



Desarrollo de herramientas para prevenir y gestionar los riesgos en la costa ligados al cambio climático

Producto.3.2. Guía metodológica basada en las herramientas y modelos numéricos aplicados en la zona de estudio.

Informe del GT3: Desarrollo de herramientas de gestión basadas en el estudio integrado de la dinámica fluvial y costera

Due date of deliverable: 30/09/2021

Actual submission date: 14/10/2021

Lead contractor for this deliverable: UGR

Autores

Marina Cantalejo, Agustín Millares Valenzuela, María Bermúdez Pita, Leonardo Nanía Escobar, Manuel Cobos Budía, Asunción Baquerizo Azofra, Rosa María Mateos, Jorge Pedro Galve Arnedo, Juan Antonio Luque Espinar, Cristina Reyes Carmona, Oriol Monserrat

Project funded by the Interreg Sudoe Programme through the European Regional Development Fund (ERDF).



INDICE

1	INTRODUCCION.	3
2	METODOLOGÍA.	4
3	HERRAMIENTAS Y MODELOS EMPLEADOS.	5
3.1	Acceso de a la base de datos climáticos y tratamiento de las proyecciones climáticas.	5
3.2	Modelo hidrológico físico y distribuido.....	5
3.3	Modelización hidrodinámica	6
3.4	Caracterización del caudal desaguado por las infraestructuras de regulación fluvial.	6
4	PRODUCTOS.	7
4.1	Sistema de Información geográfica.....	7
5	REFERENCIAS	8

1 INTRODUCCION.

Las cuencas mediterráneas son zonas especialmente vulnerables al cambio climático con impactos asociados a inundaciones, erosión de márgenes fluviales y zonas costeras, sequías, incendios y desertificación, que tienen importantes consecuencias socioeconómicas y ambientales. Los estudios climáticos apuntan a una variación de la frecuencia y severidad de eventos extremos (Giorgi y Lionello, 2008; IPCC, 2019) así como cambios en la variabilidad temporal estacional (Lira-Loarca et al. 2021) en el futuro. La creciente presión antrópica (cambios de uso del suelo, presencia de infraestructuras a lo largo de cauce y en la desembocadura) agravará las consecuencias adversas de lluvias torrenciales, tormentas marítimas y sequías prolongadas, lo que supone un reto para la gestión de estos sistemas en el futuro. Para ello, es preciso disponer de metodologías y herramientas capaces de pronosticar la respuesta del sistema cuenca-río-costa, acotando la incertidumbre que ésta hereda de los agentes forzadores, en concreto, los procesos hidrológicos e hidráulicos en la cuenca (Raje y Mujumdar, 2010; Millares y Moñino, 2020) e hidro-morfodinámicos en la desembocadura y costa adyacente (Baquerizo y Losada, 2008; Losada et al. 2011).

La presente guía metodológica recopila los pasos necesarios para la elaboración de herramientas y el desarrollo de productos que ayuden a los responsables de gestión y planificación territorial, a proponer medidas de actuación y mitigación más adecuadas para el control de los impactos y el riesgo asociado, tanto en la cuenca como en la costa, atendiendo a las previsiones del cambio climático. Es decir, creación de herramientas de apoyo en el proceso de toma de decisión en la gestión integral de las cuencas y evaluación de las repercusiones en la costa.

El alcance de la guía abarca: el acceso a las bases europeas de datos climáticos y descarga de información climática, caracterización del régimen de aportaciones, cambios en la llanura de inundación asociada a eventos extremos, tasas de transporte de sedimento, interacción con las infraestructuras de regulación fluvial, y finalmente, la elaboración de cartografía y creación de productos, comparando el impacto producido en condiciones actuales y bajo escenarios de cambio climático,

2 METODOLOGÍA.

La metodología que se propone para la obtención de productos y herramientas de gestión y planificación territorial se divide en 3 fases de cálculo, cuyos resultados se integran en un Sistema de Información Geográfica (descrita en el entregable E.3.1.2), que será el producto principal del cual se deriven información cartográfica, gráficos interactivos, tablas resumen, que faciliten la labor de la entidad gestora.

La primera fase consiste en el acceso a la base de datos climáticos y descarga masiva de información, para la cual se ha desarrollado una herramienta que facilita este proceso. Además, integra el pretratamiento de las series climáticas para corregirlas y adaptarlas al comportamiento climático local.

La siguiente fase, consiste en emplear dichas proyecciones climáticas para simular el comportamiento hidrológico y respuesta sedimentaria según diferentes escenarios de cambio climático. La incertidumbre de los resultados será tomada en cuenta a partir del uso de información que proviene de distintos modelos climáticos.

La última fase se centra en la evaluación del impacto de las avenidas más extremas en tramos del cauce concreto, donde se prevea una mayor repercusión de la crecida de las inundaciones a futuro.

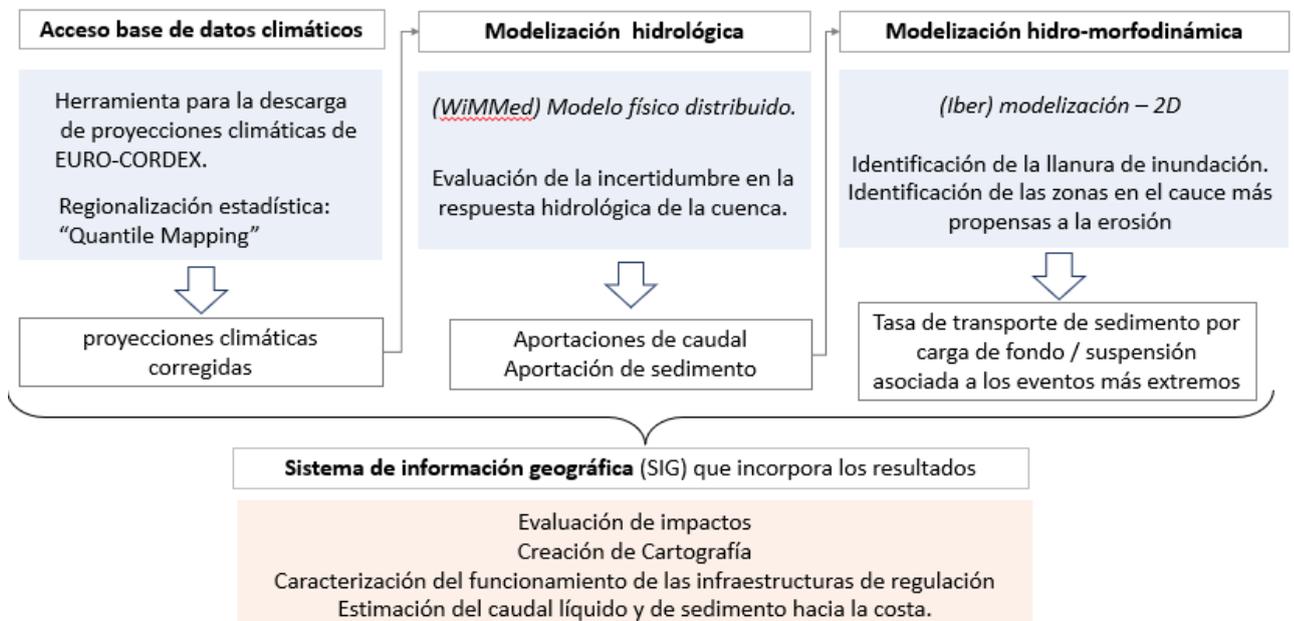


Figura 1_Diagrama de flujo de la información necesaria y las herramientas o modelos numéricos empleados para la obtención de productos que ayuden en las tareas de toma de decisión

3 HERRAMIENTAS Y MODELOS EMPLEADOS.

A continuación, se explican las diferentes herramientas descritas en la metodología que permiten la consecución del objetivo general de esta guía metodológica.

3.1 Acceso de a la base de datos climáticos y tratamiento de las proyecciones climáticas.

La base de datos climáticos, generada por el Programa Mundial de Investigación sobre el Clima (PMIC), proporciona a través del proyecto europeo EURO-CORDEX, el acceso a las proyecciones futuras de variables que caracterizan el clima atmosférico y marítimo. Estas proceden de diferentes modelos globales climáticos regionalizados (GCM-RCM), y de escenarios futuros de cambio climático, permitiendo evaluar la incertidumbre intrínseca de la modelización del clima a futuro.

El acceso a la base de datos y la descarga masiva de información climática se ha llevado a cabo, a partir de una herramienta desarrollada a través del lenguaje de programación *Python*, que permite la selección de las variables, modelos, escenarios, periodo histórico o futuro, dentro de una localización concreta o región de estudio.

Por otro lado, se integra en esta misma herramienta, la posibilidad de efectuar un tratamiento de las proyecciones climáticas para regionalizar estadísticamente el comportamiento de las simulaciones. La técnica empleada se basa en el “Empirical Quantile Mapping”, utilizando un modelo teórico de colas para corregir los eventos más extremos atendiendo a las características del comportamiento meteorológico local. Si no se realiza este pretratamiento, el uso de éstas pueden ser poco adecuado en la estimación de los impactos.

3.2 Modelo hidrológico físico y distribuido.

La modelización de la respuesta de la cuenca de estudio, en términos hidrológicos y de comportamiento erosivo y sedimentación en laderas, se lleva a cabo mediante un modelo hidrológico completo, distribuido y de base física. (WiMMed, Herrero et al, 2014). Este modelo, ha sido desarrollado para atender con especial interés a las características del clima mediterráneo, como la torrencialidad de las lluvias, los periodos de sequía o incluso la dinámica de la nieve en zonas con una elevada altitud. Los resultados obtenidos permiten caracterizar el régimen de aportaciones, en condiciones actuales, y analizar los cambios según diferentes escenarios de cambio climático.

3.3 Modelización hidrodinámica

La modelización hidrodinámica y morfológica del cauce en 2D, es llevada a cabo a través del software libre *iber* (Bladé et al, 2014). La simulación de las avenidas de carácter más extremo, detectadas para un periodo de referencia y otro futuro, permite determinar cambios en la llanura de inundación, y, por lo tanto, posibles daños en las zonas situadas próximas al cauce fluvial. Además, el software incorpora un módulo de transporte que permite tener en cuenta los cambios en la morfodinámica del cauce fluvial, y estimar las tasas de transporte por carga de fondo y suspensión. Esta información resulta útil para identificar las zonas que pueden verse afectadas por un aumento de la erosión en los márgenes del río, o zonas de acreción del cauce que puedan derivar el curso del cauce fluvial.

Para evaluar el comportamiento erosivo y sedimentario en un tramo del cauce, es preciso estudiar la granulometría de la zona, que permita justificar los parámetros de los modelos de transporte incorporados en el software.

3.4 Caracterización del caudal desaguado por las infraestructuras de regulación fluvial.

Partiendo de los datos disponibles en el “Sistema de Información Hidrológica” de la cuenca de estudio, (aforos, cota de la lámina de agua, pluviometría, etc.), se plantea la caracterización del comportamiento de las infraestructuras de regulación fluvial que puedan verse afectadas por el impacto del cambio climático en los procesos analizados.

La propuesta de caracterización del comportamiento de la infraestructura dependerá de la naturaleza de su función. En el caso de un azud o presa, el interés se centra en determinar, el volumen almacenado y el caudal a desaguado, a partir de variables como el caudal de entrada o la precipitación. En caso referirnos tratarse de un partidior de distribución, será necesario considerar además la demanda de riego, abastecimiento, que será variable a lo largo del tiempo.

Dicha caracterización, permite simular la interacción entre la infraestructura y el flujo de agua y sedimento estimado simulado a partir de las proyecciones futuras, y con ello la probabilidad de que se produzca un fallo en el funcionamiento de la infraestructura (pérdida de capacidad, desabastecimiento hídrico ..)

4 PRODUCTOS.

El desarrollo de productos, como el Sistema de Información Geográfica, que permitan la integración de los resultados de simulaciones de modelos numéricos en formato cartográfico, gráficas interactivas y tablas, será esencial para poner de manifiesto la magnitud de los impactos y la necesidad de establecer estrategias de gestión y propuestas de mitigación y adaptación.

4.1 Sistema de Información geográfica.

La integración de toda la información y resultados intermedios obtenidos por las diferentes herramientas y modelos mencionados en el apartado anterior, justifica el desarrollo de una plataforma SIG que permita su visualización conjunta e interactiva.

La plataforma se ha diseñado para que el usuario pueda configurar la visualización de los resultados de una manera cómoda y flexible, atendiendo a diferentes aspectos. Puede configurarse su consulta según el escenario (histórico, futuro: RCP 4.5 o RCP 8.5), atendiendo al modelo climático global de donde proceden las proyecciones, el periodo de simulación, la variable o proceso simulado (hidrológico o hidrodinámico), mediante dos paneles que facilitan la visualización comparativa.

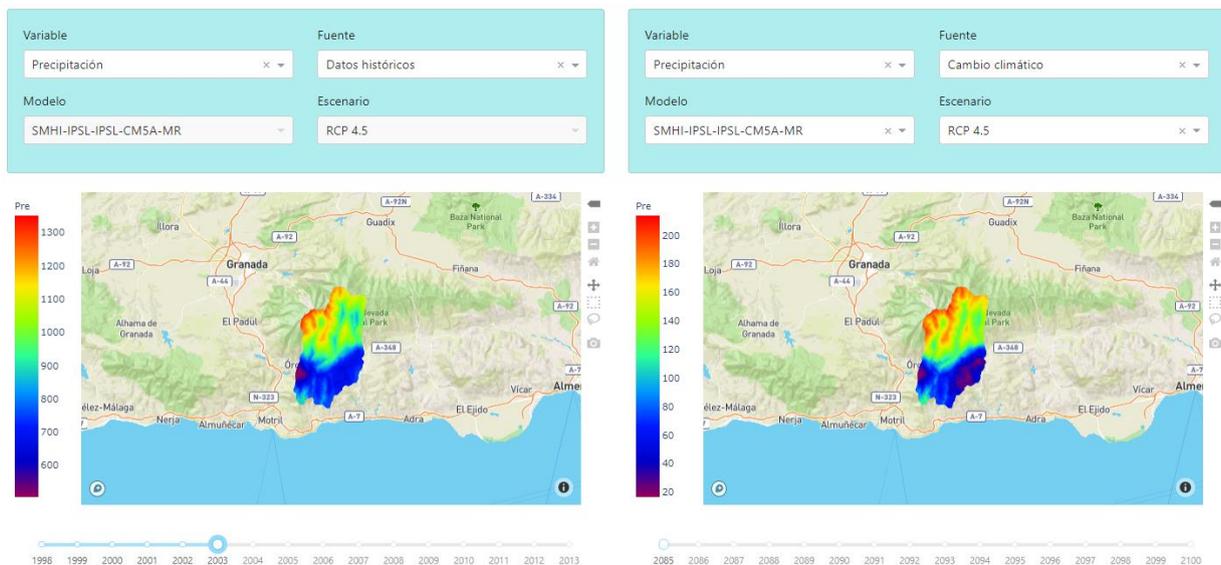


Figura 2_Entorno SIG, para la visualización y consulta de los resultados de la modelización hidrológica e hidrodinámica.

5 REFERENCIAS

Baquerizo, A., MA. Losada, 2008. Human interaction with large scale coastal morphological evolution. An assessment of the uncertainty, *Coastal Eng.*55(7-8), 569-580.

Bladé, E., Cea, L., Corestein, G., Escolano, E., Puertas, J., Vázquez-Cendón, M.E., Dolz, J., Coll, A. (2014). Iber:herramienta de simulación numérica del flujo en ríos.Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería,30(1), 1-10.

Giorgi, F., P. Lionello, 2008. Climate change projections for the Mediterranean region. *Global and planetary change.* 63(2-3), 90-104.

Herrero, J., A. Millares, C. Aguilar, M. Egüen, M. A. Losada, y M. J.Polo, 2014. Coupling spatial and time scales in the hydrological modelling of Mediterranean regions: WiMMed. 11th International Conference on Hydroinformatics. CUNY Academic Works, 7951.

IPCC, 2013. *Climate Change: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F. et al. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA

Lira-Loarca A., M. Cobos, G. Besio, A. Baquerizo 2021. Projected wave climate temporal variability due to climate change. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment.*1-17

Losada M.A., A. Baquerizo, M. Ortega-Sánchez, A. Ávila, 2011. Coastal Evolution, Sea Level and Assessment of Intrinsic Uncertainty. *J. Coastal Res.* (59), 218-228.

Millares, A., A. Moñino, 2020. Hydro-meteorological drivers influencing suspended sediment transport and yield in a semi-arid mountainous basin. *Earth Surface Processes and Landforms.* 45(15), 3791- 3807

Raje, D., P. Mujumdar, 2010. Reservoir performance under uncertainty in hydrologic impacts of climate change. *Advances in Water Resources.* 33(3), 312-326