



Editores:

M.Y. Luna, F. González-Rouco

# Cambio Climático y Sociedad: de la Ciencia Básica a los Servicios Climáticos



Publicaciones de la Asociación Española de Climatología (AEC)

Serie A, n° 13

ISBN 978-84-125772-3-5

Primera Edición 2024

Copyright © Asociación Española de Climatología

Esta obra recoge las aportaciones presentadas en la modalidad de comunicación extendida en el *XIII Congreso Internacional de la Asociación Española de Climatología*, celebrado en San Lorenzo de El Escorial entre el 22 y el 24 de enero de 2025 y aceptadas por el Comité Científico.

## Comité Científico

Carmen Álvarez Castro (UPO), Víctor Alonso Rocafort (UCM), César Azorín (CIDE), Ernesto Barrera (AEMET), David Barriopedro (IGEO), Joaquín Bedia (UniCan), Gerardo Benito (MNCN), Roberto Bilbao (BSC), Swen Brands (IFCA), P. Breno Bringuel (UCM), David Caballero (Meteogrid), Eva Calvo (ICM), Natalia Calvo (UCM), Rita Cardoso (U. Lisboa), Ana Casanueva (UniCan), Emilio Chuvieco (UAH), Julio Díaz Jiménez (ISCIII), Francisco J. Doblas Reyes (BSC), P. Pedro Dorta Antequera (ULL), José M<sup>a</sup> Enríquez (UVA), Jesús Fernández (IFCA), Cristóbal Gallego (UPM), Elena García Bustamante (CIEMAT), Juan Luis Garrido (CIEMAT), Salvador Gil Guirao (UM), Santiago Giralt (GEO3BCN), Natalia González Benítez (URJC), J. Fidel González Rouco (IGEO), Emilio Greciano (AEMET), José Antonio Guijarro (AEMET/AME), José Manuel Gutiérrez (IFCA), Armand Hernández (UdC), Alfonso Herranz (AEMET), Beatriz Hervella (AEMET), Sonia Jerez (UM), Pedro Jiménez Guerrero (UM), Pedro Linares (U. Comillas), Carmen Llasat (UB), María Lois (UCM), M. Yolanda Luna (AEMET), Marta Marcos (UIB), Alberto Martilli (CIEMAT), Marisa Martín Pérez (UVA), Javier Martín Vide (UB), Nacho Martínez (UCM), Camilo Melo (SOCIB), Melisa Menéndez (IHCantabria), Carmen Mínguez (UCM), Rubén Miranda Carreño (UCM), Carmen Molina (URJC), Robert Monjo (FIC), Juan Pedro Montávez (UM), Jesús Montero (UCM), Marisa Montoya (UCM), Ana Morata (AEMET), Ana Moreno (IPE), Marta Múgica (FunGoBe, Europarc-España), Jorge Olcina (UA), Pablo Ortega (BSC), Froila Palmeiro (CMCC, Bolonia), José Parodi (AEMET), Álvaro Pascual (NOW), Elena Pérez Laguela (UCM), Conchi Piñeiro (FUHEM, SALTEKIO), Nuria Plaza (CIDE), Lucía Poggio (UCM), Diego Ramiro Fariñas (CCHS), Alejandro Rescia (UCM), Jesús Revuelto (IPE), Ramiro Romero Fresneda (AEMET), Esteban Rodríguez Guisado (AEMET), Gonzalo Rodríguez (FIC), Diego Rodríguez Rodríguez (UCM), Dominic Royé (FIC), Leydi Laura Salazar (FIC), Iñaki San Pedro (UCM), Eddy Sánchez (UCM), Pablo Sarricolea (UChile), Roberto Serrano (UniZar), Albert Soret (BSC), Ernesto Tejedor (MNCN-CSIC), Fernando Valladares (MNCN), Sergio Vicente Serrano (IPE), Isabel Wences (UCM), Carlos Yagüe (UCM).

## Comité Organizador

J. Fidel González Rouco (IGEO), M. Yolanda Luna (AEMET), Esteban Rodríguez Guisado (AEMET), Cristina Vegas (IGEO), Dominic Royé. (FIC), Ana Mantero (AEMET), Jesús Gutiérrez Fernández (TRAGSATEC-AEMET), Irene Rodríguez Muñoz (TRAGSATEC-AEMET), María Ortega Camacho (TRAGSATEC-AEMET), Roberto Serrano (UNIZAR), Ernesto Tejedor (MNCN-CSIC), Swen Franz. Brands (UNICAN) Melisa Menéndez García (UNICAN), Jesus Revuelto (IPE.CSIC), Maria Luisa Martín Pérez (UVA), M. Carmen Alvarez Castro (UPO), Alfonso Hernanz Lázaro (AEMET), Juan Pedro Montavez (UM), Cristóbal Gallego (UPM), Ramiro Romero Fresneda (AEMET), Gonzalo Rodríguez (FIC), Carmen Mínguez (UCM), José María Enríquez (UVA), Breno Bringel (UCM), Salvador Gil Guirado (UCM), Jan Jareczek (UCM), Sergio Perez Montero (UCM), Leydi Laura Salazar (Meteogrid), Juan Carbone (UCM), Pablo Ortiz Corral (UCM), Javier Díaz Fernández (UCM), Nagore Meabe Yanguas (UCM), Esther Lujan(UCA), Carlos Calvo Sancho (UVA), Emilio Greciano Zamorano (AEMET), Lucía Gutiérrez González (UCM), Daniel de Maeseire (UCM), Félix García Pereira (UCM), Juan Luis Garrido Irigoyen (CIEMAT), Jordi Salat (CSIC), Mónica Aguilar Alba (USevilla), Miguel Ángel Saz (UNIZAR), Nieves Lorenzo González (UVigo), Susana Pacheco Ibars (AEC),

## PRESENTACIÓN

**Alberto Martí Ezpeleta**

Presidente de la Asociación Española de Climatología (AEC)

El pasado 29 de octubre sufrimos el mayor desastre natural de la historia de España, superando en número de víctimas a la riada de Biescas en 1996 y a la del río Turia en 1957, y con daños materiales en bienes e infraestructuras de miles de millones de euros que tardarán meses o años en recuperarse. Una potente DANA, junto a un mar Mediterráneo todavía muy caliente, favorecieron unas precipitaciones excepcionalmente intensas que provocaron fuertes crecidas relámpago y el desbordamiento de varios ríos y barrancos de la Comunidad Valenciana y de Castilla La Mancha, que causaron una catástrofe hidrológica en numerosos municipios y núcleos de población. Con el tiempo y analizando detenidamente los acontecimientos será necesario aclarar por qué, y a pesar de las advertencias de la Agencia Estatal de Meteorología de riesgo muy alto de inundación, no se activaron con tiempo suficiente los sistemas de alerta a la población.

En un mundo más cálido, consecuencia del calentamiento global de carácter antropogénico, este tipo de episodios extremos están siendo y van a ser más frecuentes y severos. Es por ello necesario mejorar los sistemas de prevención y alerta. Al mismo tiempo debemos adaptarnos, a corto y medio plazo, a los cambios que se están produciendo en el clima para reducir la exposición y la vulnerabilidad de las personas, bienes e infraestructuras.

Para todo ello es fundamental seguir avanzando en un mejor conocimiento del funcionamiento del sistema climático, así como en conseguir una eficaz y rigurosa comunicación de los resultados a la sociedad, desde la población en su conjunto, hasta los órganos y administraciones encargados de tomar las decisiones adecuadas para conseguir una eficiente adaptación, para que tomen conciencia de las consecuencias, cada vez más evidentes, de un cambio climático global.

Desde su fundación en 1997, la Asociación Española de Climatología ha aunado esfuerzos de los científicos para analizar y comprender el clima y su variabilidad, así como para fomentar el intercambio de conocimiento e ideas. A lo largo de estos 27 años ha impulsado y difundido numerosas actividades científicas de carácter interdisciplinar sobre todos los aspectos de la Climatología, contribuyendo a resolver los múltiples retos que plantea la sociedad actual en relación con el clima. Trece congresos bienales y sus respectivas publicaciones, cursos de formación, jornadas de divulgación y múltiples conferencias, han contribuido a incrementar el conocimiento de los procesos atmosféricos y sus repercusiones en campos como la salud, las actividades económicas o el medio ambiente entre otros.

El XIII Congreso Internacional de la AEC, que se celebra en San Lorenzo de El Escorial, tiene como lema *Cambio climático y sociedad. De la ciencia básica a los servicios climáticos*, y constituye una nueva contribución y un importantísimo avance en el conocimiento de las ciencias del clima en España y en otros países de Europa y América. Los organizadores, Fidel González Rouco desde la Universidad Complutense

de Madrid y el CSIC, y Yolanda Luna desde AEMET, han conseguido reunir en este evento la mayor participación de investigadores en toda la trayectoria de la AEC.

Desde el comienzo su objetivo fue reunir la mayor cantidad y diversidad posibles de profesionales de las ciencias del clima que pudieran aportar al debate y difundir los avances más recientes en un periodo crucial para la humanidad. Para ello abrieron para el debate 18 sesiones temáticas, desde la observación de la atmósfera y los mecanismos de variabilidad atmosférica y oceánicas, o las proyecciones climáticas, hasta las repercusiones del clima en las ciudades, la salud y el bienestar de la población, los ecosistemas y la biodiversidad, los incendios, así como en diversos sectores económicos como el agrícola, el turismo o el energético entre otros. Los más de 370 trabajos presentados al congreso constituyen un record de participación y un rotundo éxito de los organizadores, a los que en nombre de la Junta Directiva y de todos los socios de la AEC, quisiera agradecerles y felicitarles por su trabajo y dedicación en la organización del congreso durante los dos últimos años. Extiendo este agradecimiento también a todos los organismos e instituciones que han apoyado este proyecto: UCM, CSIC, AEMET, FIC, Conexión de Geociencias (CSIC), OECC, FunGoBe y Meteora.

Sin duda que los trabajos presentados en este congreso van a contribuir a mejorar la prevención y la gestión de los riesgos climáticos, así como a minimizar la vulnerabilidad de la sociedad y de los territorios ante los evidentes y negativos efectos del cambio climático.

## PRÓLOGO

*Jaime Rey Vidaurrázaga*

*Director de Producción e Infraestructuras de la Agencia Estatal de Meteorología  
(AEMET)*

La celebración del XIII Congreso Internacional de Climatología, organizado gracias al esfuerzo de la Asociación Española de Climatología (AEC), se presenta como un marco excepcional para conocer, compartir y debatir sobre los avances más recientes en el campo de la climatología. Este encuentro, que reúne a expertos de diversas disciplinas, constituye un espacio único para la reflexión y el intercambio de ideas que impulsen soluciones frente a los retos que plantea el cambio climático

El lema de esta edición, “Cambio climático y sociedad: De la ciencia básica a los servicios climáticos”, resalta la importancia de trasladar el conocimiento científico a la sociedad. Desde la divulgación hasta el apoyo directo en la toma de decisiones, este enfoque busca facilitar la transición hacia un modelo de gestión climática más informado y eficaz. Además, subraya la necesidad de transformar datos e investigaciones en herramientas prácticas que permitan planificar de manera estratégica, proteger los recursos naturales y garantizar la sostenibilidad de nuestras comunidades y entornos.

Lamentablemente, las devastadoras consecuencias de la DANA de finales de octubre de 2024 han puesto de manifiesto, una vez más, la creciente vulnerabilidad de nuestra sociedad, nuestros ecosistemas y nuestra economía frente a fenómenos climáticos cada vez más intensos y frecuentes. Esta tragedia, que por desgracia ocasionó importantes pérdidas materiales y, sobre todo, humanas, evidencia la urgencia de desarrollar unos sistemas de alerta temprana no solo certeros, si no también eficaces. Además, recalca la necesidad de mejorar la planificación territorial y fortalecer la resiliencia de nuestras infraestructuras frente a un clima cambiante.

En este contexto, el papel de los servicios climáticos se vuelve crucial. Estos servicios permiten transformar la información climática en estrategias de adaptación y mitigación, esenciales para sectores clave como la agricultura, la gestión del agua, la energía, la salud pública y las infraestructuras. Su desarrollo y aplicación no solo ayudan a anticipar riesgos, sino que también promueven la toma de decisiones informadas y la implementación de medidas climáticamente inteligentes.

Pero el desafío no termina ahí. Para que estas herramientas sean realmente efectivas, es imprescindible que esta información cale profundamente en la ciudadanía. La sensibilización y la educación son pilares fundamentales para que las personas comprendan tanto los riesgos como, por qué no, las oportunidades que plantea el cambio climático. Solo con una sociedad más informada y consciente podremos avanzar hacia una gestión climática responsable, colaborativa y sostenible.

Este XIII Congreso Internacional de Climatología representa una oportunidad única para reflexionar, debatir y construir soluciones conjuntas que respondan a los desafíos climáticos actuales y futuros. Confío en que de los trabajos presentados en este congreso sean un paso más hacia la integración de la ciencia climática en la acción política, económica y social, fortaleciendo nuestra capacidad colectiva para enfrentar el cambio climático y proteger nuestro patrimonio natural y humano.