

Proyecciones climáticas de dinámicas superficiales marinas en la costa española

Ramírez-Pérez, Marta^a; Menéndez, Melisa^a; Lobeto, Héctor^a; Pérez, Beatriz^a; Camus, Paula^a, García-Fletcher Ana^b; Muñoz, Ángel^b, y Losada, Iñigo J.^a

^a Instituto de Hidráulica Ambiental, Universidad de Cantabria - Avda. Isabel Torres, 15, Parque Científico y Tecnológico de Cantabria, 39011, Santander, España. ramirez@unican.es

^b Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar. Ministerio para la Transición Ecológica

1. Introducción

Una adecuada evaluación de los impactos asociados al cambio climático en la costa requiere tener en cuenta todas las variables climáticas implicadas. Respecto a las variables marinas, la mayoría de los estudios se han limitado a considerar únicamente el efecto de la subida del nivel medio del mar, a pesar de que el oleaje y la marea meteorológica son variables clave para cuantificar impactos asociados a inundación y erosión costera. En este sentido, para cumplir con la nueva Estrategia de Adaptación al Cambio Climático en la Costa Española, se requiere, por un lado, incorporar los cambios en oleaje y marea meteorológica a alta resolución espacial y, por el otro, mejorar las metodologías y la información existente, a fin de acotar la incertidumbre. Para dar respuesta a esta demanda, surge el proyecto “Elaboración de la metodología y bases de datos para la proyección de impactos de cambio climático en la costa española”, dentro del Plan de Impulso al Medio Ambiente para la Adaptación al Cambio Climático en España (PIMA Adapta), gestionado actualmente por el Ministerio para la Transición Ecológica. Dicho proyecto persigue tres objetivos principales: (1) elaborar una metodología que resuelva probabilísticamente los impactos del cambio climático en la costa teniendo en cuenta todos los agentes implicados; (2) realizar proyecciones de cambio climático de variables marinas costeras, que sirvan para alimentar modelos de impacto; y (3) analizar la información desarrollada para hacer frente a las obligaciones establecidas por la Directiva de Inundaciones (Directiva 2007/60/CE). El presente trabajo se centra en el segundo objetivo y, en concreto, muestra la metodología y los resultados obtenidos a alta resolución de las proyecciones de cambio climático de oleaje y marea meteorológica, así como su inclusión en la estimación de cambios en el nivel del agua a lo largo de la costa española, asociado al riesgo de inundación costera.

2. Bases de datos utilizadas

Para el desarrollo de proyecciones climáticas regionales de las variables marinas objetivo es necesaria la previa recopilación de las variables atmosféricas forzadoras. Estas son los campos de viento superficial marino y los campos de presión atmosférica a nivel del mar. Además, para llevar a cabo proyecciones climáticas en la costa con alta resolución es necesario que estas variables atmosféricas tengan una resolución espacial y temporal mínima, lo que limita las bases de datos a utilizar en este trabajo.

La base de datos histórica se requiere para evaluar la calidad de las simulaciones climáticas durante el clima presente. En este trabajo se ha utilizado el periodo de 1985-2005 como referencia y se ha simulado el oleaje y la marea meteorológica utilizando como forzamiento los datos del reanálisis ERA5. ERA5 es la última base de datos histórica global desarrollada por el Centro Europeo de Predicción a Plazo Medio (ECMWF). Es un producto que mejora a su antecesor (ERA-Interim) utilizando sistemas avanzados de modelado y asimilación de datos. Algunas de las mejoras de este producto son la mejor representación de eventos extremos y la mayor resolución espacial y temporal disponible. En este trabajo se han utilizado datos horarios de ERA5 de variables atmosféricas a una resolución de 0.25° para el periodo de referencia.

GCM	Resolución	Institución	País
MIROC5	1.40° x 1.40°	MIROC	Japón
IPSL-CM5A-MR	1.25° x 1.25°	Institut Pierre-Simon Laplace	Francia
GFDL-ESM2G	2.0° x 2.5°	NOAA Geophysical Fluid Dynamics Laboratory	EEUU
CNRM-CM5	1.40° x 1.40°	Centre National de Recherches Météorologiques	Francia
CMCC-CM	0.75° x 0.75°	Centro Euro-Mediterraneo per I Cambiamenti Climatici	Italia
ACCESS1	1.25° x 1.90°	CSIRO-BOM	Australia
HagGEM2-ES	1.25° x 1.90°	Met Office Hadley Centre	Reino Unido

Tabla 1. Modelos de circulación global utilizados. Fuente: CMIP5

Para llevar a cabo las proyecciones se han tenido en cuenta, tanto los escenarios de emisión de gases invernadero (RCPs) como los resultados de los modelos climáticos (CMIP5) utilizados en el último informe (AR5) del IPCC. Se han analizado

dos escenarios de emisión (RCP4.5 y RCP8.5), 7 modelos de circulación global (GCM, tabla 1) y 8 modelos climáticos regionales (RCM), que pertenecen a las iniciativas EURO y MED CORDEX (tabla 2). Los GCM cuentan con datos 3-horarios de viento, 6-horarios de presión a nivel del mar (SLP) y diarios de cobertura de hielo. La resolución espacial de los RCM es de 0.11°, con datos 6-horarios y 3-horarios de viento y SLP, respectivamente.

RCM	GCM inductor	Institución	País
RCA4	MPI-ESM-LR	Max-Planck-Institut für Meteorologie	Alemania
CCLM4-8-17	MIROC5	MIROC	Japón
RCA4	IPSL-CM5A-MR	Institut Pierre-Simon Laplace	Francia
RCA4	HadGEM2-ES	Met Office Hadley Centre	Reino Unido
RCA4	EC-EARTH	EC-EARTH consortium	Varios
RCA4	CNRM-CM5	Centre National de Recherches Météorologiques	Francia
CCLM4-8-17	CanESM2	Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis	Canadá
ALADIN52	CNRM-CM5	Centre National de Recherches Météorologiques	Francia

Tabla 2. Modelos climáticos regionales utilizados. Fuente: EURO-CORDEX (del 1º al 7º) y MED-CORDEX (el 8º)

3. Metodología

La metodología utilizada tiene como objetivo la realización de proyecciones dinámicas según el más reciente estado del arte en modelado numérico de oleaje y marea meteorológica, así como incorporar un número significativo de modelos climáticos que permitan definir un marco de incertidumbre adecuado para la toma de decisiones de las futuras estrategias de adaptación (figura 1).

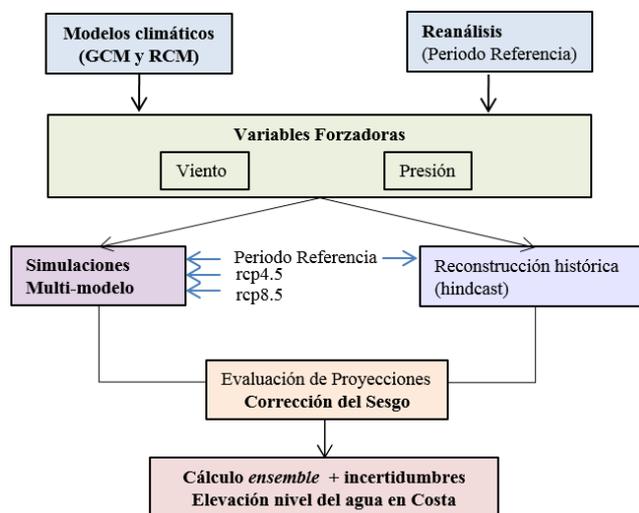


Fig. 1. Esquema de la metodología utilizada para obtener las proyecciones de oleaje y marea meteorológica

Las proyecciones dinámicas de oleaje se han realizado mediante modelado numérico de WaveWatchIII. Se han configurado dos simulaciones, una para la región atlántica, a partir de los datos de los GCMs, y otra para la costa mediterránea a partir de los RCMs. Ambas simulaciones en modo multigrad. Las proyecciones dinámicas de marea meteorológica se han realizado con el modelo ROMS en modo barotrópico, utilizando dos mallas de cálculo: una malla que se fuerza con los datos de los RCMs y que cubre toda la península, estrecho de Gibraltar y mediterráneo occidental; y otra para el archipiélago canario, que utiliza como forzamiento los datos de GCMs. Las salidas de ambas variables se guardan con resolución horaria y tienen una resolución espacial de ~10km en la costa.

Los resultados se han evaluado durante el periodo de referencia y se ha investigado la aplicación de métodos de corrección del sesgo para aplicación de los resultados de cambio ante diferentes escenarios de emisión de gases invernadero.

4. Resultados

Tras la corrección de sesgos sistemáticos en las dinámicas marinas, se ha evaluado el cambio proyectado de estas variables a lo largo del siglo XXI (ej. cambios durante el posible clima futuro durante el periodo 2081-2100 con respecto al clima presente 1985-2005). Es importante destacar que los cambios se han estimado para la marea meteorológica, diferentes parámetros del estado de mar del oleaje, y una recomposición del nivel del agua total en costa. Además, se han evaluado los cambios no solo en las climatologías medias, sino también en los eventos extremos, de gran interés por su relevante importancia en los impactos costeros relativos a procesos de inundación.