

# RIESGO DE EVENTOS METEOROLÓGICOS EXTREMOS EN ESPAÑA: IMPACTOS, ESCENARIOS FUTUROS Y HERRAMIENTAS PARA MEJORAR LA RESILIENCIA Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO: PROYECTO EXMERISK

## *EXTREME METEOROLOGICAL AND HYDROLOGICAL RISK IN SPAIN: IMPACT ASSESSMENT, FUTURE SCENARIOS AND TOOLS TO IMPROVE RESILIENCE AND ADAPTATION TO CLIMATE CHANGE (EXMERISK)*

Raquel Nieto<sup>(1,2)</sup>, Luis Gimeno<sup>(1,2)</sup>, Sergio M. Vicente-Serrano<sup>(3,2)</sup>, Fernando Domínguez<sup>(3)</sup>, María Concepción Gimeno<sup>(4)</sup>

- (1) Centro de Investigación Mariña, Universidade de Vigo, Environmental Physics Laboratory (EPhysLab), Edificio Campus da Auga (Campus Sur) Rúa Canella da Costa da Vela 12, Ourense, España [rnieto@uvigo.es](mailto:rnieto@uvigo.es), [lgimeno@uvigo.es](mailto:lgimeno@uvigo.es)
- (2) Unidad Asociada CSIC-Universidad de Vigo: Grupo de Física de la Atmosfera y del Océano. Edificio Campus da Auga (Campus Sur) Rúa Canella da Costa da Vela 12, Ourense, España.
- (3) Instituto Pirenaico de Ecología, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (IPE–CSIC), Zaragoza, España. [svicen@ipe.csic.es](mailto:svicen@ipe.csic.es), [fdominguez@ipe.csic.es](mailto:fdominguez@ipe.csic.es)
- (4) Departamento de Derecho Público, Universidad de León, León, España. [mcgimp@unileon.es](mailto:mcgimp@unileon.es)

### SUMMARY

*EXMERISK aims to overcome the existing information limitations to manage efficiently extreme meteorological and hydrological events by developing, for the first time in Spain, a detailed dataset on impacts of extreme meteorological and hydrological events, including future risk projections. This approach will be based on a multi-sectorial perspective, useful for assessing social and environmental vulnerability and risk, and it will be linked to the development and application of the Spanish law, as EXMERISK will analyze how extreme meteorological events have influenced the Spanish law, and it will assess the effectiveness of existing environmental regulations and the feasibility of policy proposals under development in response to the challenges caused by the extreme meteorological and hydrological events under climate change.*

España se ve afectada por diversos fenómenos extremos que causan importantes impactos negativos. Sequías, olas de calor, precipitaciones extremas, temporales de viento, inundaciones, nevadas extremas, heladas, etc. son frecuentes como consecuencia de las características climáticas y de la complejidad del relieve. La evaluación de los extremos meteorológicos e hidrológicos es una prioridad científica, ya que su estudio en España muestra grandes disparidades. La importancia de la evaluación de los extremos meteorológicos e hidrológicos ha sido destacada en el último informe del IPCC (AR6), donde el capítulo 11 se centra en este tema desde diferentes perspectivas, incluyendo la evaluación de las tendencias recientes y las proyecciones futuras.

Aunque existe un gran interés científico por el comportamiento de los fenómenos extremos desde una perspectiva meteorológica, hay muy pocos avances en la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo ambiental, económico y social asociado a estos fenómenos, lo que podría mejorar la mitigación y adaptación al cambio climático. Esto se debe principalmente al limitado conocimiento de los impactos asociados, aspecto motivado por la escasez de información de impacto existente. Además, existe un mayor desconocimiento sobre las reformas legislativas emprendidas en relación con los extremos meteorológicos e hidrológicos ocurridos en España. Las respuestas legales a los fenómenos meteorológicos e hidrológicos extremos vienen dadas principalmente por el poder judicial, y estas decisiones (a veces) conducen muy lentamente a cambios legislativos. Los fenómenos meteorológicos extremos

tienen la particularidad de alterar la noción tradicional de responsabilidad jurídica por tal evento natural. Por ello, la posibilidad de verificar una relación causal jurídicamente relevante entre determinados actos humanos y la ocurrencia de los fenómenos extremos exige una revisión de la noción de responsabilidad centrada en el individuo, la indemnización de daños como única respuesta jurídica, y los principios jurídicos que la sustentan.

EXMERISK pretende superar las limitaciones de información existentes para gestionar eficientemente los fenómenos meteorológicos e hidrológicos extremos mediante el desarrollo, por primera vez en España, de un conjunto de datos detallados sobre los impactos de los fenómenos meteorológicos e hidrológicos extremos, incluyendo proyecciones de riesgos futuros. Este enfoque se basará en una perspectiva multisectorial, útil para evaluar la vulnerabilidad y el riesgo social y ambiental, y estará vinculado al desarrollo y la aplicación de la legislación española, ya que EXMERISK analizará cómo los fenómenos meteorológicos extremos han influido en la legislación española, y evaluará la eficacia de la normativa ambiental existente y la viabilidad de las propuestas políticas en desarrollo en respuesta a los desafíos causados por los fenómenos meteorológicos e hidrológicos extremos en el marco del cambio climático.

EXMERISK utiliza varias novedades metodológicas relacionadas con la explotación de grandes conjuntos de datos sobre sucesos extremos y sus impactos asociados disponibles en hemerotecas y estadísticas oficiales utilizando Inteligencia Artificial (IA). La gran cantidad de información disponible requiere el desarrollo de herramientas informáticas que permitan extraer esta información de grandes cantidades de datos utilizando enfoques automáticos. La generación de una base de datos que integre, homogeneice y geocodifique los impactos asociados a eventos meteorológicos extremos a partir de diferentes fuentes de información será de gran utilidad para cuantificar los riesgos asociados actuales y futuros. Esta estrategia facilitará el establecimiento de medidas de adaptación y mitigación, así como la recomendación de modificaciones legislativas. Además, el objetivo principal de EXMERISK tiene un claro interés científico para conocer los impactos multisectoriales asociados a los eventos extremos, un aspecto que sólo se aborda parcialmente en la literatura científica.

La diversidad de temas, subobjetivos y metodologías necesarias para abordar el objetivo principal de EXMERISK hace imprescindible su desarrollo como proyecto coordinado, garantizado por los siguientes subproyectos liderados por diferentes centros de investigación especializados en cada uno de ellos:

SP1: Vulnerabilidad y riesgo de fenómenos meteorológicos e hidrológicos extremos en España: cuantificación y desarrollo de productos y herramientas de información. Liderado por Sergio Martín Vicente Serrano, IPE-CSIC.

SP2: Evaluación del impacto de eventos meteorológicos e hidrológicos extremos en España mediante inteligencia artificial y big data. Liderado por Fernando Domínguez Castro, IPE-CSIC.

SP3: Probabilidad de riesgo en alta resolución espacial de eventos meteorológicos e hidrológicos extremos en España bajo proyecciones futuras CMIP6. Liderado por Raquel Nieto y Luis Gimeno, EPhysLab-UVigo.

SP4: La ley como herramienta para mejorar la resiliencia y adaptación a eventos meteorológicos e hidrológicos extremos bajo cambio climático. Liderado por María Concepción Gimeno Presa, UniLeon.

El desarrollo del proyecto coordinado financiado por el Ministerio de Transición Ecológica 2021 permite una evaluación objetiva de los impactos pasados (SP1) y futuros (SP3) de los fenómenos meteorológicos extremos. Las herramientas de IA desarrolladas en este proyecto (SP2), además de contribuir a su propio desarrollo, pueden servir de base para futuras investigaciones. Los resultados del SP4 servirán de base para una futura legislación destinada a prevenir los impactos sociales del cambio climático. El estudio se realiza también en el marco de la Plataforma Temática Interdisciplinar (PTI) del CSIC "PTI+ Clima y Servicios Climáticos" y sus resultados supondrán una importante contribución al Plan Nacional Español de Cambio Climático.