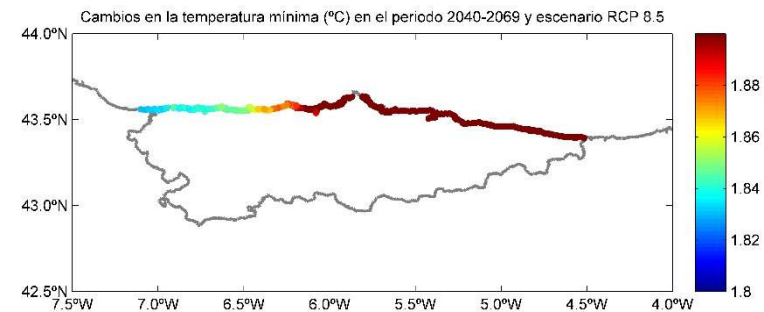
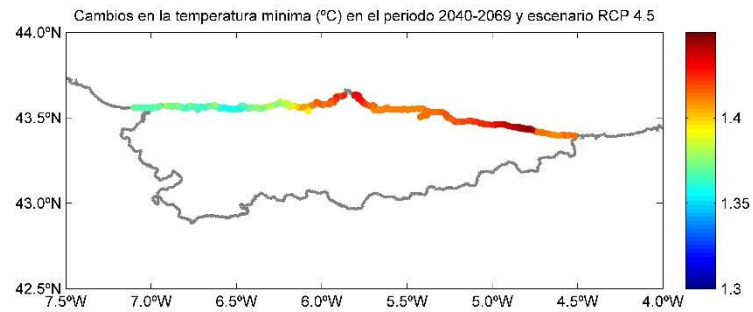
### RCP4.5

### RCP8.5

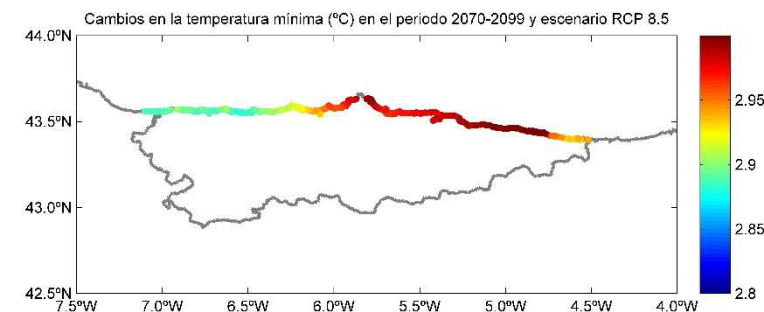
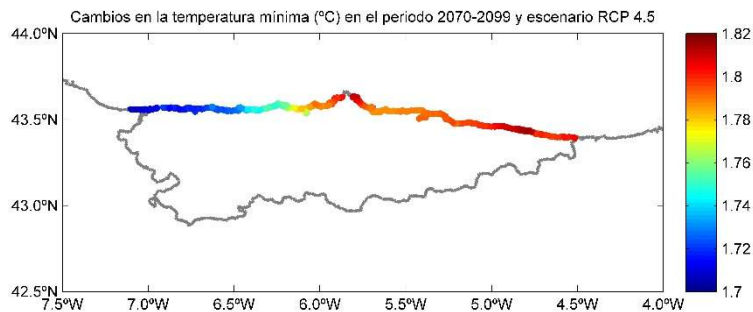
2010-2039



2040-2069



2070-2099



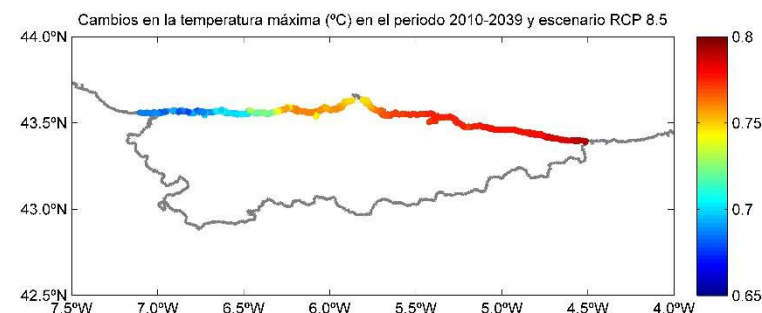
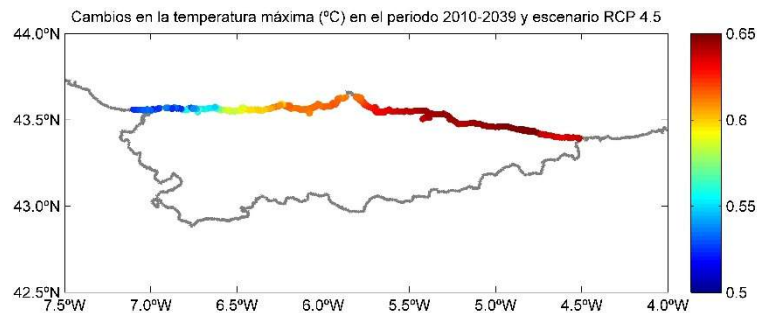


# PROYECCIONES TEMPERATURA SUPERFICIAL AGUA DEL MAR.

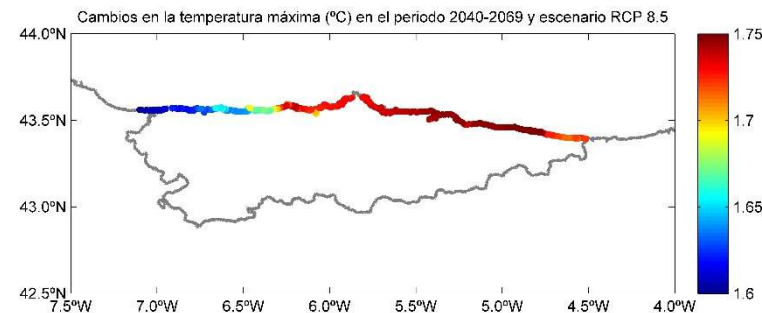
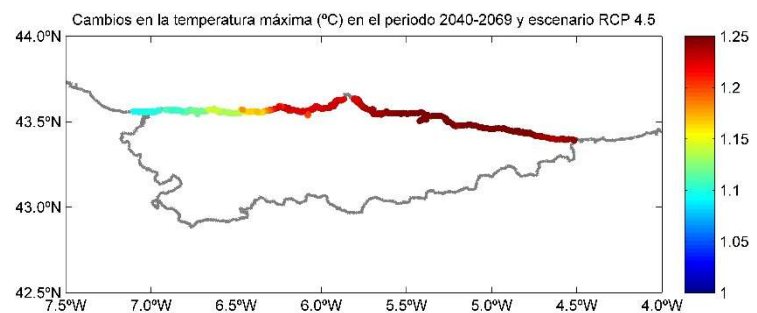
Cambios en la SST<sub>max</sub> (°C)  
RCP4.5

RCP8.5

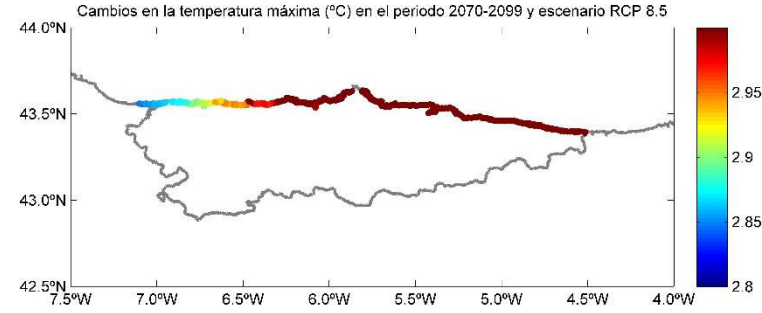
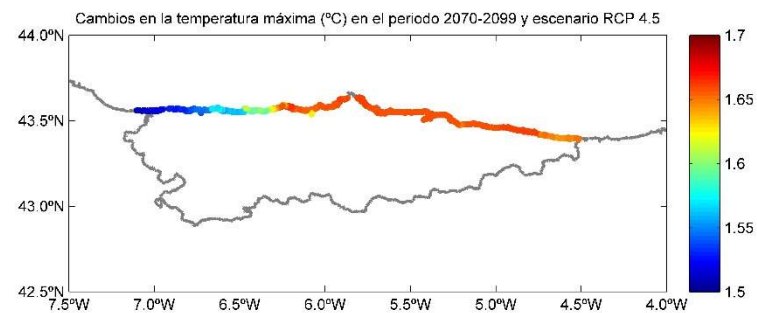
2010-2039



2040-2069



2070-2099



## 2. EXPOSICIÓN Y VULNERABILIDAD

2.1. MODELO DIGITAL DEL TERRENO (MDT)

2.2. BASES DE DATOS SOCIOECONÓMICAS

2.3. EVOLUCIÓN HISTÓRICA Y PROYECCIONES SOCIOECONÓMICAS

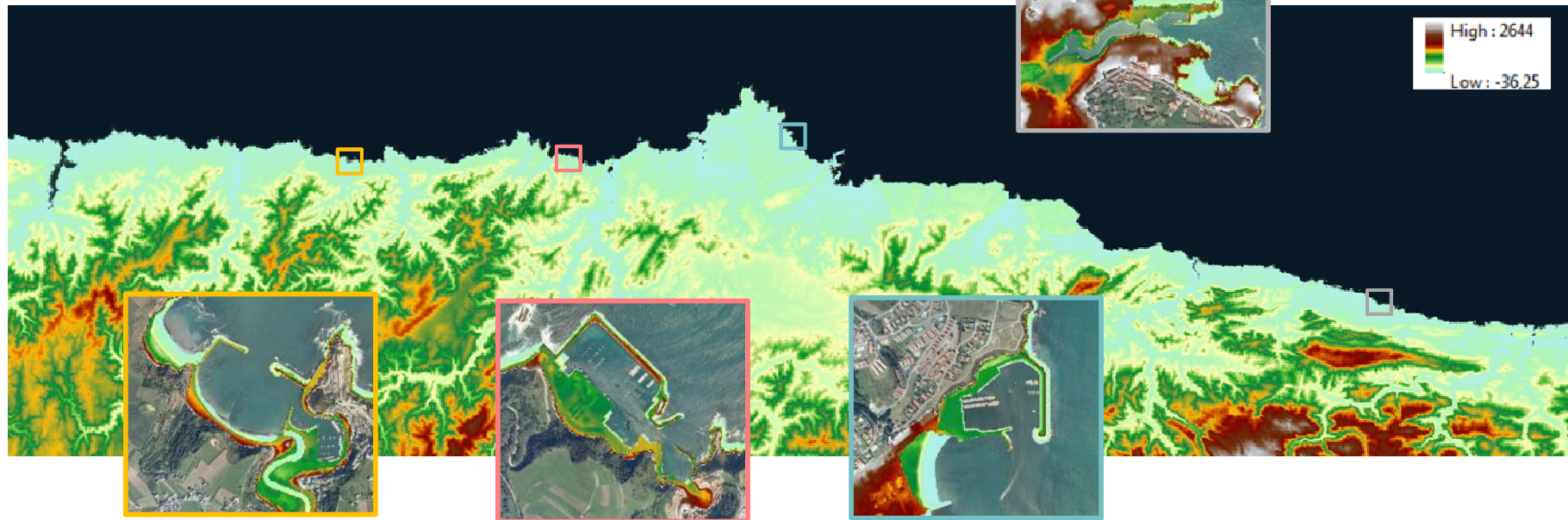
2.4. BASES DE DATOS DE ECOSISTEMAS

# EXPOSICIÓN

**Fuente: IGN**

**Modelo Digital de Terreno (MDT) – LiDAR 5 m**

**Digitalización  
de defensas**



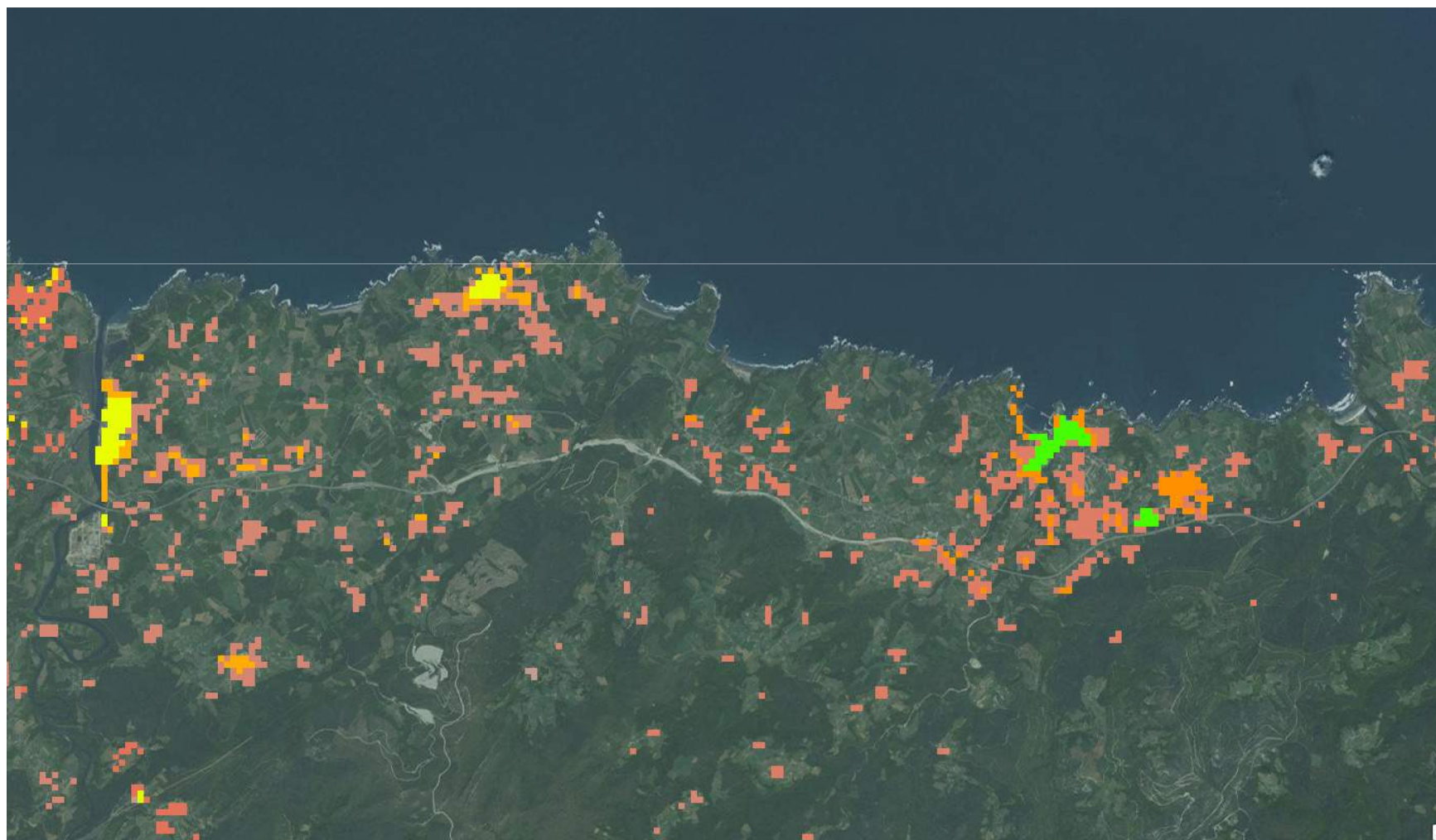
**Línea de costa  
de alta  
resolución**





## Base de datos de población – JRC (2006)

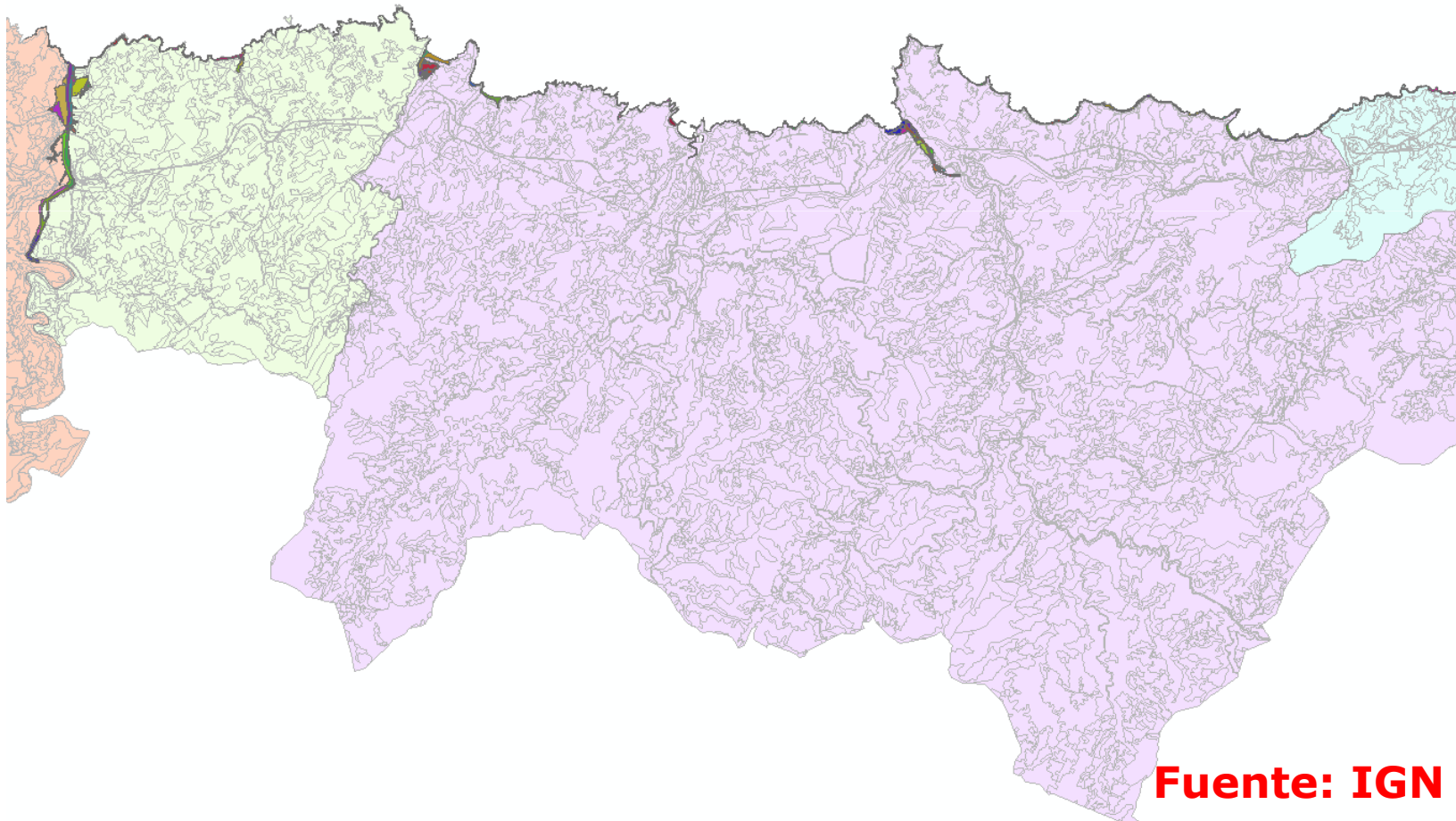
Resolución espacial = 1 Ha





## Base de datos de usos del suelo SIOSE

Agrícola, industrial, servicios, urbano...



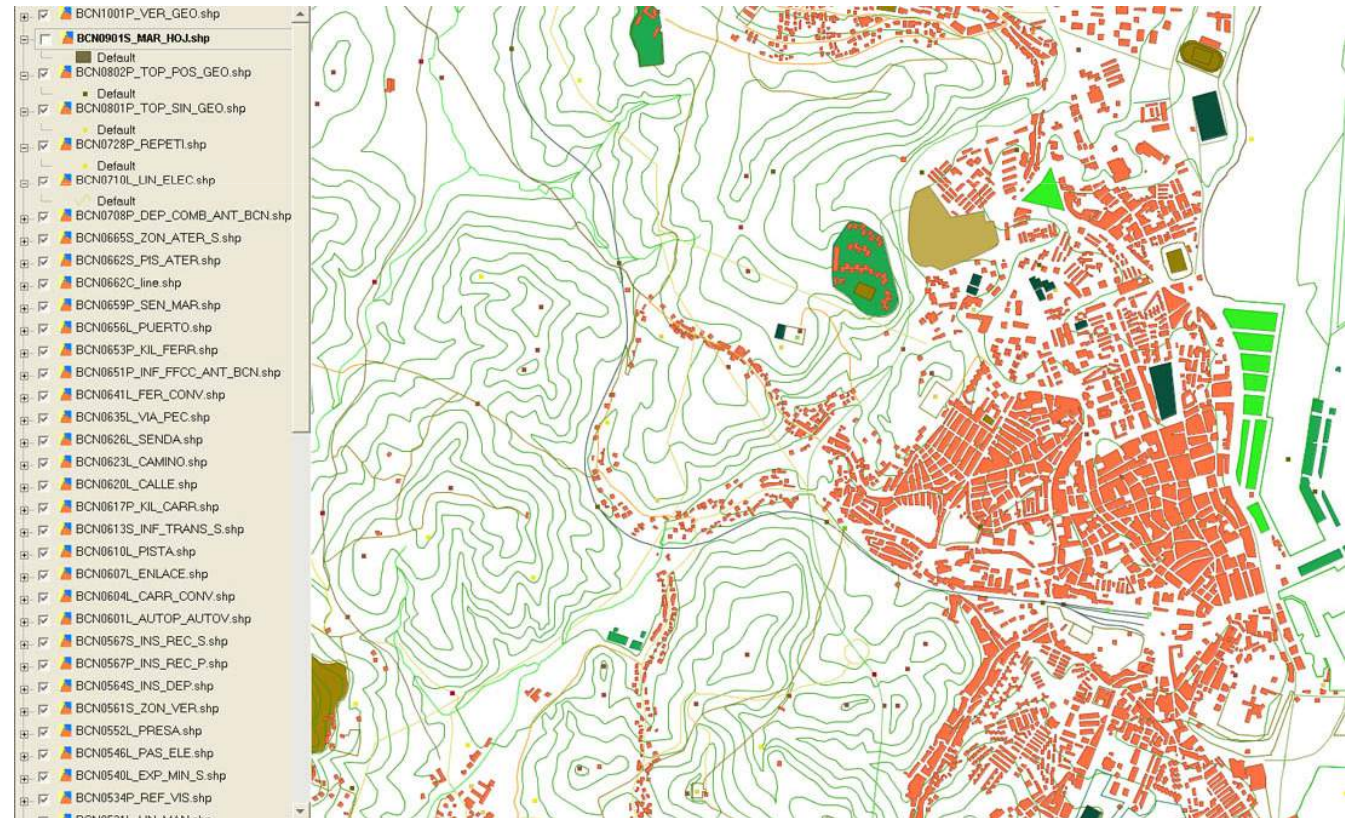
**Fuente: IGN**



## Base Cartográfica Numérica BCN25/BTN25

Base Cartográfica Numérica 1:25.000. Base de datos geográfica 2D de referencia a escala 1:25.000 que cubre toda España.

- Edificios
- Instalaciones industriales
- Infraestructuras críticas
- Redes de comunicación



**Fuente: IGN**

## Indicadores Socioeconómicos

**Renta disponible ajustada neta por habitante** desagregada por concejos.

Año de referencia: 2010. En euros.

Fuente: SADEI

**Valor añadido bruto a precios básicos según sectores económicos** desagregado por concejos. En miles de euros.

Año de referencia: 2010.

Fuente: SADEI

**sadei**

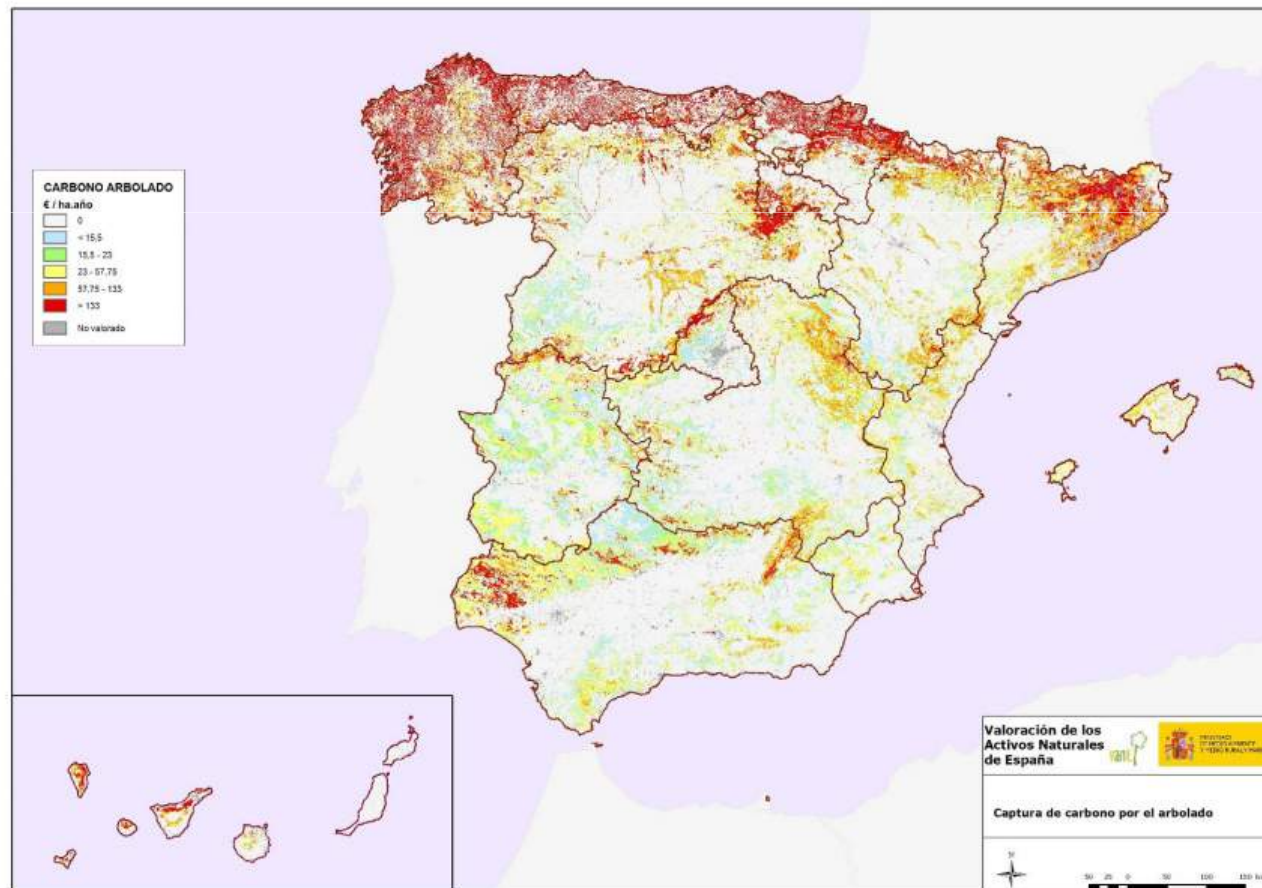
	Saldo de rentas primarias neto	Renta disponible neta	Renta disponible ajustada neta
<b>ASTURIAS</b>	<b>13,926</b>	<b>14,189</b>	<b>16,814</b>
1 Allande	11,428	12,525	14,744
2 Aller	10,380	14,553	16,854
3 Amieva	9,932	12,174	14,377
4 Avilés	14,481	14,120	16,910
5 Belmonte de Miranda	12,342	14,582	16,329
6 Bimenes	10,485	14,334	16,622
7 Boal	11,734	13,253	15,295
8 Cabrales	11,745	12,930	15,273
9 Cabranes	9,147	11,383	13,773
10 Candamo	11,110	12,871	15,174

	Valor añadido bruto a p.b.	Agricultura y pesca	Industria	Construcción	Servicios
<b>ASTURIAS</b>	<b>19,918,251</b>	<b>320,270</b>	<b>4,573,668</b>	<b>1,609,748</b>	<b>13,414,565</b>
1 Allande	21,475	6,990	725	2,271	11,489
2 Aller	120,062	3,199	32,390	12,471	72,002
3 Amieva	11,114	950	4,027	713	5,424
4 Avilés	1,507,048	9,522	465,307	110,331	921,888
5 Belmonte de Miranda	29,445	2,385	12,486	1,203	13,371
6 Bimenes	12,115	471	1,647	2,182	7,815
7 Boal	23,390	1,807	5,540	1,469	14,574
8 Cabrales	33,097	4,433	5,670	3,341	19,653
9 Cabranes	8,537	910	1,066	936	5,625
10 Candamo	16,124	2,045	289	3,876	9,914
11 Cangas del Narcea	212,877	11,366	47,547	28,195	125,769
12 Cangas de Onís	102,214	4,113	6,032	9,398	82,671
13 Caravia	7,643	258	399	757	6,229
14 Carreño	454,350	4,138	282,495	42,226	125,491
15 Caso	11,171	1,780	562	1,648	7,181



## Valoración Servicios Ecosistémicos – VANE

VANE – Valoración de los Activos Naturales de España





### Identificación y delimitación de los hábitat amenazados

- Clasificación de los hábitat europeos EUNIS (European Nature Information System)
- Cartografía de hábitat (Directiva 92/43/CE)

### Identificación y delimitación de las zonas protegidas

- Lugares de Importancia Comunitaria
- Espacios Naturales Protegidos
- Zonas de Producción de Moluscos y otros invertebrados



### Identificación, tipificación y caracterización de las masas de agua de transición y costeras

- Plan Hidrológico de la Demarcación del Cantábrico Occidental

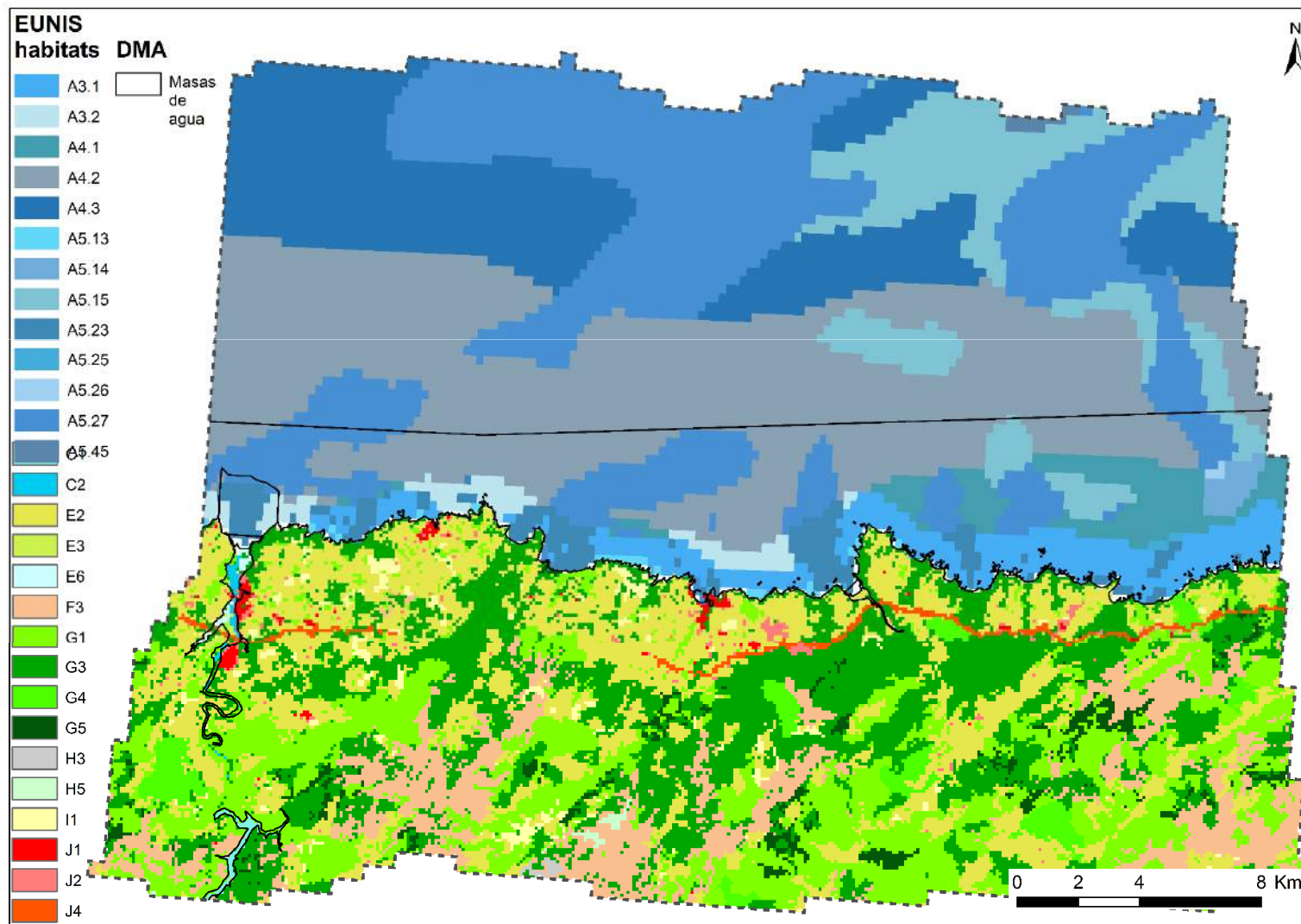


- ✓ DECISIÓN DE LA COMISIÓN de 7 de diciembre de 2004 por la que se aprueba, de conformidad con la Directiva 92/43/CEE del Consejo, la lista de lugares de importancia comunitaria de la región biogeográfica atlántica
- ✓ Decreto 38/1994, de 19 de mayo, por el que se aprueba el Plan de Ordenación de los recursos naturales del Principado de Asturias
- ✓ Orden AAA/1416/2013, de 15 de julio, por la que se publican las nuevas relaciones de zonas de producción de moluscos y otros invertebrados marinos en el litoral español



## Cartografía EUNIS

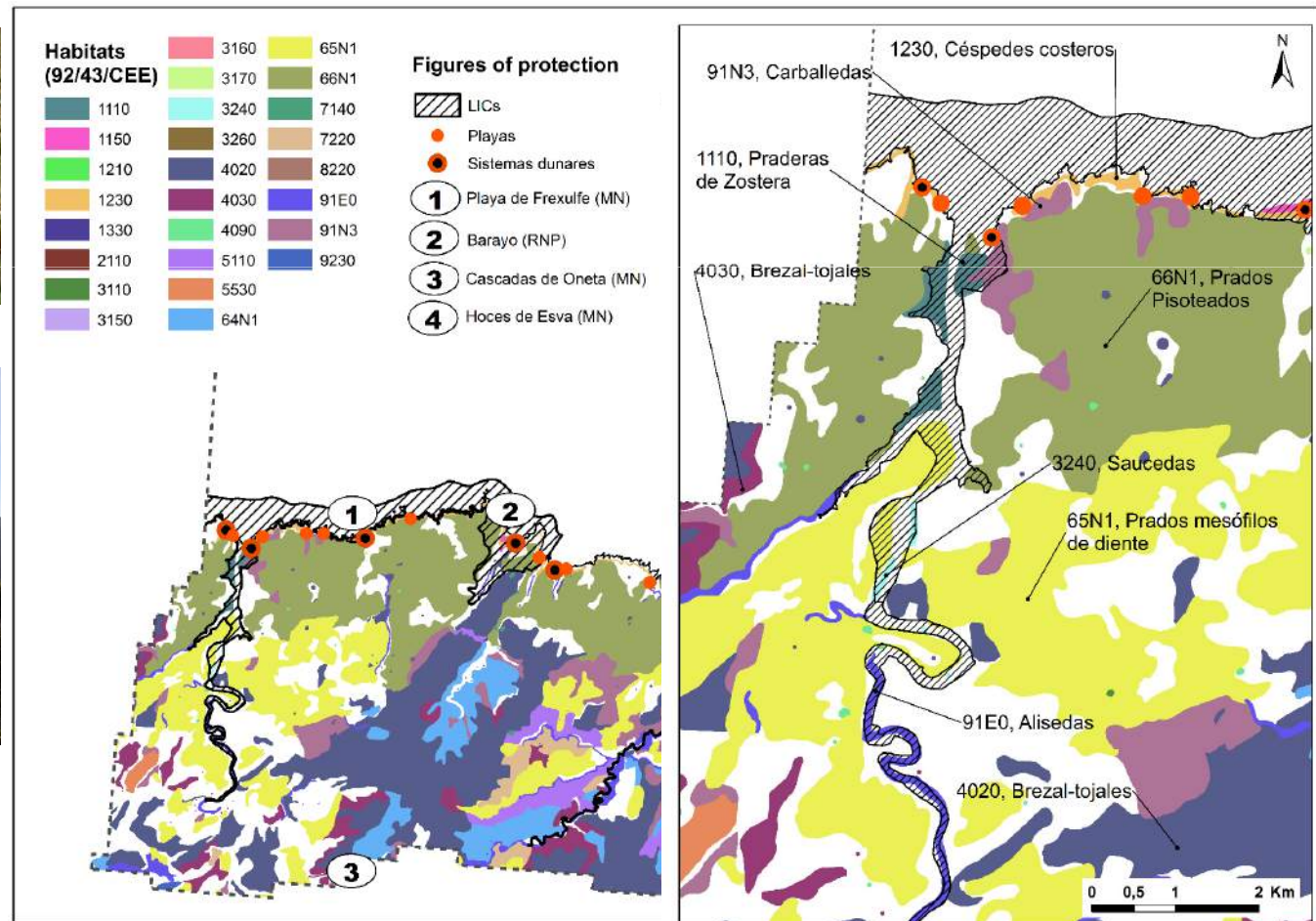
✓ Dominan las praderías



CARTOGRAFÍA HÁBITATS

LUGARES DE IMPORTANCIA COMUNITARIA

ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS





## 3. IMPACTOS

### 3.1. INUNDACIÓN

### 3.2. EROSIÓN

### 3.3. IMPACTOS SOBRE ECOSISTEMAS

3.3.1. Aumento de la temperatura del mar

3.3.2. Inundación

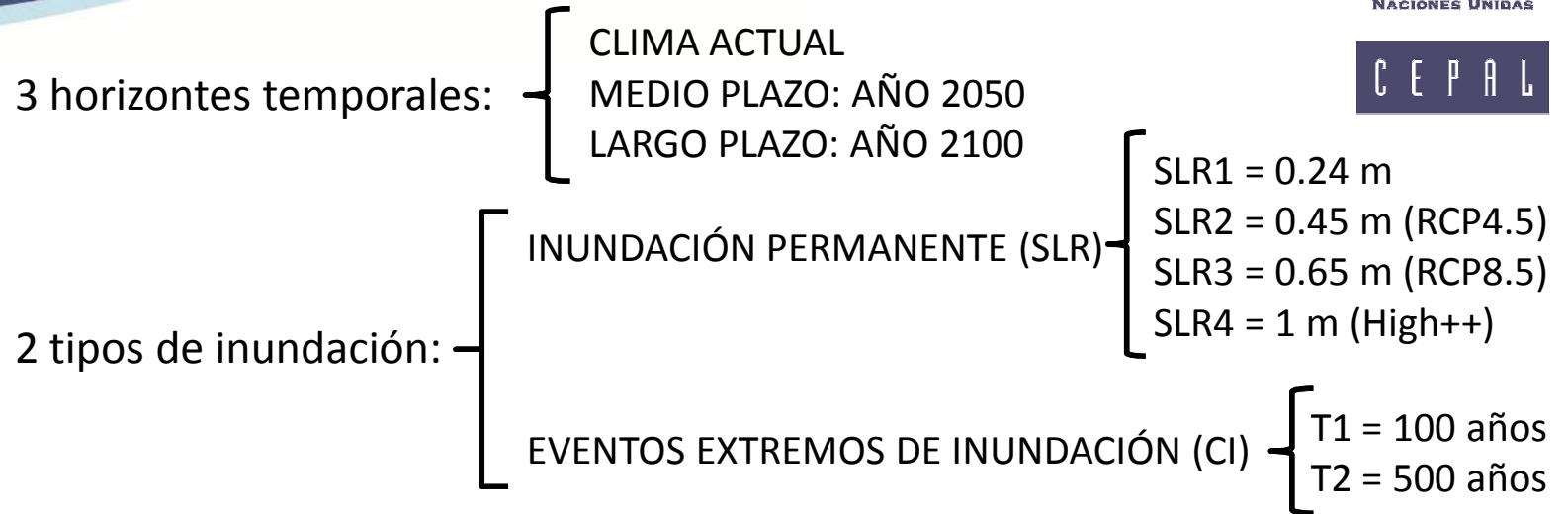
### 3.4. CAMBIOS MORFODINÁMICOS EN ESTUARIOS

3.4.1. Modelado de procesos

3.4.2. Formulaciones de estado de equilibrio

### 3.5. CAMBIOS EN LA OPERATIVIDAD Y FIABILIDAD DE INFRAESTRUCTURAS PORTUARIAS

## Selección de escenarios de INUNDACIÓN



Año horizonte	Tipo de inundación	Escenario	Escenarios climático
Actual	CI	EA1	T1
		EA2	T2
2050	CI	EM1	SLR1+T1
		EM2	SLR1+T2
2100	SLR	EL1	SLR4
	CI	EL2	SLR2+T1
		EL3	SLR2+T2
		EL4	SLR3+T1
		EL5	SLR3+T2

# MODELADO DE INUNDACIÓN

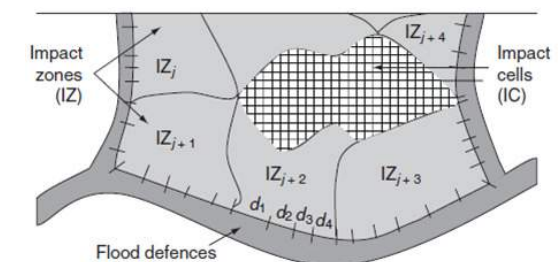
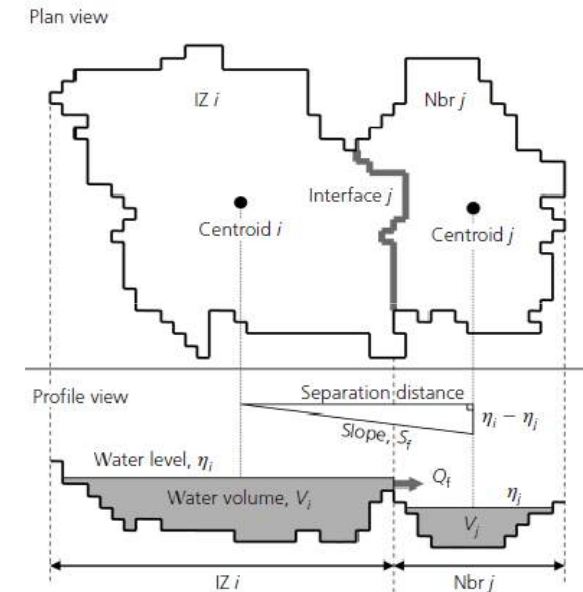
¿Cómo estudiamos la inundación a lo largo de la costa?



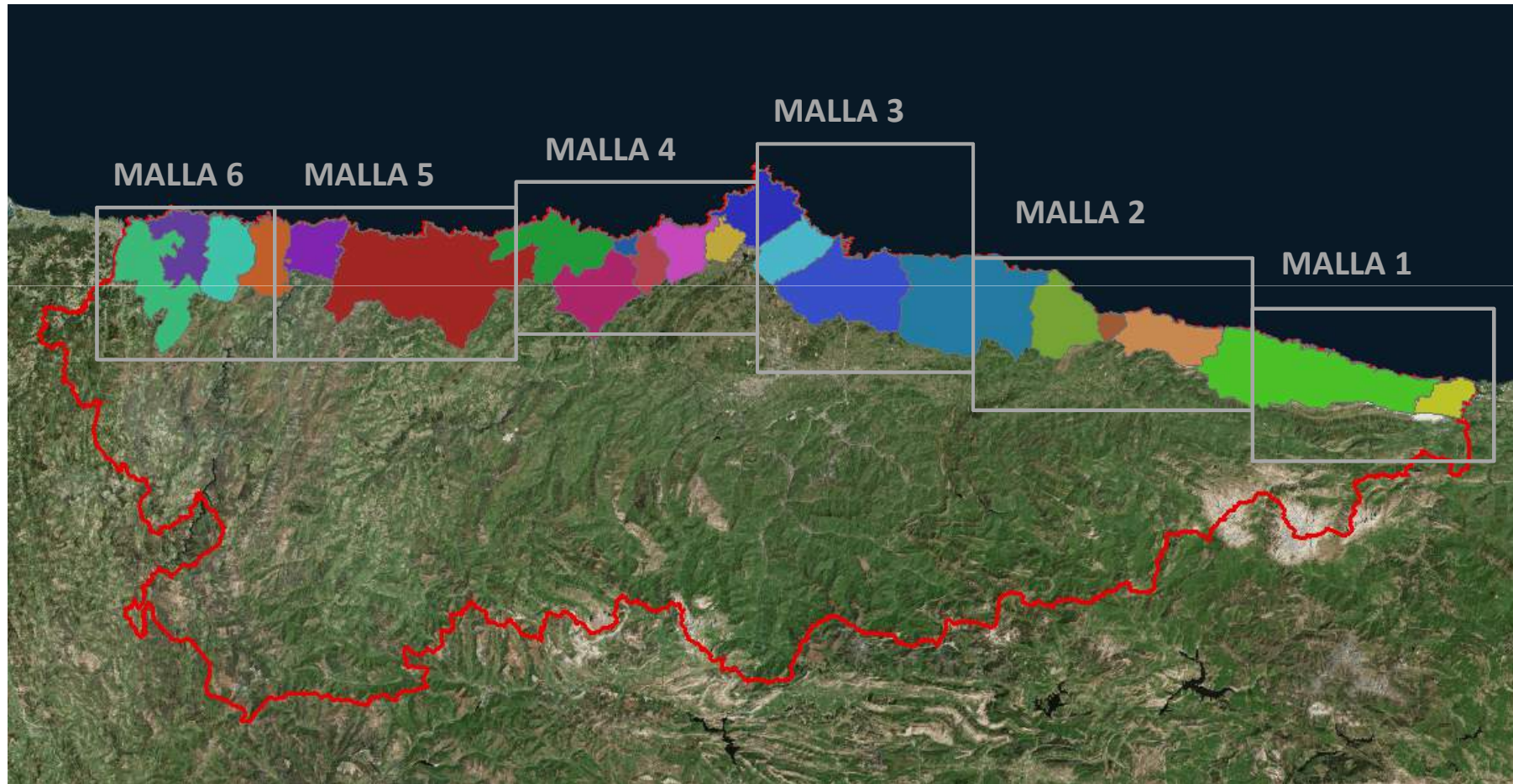
## RFSM-EDA

(Rapid Flood Spreading Method - Explicit Diffusion wave with Acceleration term)

- ✓ Modelo 2D de almacenamiento de celdas (Gouldby et al., 2008)
- ✓ Basado en una aproximación difusiva de las SWE con inercia local
- ✓ Malla computacional formada por Impact Zones con sub-elemento topografía
- ✓ Proporciona la altura de columna de agua en cada celda y velocidades



### Distribución espacial de las mallas de inundación para RFSM-EDA





## ESCENARIOS DE INUNDACIÓN

Escenario 1.- CLIMA PRESENTE  $Tr=100$



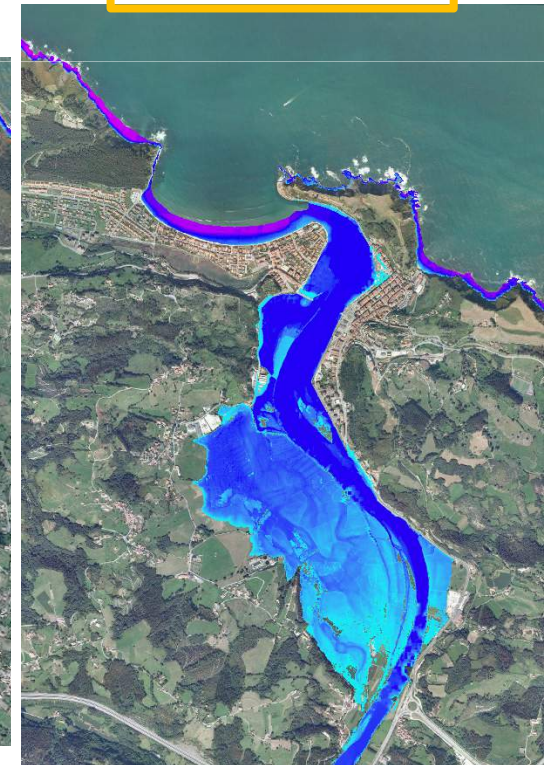
GIJÓN



VILLAVICIOSA



RIBADESELLA

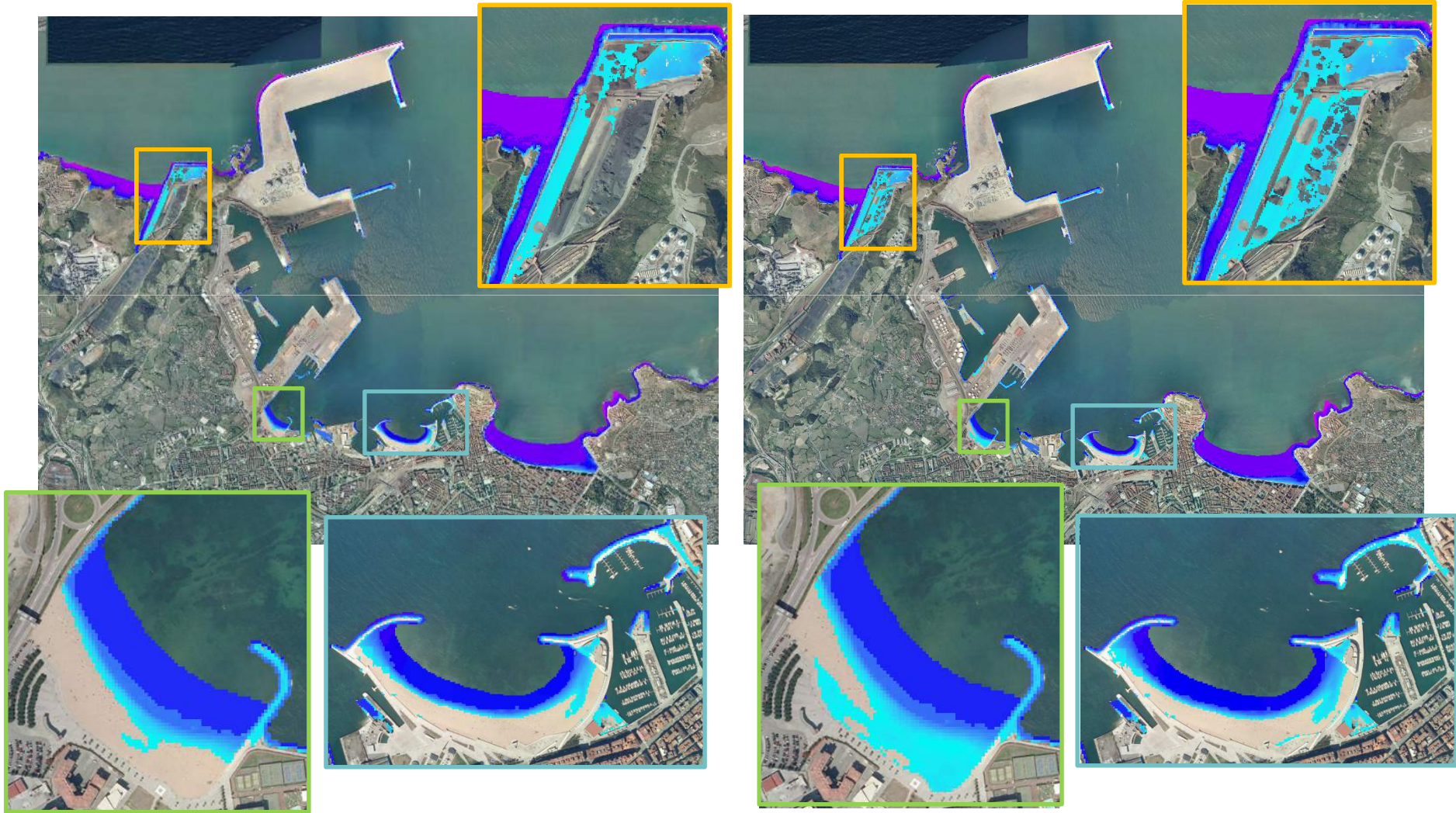




## ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO. EVENTOS EXTREMOS

Escenario 6.- SLR=0.45 m Tr=100

Escenario 8.- SLR=0.65 m Tr=100



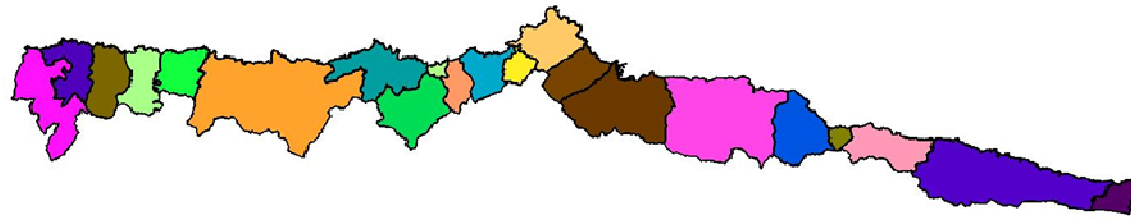




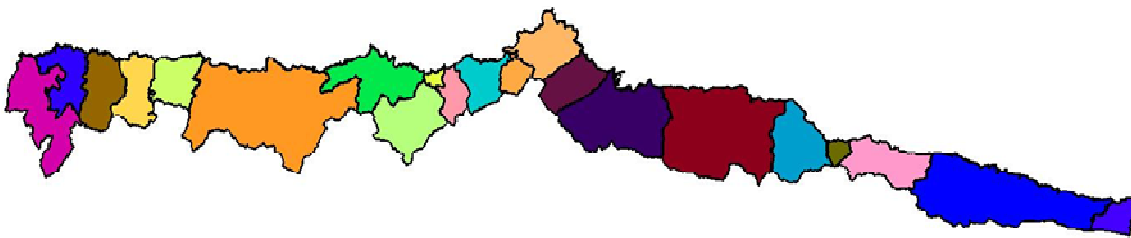
Escenario 1.- CLIMA PRESENTE Tr=100



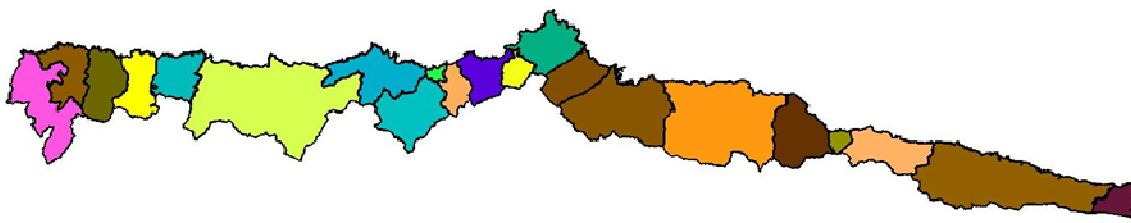
Escenario 3.- AÑO HORIZONTE 2050 Tr=100 + SLR=0.24 m



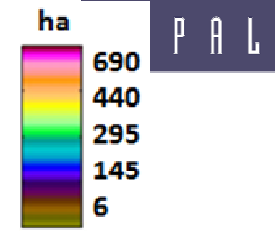
Escenario 8.- AÑO HORIZONTE 2100 Tr=100 + SLR=0.65 m



Escenario 5.- AÑO HORIZONTE 2100 SLR=1 m INUNDACIÓN PERMANENTE



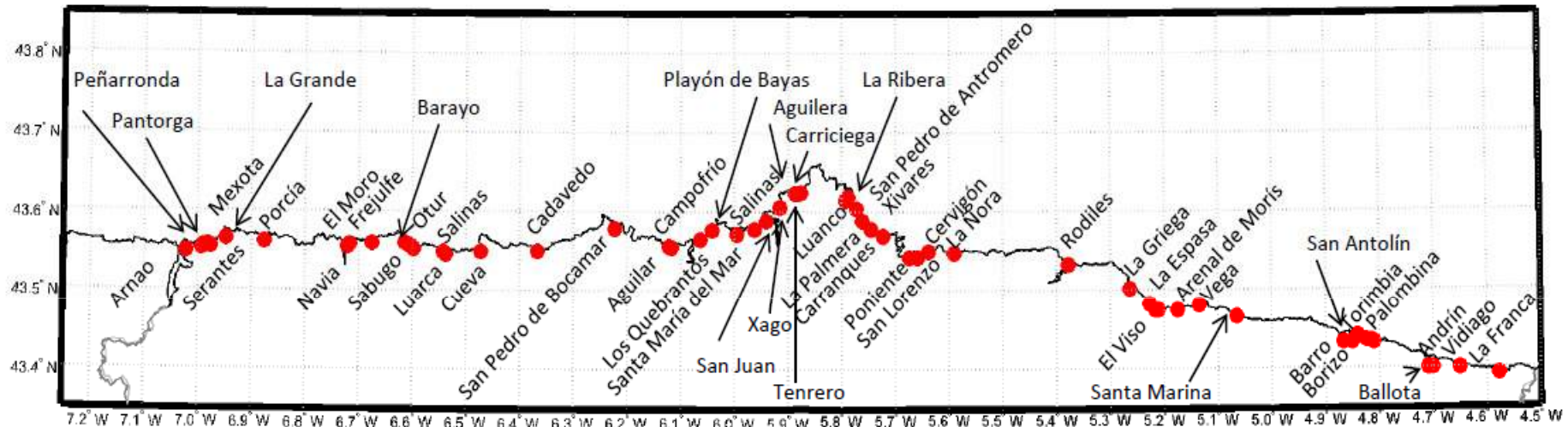
ÁREA INUNDADA



Hectáreas por concejo



## ANÁLISIS DE LA EROSIÓN EN 60 PLAYAS DE ASTURIAS

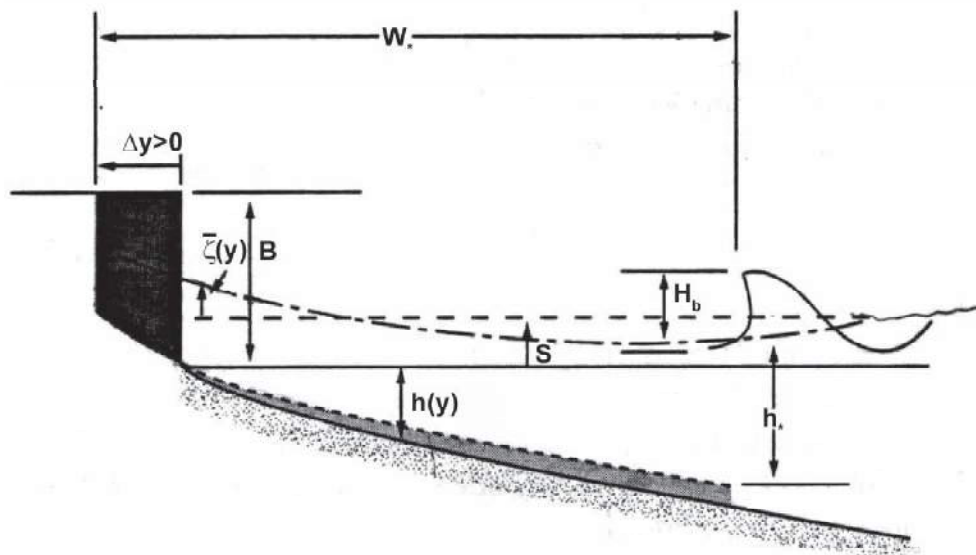


### CRITERIOS DE SELECCIÓN:

- ✓ Longitud: igual o mayor a 200 metros
- ✓ Tipología de sedimento: arena
- ✓ Hipótesis: todas las playas son encajadas

Erosión por oleaje y niveles. Modelo de **Miller y Dean (2004)**

$$\frac{dy(t)}{dt} = k(y_{eq}(t) - y(t))$$

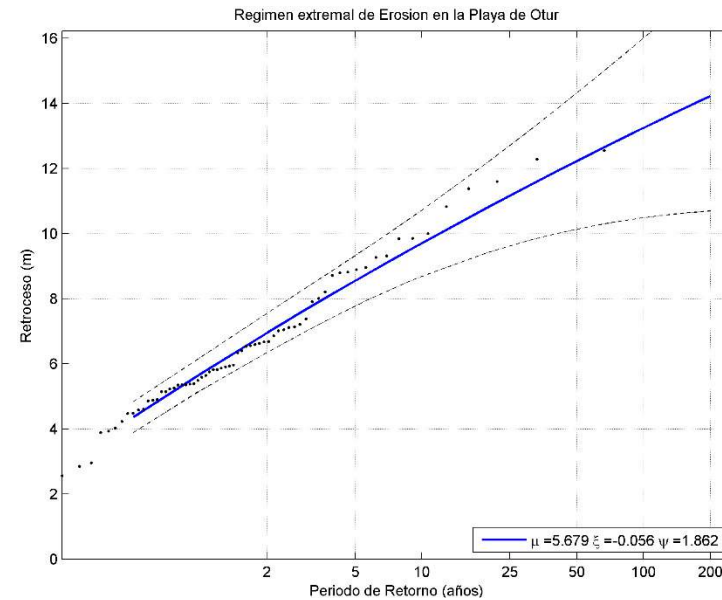
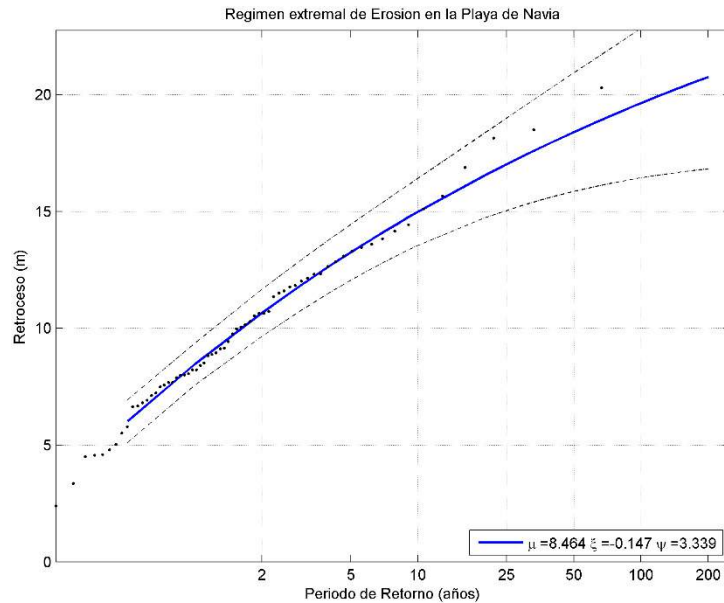
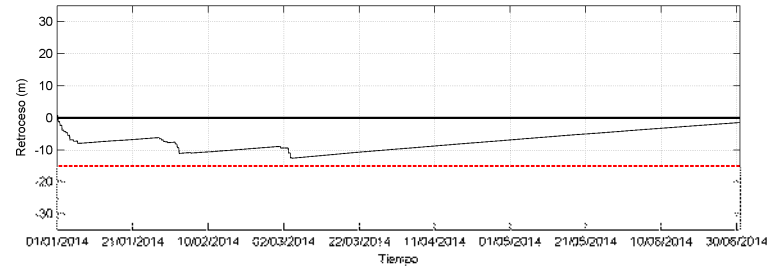
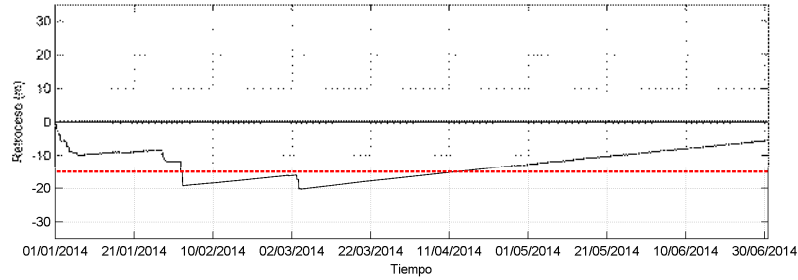
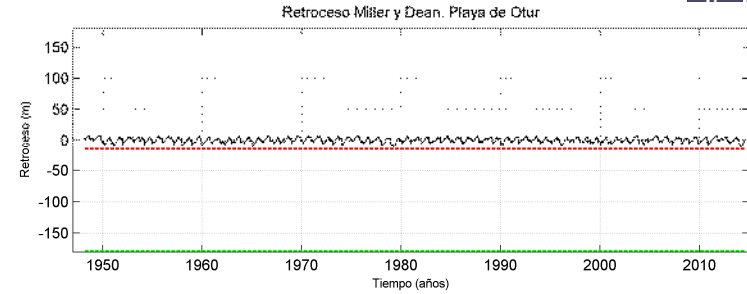
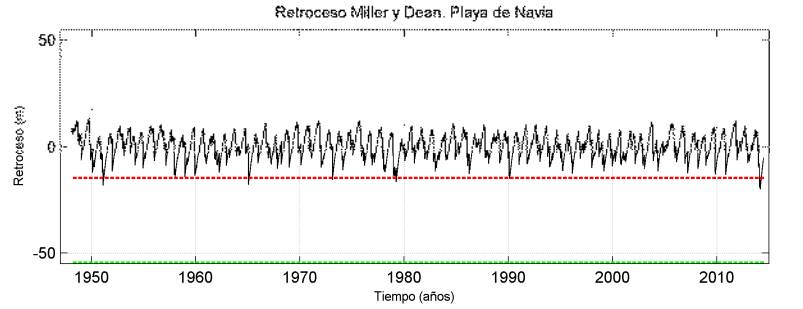


$$y_{eq}(t) = \Delta y_0 + \Delta y_{eq}(t)$$

$$\Delta y_{eq}(t) = -W^*(t) \left( \frac{0.106H_b(t) + S(t) + T(t)}{B + 2.0H_b(t) + CM} \right)$$

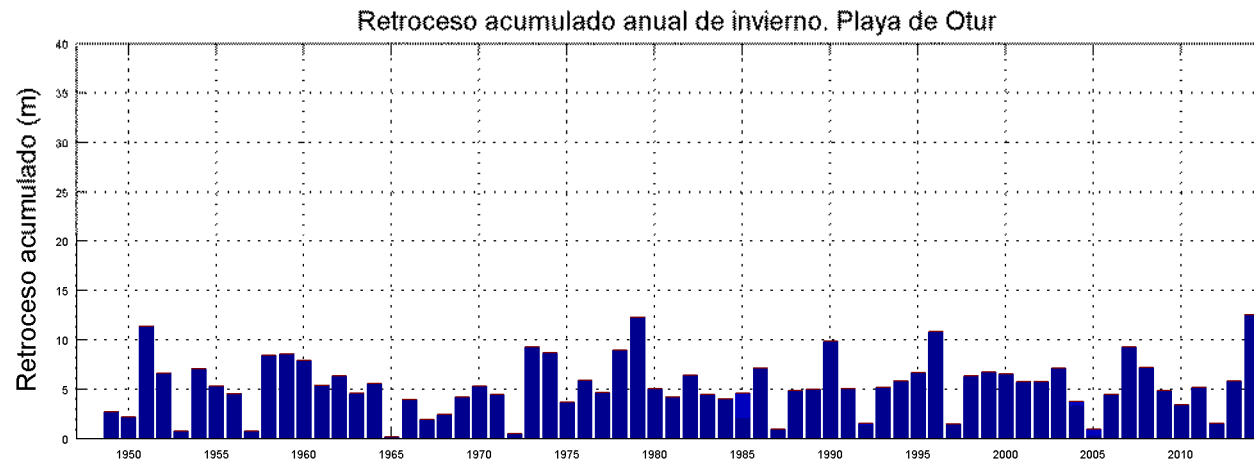
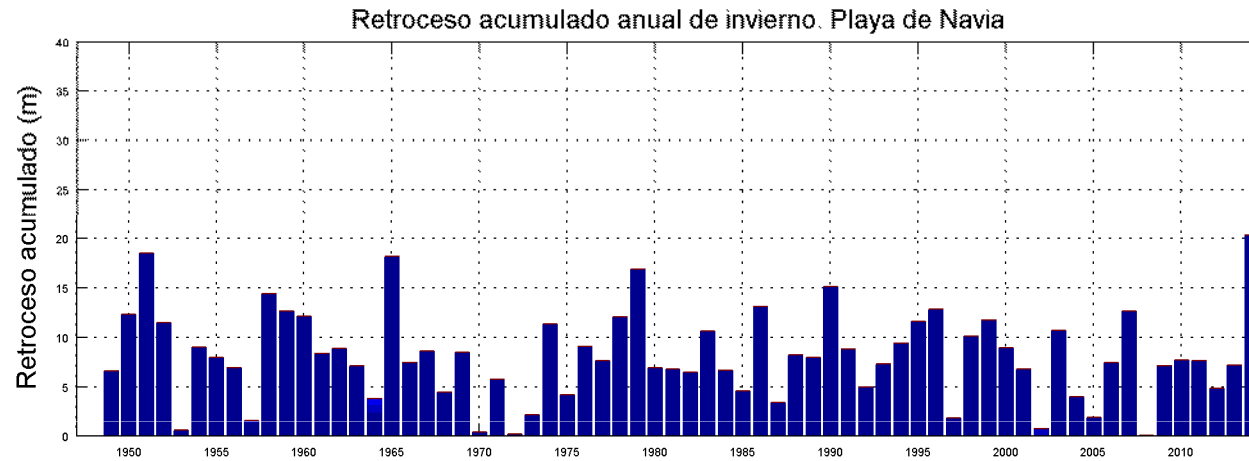
$$W^* = (h_b / A)^{3/2}$$

Reconstrucción de la serie temporal de erosión-acreción y régimen extremal



## Modelado de la EROSIÓN – Miller & Dean

### Variabilidad interanual de la erosión acumulada de invierno



# Modelado de la EROSIÓN – Miller & Dean

