



MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

IHCantabria

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

I+D+i para un desarrollo sostenible

METODOLOGÍA PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS MAPAS DE PELIGROSIDAD Y RIESGO EN LA COSTA



Iñigo J. Losada
losadai@unican.es

**Taller sobre inundaciones y cambio climático
21 de Junio de 2017**

IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Los sistemas costeros son particularmente vulnerables al aumento del nivel medio del mar y a los cambios en la intensidad y frecuencia de las inundaciones.

La **inundación permanente en zonas bajas** y la **erosión en playas** son dos de los impactos del cambio climático más preocupantes.





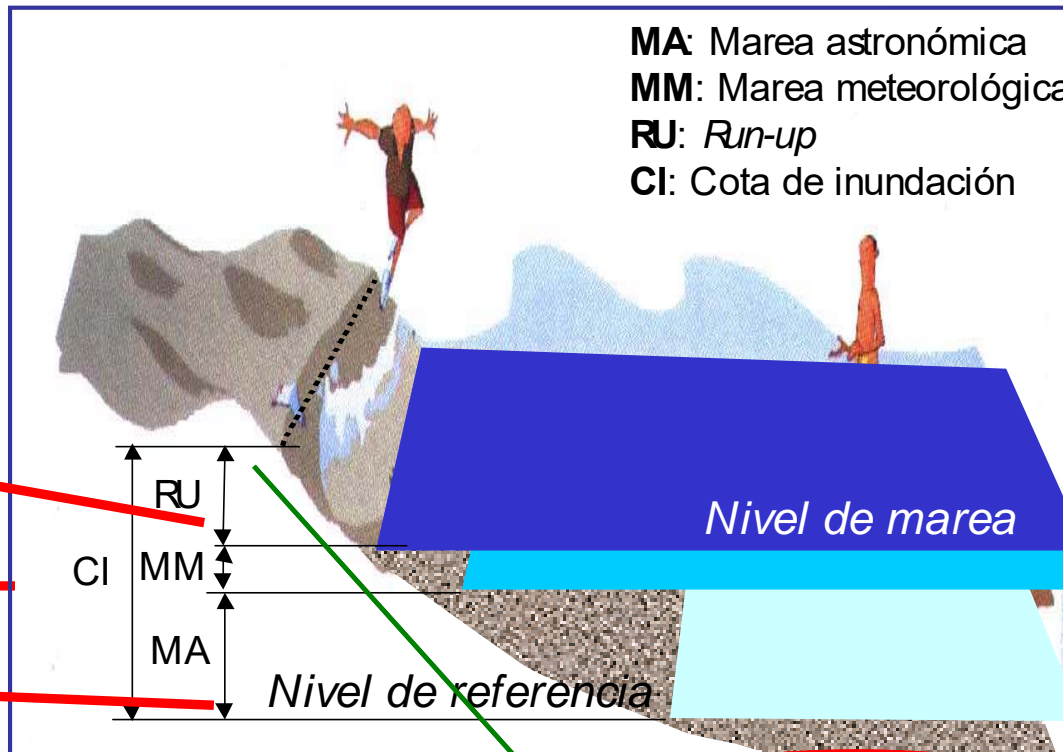
AUMENTO RELATIVO DEL NIVEL DEL MAR= SLR REGIONAL + Subsistencia/elevación

$$CI = MM + MA + RU + SLR$$

Inundación:

Efecto combinado !!!

- Olas
- Viento
- Presión atmosférica
- Nivel medio del mar



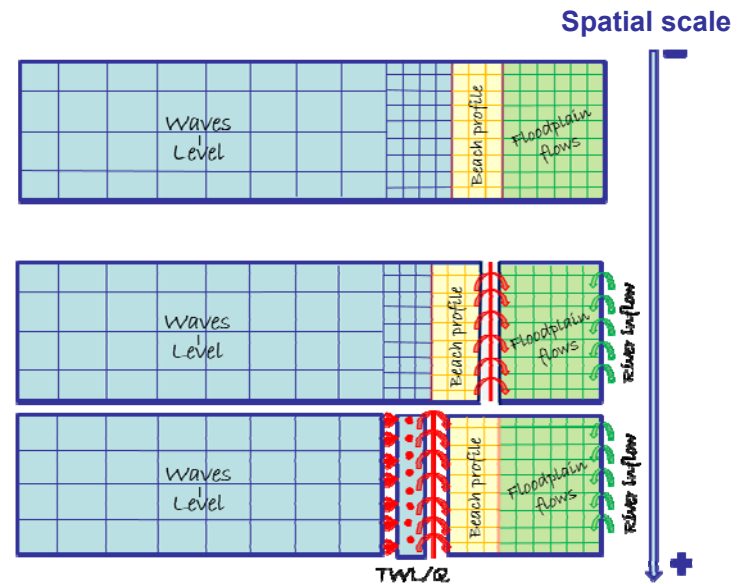
Precipitación + Caudal

(Subsistencia/elevación)

DIFERENTES APROXIMACIONES PARA EL MISMO PROBLEMA

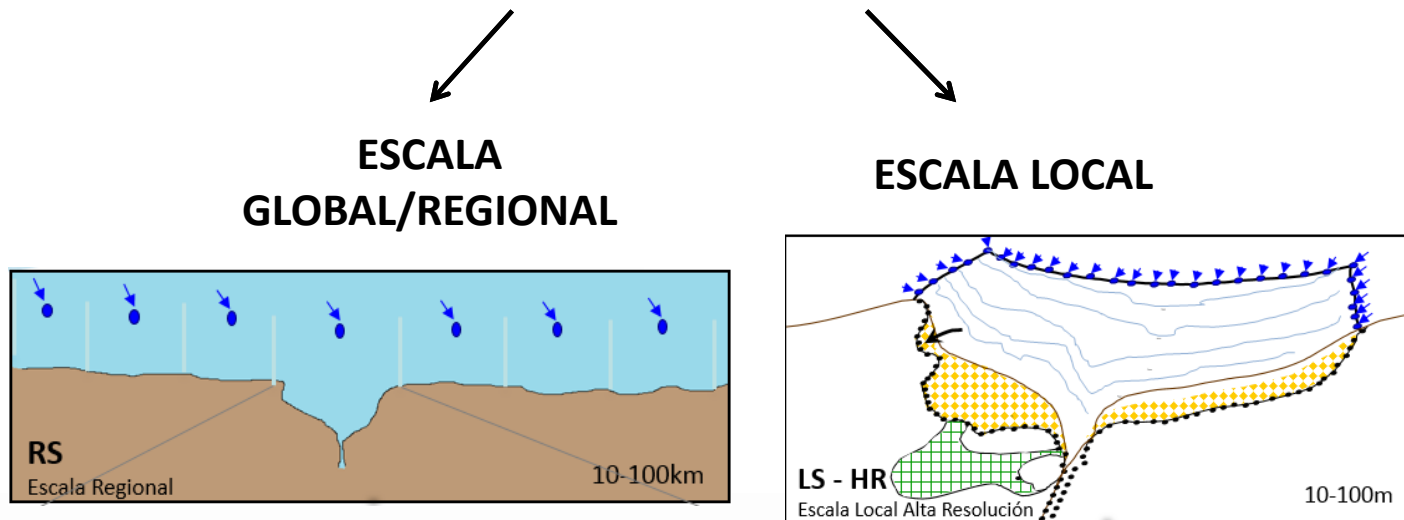
La elección de la estrategia depende de:

- I. La region de estudio:
 - Morfología
 - Escala espacial
- II. Datos disponibles:
 - Resolución de la topografía y de la batimetría
- III. Tipo de análisis requerido: forense, probabilístico, etc
- IV. Presupuesto – Tiempo

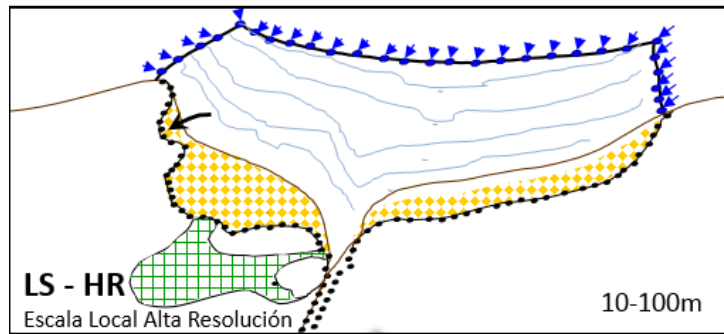


¿A QUÉ ESCALA VAMOS A REALIZAR EL ANÁLISIS?

Se pueden distinguir dos niveles en el estudio del impacto de inundación, debiendo haber una homogeneidad y coherencia entre la resolución de la información de las dinámicas y la exposición y la escala espacial del estudio:



ESCALA LOCAL

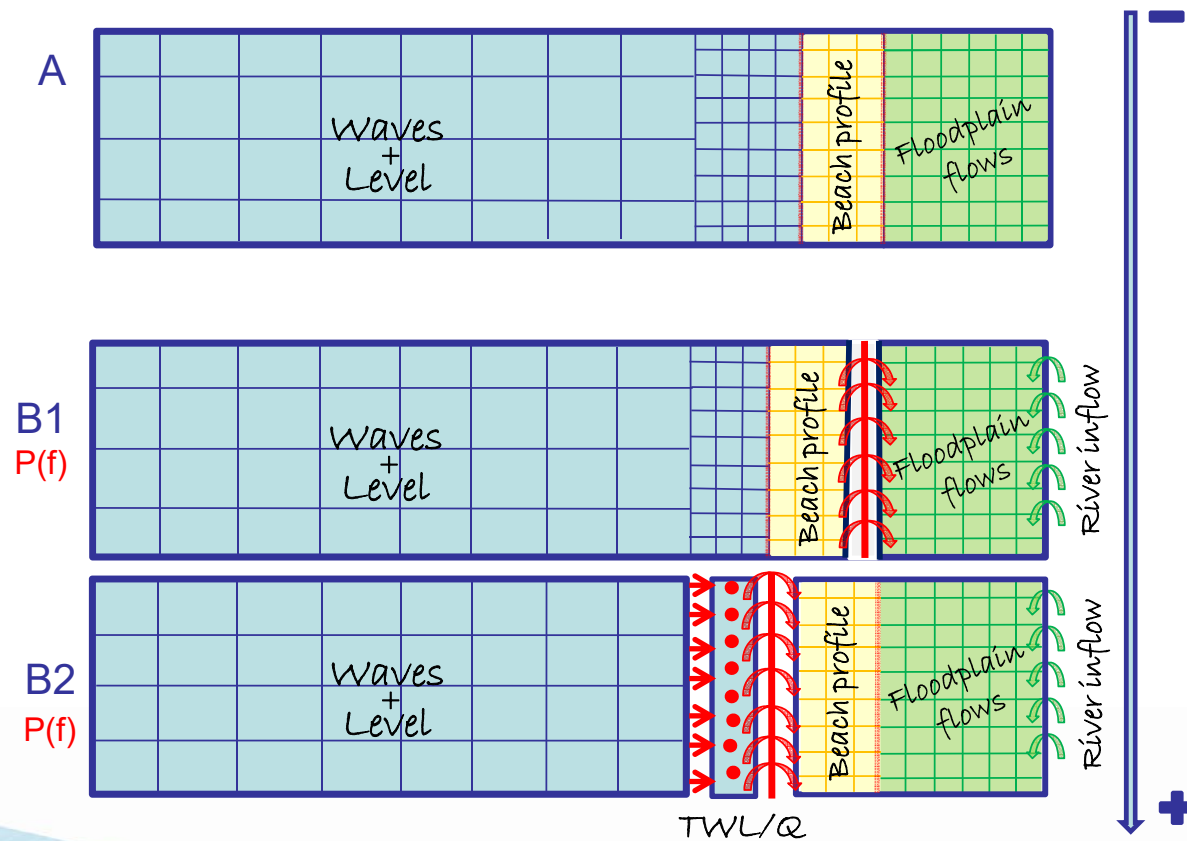


- Dinámicas a alta resolución
- Posibilidad de condiciones hidrodinámicas univariadas o multivariadas
- En función del tipo de análisis que se quiera realizar, de la calidad de los datos topobatemétricos y de las condiciones hidrodinámicas, existen tres estrategias numéricas distintas

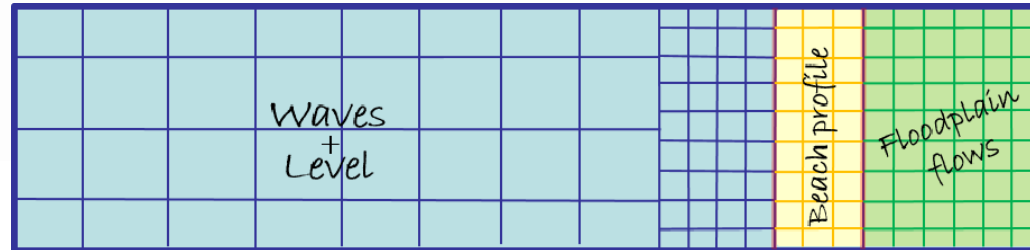
ESCALA LOCAL

Estrategias numéricas posibles:

Spatial scale



- Requiere modelos numéricos que resuelven el run-up y sus componentes (set-up y swash).
- Sólo resuelve la inundación costera.



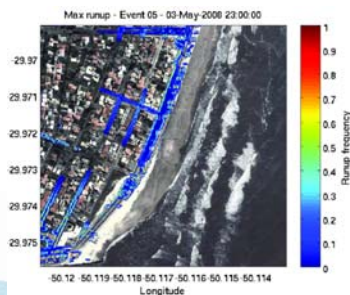
NLSW 2DH



Numerical simulation of extreme wave runup during storm events in Tramandai Beach, Rio Grande do Sul, Brazil

Pedro Veras Guimarães^{1,2,3}, Leandro Farina³, Elirio Toldo Jr.⁴, Gabriel Diaz-Hernandez⁵, Elena Akhmatkaya^{1,6}

¹ CIEM - Centro de Estudios de Geología Costera y Océanos, Instituto de Geología, Universidad Federal do Rio Grande do Sul, Campus do Vale, Av. Bento Gonçalves, 9500-Porto Alegre, RS, Brazil
² Instituto de Matemática and CIEM - Centro de Estudos de Geología Costera y Océanos, Universidad Federal do Rio Grande do Sul, Campus do Vale, Av. Bento Gonçalves, 9500-Porto Alegre, RS, Brazil
³ ICAM - Insuar Center for Applied Mathematics, Alameda de Marcellino 14, 48009 Bilbao, Bizkaia, Spain
⁴ Instituto de Hidráulica Ambiental 'IH Cantabria', C/Barcel Street 15, Parque Científico y Tecnológico de Cantabria, 39011 Santander, Spain
⁵ IZOSQUER, Basque Foundation for Science, E-48951 Leizor, Spain



- ✓ Resuelve complejos procesos como la rotura del oleaje, interacciones no lineales y runup
- Inestable
- Elevado coste computacional (15 min ~1 semana)
- Aplicable en áreas reducidas (~1km)

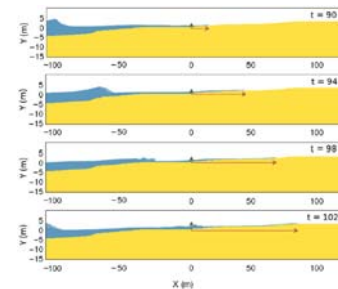
RANS 2DV



A methodology to estimate wave-induced coastal flooding hazard maps in Spain

A. Tomás¹, F.J. Méndez², R. Medina¹, F.F. Jaime¹, P. Higuera¹, J.L. Lara¹, M.D. Ortiz² and M.F. Álvarez de Eulate¹

¹ Environmental Hydraulics Institute 'IH Cantabria', Universidad de Cantabria, Santander, Spain
² Dirección General para la Sostenibilidad de la Costa y el Mar, Environment Spanish Ministry, MAGRAMA, Madrid, Spain



- ✓ Resuelve con precisión la hidrodinámica en la zona de rotura
- Elevado coste computacional (1 estado de mar ~ 4 días)
- La unidimensionalidad de la inundación aumenta la incertidumbre

1. MODELADO DE INUNDACIÓN

NLSW 2DH



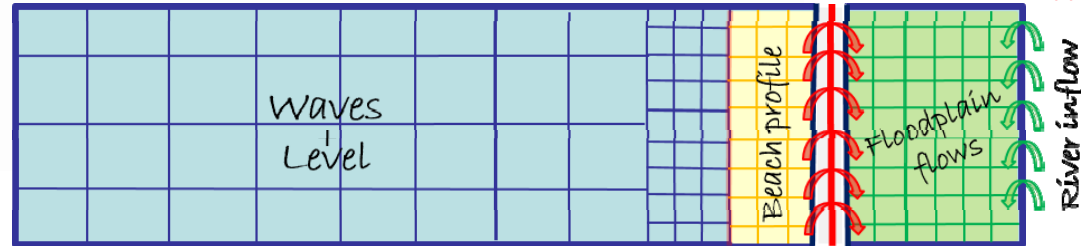
Urban coastal flood prediction: Integrating wave overtopping, flood defenses and drainage

T.W. Gallien^{a,b}, B.F. Sanders^{a,b}, R.E. Flick^c

^a Department of Civil and Environmental Engineering, University of California, Irvine, United States

^b Scripps Institution of Oceanography, University of California, San Diego, United States

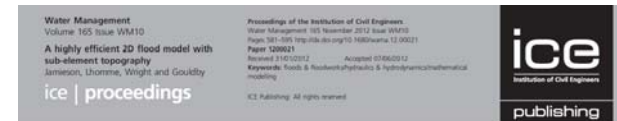
^c Department of Building and Materials, Scripps Institution of Oceanography, University of California, San Diego, United States



- ✓ Resuelve modulaciones de energía de onda a la escala de grupos y sus ondas infragravitatorias asociadas
- Asume teoría lineal para la propagación de oleaje en la zona de rotura

- Resuelve la inundación en tierra debida a condiciones hidrodinámicas costeras y continentales: oleaje, caudal, precipitación, etc.
- Las hidrodinámicas de costa se resuelven mediante modelos numéricos.
- Acoplamiento de un modelo de inundación 2D para la simulación en tierra.
- Posibilidad de análisis probabilístico de la inundación.

MODELO DE INUNDACIÓN 2D



A highly efficient 2D flood model with sub-element topography

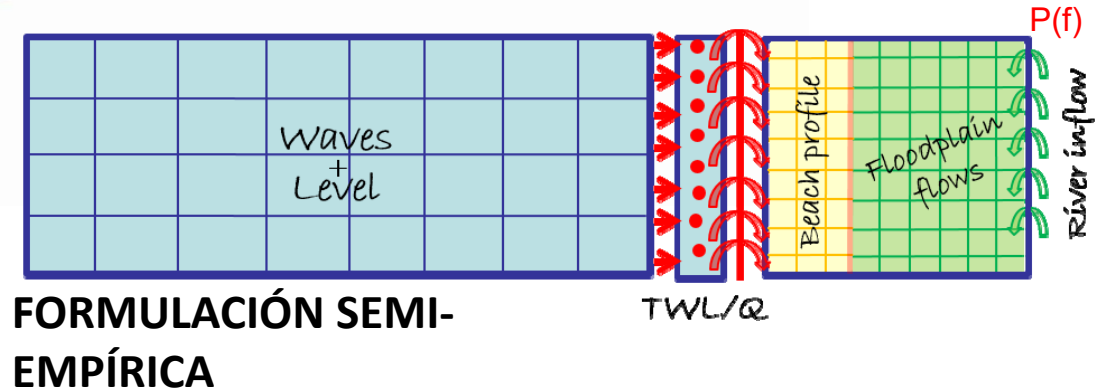
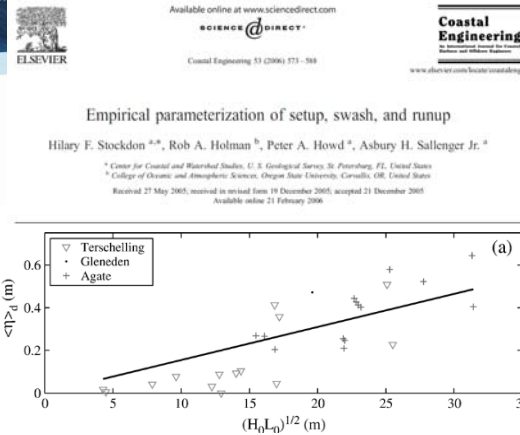
■ Sam R. Jamieson MSc
PhD Candidate, Heriot-Watt University, Edinburgh in partnership with HR Wallingford, Wallingford, UK

■ Julien Lhomme MSc, PhD
Senior Scientist, HR Wallingford, Wallingford, UK

■ Grant Wright MEng, PhD
Lecturer, Heriot-Watt University, Edinburgh, UK

■ Ben Goudsby BSc
Principal Scientist, HR Wallingford, UK and IH Cantabria, Spain

- ✓ Rápida ejecución
- ✓ Análisis estadístico de la inundación
- ✓ Posibilidad de modelar diversas fuentes de descarga
- ✓ Sensibilidad a la rugosidad de Manning
- ✓ Tasa de infiltración
- ✓ Análisis de la evolución de la inundación



FORMULACIÓN SEMI-EMPÍRICA

1. MODELADO DE INUNDACIÓN

- ✓ Sin coste computacional
- Asumen muchas simplificaciones
- Su aplicación no es universal sino que está sujeta al rango en el que han sido ensayados

- Resuelve la inundación en tierra debida a condiciones hidrodinámicas costeras y continentales: oleaje, caudal, precipitación, etc.
- Las hidrodinámicas de costa se aproximan mediante formulaciones semi-empíricas.
- La simulación en tierra se resuelve con un modelo de inundación 2D.
- Adecuado para análisis probabilístico de la inundación.

MODELO DE INUNDACIÓN 2D



A highly efficient 2D flood model with sub-element topography

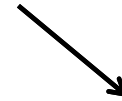
- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ■ Sam R. Jamieson MSc, PhD Candidate, Heriot-Watt University, Edinburgh in partnership with HR Wallingford, Wallingford, UK ■ Julien Lhomme MSc, PhD Senior Scientist, HR Wallingford, Wallingford, UK | <ul style="list-style-type: none"> ■ Grant Wright MEng, PhD Lecturer, Heriot-Watt University, Edinburgh, UK ■ Ben Gouldby BSc Principal Scientist, HR Wallingford, UK and IH Cantabria, Spain |
|---|---|

- ✓ Rápida ejecución
- ✓ Análisis estadístico de la inundación
- ✓ Posibilidad de modelar diversas fuentes de descarga
- ✓ Sensibilidad a la rugosidad de Manning
- ✓ Tasa de infiltración
- ✓ Análisis de la evolución de la inundación
- Incertidumbre en el TWL/Q

LA CARACTERIZACIÓN DE LA INUNDACIÓN COSTERA PUEDE ALCANZAR DISTINTOS NIVELES DE COMPLEJIDAD, POR ELLO, ES NECESARIO ANALIZAR CUÁLES SON LOS OBJETIVOS A LOS QUE QUEREMOS LLEGAR:



**QUÉ RESULTADOS
QUEREMOS
OBTENER**



**CUÁLES SON LAS
CONDICIONES
HIDRODINÁMICAS**

...La distinta combinación de opciones conlleva, en muchos casos, una limitación a la hora de escoger una determinada estrategia numérica

QUÉ RESULTADOS QUEREMOS OBTENER

Análisis probabilístico, que puede realizarse sobre:

- Las condiciones hidrodinámicas
- El impacto (la inundación)

Existen dos niveles de complejidad:

A partir de:

Datos históricos o de reanálisis

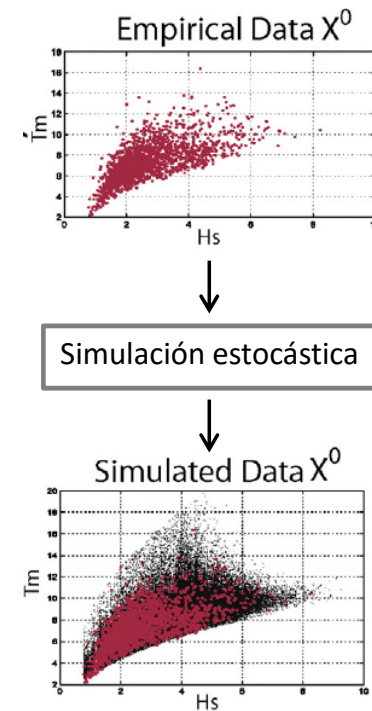
Determinación de un periodo de retorno: p.e.

Condiciones hidrodinámicas: TWL o Q de 100 años de periodo de retorno, o incluso una combinación estadística de ambos

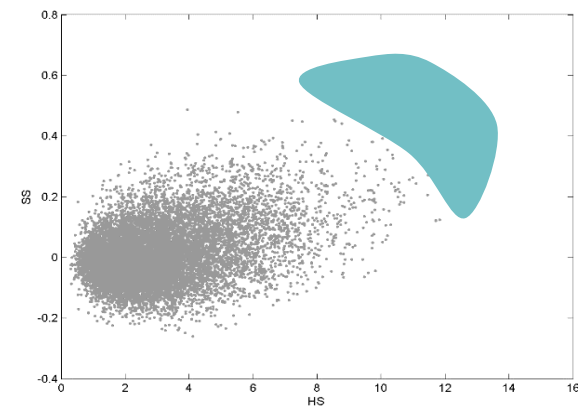
Impacto: inundación de 100 años de periodo de retorno

Generación estocástica

La simulación estocástica o sintética de eventos sirve para incrementar la población de extremos. Esto nos permite mejorar la determinación de periodos de retorno.



ESCALA LOCAL – ANÁLISIS PROBABILÍSTICO DEL IMPACTO CON GENERADOR ESTOCÁSTICO

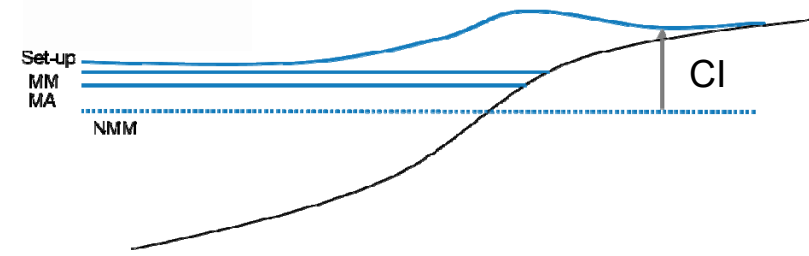
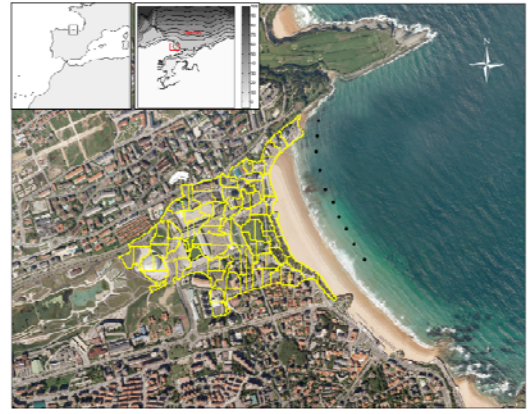
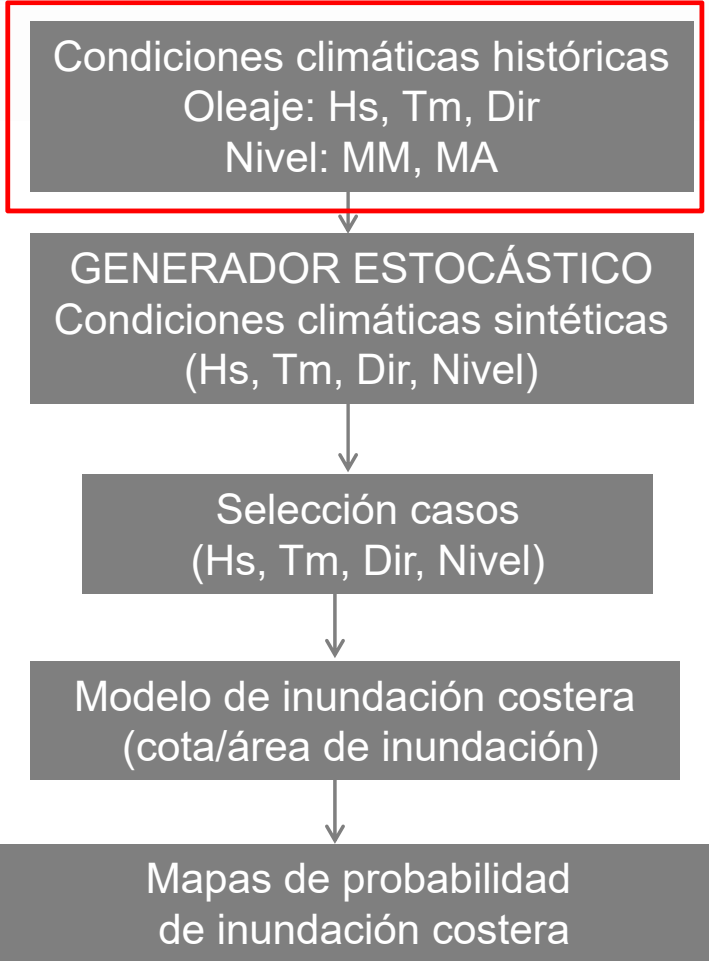


OBJETIVOS:

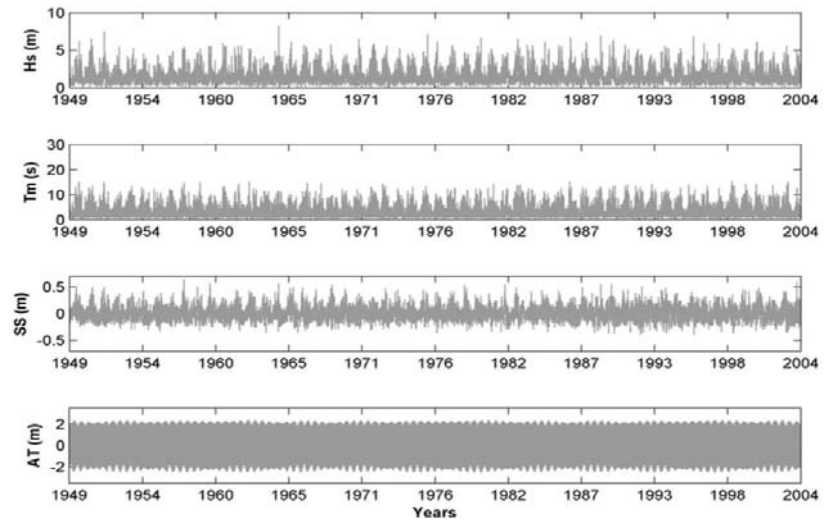
- Incrementar la población extremos multivariados
- Caracterización probabilística del impacto (Inundación)

Mediante:

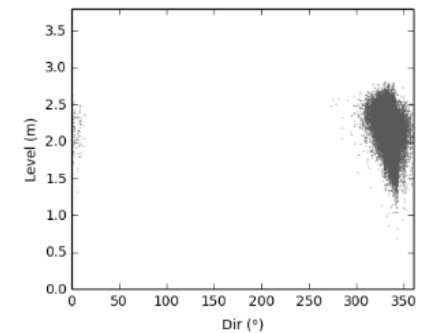
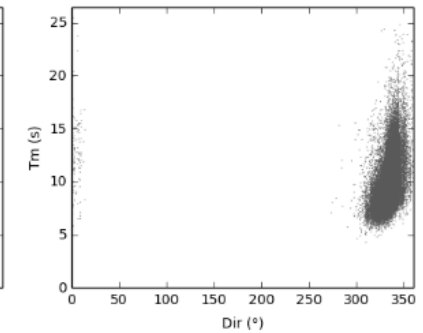
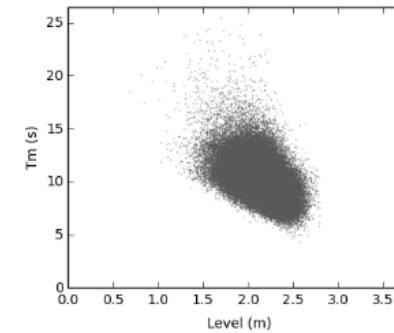
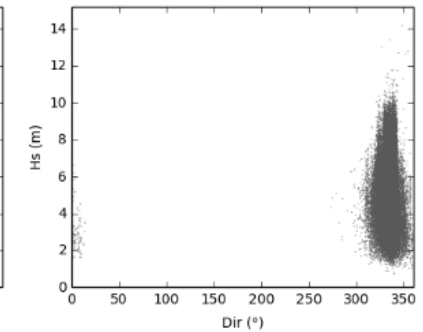
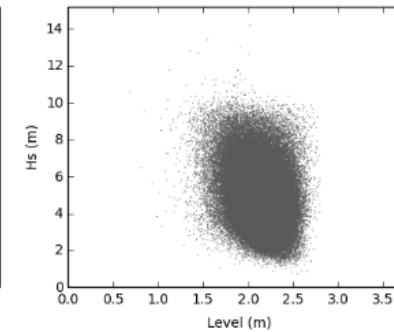
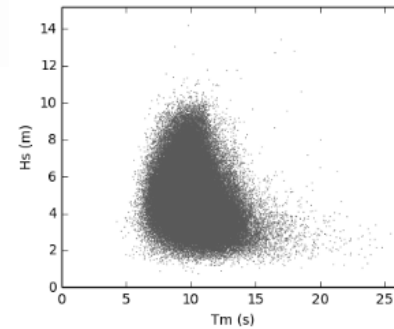
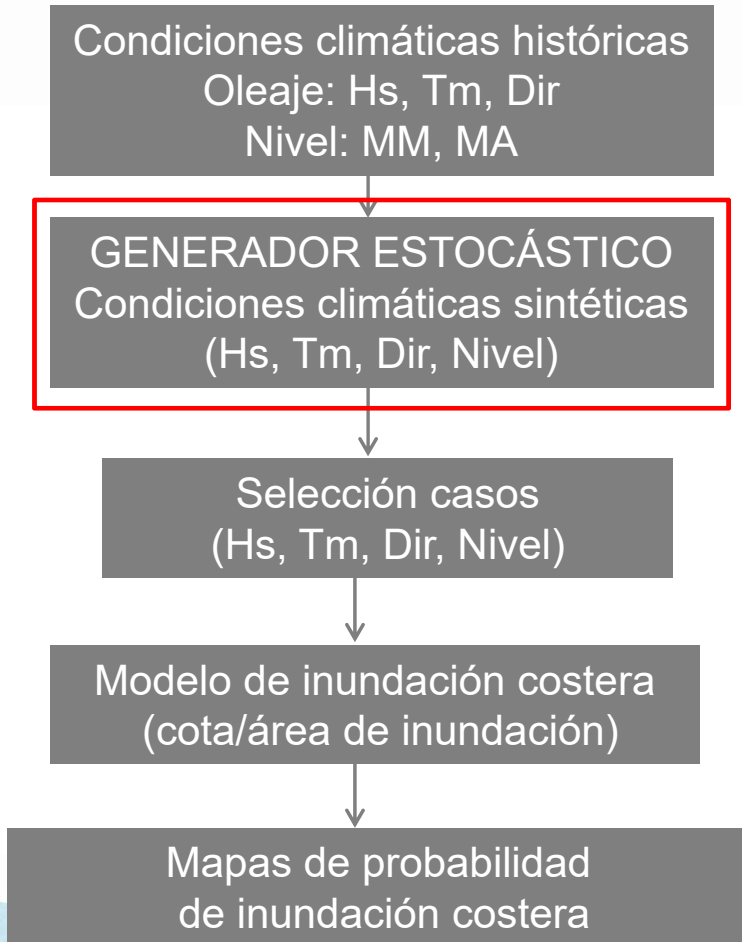
- 1) Modelado de la dependencia de los extremos multivariados (cópulas permite una representación flexible de fenómenos complejos)
- 2) Metodologías de downscaling híbrido para reducir el esfuerzo computacional del impacto por extremos multivariados



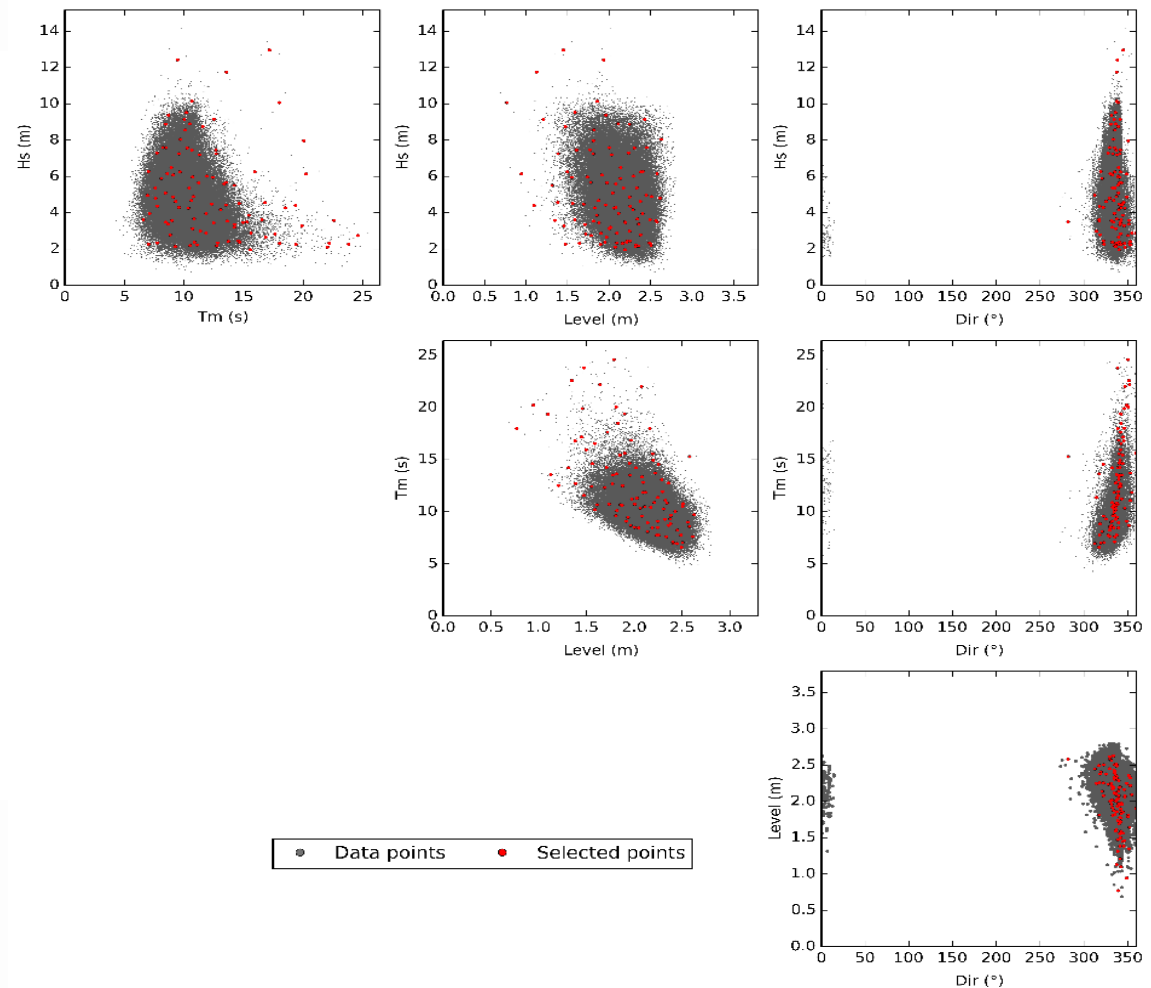
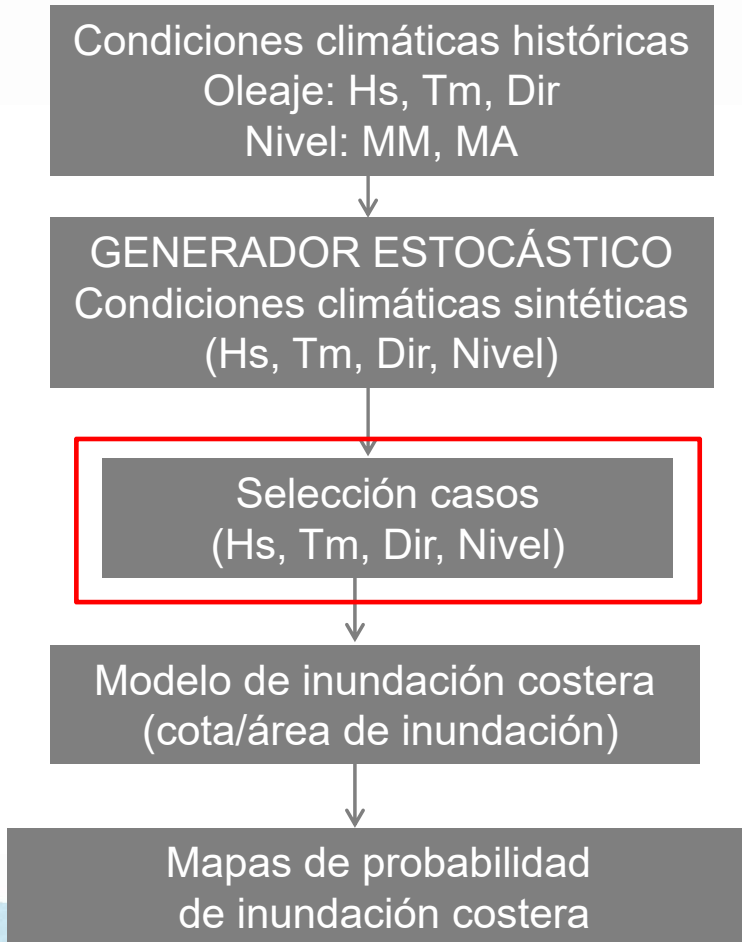
Condiciones climáticas históricas



10.000 años de simulaciones de máximos diarios



Selección de un número reducido de condiciones multivariadas (oleaje y nivel) de los 10.000 años de simulaciones sintéticas



Cada caso seleccionado representa a una determinada cantidad (probabilidad) de condiciones multivariadas (oleaje y nivel) de los 10.000 años simulados sintéticamente

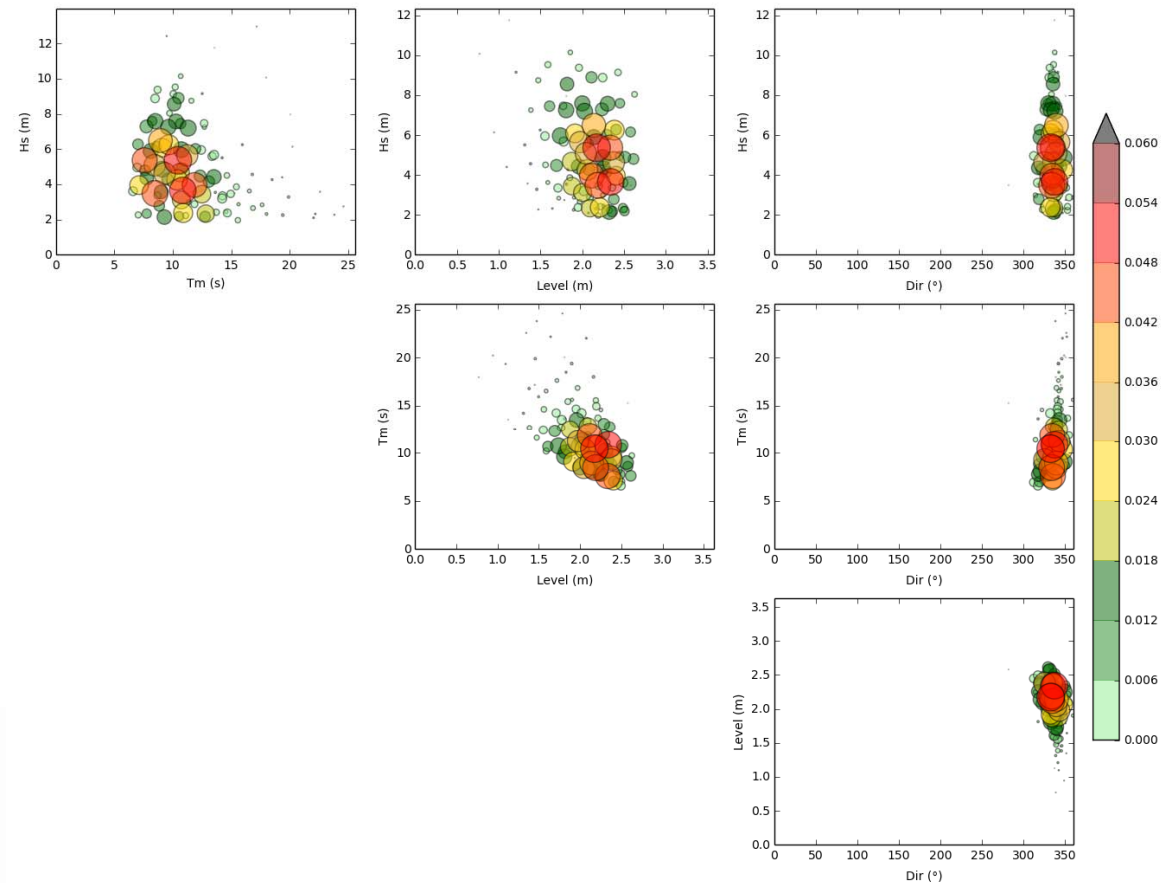
Condiciones climáticas históricas
 Oleaje: H_s , T_m , Dir
 Nivel: MM, MA

GENERADOR ESTOCÁSTICO
 Condiciones climáticas sintéticas
 (H_s , T_m , Dir , Nivel)

Selección casos
 (H_s , T_m , Dir , Nivel)

Modelo de inundación costera
 (cota/área de inundación)

Mapas de probabilidad
 de inundación costera

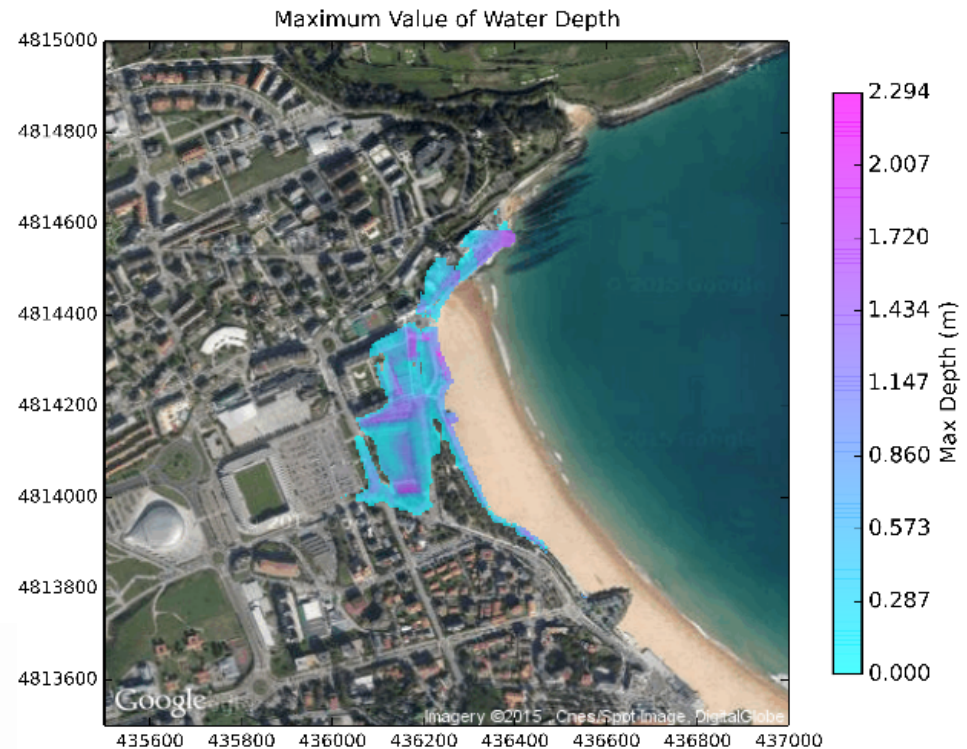
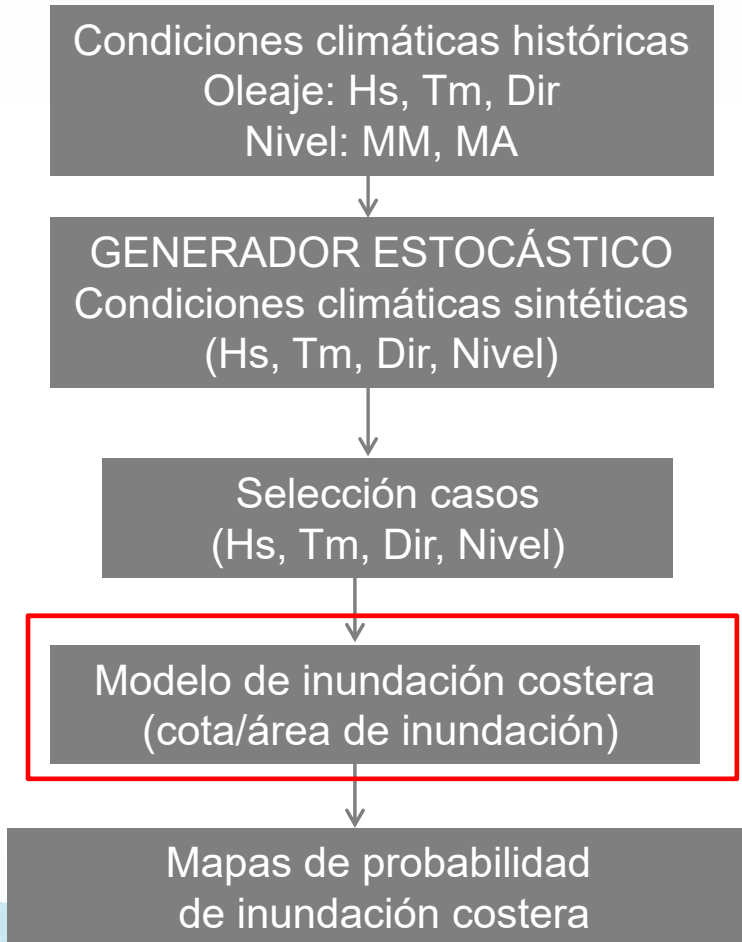


Mapas de Peligrosidad de Inundación Costera

Se simula numéricamente la inundación generada por cada uno de los casos seleccionados (condiciones multivariadas)

RFSM-EDA

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



Mapas de Peligrosidad de Inundación Costera

Se calculan los mapas de probabilidad de inundación a partir de las simulaciones de cada caso seleccionado y su probabilidad

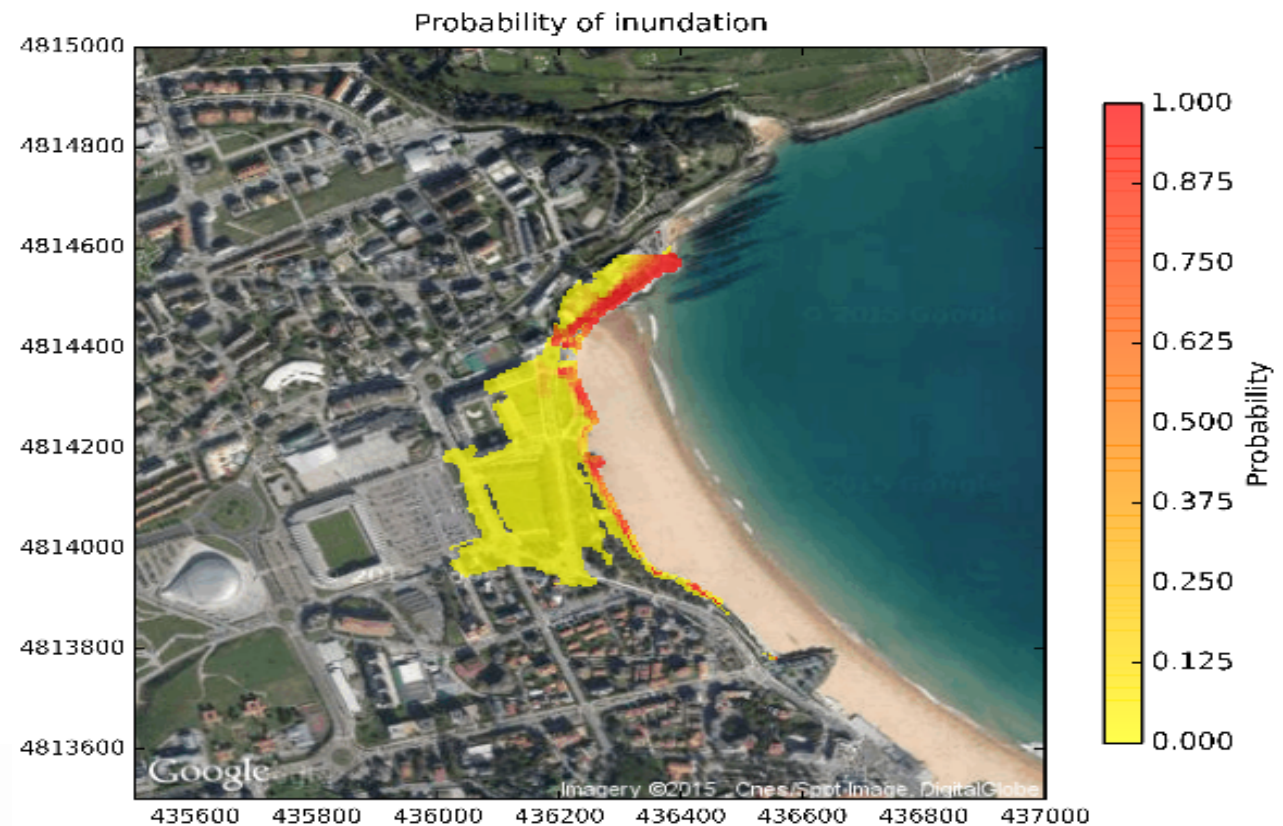
Condiciones climáticas históricas
 Oleaje: Hs, Tm, Dir
 Nivel: MM, MA

GENERADOR ESTOCÁSTICO
 Condiciones climáticas sintéticas
 (Hs, Tm, Dir, Nivel)

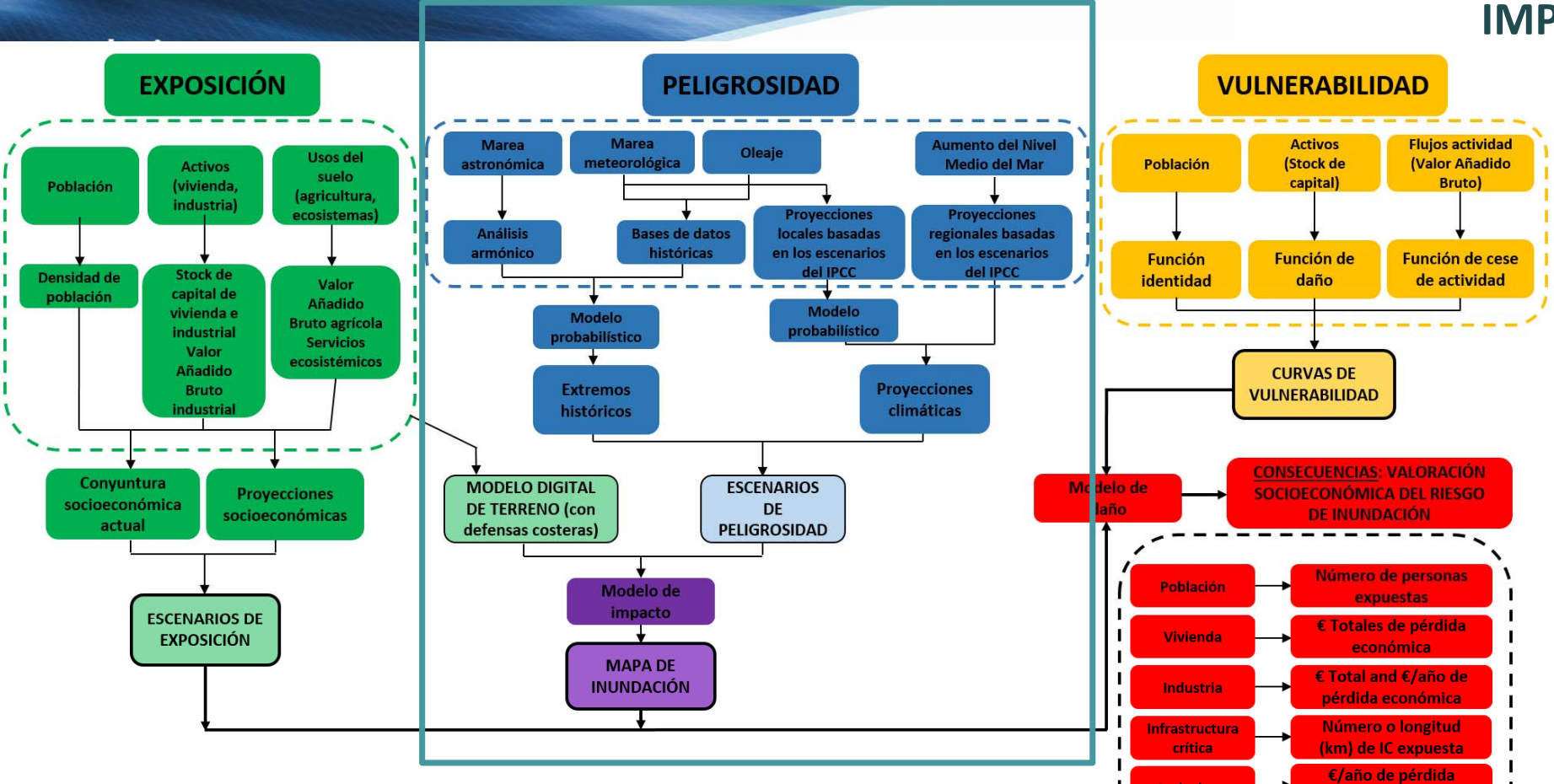
Selección casos
 (Hs, Tm, Dir, Nivel)

Modelo de inundación costera
 (cota/área de inundación)

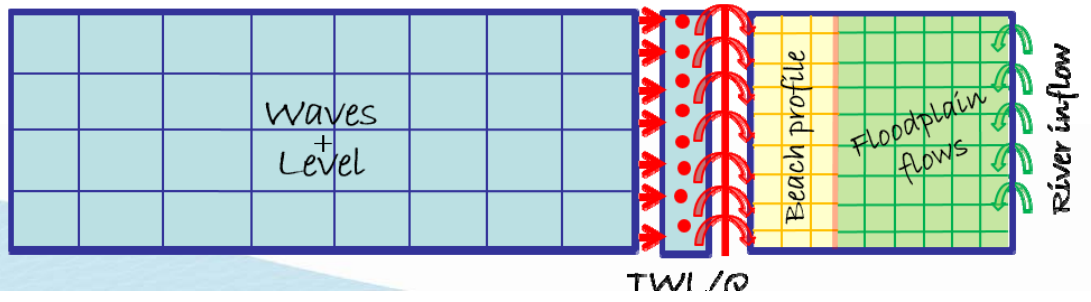
Mapas de probabilidad
 de inundación costera

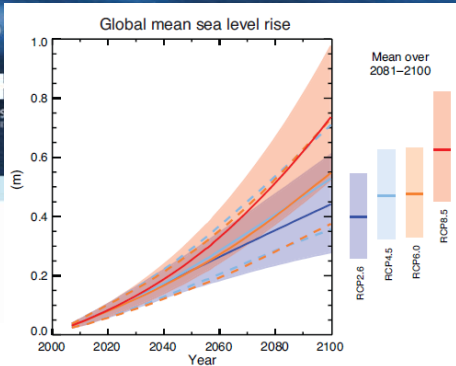


IMPACTOS



Población	Número de personas expuestas
Vivienda	€ Totales de pérdida económica
Industria	€ Total and €/año de pérdida económica
Infraestructura crítica	Número o longitud (km) de IC expuesta
Agricultura	€/año de pérdida económica
Ecosistemas	€/año de pérdida económica

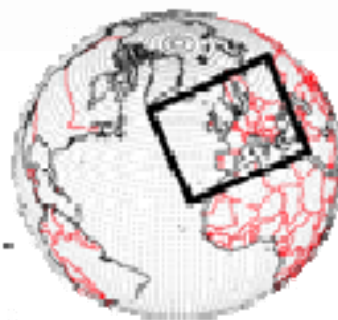
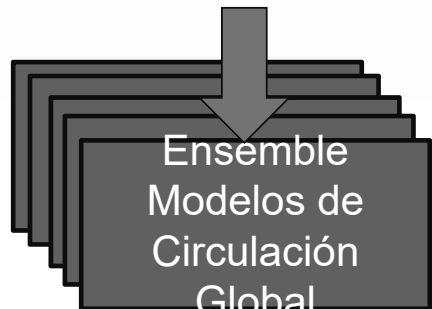




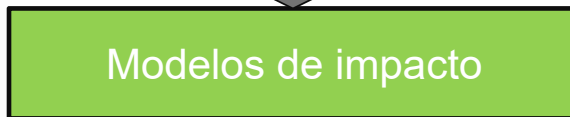
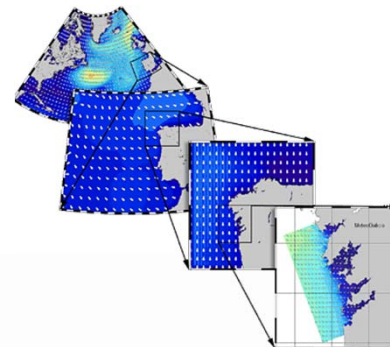
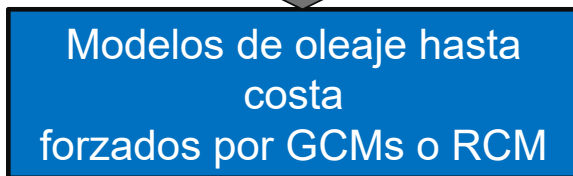
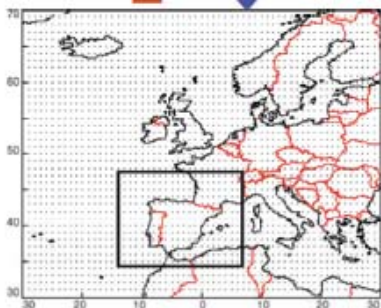
Incertidumbre



Incertidumbre



Incertidumbre



Ejemplo: Olas

PROYECCIONES

Table 5-2 | Projections of global mean sea level rise in meters relative to 1986–2005 are based on ocean thermal expansion calculated from climate models, the contributions from glaciers, Greenland and Antarctica from surface mass balance calculations using climate model temperature projections, the range of the contribution from Greenland and Antarctica due to dynamical processes, and the terrestrial contribution to sea levels, estimated from available studies. For sea levels up to and including 2100, the central values and the 5–95% range are given whereas for projections from 2200 onwards, the range represents the model spread due to the small number of model projections available and the high scenario includes projections based on RCP6.0 and RCP8.5. Source: WGI AR5 Summary for Policymakers and Sections 12.4.1, 13.5.1, and 13.5.4.

Emission scenario	Representative Concentration Pathway (RCP)	2100 CO ₂ concentration (ppm)	Temperature increase (°C)	Mean sea level rise (m)					
				2081–2100	2046–2065	2100	Scenario	2200	2300
Low	2.6	421	1.0 [0.3–1.7]	0.24 [0.17–0.32]	0.44 [0.28–0.61]	Low	0.35–0.72	0.41–0.85	0.50–1.02
Medium low	4.5	538	1.8 [1.1–2.6]	0.26 [0.19–0.33]	0.53 [0.36–0.71]	Medium	0.26–1.09	0.27–1.51	0.18–2.32
Medium high	6.0	670	2.2 [1.4–3.1]	0.25 [0.18–0.32]	0.55 [0.38–0.73]	High	0.58–2.03	0.92–3.59	1.51–6.63
High	8.5	936	3.7 [2.6–4.8]	0.29 [0.22–0.38]	0.74 [0.52–0.98]				

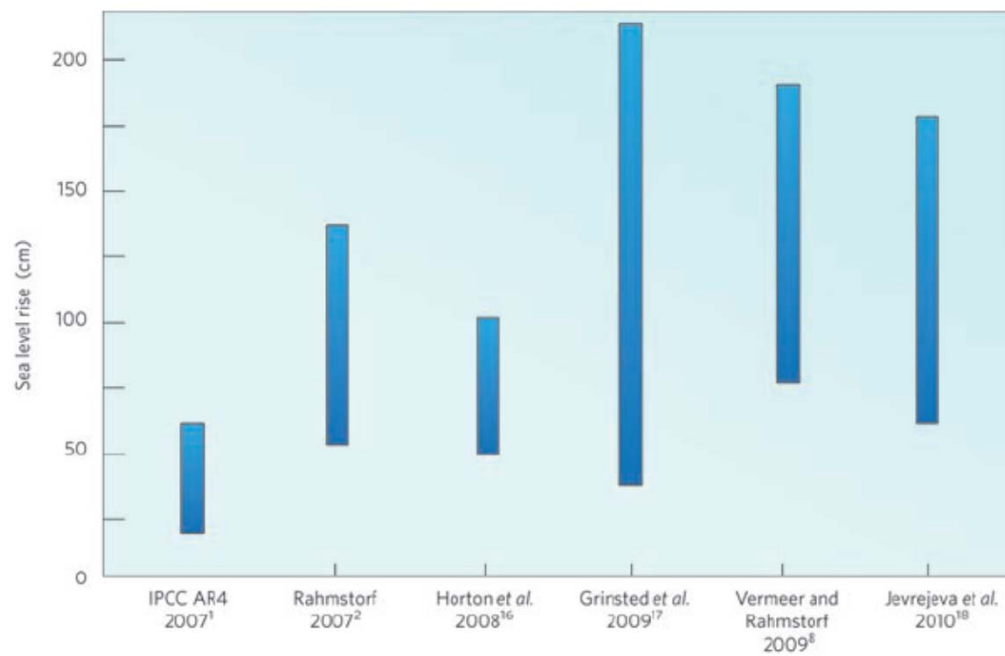
Very likely increase

Representative Concentration Pathways: Trayectorias de la concentración de GEIs

RCPs, RCP2.6, RCP4.5, RCP6, y RCP8.5, deben su nombre a posibles rangos de forzadores de radiación en el año 2100 con respecto a valores preindustriales (+2.6, +4.5, +6.0 and +8.5 W/m², respectivamente)

Existen otras aproximaciones: semi-empíricas; limitaciones físicas de la dinámica de las capas de hielo; registros paleoclimáticos...

TODOS se incluyen en el informe pero se considera que no tienen el mismo nivel de incertidumbre/confianza



TODOS PROYECTAN VALORES MÁS ALTOS

IPCC AR5
2014

DOWNSCALING DINÁMICO

Anida un modelo GCM con un modelo regional/local para representar los procesos físicos de forma explícita con más alta resolución espacial

DOWNSCALING ESTADÍSTICO

Establece relaciones estadísticas/empíricas entre variables climáticas de gran escala (predictores) y las variables regionales/locales deseadas (predictando) sin modelar procesos físicos

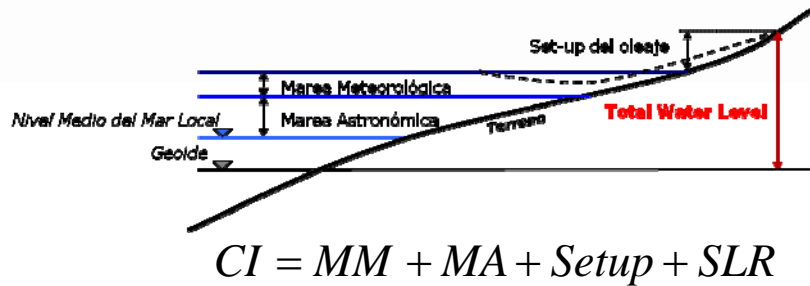
DOWNSCALING ESTADÍSTICO

Tiene limitaciones pero puede ser mucho más adecuado para realizar evaluaciones de riesgo que el dinámico y da la resolución espacial necesaria para el análisis local

PERO

es necesario transformar los resultados para adecuarlos a los modelos de impacto y los extremos no están bien resueltos

DINÁMICAS GENERADORAS DE LA INUNDACIÓN COSTERA

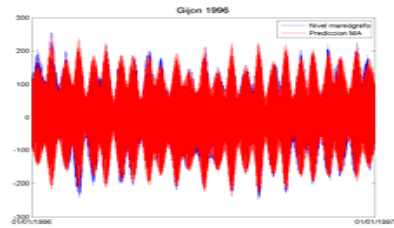


Índice de nivel del mar total:
CI (Cota de Inundación)

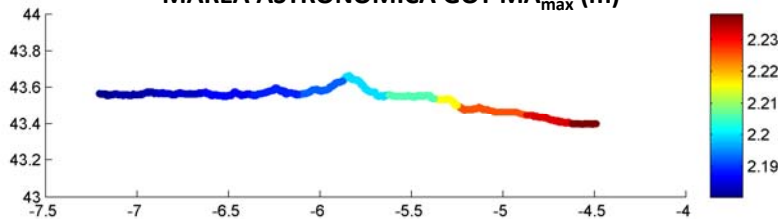
$$Setup = \alpha \sqrt{H_s L_0} \quad (\text{Stockdon et al. 2006})$$

Marea Astronómica (MA)
Mareógrafo de Gijón
Global Ocean Tides: GOT

Mareógrafo:
Puertos del
Estado



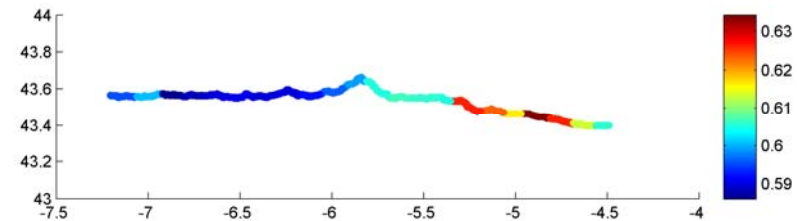
MAREA ASTRONÓMICA GOT MA_{max} (m)



Nivel del
mar

Marea Meteorológica (MM)
Global Ocean Surges:
GOS (Cid et al., 2014)

MAREA METEOROLÓGICA GOS 1.1. MM_{max} (m)



DINÁMICAS GENERADORAS DE LA INUNDACIÓN COSTERA

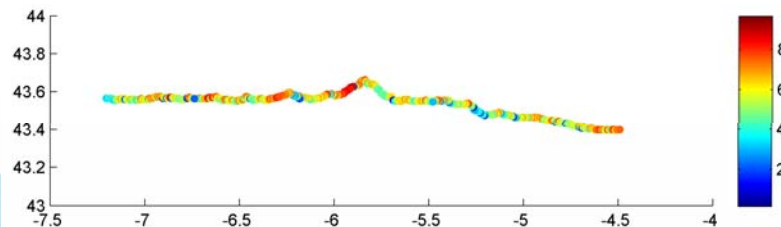
Oleaje

Oleaje en costa

Downscaled Ocean Waves:
DOW (Camus, et al, 2013)

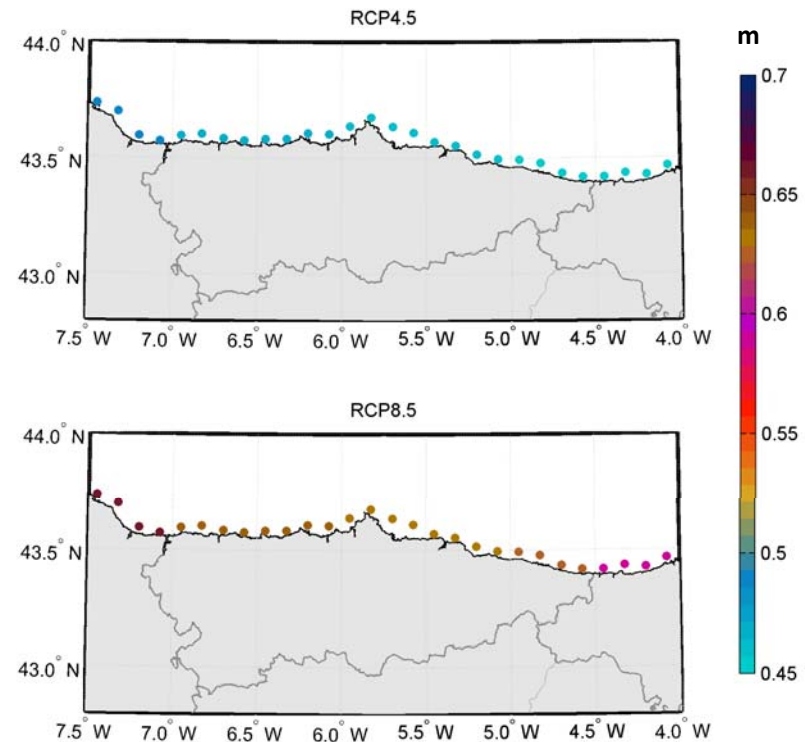


OLEAJE DOW $H_{s_{max}}$ (m)



Proyecciones del nivel medio del mar regional

Slangen et al. (2014)



Changes in annual mean and extreme statistical wave and storm surge parameters under RCP8.5 for the period 2071-2099 with respect to 1979-2010

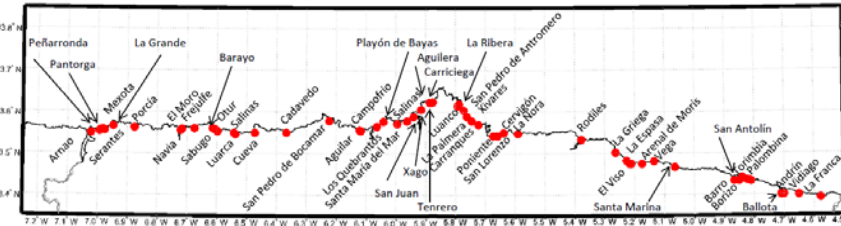
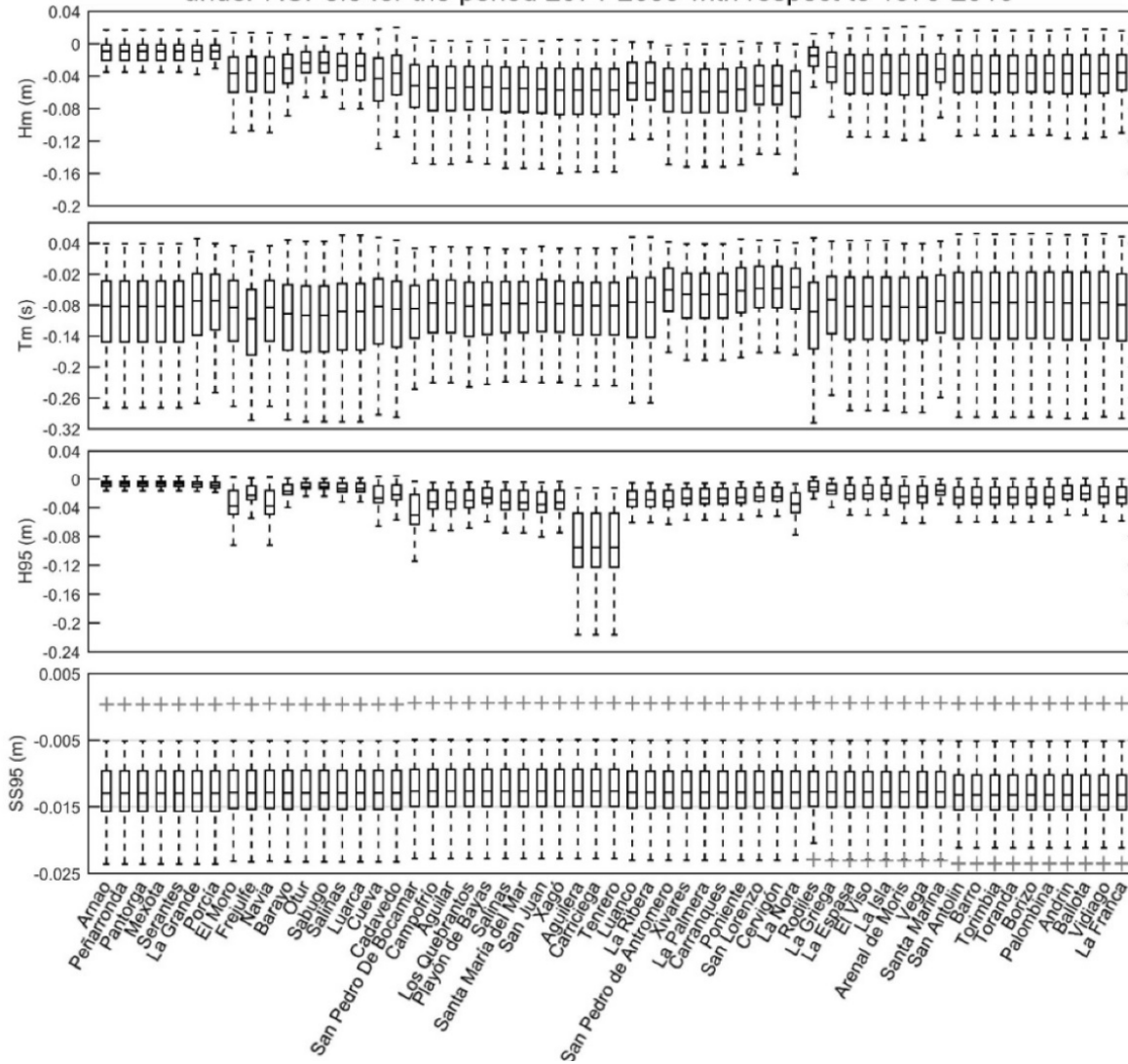
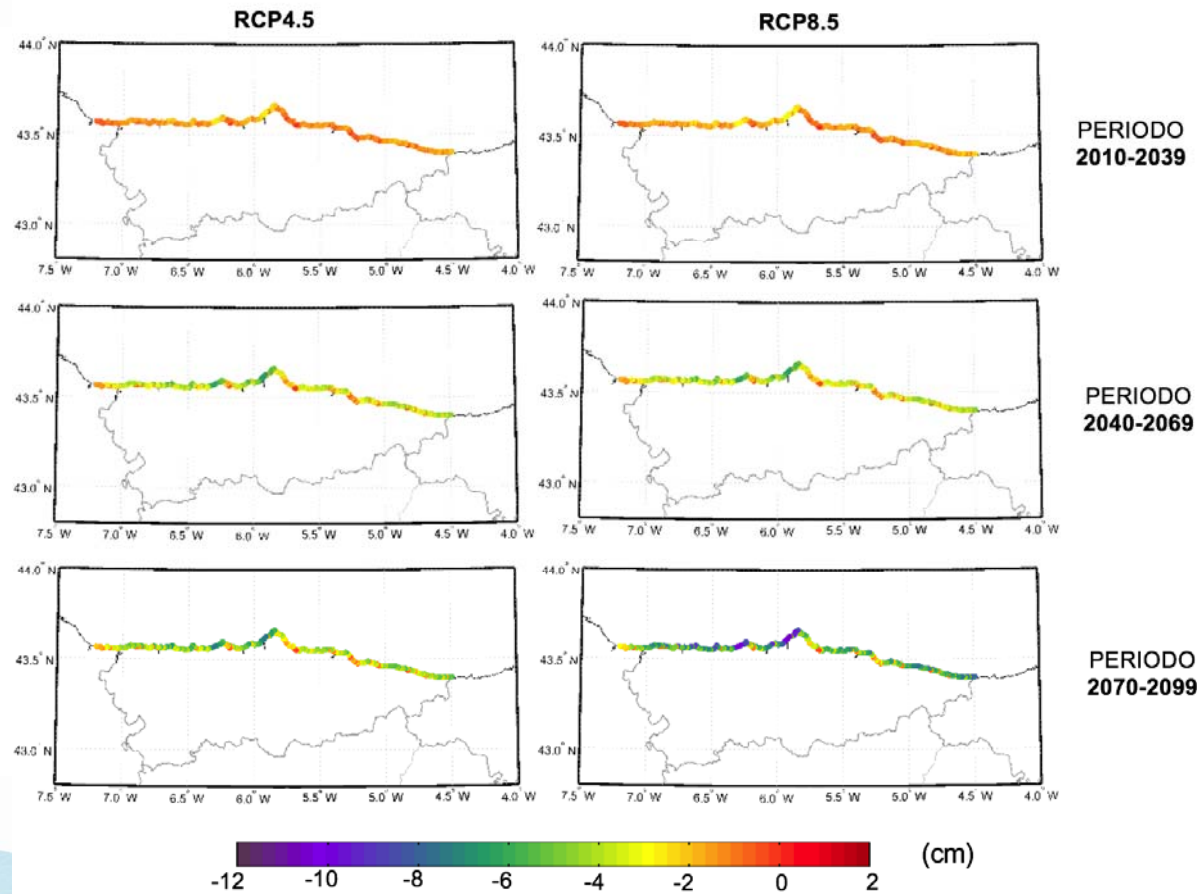


Figura 32. Cambios en la H_{95} , 95% (cm) para los escenarios RCP4.5 y RCP8.5, respecto al periodo de control 1979-2010



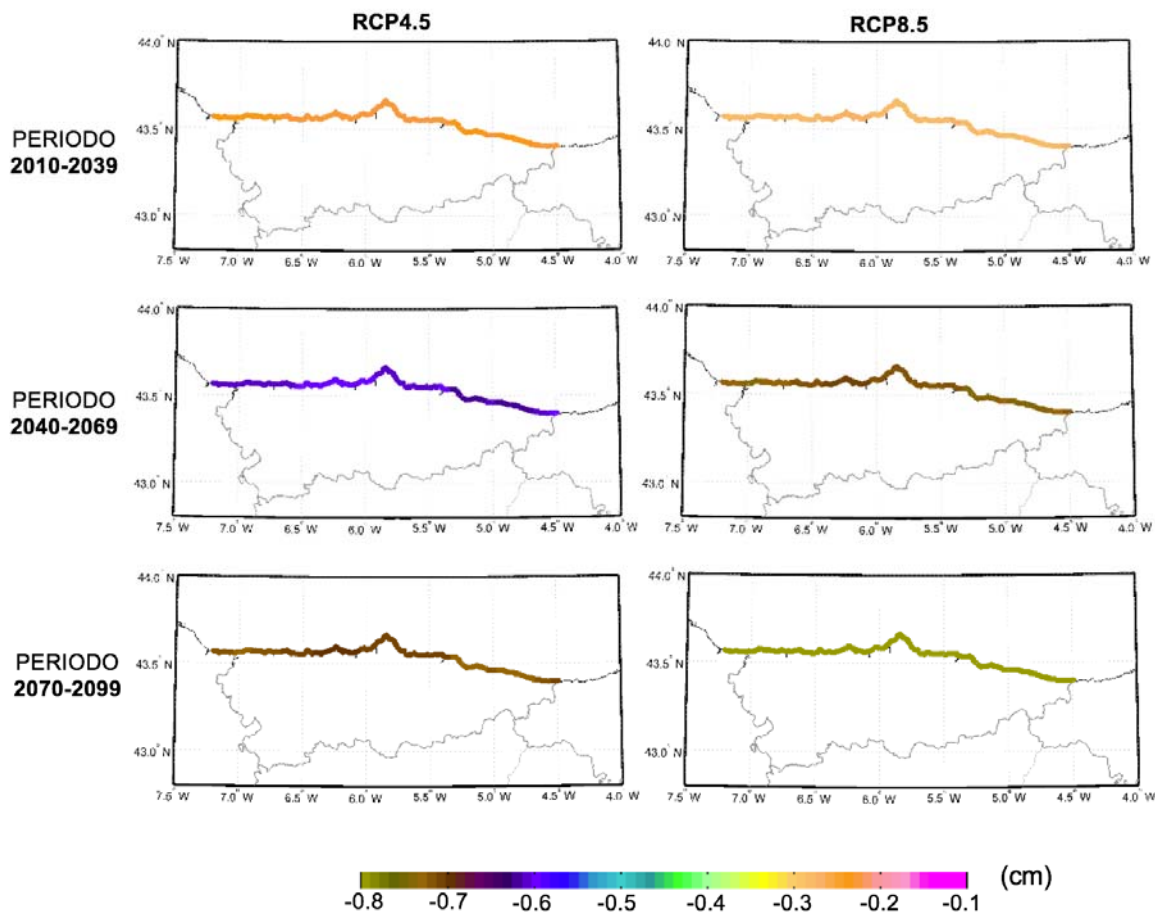
Para el escenario RCP4.5 la H_{95} disminuye hasta 9 cm en algunos puntos de la costa occidental, como Avilés o San Juan de la Arena.

Nuevamente, en la zona de Gijón y en otros puntos de la costa oriental, los cambios son ligeramente positivos.

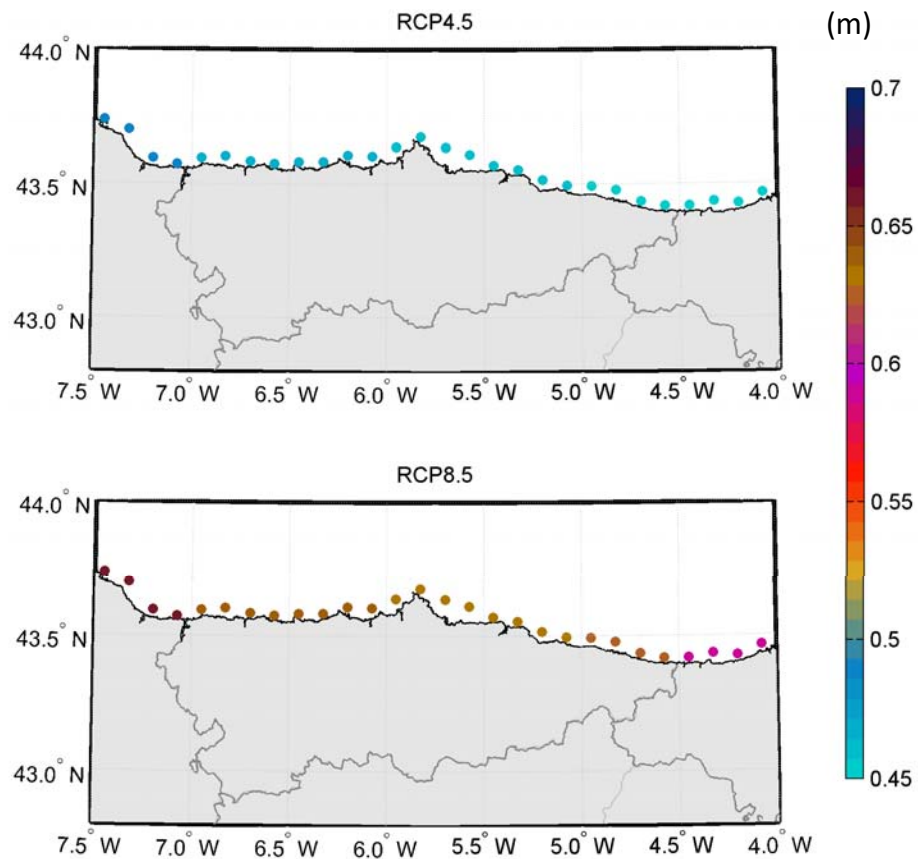
En el escenario RCP8.5 se puede observar que el patrón es prácticamente el mismo que en el RCP4.5, con valores de cambio ligeramente superiores a finales de siglo, alcanzando los 12 cm de reducción de altura de ola significativa.

En el caso del escenario **RCP4.5** se puede ver un **patrón general de reducción de la $MM_{95\%}$** , algo más acentuado en la costa occidental asturiana, y que va aumentando a medida que transcurre el siglo XXI. Sin embargo, la **magnitud del cambio es muy pequeña**, siendo a finales de siglo de apenas **0.7 cm**. En el escenario **RCP8.5** se puede ver que el **patrón espacial y la tendencia a lo largo del siglo XXI es similar al caso del RCP4.5**, con una ligera intensificación en los valores, pero en **ningún caso superando los 0.8 cm de disminución** a finales de siglo.

Figura 28. Cambios en la $MM_{95\%}$ (cm) para los escenarios RCP4.5 y RCP8.5, respecto al periodo de control 1979-2010



PROYECCIONES DE AUMENTO DEL NIVEL MEDIO DEL MAR RELATIVO

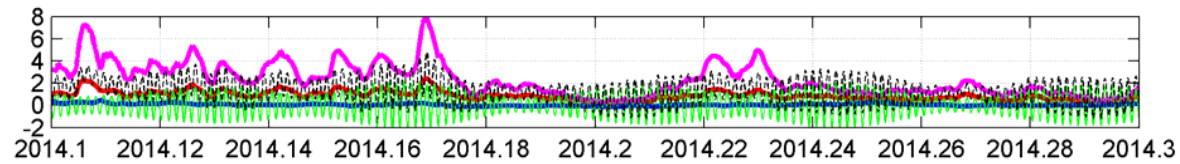


	AUMENTO DEL NMM PARA RCP4.5 a 2100 (m)	AUMENTO DEL NMM PARA RCP8.5 a 2100 (m)
LUARCA (OCCIDENTE)	0.49	0.64
LUANCO (CENTRO)	0.48	0.63
LLANES (ORIENTE)	0.45	0.62

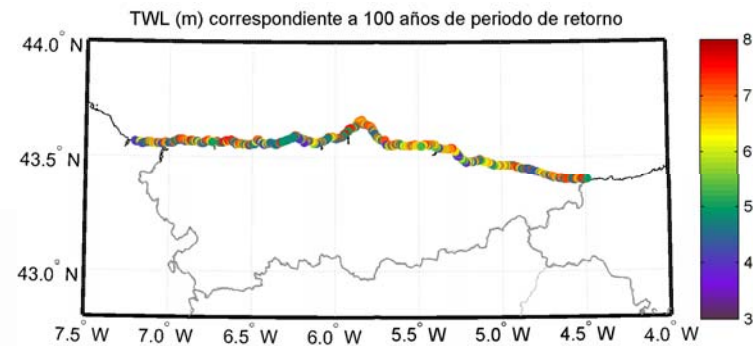
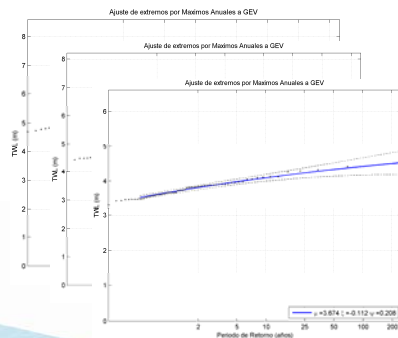
DINÁMICAS GENERADORAS DE LA INUNDACIÓN COSTERA



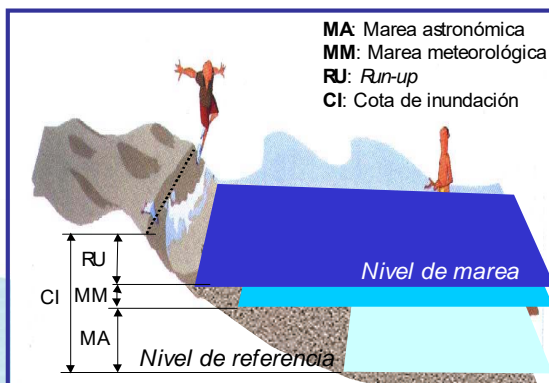
MA Setup
MM Hs
TWL



Régimen
Extremal
(GEV)



	PERIODOS DE RETORNO				
	TWL del 02/02/2014	TWL del 02/02/14 + 0.25 m	TWL del 02/02/14 + 0.45 m	TWL del 02/02/14 + 0.65 m	TWL del 02/02/14 + 1 m
LUARCA (OCCIDENTE)	51 años	8 años	2 años	1 años	0.2 años
SALINAS (CENTRO)	218 años	18 años	6 años	2 años	0.5 años
LUANCO (CENTRO)	54 años	17 años	8 años	4 años	2 años
CANDÁS (CENTRO)	41 años	9 años	3 años	1 año	0.3 años
PLAYA DE VEGA (ORIENTE)	145 años	11 años	3 años	1 año	0.2 años
LLANES (ORIENTE)	26 años	9 años	4 años	2 años	1 año

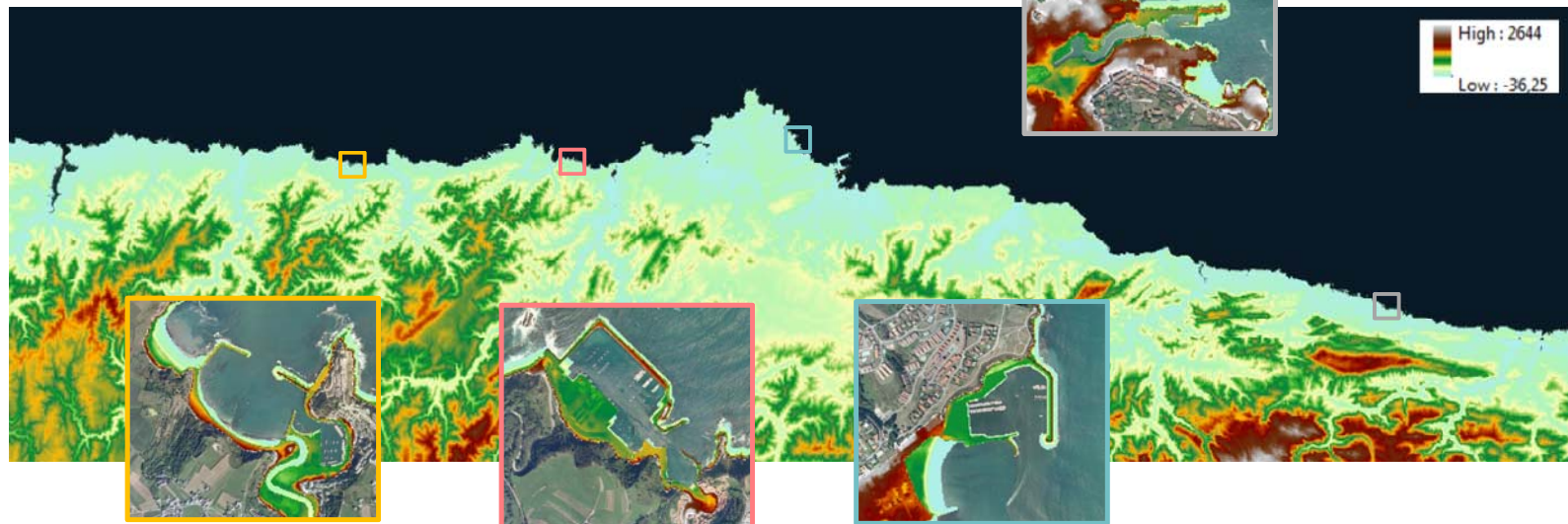


IMPLICACIONES PARA LOS TEMPORALES

EXPOSICIÓN

Modelo Digital de Terreno (MDT) – LiDAR 5 m

Digitalización
de defensas



Línea de costa
de alta
resolución

MODELADO DE INUNDACIÓN

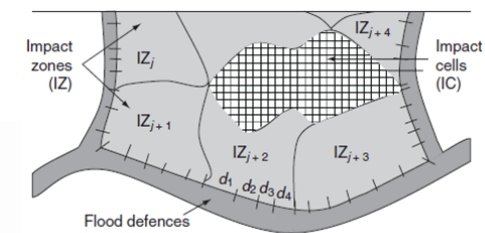
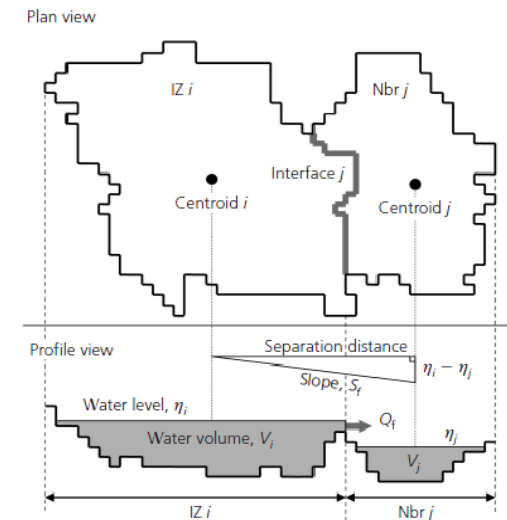
¿Cómo estudiamos la inundación a lo largo de la costa?



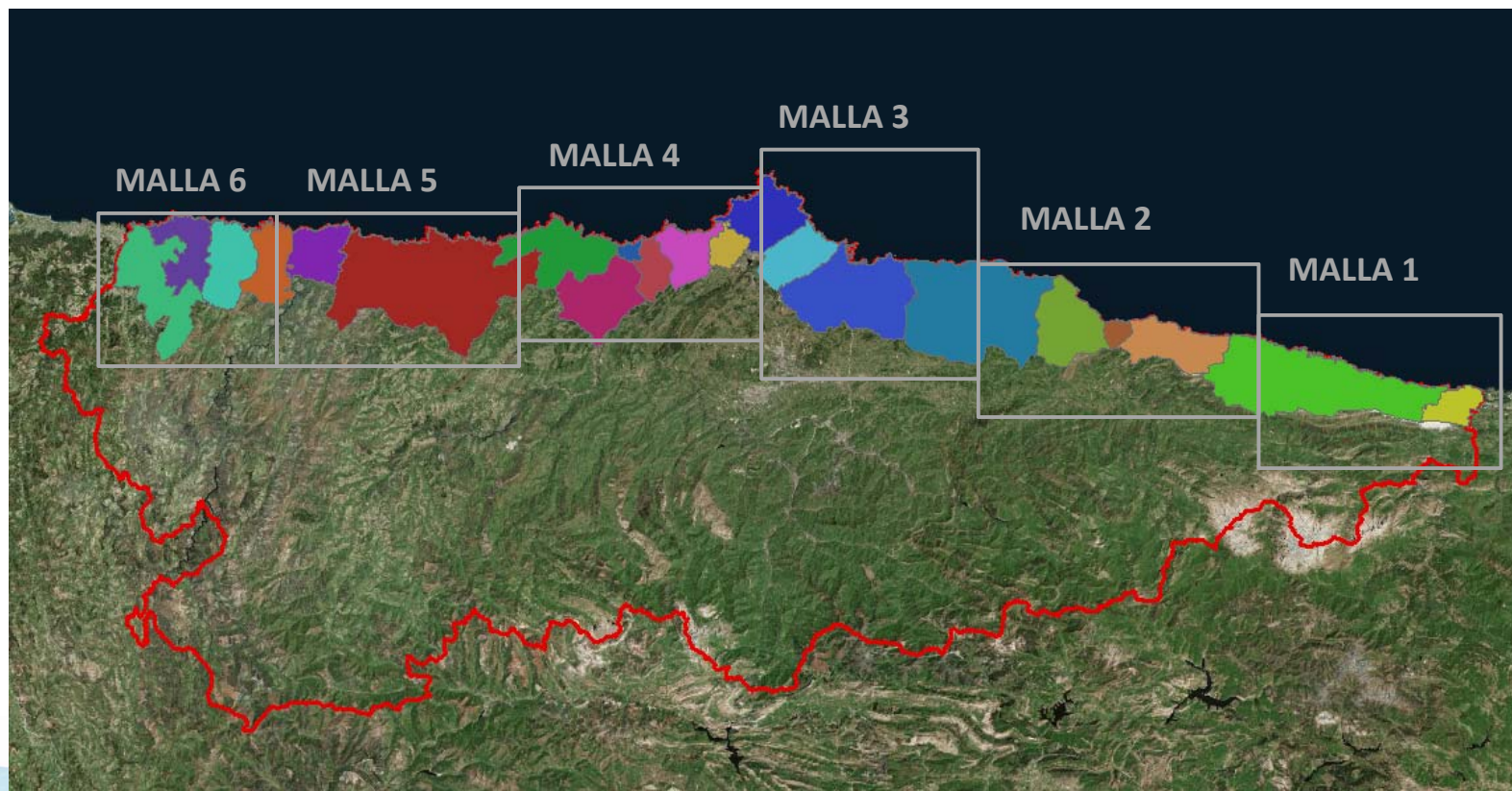
RFSM-EDA

(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 del modelo



CAMPAÑA DE CAMPO REALIZADA POR IH CANTABRIA TRAS EL TEMPORAL DEL 02/02/14



ID	Nombre	Coordenadas	Altura	Observaciones	Fecha	Estado
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10



LUANCO



TAZONES



CALIBRACIÓN

¿¿Qué valor dar al parámetro α del set-up del oleaje??

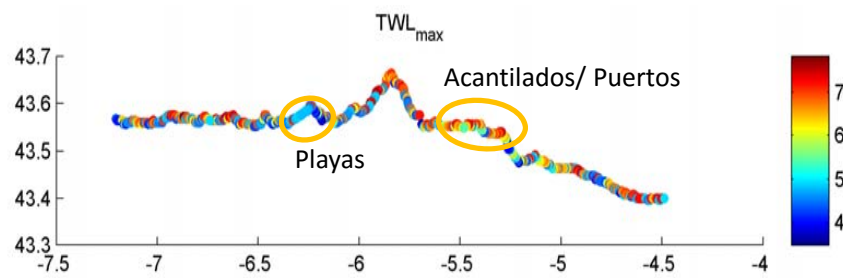
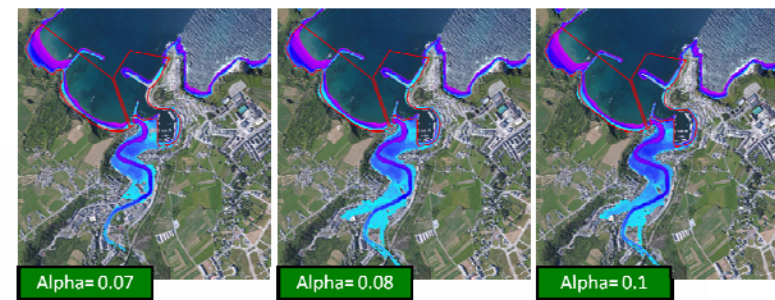
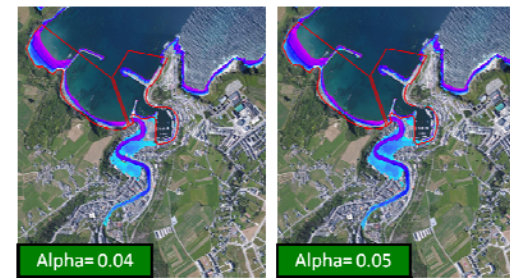
PARÁMETRO ALPHA $\rightarrow \alpha \sqrt{H_S \cdot L_0}$

$\left\{ \begin{array}{l} \alpha = 0.04 \rightarrow \text{Playas} \\ \alpha = 0.08 \rightarrow \text{Puertos/Acantilados} \end{array} \right.$

Temporal 2 de Febrero de 2014



Test de calibración en Luarca

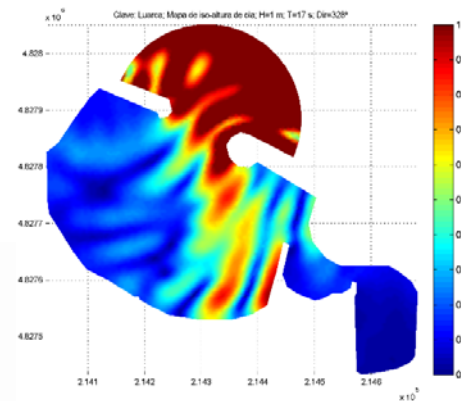
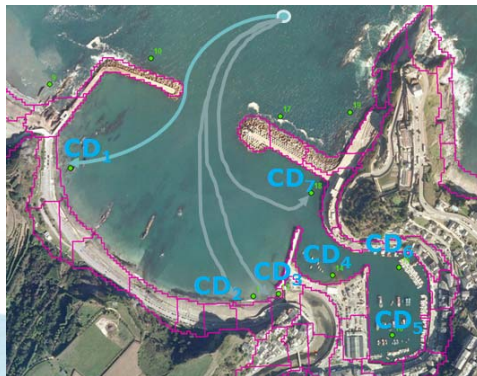


DIFRACCIÓN EN PUERTOS

Cuando el oleaje se encuentra con una estructura de protección costera la difracción hace que éste se vea alterado significativamente

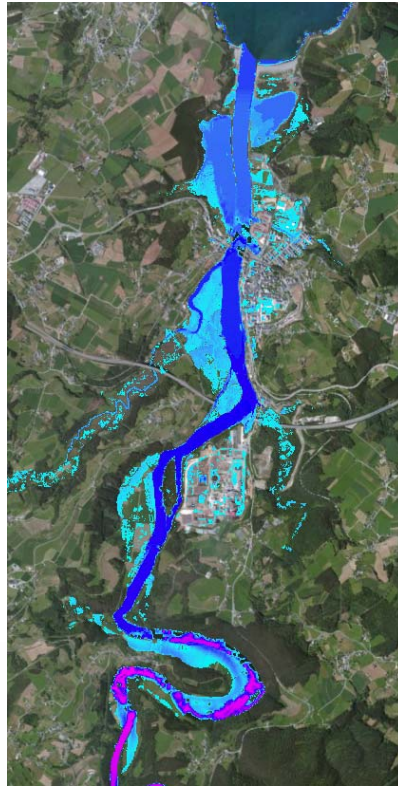
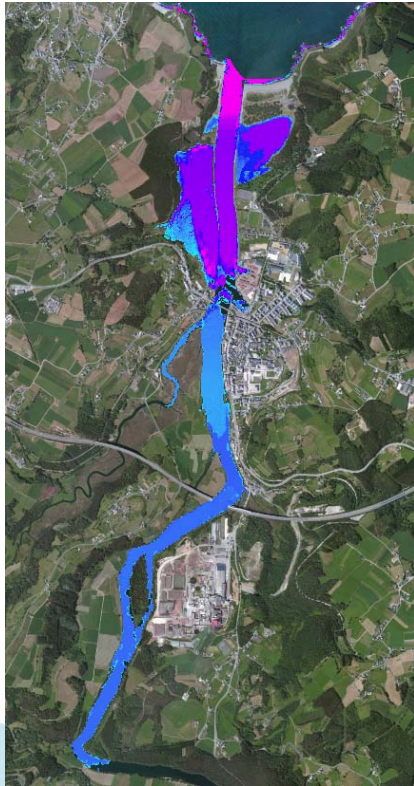


OBTENCIÓN DE COEFICIENTES DE DIFRACCIÓN CON MSP



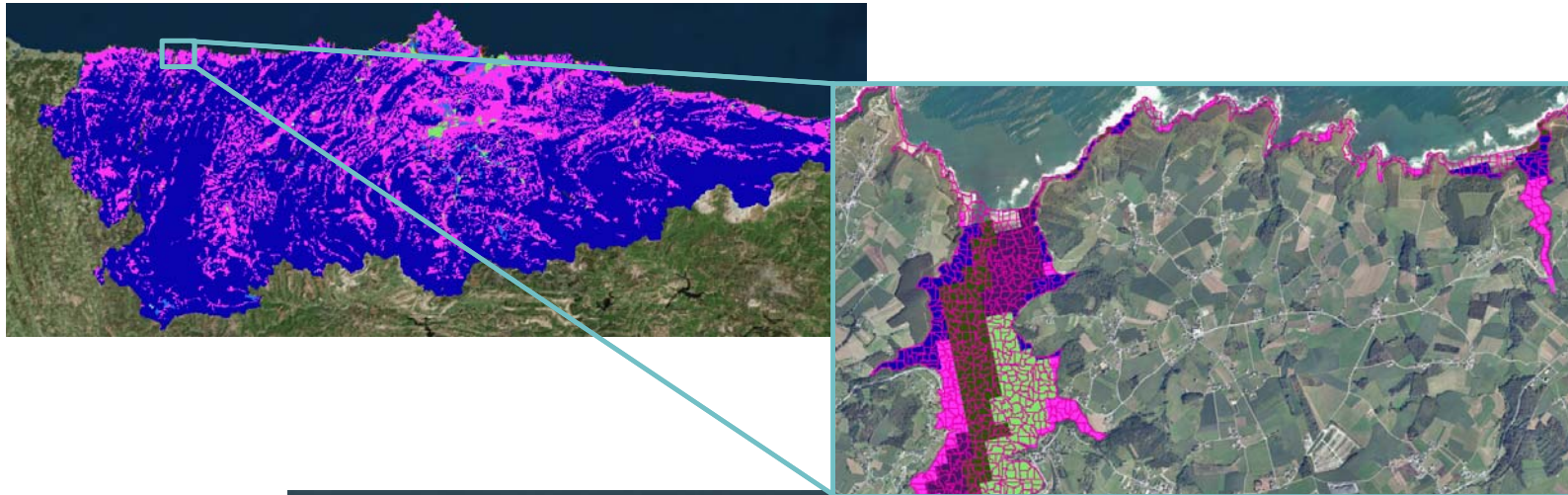
ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Marea Astronómica
Marea Astronómica vs. Precipitación Local
Caudal

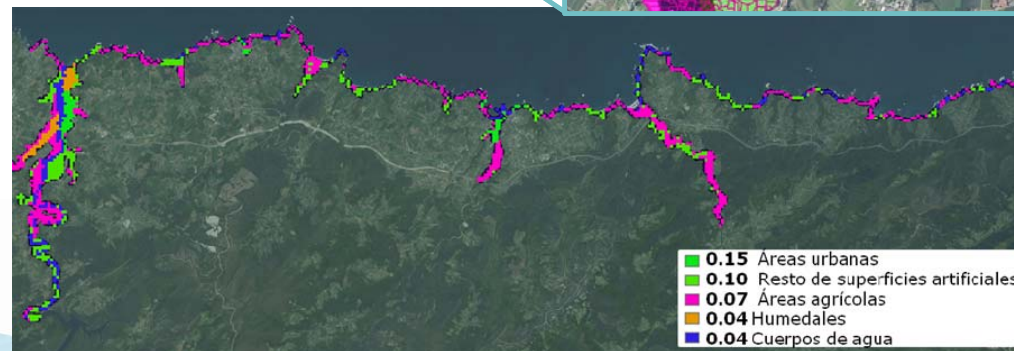


IMPLEMENTACIÓN DE LA RUGOSIDAD DE MANNING LOCAL A TRAVÉS DE LOS USOS DEL SUELO

CORINE LAND COVER



DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE RUGOSIDADES n DE MANNING



ESCALA LOCAL – ANÁLISIS PROBABILÍSTICO DE LAS CONDICIONES HIDRODINÁMICAS

ESCENARIOS CLIMÁTICOS

2 HORIZONTES TEMPORALES — [CLIMA ACTUAL: T = 100 años / T = 500 años
LARGO PLAZO: AÑO 2100

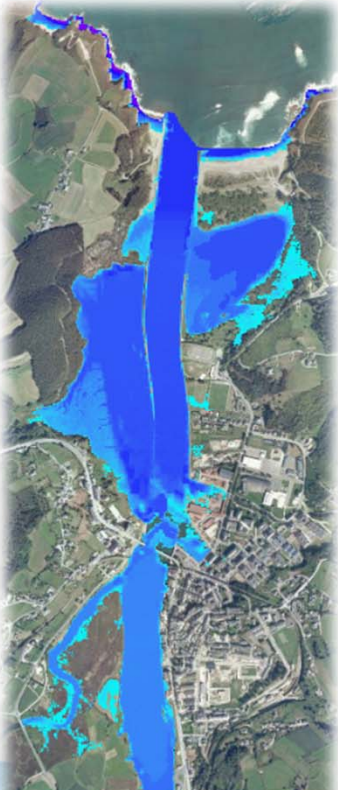
2 TIPOS DE INUNDACIÓN — [INUNDACIÓN PERMANENTE (SLR) — [SLR₁ = 0.45 m (RCP4.5 Slangen et al., 2014)
SLR₂ = 0.65 m (RCP8.5 Slangen et al., 2014)
SLR₃ = 1 m (High++)
EVENTOS EXTREMOS DE INUNDACIÓN (CI) — [T₁ = 100 años

Año horizonte	Tipo de inundación	Escenario	Escenarios climáticos
Actual	CI	E1	T1
2100	SLR	E5	SLR3
	CI	EL6	SLR1+T1
		EL8	SLR1+T1

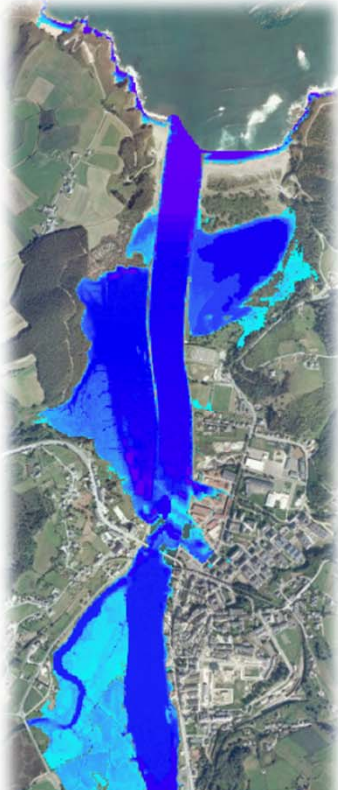
IMPACTOS

Año horizonte	Tipo de inundación	Escenario	Escenarios climáticos
Actual	CI	E1	T1
2100	SLR	E5	SLR= 1 m
	CI	E6	RCP4.5 SLR +T1
		E8	RCP8.5 SLR +T1

NAVIA



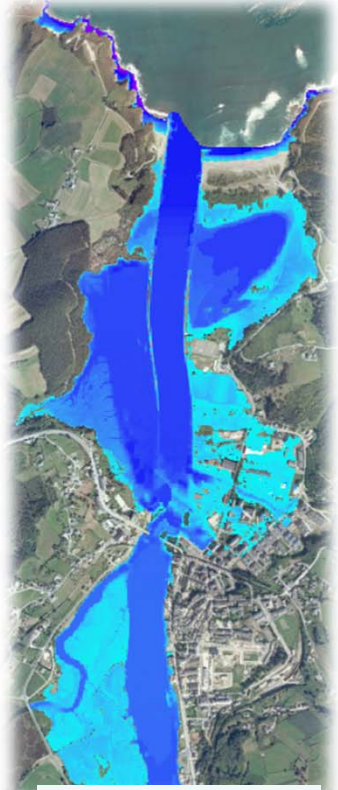
**E1 - CLIMA PRESENTE
T=100**



**E5 - H=2100
SLR=1 m**



**E6 - H=2100
T=100 + SLR=0.45* m**



**E8 - H=2100
T=100 + SLR=0.65* m**

8. Escenarios de riesgo

AÑO HORIZONTE	TIPO DE INUNDACIÓN	ESCENARIOS CLIMÁTICOS	ESCENARIOS SOCIOECONÓMICOS	ESCENARIOS DE RIESGO
Actual	CI	T1	S0	Escenario1
		T2	S0	Escenario2
2050	CI	T1+SLR1	S1	Escenario3
		T2+SLR1	S1	Escenario4
2100	SLR	SLR4	S2	Escenario5
	CI	T1+SLR2	S2	Escenario6
		T2+SLR2	S2	Escenario7
		T1+SLR3	S2	Escenario8
		T2+SLR3	S2	Escenario9

Donde se combinan:

E. SOCIOECONÓMICOS

AÑO HORIZONTE	INUNDACIÓN PERMANENTE – SLR (m)			EVENTOS EXTREMOS – CI (T= Período de Retorno)	
	RCP4.5	RCP8.5	High++		
2050	SLR1=0.24		-	T1=100	T2=500
2100	SLR2=0.45	SLR3=0.65	SLR4=1	T1=100	T2=500

E. CLIMÁTICOS

AÑO HORIZONTE	POBLACIÓN/ PIB
Actual	S0
2050	S1= proyecciones oficiales de población y crecimiento tendencial para stock y flujos)
2100	S2= crecimiento tendencial para stock y flujos)

Vivienda



Los daños efectivos esperados podrán alcanzar ante la inacción para el escenario más pesimista la cifra total de 134 millones de euros.

RESULTADOS SIN DESCONTAR

BASE



Escenario 1.- CLIMA PRESENTE: Tr1=100, S0

REFERENCIA 2050



Escenario 3.- HORIZONTE=2050: Tr=100 + SLR=0.45** m, S1

REFERENCIA 2100

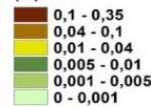


Escenario 5.- HORIZONTE= 2100: SLR3= 1 m, S2



Escenario 8.- HORIZONTE= 2100: Tr1=100 + SLR2= 0.65** m, S2

Daño sobre activos residenciales (continente) (%)



Daño acumulado sobre activos residenciales respecto al stock de capital residencial total provincial de 2011, que asciende a 26 223 845 402 EUR (FBBVA)

RESULTADOS DESCONTADOS

REFERENCIA 2050

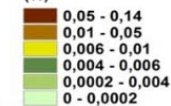


Escenario 3.- HORIZONTE= 2050: Tr1=100 + SLR1= 0.24 m, S1
Tasa anual de descuento aplicada: 2%

REFERENCIA 2100



Daños sobre los activos residenciales (continente) (%)



Ranking para Tr=100 + SLR=0.65* m a 2100 (E8):

- Ribadesella
- Navia
- Castropol
- Gozón
- Valdés

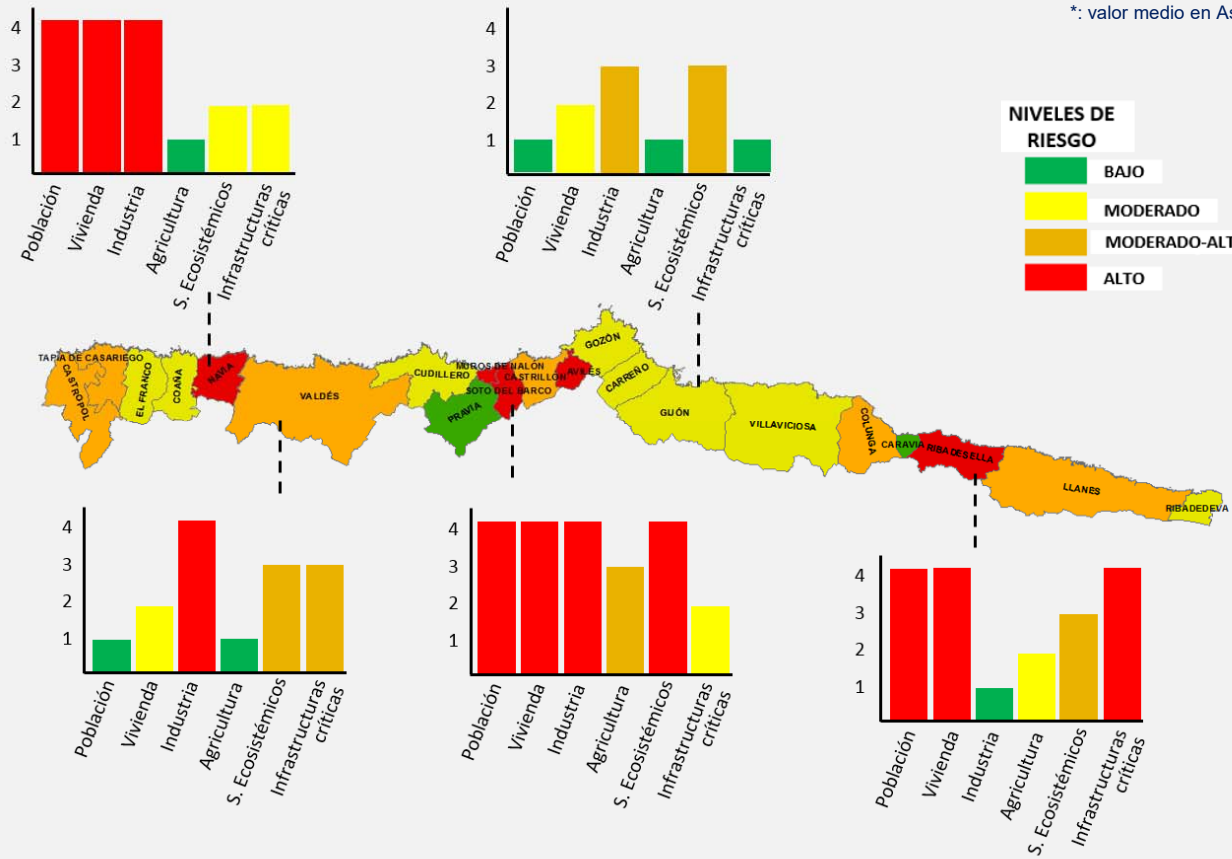
*: valor medio en Asturias modificado localmente

** : valor medio del RCP8.5 en la costa asturiana modificado localmente con Slangen et al. (2014)

Análisis integrado del riesgo de inundación

RIESGO INTEGRADO PARA $Tr=100 + SLR=0.65^* m$ (RCP8.5) a 2100

*: valor medio en Asturias modificado localmente





MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

IHCantabria

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

I+D+i para un desarrollo sostenible

METODOLOGÍA PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS MAPAS DE PELIGROSIDAD Y RIESGO EN LA COSTA



Iñigo J. Losada
losadai@unican.es

**Taller sobre inundaciones y cambio climático
21 de Junio de 2017**