REVISTA DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y BOLETÍN DE LA ASOCIACIÓN METEOROLÓGICA ESPAÑOLA

Tiempo y Clima

OCTUBRE 2025 Nº 90



SUMARIO

REVISTA DE LA ASOCIACIÓN METEOROLÓGICA ESPAÑOLA
OCTUBRE 2025 - NÚMERO 90 - QUINTA ETAPA

PRESENTACIÓN 3

ACTIVIDADES AME, por Manuel Palomares y Fernando Bullón 4

PERFILES: Carlos Yagüe Anguís, por Ernesto Rodríguez Camino 8

POLOS OPUESTOS: ¿Se secará la península?, por Eduardo Zurita 13

El extremadamente cálido verano de 2025 en España. Notas sobre los incendios de agosto, por José María Sánchez-Laulhé 14

CRÓNICA DEL TIEMPO, por Federico Franco, Andrés Chazarra, Ana Morata y Nuria Casabella 18

Determinando los peligros del clima, por José Ignacio Prieto 25

FOTOGRAFÍA: Cielos de ensueño, David Mancebo Atienza; Las fotos del verano 26

LA IMAGEN DEL VERANO: 27 de agosto de 2025. Convección elevada en Baleares, Carlos Manuel Jiménez-Cavero 30

METEOROLOGÍA DE LAS ISLAS CANARIAS: El asombroso oleaje del 7 de julio de 1941 en Santa Cruz de Tenerife, por David Quintero e Irene Peñate 32

Pío Pita Suárez-Cobián (1896-1982): la resonante trayectoria de un meteorólogo pionero, por Alejandro Méndez Frades 34

Una famosa paradoja probabilística: la importancia de precisar la información y el valor de ser contrastada, por José Antonio López 38

Recuperando la memoria de Louise A. Boyd (1887-1972): primera mujer en sobrevolar el polo norte, por María Asunción Pastor 40

NOTICIAS: Asimetría hemisférica emergente en la radiación de la Tierra; Lanzamiento del primer satélite polar de 2ª generación de EUMETSAT. por Manuel Palomares 41

Ricardo Riosalido en la memoria, por Manuel Palomares 42

LIBROS: *Climate Injustice: why we need to fight global inequality to combat climate change,* de Fiedrerike Otto, por Ernesto Rodríguez Camino; *Gracias a la vida. La naturaleza indispensable,* de Miguel Delibes de Castro, por María Asunción Pastor; *El clima de la Tierra para escépticos y gente inteligente,* de Francisco J. Tapiador, por José Miguel Viñas; *La física de las nubes,* de Francisco J. Tapiador por José Miguel Viñas; *Augusto Arcimis, mucho más que un gran desconocido; un imprescindible en la historia de la ciencia española,* de Antonio Cabañas Cámara, por Manuel Palomares 44

REUNIONES Y CONGRESOS: Reunión anual de la EMS 2025 en Liubliana, por Ernesto Rodríguez Camino 51

FOTO PORTADA
Título: "Eolografía" Autor: Miguel Marqueta Lanuza

EDITA:
Asociación Meteorológica Española

DIRECTOR:
José María Sánchez-Laulhé Ollero

REDACCIÓN:
Ernesto Rodríguez Camino
María Asunción Pastor Saavedra
Manuel Palomares Calderón
Fernando Aguado Encabo
Amadeo Uriel González
José Luis Sánchez Gómez
Esteban Rodríguez Guisado
Rafael Requena Briones

DIRECCIÓN POSTAL:
Revista Tiempo y Clima
Apartado 60025
28080, MADRID

WEB: pub.ame-web.org

Revista de difusión gratuita entre los socios de la AME.
Diseño: Alfredo Niño
Dep. Leg: M-10961-1976
EDICIÓN IMPRESA
ISSN: 2340-6607
EDICIÓN DIGITAL
ISSN: 2340-6631

COLABORACIONES:
Se invita a enviar contribuciones y correspondencia relativa a todos los aspectos de la meteorología, climatología y ciencias afines.

La responsabilidad por las opiniones vertidas en dichas contribuciones es exclusivamente de sus autores.

PRESENTACIÓN

Estimados lectores:

El verano de 2025 dejó un importante rastro de muertes por calor en nuestro país. Entre el 21 de junio y el 22 de septiembre, se atribuyen 3659 defunciones por este motivo, según las estimaciones del Instituto de Salud Carlos III. Una cifra que no supera el récord de 2022, a pesar de que España ha vivido este año el verano más cálido del registro histórico —los datos de este verano se pueden leer en "Crónica del tiempo"— lo cual tiene un aspecto positivo en cuanto a la importancia de la prevención.

Según el *Boletín de la OMM sobre los Gases de Efecto Invernadero,* en 2024 la concentración de dióxido de carbono (CO_2) en la atmósfera experimentó un incremento sin precedentes y marcó un nuevo máximo. Como consecuencia, las temperaturas del planeta proseguirán con su escalada durante más tiempo. Según el Boletín ese récord se debe a las emisiones continuas de CO_2, fruto de las actividades humanas, y al recrudecimiento de los incendios forestales, así como a la menor absorción de CO_2 por parte de sumideros como los ecosistemas terrestres y el océano, corriéndose el riesgo de que el clima se adentre en un círculo vicioso.

Los ingredientes de dicho circulo vicioso han estado presentes este verano en España, con una excepcional ola de calor marina en el Mediterráneo occidental en junio, dos meses extremadamente cálidos, junio y agosto, en la España peninsular, con dos olas de calor extraordinarias, agravada la de agosto con terribles incendios en el noroeste –ver el artículo "El extremadamente cálido verano de 2025 en España. Notas sobre los incendios de agosto".

Confiemos, como dicen algunos analistas, en que la ausencia de EE. UU. en la COP30 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de noviembre de Brasil, ofrezca una oportunidad para que los demás países avancen en la agenda climática y esbocen un plan aun sin los Estados Unidos.

En "Actividades AME" presentamos un avance del segundo anuncio de la Jornadas de la AME que se celebrarán en Málaga en febrero. Su éxito se antoja fundamental para el futuro de nuestra Asociación, por lo que, desde la Junta Directiva, os pedimos que deis la máxima difusión al evento.

Espero que disfruten del número 90 de la revista en su quinta etapa, muy variado en contenidos, como es habitual, en sus dieciséis artículos y/o secciones. ¡Son ya más de 22 años acudiendo sin interrupción a su cita trimestral!

Un cordial saludo,
José María Sánchez-Laulhé Ollero
Director de *Tiempo y Clima*

Asamblea general extraordinaria y modificación de los estatutos

El pasado 2 de septiembre se celebró a través de teleconferencia la asamblea general extraordinaria de nuestra asociación para considerar la propuesta de cambios en los estatutos de la AME presentada por la Junta Directiva, cambios, todos ellos, relacionados con las diversas categorías de socios y sus derechos y deberes. Previamente, el 17 de junio, se celebró una reunión informal de socios para darles la oportunidad de comentar o discutir más informalmente la propuesta. Los cambios son esencialmente cuatro:

1 **Suprimir la categoría de "socio fundador"**.

2 **Simplificar la descripción de la categoría de socio numerario suprimiendo los requisitos de mantener algún tipo de relación con la Meteorología**.

3 **Suprimir la categoría de "socio protector" y todas las referencias a ese tipo de socios en los Estatutos.**

4 **Reducir de dos a uno el número de años sin haber satisfecho la cuota social para que el interesado sea dado de baja en la Asociación**.

Las nuevas versiones del articulado quedan como sigue:

Artículo 22. Los socios pueden ser: de honor, numerarios y corporativos.
Artículo 23. El título de socio de honor será otorgado por la Junta Directiva a aquellas personas nacionales o extranjeras que hayan prestado relevantes servicios científicos o profesionales a la meteorología. La Junta Directiva podrá proponer, para su aprobación por la Asamblea General, el nombramiento, entre los socios de honor, de un presidente de honor, que deberá ser, en todo caso, una persona de reconocido prestigio y de relevancia para la Asociación, de manera que esté familiarizada con los objetivos y fines de ésta. Las funciones del presidente de honor serán representativas, teniendo derecho a voz, pero no a voto en las reuniones de la Junta Directiva. Su duración será indefinida, salvo renuncia del titular o cese a propuesta de la Junta Directiva, que también deberá ser aprobada por la Asamblea General.
Artículo 24. Socios numerarios son aquellas personas físicas, mayores de edad y con capacidad de obrar, que habiéndolo solicitado sean admitidos por la Junta Directiva y formalicen su inscripción abonando la cuota.
Artículo 25. Socios corporativos son los centros o entidades, oficiales o privadas, que habiéndolo solicitado sean así nombrados por la Junta Directiva. Una persona, elegida por la entidad corporativa, ostentará la representación de la misma en la Asamblea General de la Asociación, a la que podrá asistir con voz y voto.
Artículo 26. Son derechos de los socios:
a) Asistir a las asambleas generales con voz y voto;
b) Ser electores y elegibles para los cargos de los órganos de gobierno y comisiones especializadas de la Asociación;
c) Disfrutar de cuantos beneficios se deriven de los servicios establecidos por la Asociación;
d) Ser atendidos en cuantas solicitudes coincidan con los fines de la Asociación;
e) Recibir la publicación que la Asociación edite periódicamente.
Artículo 27. Son deberes de los socios:
a) Satisfacer las cuotas que se señalen;
b) Contribuir a los fines de la Asociación con su participación personal en las actividades de la misma;
c) Informar a la Junta Directiva de todas las noticias, disposiciones y circunstancias que puedan interesar a la Asociación;
d) Ejercer los cargos para los que fueren elegidos, salvo que la renuncia fuera basada en causas justificadas a juicio de la Junta Directiva;
e) Acatar los acuerdos tomados por la Junta Directiva.
Artículo 28. Los socios causarán baja por cualquiera de las causas siguientes:
a) A petición propia, dirigiéndose por escrito al secretario de la Junta Directiva;
b) Por fallecimiento o interdicción civil;
c) Por no satisfacer la cuota anual;
d) Por acuerdo de la Junta Directiva y oído el interesado.

Actividades de divulgación a través de las videoconferencias del "Aula Morán" y "Libros y sus autores"

De julio a septiembre de 2025 y debido al período de vacaciones solo tuvieron lugar tres videoconferencias:

✔ Aula Morán, 11 de julio : "Experiencias de co-creación de indicadores climáticos para distintos sec-tores", por Anna Boqué-Ciurana (Universidad Rovira i Virgili).

✔ Aula Morán, 4 de septiembre. : "Mejorando la comprensión de las brisas marinas del golfo de Cádiz a través de simulaciones numéricas y observaciones", por Carlos Román Cascón (Universidad de Cádiz).

✔ Aula Morán, 17 de septiembre de 2025: "Sobre las tormentas violentas en Illes Balears". Por Agustí Jansà (meteorólogo, ex director de centro y ex delegado territorial de AEMET en Baleares, actualmente profesor asociado de la Universitat de les Illes Balears) y Duncan Wingen (presentador y co-municador de meteorología en la islas Baleares).

Nuestro sincero agradecimiento a los



Sesión de apertura de la EMS en Liubliana con la intervención de la presidenta Liz Bentley (Foto EMS).

ponentes de estas charlas y a los socios que colaboran desinteresadamente en su organización.

Reunión anual y asamblea general de la EMS en Liubliana

Entre el 6 y el 11 de septiembre tuvo lugar en Liubliana (Eslovenia) la reunión anual de la Sociedad Meteorológica Europea (EMS 2025), con importante participación española. En este mismo número de *Tiempo y Clima* se publica una crónica detallada de Ernesto Rodríguez, presidente de la AME.

Ernesto participó también en la asamblea general anual de la EMS que, como es costumbre tuvo lugar justo antes de la reunión anual. El presidente de la AME terminó además en septiembre de 2025 su participación rotatoria en el Consejo, órgano ejecutivo de la EMS, representando a las sociedades ibéricas. A partir de septiembre esta representación ibérica ha pasado a la Asociación Portuguesa de Meteorología y Geofísica..

Jornadas de la AME en 2026

Como ya se informó en el número de julio de *Tiempo y Clima*, la Junta Directiva de la AME ha iniciado las gestiones para organizar las **XXXVII Jornadas de la AME y el 24.º Encuentro Hispano-Luso de Meteorología** que se celebrarán entre los días 25 y 27 de febrero de 2026 en el Centro Oceanográfico de Málaga (CSIC). El lema de la Jornadas será "Extremos meteorológicos y climáticos: integrando ciencia, alertas y respuestas". Se han tomado ya algunas decisiones como renunciar, por razones prácticas, a ofrecer una reunión híbrida y que solamente sea presencial, nombramiento de comités, visita previa a las instalaciones etc.

El primer anuncio con la información más básica se publicó en la página web de la AME en julio (ver **https://ame-web.org/xxxvii-jornadas-de-la-asociacion-meteorologica-espanola/**).

El segundo anuncio se publicará el próximo 1 de noviembre, aunque se presenta un avance de sus contenidos en la página 7.



La Farola, icono de Málaga. Foto de Nany Lavado Fernández

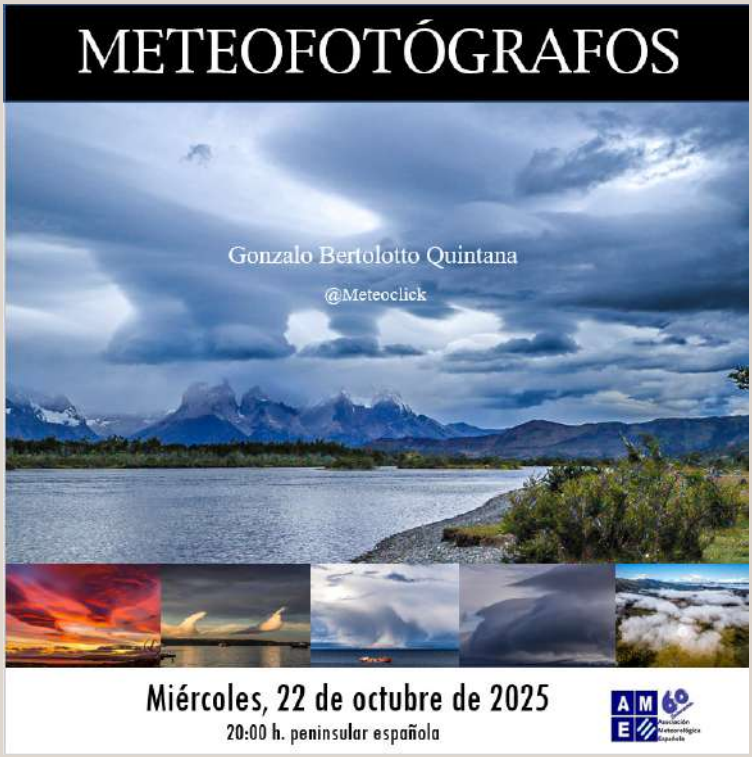
Concursos fotográficos

METEOVERANO'2025:

El miércoles 8 de octubre de 2025 se publicaron, en la habitual "gala" a través de videoconferencia, los resultados del Meteoverano'2025, concurso que contó con 36 participantes que presentaron un total de 137 fotografías, de las que 53 fueron seleccionadas para la votación final del jurado. Las fotografías participantes han quedado expuestas en el álbum correspondiente de la Galería Fotometeo, donde se pueden ver ordenadas por la puntuación final obtenida.

La gala contó con la participación de Rubén del Campo y José Luis Escudero, miembros del comité organizador de nuestros concursos, quienes comentaron cada una de las 20 primeras fotografías clasificadas en el concurso, que fueron apareciendo en orden inverso a su clasificación. La grabación de este evento, ha quedado subida al canal de *Youtube* de la AME, donde se puede ver en diferido.

La fotografía ganadora del concurso fue "Tormenta en Lorca", de David Mancebo, que podemos ver como foto del mes de julio en las páginas de fotografía de este número de *Tiempo y Clima*. El segundo y tercer puesto recayeron en sendas fotografías de Benjamín Porée: "Tormenta sahariana en la meseta sur", fotografía publicada en este número como foto del mes de agosto, con el título "Supercélula y aerosoles", y "Cuando el mar sobrecalentado actúa como un imán", que muestra varios rayos cayendo en el mar frente a la localidad de Peñíscola, en la provincia de Castellón.



LA TERTULIA Y METEOFOTÓGRAFOS

Igualmente, el día 1 de septiembre tuvo lugar la tertulia del concurso, que contó con la participación de José Antonio Gallego, Alfons Puertas y Rafa Requena, que comentaron, junto con los propios autores, diversas fotografías seleccionadas entre todas las participantes en el concurso.

El miércoles 22 de septiembre, se celebró un nuevo capítulo de "Meteofotógrafos", en esta ocasión con Gonzalo Bertolotto Quintana, concursante habitual en los concursos, que compartió y comentó con los asistentes, algunas de sus sorprendentes imágenes, captadas desde el extremo sur de Chile, donde reside, y diversos lugares de la Antártida, a donde en ocasiones se desplaza por razones de trabajo.



PRÓXIMOS CONCURSOS

Por último, al cierre de este número de *Tiempo y Clima*, estaban a punto de ser publicadas las bases del próximo concurso estacional, el Meteootoño'2025, para el que se podrán presentar hasta cinco fotografías tomadas en los meses de septiembre, octubre y noviembre de 2025. El plazo para participar estará abierto entre el 1 y el 10 diciembre de 2025, y los eventos correspondientes al cierre de este concurso - gala de presentación de los resultados, tertulia y Meteofotógrafos-, están previstos para el mes de enero de 2025, mes en el que estará abierto el plazo para participar en el siguiente concurso bienal: Meteovídeo'2026, cuyo plazo se cerrará el 5 de febrero.

ASOCIACIÓN METEOROLÓGICA ESPAÑOLA

Miembro de la European Meteorological Society

XXXVII JORNADAS DE LA ASOCIACIÓN METEOROLÓGICA ESPAÑOLA
24.º ENCUENTRO HISPANO-LUSO DE METEOROLOGÍA

"Extremos meteorológicos y climáticos: integrando ciencia, alertas y respuestas"

Centro Oceanográfico de Málaga, Explanada de San Andrés (Muelle 9),
Puerto de Málaga, del 25 al 27 de febrero de 2026

El incremento en frecuencia e intensidad de eventos meteorológicos y climáticos extremos constituye una de las manifestaciones más tangibles del actual cambio climático antrópico. Estas jornadas se proponen como un espacio interdisciplinar para analizar los avances científicos en la caracterización y atribución de estos extremos, los sistemas de vigilancia, predicción y alerta temprana, y la evaluación de los mecanismos de respuesta y adaptación. La integración efectiva entre la ciencia meteorológica, la modelización predictiva y la gestión del riesgo es esencial para reducir vulnerabilidades y construir resiliencia en un contexto de incertidumbre creciente. Dirigido a investigadores, técnicos, responsables de operaciones, responsables de políticas públicas y actores territoriales con el fin de promover un diálogo riguroso y colaborativo orientado a la formulación de respuestas integradas, escalables y operativamente viables frente a los extremos meteorológicos y climáticos del presente y del futuro. Las comunicaciones podrán presentarse en español, portugués o inglés.

SESIONES ESPECÍFICAS

- ✔ Fenómenos extremos meteorológicos y climáticos, y sus consecuencias: observación, caracterización y atribución, incluyendo especialmente olas de calor, precipitaciones intensas e inundaciones, sequías, incendios.
- ✔ Sistemas operativos de vigilancia, predicción, avisos y alertas tempranas.
- ✔ Mecanismos de respuesta y adaptación a los extremos meteorológicos y climáticos.

SESIONES GENERALES

- ✔ Observación de la atmósfera y océano: técnicas y métodos de observación tanto in-situ como basados en teledetección, incluyendo técnicas de calibración, nuevas tecnologías aplicadas a la observación, rescate de datos, control de calidad, homogeneización, etc.
- ✔ Comprensión de los procesos físicos en la atmósfera y el océano, tales como turbulencia, procesos en capa límite, procesos de microescala, convección, radiación, aerosoles, física de nubes, etc.
- ✔ Análisis y predicción del tiempo: estudios y desarrollos de modelos y herramientas (y específicamente las basadas en inteligencia artificial) orientados a la predicción en escalas temporales desde el muy corto plazo hasta la escala subestacional, incluyendo asimilación de datos, generación de rejillas observacionales, reanálisis, etc.
- ✔ Variabilidad y cambio climáticos: tendencias climáticas, patrones y teleconexiones, modelos climáticos, predicciones y proyecciones climáticas.
- ✔ Aplicaciones y servicios meteorológicos y climáticos para diferentes sectores tales como energético, hídrico, agrícola, transporte, turismo, etc.
- ✔ Aspectos económicos y sociales de la meteorología: múltiples ramificaciones de la meteorología y climatología que conllevan repercusión económica o impacto social en sentido amplio, incluyendo los aspectos de comunicación

FECHAS IMPORTANTES

01-11-2025	Inicio de recepción de resúmenes
12-01-2026	Límite de recepción de resúmenes
25-01-2026	Comunicación aceptación de resúmenes
31-01-2026	Límite para inscripción con descuento
01-02-2026	Difusión del programa
25-02-2026	Apertura de las Jornadas.

La cuota de inscripción incluye la participación en las jornadas y los actos programados, documentación y cafés de las pausas de las sesiones, así como la cena de clausura. No incluye comidas, hotel y gastos del viaje.

Información actualizada en: https://www.ame-web.org

INSCRIPCIONES

Socios AME, APMG, AEC, ACAM y ACOMET

Antes del 31 de enero de 2026	Después del 31 de enero de 2026
General: 160 €	General: 200 €
Menor/igual 26 años: 50 €	Menor/igual 26 años: 70 €
Mayor/igual 65 años: 50 €	Mayor/igual 65 años: 70 €

Cada abstract o resumen: 0 €

No socios

Antes del 31 de enero de 2026	Después del 31 de enero de 2026
General: 250 €	General: 300 €
Menor/igual 26 años: 75 €	Menor/igual 26 años: 95 €
Mayor/igual 65 años: 75 €	Mayor/igual 65 años: 95 €

Cada abstract o resumen: 15 €

ORGANIZAN

COLABORAN



Fotografía de grupo en las Jornadas de la AME celebradas en marzo de 2024 en Cádiz (de izquierda a derecha, Mariano Sastre, Carlos Román, Carlos Yagüe, Juan Carbone y Víctor Cicuéndez).

Entrevista a Carlos Yagüe Anguís

POR ERNESTO RODRÍGUEZ CAMINO

Carlos Yagüe Anguís es catedrático en el departamento de Física de la Tierra y Astrofísica de la Universidad Complutense de Madrid y meteorólogo superior del estado actualmente en excedencia. Su campo de investigación se ha centrado principalmente en micrometeorología y en la capa límite atmosférica.

ERC: ¿Podrías contar brevemente a nuestros lectores algunos detalles biográficos tuyos, especialmente los relacionados con el inicio de tu carrera científica?

CYA: Finalicé en 1988 la licenciatura de cinco años en Ciencias Físicas en la Universidad Complutense de Madrid (UCM) con la especialidad que entonces se llamaba Física de la Tierra y del Cosmos, y que incluía los estudios de Meteorología. Los tres primeros años de la licenciatura los realicé en la Universidad Autónoma de Madrid y los dos últimos en la UCM, ya que en la Autónoma no existía una especialidad relacionada con la Física del Aire o Meteorología. En 1989 comencé mi tesis doctoral en la UCM financiado por una Beca FPU del Ministerio de Educación y Ciencia. Este primer año, gracias al apoyo de mi director de Tesis, el Prof. José L. Cano, tuve la ocasión de hacer una visita de dos meses al DAMTP (*Department of Applied Mathematics and Theoretical Physics*) de la Universidad de Cambridge en Reino Unido, bajo la supervisión del Prof. José M. Redondo, donde pude iniciar mis investigaciones en el Laboratorio de Fluidos Geofísicos de dicho departamento, que dirigía entonces el Prof. Paul Linden. Posteriormente, en 1990, me concedieron otra beca de un año para continuar mis estudios de doctorado en Cambridge. En 1993 defendí mi tesis doctoral en la UCM que llevó por título "Estudio de la mezcla turbulenta a través de experimentos de laboratorio y datos micrometeorológicos"

ERC: En el inicio de tu carrera trabajaste en la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) tras aprobar la oposición al Cuerpo Superior de Meteorólogos del Estado. ¿Puedes resumirnos tu experiencia en AEMET y las diferentes tareas que desempeñaste?

CYA: Me presenté a las oposiciones de la convocatoria de 1995, que fueron convocadas después de varios años en los que no hubo convocatoria al cuerpo superior. Después de la oposición y el correspondiente curso formativo posterior, tomé

posesión como funcionario de carrera en junio de 1997, y mi primer destino fue en el Servicio de Aplicaciones para la Defensa, y más concretamente en el CPVD (Centro de Predicción y Vigilancia de Defensa) que tenía su sede en el Estado Mayor de la Defensa. Ahí desarrollé la práctica totalidad de mi carrera en AEMET, fundamentalmente como predictor operativo, aunque 1 año sustituí al jefe del CPVD (Jesús Patán) mientras este realizaba una estancia en EE. UU.. En el CPVD se realizaban tareas de predicción para apoyar las actividades de los 3 ejércitos y también realizábamos predicciones para los desplazamientos de la Casa Real. Eran predicciones terrestres, marítimas y aeronáuticas que se realizaban para diferentes partes de todo el mundo, incluida la Antártida, lo cual era todo un reto y un trabajo apasionante. También trabajé un breve periodo de unos meses en el Centro Nacional de Predicción, más concretamente en la sección de medio plazo.

Dado que durante mucho tiempo de mi paso por AEMET trabajaba a turnos, los días que no tenía turnos investigaba en un proyecto financiado por el Ministerio cuyo IP era Joan Cuxart, que por aquél entonces trabajaba en el Servicio de Predicción Numérica de AEMET. En este proyecto profundizábamos sobre los procesos físicos que tienen lugar en la capa límite estable. Joan y yo nos conocimos cuando yo estaba preparándome la oposición y él estaba terminando su tesis doctoral y comenzamos una fructífera relación profesional al coincidir los dos en AEMET estos años, donde destacaría la campaña de campo (SABLES98) que realizamos en el CIBA en Valladolid. Fue una campaña con una importante colaboración internacional, a partir de la cual pudimos avanzar en el conocimiento de la capa límite estable. En enero de 2003 solicité la excedencia en AEMET al obtener por oposición una plaza de profesor titular en la Facultad de Física de la UCM.

ERC: ¿Qué te aportó tu paso por AEMET a tu posterior carrera académica?

CYA: Sobre todo, el aprender muchos aspectos relacionados con la predicción meteorológica operativa. Tuve la ocasión de coincidir con los primeros momentos en los que se introdujo la predicción probabilista por conjuntos en AEMET. Pude ampliar mis conocimientos en este campo al realizar un curso de formación en el centro europeo de predicción a plazo medio (ECMWF) en Reading, que me aportó mucho en mi posterior desarrollo profesional en el campo de la predicción operativa. Mi bagaje como predictor operativo pienso que ha sido muy enriquecedor en mis clases en la Universidad, y siempre he intentado incluir estos contenidos en mis clases, ya que normalmente no suelen estar muy desarrollados en los programas de las asignaturas.

Por otro lado, pude seguir investigando en el campo de la capa límite atmosférica, lo cual a priori no era fácil de hacer, dado el destino oficial que tenía en AEMET.

ERC: Tus principales líneas de investigación a lo largo de los años se han centrado en el estudio de los procesos físicos en la baja atmósfera, incluyendo tanto el estudio de situaciones de estabilidad como las transiciones de la capa límite. ¿Podrías resumirnos cuáles son actualmente los principales desafíos en este campo?

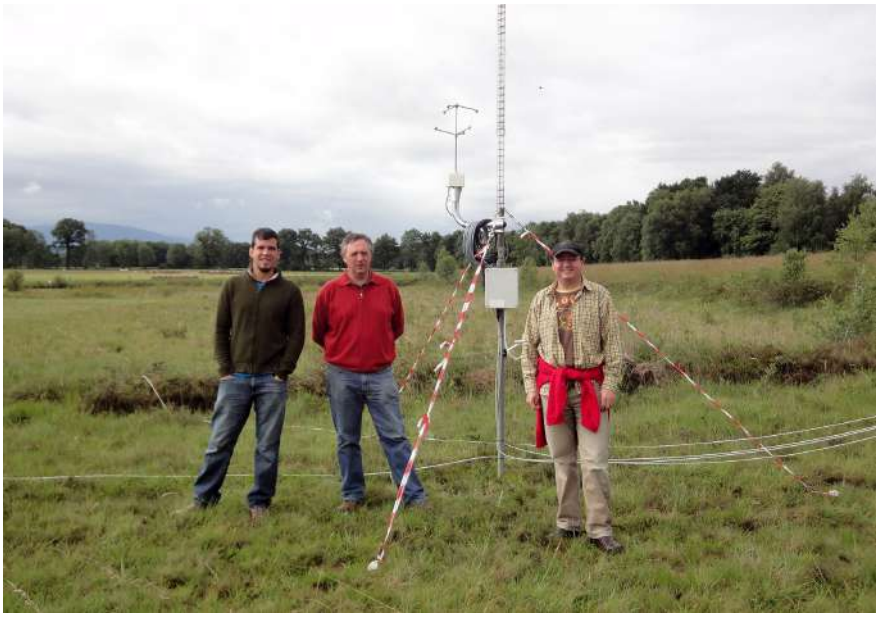
CYA: Estamos en una etapa en la que se está haciendo un esfuerzo importante en entender los procesos de transferencia entre la superficie y la baja atmósfera, en los que la turbulencia tiene un papel fundamental, no tanto en condiciones más o menos ideales (superficies homogéneas, condiciones estacionarias), como se hacía hace años, sino abordando situaciones reales, complejas, donde la heterogeneidad superficial que se da en zonas boscosas o urbanas, la topografía compleja asociada a zonas montañosas, valles, etc, dificultan mucho el estudio. Sin embargo, supone un desafío apasionante, donde la integración entre observación y modelización es esencial, desde mi punto de vista.

ERC: Una gran parte de tu actividad se ha centrado en participar y dirigir diferentes campañas de medidas micrometeorológicas tanto en ámbito nacional como internacional. ¿Puedes hablarnos de tus experiencias en estas campañas?

CYA: Ciertamente es una de las facetas que más disfruto de mi actividad profesional. Desde la primera campaña de SABLES98 que comentaba al principio de esta entrevista, hasta la última en colaboración en los años 2023-24 con el proyecto francés MOSAI (*Model and Observation for surface-atmosphere interactions over heterogeneous landscape*), donde hemos participado numerosos grupos de investigación europeos, nos ha permitido en primer lugar, poder obtener una información esencial sobre variables meteorológicas, algunas poco frecuentemente medidas, que a través de su análisis permiten estudiar y avanzar en los complicados procesos de intercambio que tienen lugar en la capa límite atmosférica, y además sirven para hacer validaciones de las simulaciones numéricas que se realizan. En segundo lugar, y no menos importante, estas campañas nos han permitido a nuestro grupo de investigación (METCLIM-UCM) el poder haber llevado a cabo importantes colaboraciones con grupos internacionales, con una gran experiencia en este campo, lo



Asistencia a la Asamblea General de la EGU 2024 en Viena (de izquierda a derecha Pablo Ortiz, Carlos Yagüe, Víctor Cicuéndez y Juan Carbone)



Instalación de equipos micrometeorológicos en Lannemezan (Francia) durante la campaña BLLAST en 2011 (de izquierda a derecha, Carlos Román, Gregorio Maqueda y Carlos Yagüe).

cual además de una valiosa colaboración científica, permite establecer lazos personales que son también muy gratificantes para tener un ambiente de investigación agradable.

ERC: Muchas de tus medidas micrometeorológicas se han centrado en zonas de montaña. ¿Puedes hablarnos de este tema?

Inicialmente mis investigaciones se centraron en zonas de estudio relativamente homogéneas y poco complejas topográficamente. Sin embargo, gracias a la iniciativa GuMNet (*Guadarrama Monitoring Network*) que coordina el Prof. Fidel González Rouco (IGEO-CSIC), se instalaron una serie de estaciones meteorológicas en distintos puntos de la Sierra de Guadarrama y su entorno. La red GuMNet nació en el año 2014 dentro de la infraestructura del Campus de Excelencia Internacional Moncloa (CEI) como una colaboración entre diferentes instituciones: las universidades Complutense y Politécnica de Madrid, el CIEMAT (Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas), la AEMET (Agencia Estatal de Meteorología), el Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama (PNSG), Patrimonio Nacional (PN) y el Instituto de Geociencias (IGEO-CSIC). Una de las estaciones, instalada en el entorno del bosque de La Herrería, dispone, además de varios niveles de medidas de viento y temperatura, de datos de radiación de onda corta y larga, y de datos de variables de suelo (flujo de calor, humedad y temperatura), de sistemas de medición de alta frecuencia que permite evaluar los flujos turbulentos de calor, humedad y CO_2, además de otros parámetros turbulentos. Estas observaciones, muy poco frecuentes, han posibilitado llevar a cabo investigaciones en diversas líneas de trabajo: brisas de montaña (flujos anabáticos y catabáticos) y su interacción con la turbulencia, relación entre condiciones meteorológicas, la vegetación y los flujos de carbono, o incluso recientemente un análisis de como la nieve acumulada tras la depresión Filomena modificó los términos del balance de energía superficial (radiación, flujos turbulentos, flujo de suelo) que produjeron temperaturas anómalamente frías, algunas de récord, tras el paso de la depresión, aunque las condiciones sinópticas de temperatura en 850 hPa eran relativamente cálidas. Estos estudios, además de plasmarse en publicaciones en revistas internacionales, o exponerse en congresos, han sido llevados a cabo en tesis doctorales o en trabajos fin de máster o grado, lo cual es una buena oportunidad para los estudiantes.

ERC: También has realizado medidas sistemáticas y campañas en el ámbito urbano. ¿Puedes hablarnos de estas campañas urbanas?

CYA: Si las campañas en entornos rurales heterogéneos o con topografía compleja tienen sus dificultades, las campañas en zonas urbanas pueden ser aún más complicadas, ya que resulta difícil que las medidas sean, por un lado, representativas del entorno urbano en que se encuentran, y por otro que no estén completamente perturbadas por los elementos rugosos que tienen a su alrededor. Por eso a veces es muy interesante tener medidas a nivel de calle y también en lugares elevados de edificios cercanos. Desde 2014 hemos colaborado sucesivamente en los proyectos TECNAIRE, AIRTEC-CM y AIRTEC2-CM en aspectos relacionados con la evaluación integral de la calidad del aire urbano y el cambio climático. Estos proyectos tecnológicos, cuyo coordinador es el Prof. Rafael Borge de la UPM, están financiados por la Comunidad de Madrid y la Unión Europea, y tienen una multidisciplinariedad alta, integrando numerosos grupos de investigación de la Comunidad de Madrid. La participación de nuestro grupo METCLIM-UCM, se basa principalmente en dar apoyo meteorológico en las campañas de medidas, realizando observaciones en el campo de la turbulencia con una estación portátil de la red GuMNet, que permite obtener medidas similares a las que comentaba anteriormente en el bosque de La Herrería. El caracterizar la meteorología y las condiciones turbulentas y cómo estas influyen en las concentraciones de contaminantes en Madrid es nuestra principal labor.

Por otro lado recientemente nos han financiado un proyecto (MULTIURBAN) dentro del Plan Estatal de Investigación, que consta de 2 subproyectos, uno liderado por el CIEMAT y otro por nuestro grupo de investigación, donde estamos interesados en investigar la influencia de las brisas de montaña y flujos orográficos que se desarrollan en condiciones de poco forzamiento sinóptico, tanto en la calidad del aire como en el fenómeno de isla térmica urbana, analizando la heterogeneidad que se puede producir en las distintas zonas de la ciudad. Curiosamente, antes de comenzar mi tesis doctoral, realicé un trabajo sobre la isla térmica urbana en Madrid con mi querida profesora Elvira Zurita, que fue un ejemplo de dedicación docente en la Universidad para muchas generaciones. Este trabajo supuso mi primera publicación en una revista internacional en el año 1991, de modo que, muchos años después he podido retomar una investigación que realicé muy brevemente en mis inicios, y donde puedo aunar la meteorología urbana con la capa límite atmosférica.

ERC: Actualmente eres catedrático en el departamento de Física de la Tierra y Astrofísica de la Universidad Complutense de Madrid (UCM). Además de las líneas de investigación que tú y tu grupo desarrolláis, ¿qué otras líneas de investigación se desarrollan en el departamento?

CYA: Por lo que respecta a las líneas de investigación relacionadas con la Meteorología y la Climatología, estarían la variabilidad climática, la interacción troposfera-estratosfera, el análisis y la modelización paleoclimática, la modelización de la circulación general de la atmósfera, la simulación regional viento y energía eólica, las teleconexiones atmosféricas o el estudio de los ciclones con transiciones tropicales, por citar algunas de ellas. Hay que tener en cuenta que en el departamento hay actualmente alrededor de 20 profesores permanentes que trabajan en el campo de las ciencias atmosféricas, lo cual da lugar a una amplia diversidad de líneas de investigación.



Carlos Yagüe con el globo cautivo durante una campaña de campo en el CIBA (Valladolid) en 2008.

ERC: Tu larga carrera académica y docente comenzó siendo becario del programa de Formación de Profesorado Universitario (FPU), y pasando posteriormente por los puestos de profesor ayudante, profesor asociado, profesor titular y, finalmente, catedrático de universidad desde 2019. También has impartido cursos de formación en AEMET. Desde tu experiencia, ¿crees necesaria una mayor coordinación para que los programas universitarios (como los de la UCM), y los programas de formación de instituciones operativas (como los de AEMET) fuesen más complementarios y así evitar solapamientos y lagunas en sus respectivos contenidos?

CYA: Sin duda la coordinación y colaboración entre la Universidad y AEMET es necesaria y pertinente, y yo creo que ha ido mejorando en estos últimos años. AEMET puede ofrecer especialmente su experiencia en el campo más operativo y profesional de la predicción del tiempo, y por ejemplo los convenios de colaboración que tenemos para que los alumnos puedan hacer prácticas en AEMET, tanto en el Grado en Física como en el máster en Meteorología y Geofísica, proporcionan un marco donde los alumnos sin duda salen beneficiados. Además, la posibilidad de poder cotutelar trabajos fin de máster es otra posibilidad muy enriquecedora para los estudiantes.

ERC: ¿Puedes hablarnos del máster en Meteorología y Geofísica de la UCM en el que has participado activamente y que además también has coordinado durante algunos años? Además de formación académica, ¿cubre el máster también aspectos relacionados con la meteorología operativa?

CYA: Primeramente, me gustaría comentar que en la UCM venimos impartiendo un máster oficial en Meteorología desde el curso 2006-07, es decir, 20 años ya. Inicialmente convivió con la licenciatura en Física, de modo que tenía una duración de 2 cursos: en el primero de ellos los alumnos podían hacer las asignaturas de meteorología que se impartían en 4º y 5º curso de la licenciatura, y durante el 2º curso asignaturas más avanzadas dentro de la meteorología y la climatología. Con la llegada de los grados, el máster pasó a un curso académico de 60 ECTS de los cuales 12 son el TFM. Las asignaturas que se ofrecen pretenden abarcar, no solo aspectos teóricos de Meteorología y Climatología, sino que se ha hecho un esfuerzo para ampliar los contenidos prácticos de las asignaturas. Además, los estudiantes pueden hacer una asignatura de Prácticas en Empresa de 6 ECTS que contribuye a complementar sus conocimientos de una manera más operativa. De hecho, muchos de nuestros alumnos desean realizar sus prácticas en AEMET, de modo que se puede reforzar estos conocimientos más prácticos e incluso operativos.

ERC: Actualmente se pueden realizar estudios en meteorología y climatología en diversas universidades españolas existiendo un gran desequilibrio entre el número de estudiantes que anualmente completan sus estudios en este campo y el número de puestos de trabajo que se ofrecen. Este desequilibrio obliga a muchos titulados en esta especialidad a trabajar en otras áreas distintas a la que se han formado ¿Puedes darnos una estimación del porcentaje de titulados que finalmente trabajan en el campo de la meteorología en el que se han formado? ¿Cómo se contempla este problema desde el mundo académico?

CYA: En el máster en Meteorología y Geofísica de la UCM tenemos cada curso entre 20 y 30 alumnos que realizan la especialidad de Meteorología. El máster tiene mucha demanda y habitualmente las solicitudes pueden llegar a 100 cada año. El perfil mayoritario de nuestros estudiantes es el de graduados en física, pero también hay ingenieros y graduados en otras ramas científicas. Normalmente, más del 50 % de los matriculados no han realizado sus estudios en la UCM, sino que vienen de otras universidades españolas y también extranjeras. El seguimiento que realizamos de nuestros egresados mues-

tra que mayoritariamente, en un plazo razonable, la mayoría de los alumnos acaban trabajando es distintos empleos relacionados con la meteorología y la climatología, tanto en empresas privadas, centros de investigación públicos, universidades y también en AEMET.

ERC: Durante muchos años has colaborado estrechamente con la *European Meteorological Society* (EMS), en particular siendo miembro de su Comité de Premios. ¿Puedes hablarnos de esta experiencia?

CYA: Si, en realidad he estado 11 años en este comité. Para mí ha sido una experiencia muy enriquecedora y al mismo tiempo de gran responsabilidad, en la medida de que al final hay que decidir a qué jóvenes investigadores de entre los solicitantes se les da una ayuda para que puedan acudir al congreso anual de la EMS o a otros congresos que la EMS financia. También decidir los premiados al mejor investigador joven y senior de entre los candidatos que son propuestos por los servicios meteorológicos nacionales de los distintos países europeos. La interacción en estos años con los otros compañeros miembros del comité ha sido muy satisfactoria, y aunque las reuniones no son presenciales, permite estrechar lazos de cooperación entre todos.

ERC: También has tenido un papel muy activo en la *European Geosciences Union* (EGU), organizando como *convener* durante muchos años las sesiones de Turbulencia en la Capa Límite Atmosférica en las asambleas generales. Desde esta perspectiva podrías indicarnos cuáles son las líneas de investigación actualmente más activas en este campo.

CYA: Esta es otra labor de gestión investigadora en la que también he disfrutado mucho. La verdad es que da mucho trabajo (acaba un año y a los pocos días ya nos están enviando información para organizar la siguiente), pero es muy gratificante el poder colaborar para ofrecer un marco donde tus colegas de todo el mundo puedan presentar sus trabajos, intentando que haya un equilibrio en las presentaciones orales entre los investigadores más jóvenes (que suelen ser más del 50 %) y los senior. Estas presentaciones orales en la EGU son normalmente inferiores a las presentaciones de póster, dado el altísimo número de trabajos recibidos. Cada año venimos a tener unos 40 trabajos en nuestra sesión de turbulencia y capa límite atmosférica (*Atmospheric Boundary Layer: From Basic Turbulence Studies to Integrated Applications*), lo que es un número relativamente elevado, teniendo en cuenta que, aunque a este congreso se presentaron este año 2025 casi 19 000 trabajos, el número de sesiones ofertadas es muy grande (más de 1100). Afortunadamente, comparto el trabajo organizativo con 3-4 *co-conveners*, cuya ayuda es esencial. En cuanto a las líneas de investigación más activas en este campo en los últimos años, estas se centran en los estudios de las interacciones entre la superficie y la baja atmósfera en superficies heterogéneas y con topografía compleja, es decir lo que denominamos capas límites reales. Se está haciendo un esfuerzo importante en aumentar la resolución y mejorar las parametrizaciones en los modelos numéricos que se utilizan, así como en realizar campañas de campo intensivas, incluyendo cada vez más, instrumentos con mejor capacidad de observación, así como la utilización de drones y técnicas de teledetección.



Mariano Sastre, Carlos Yagüe, Gregorio Maqueda y Carlos Román (de izquierda a derecha) en el CIBA (Valladolid) en 2022, durante una visita para desmontar equipos meteorológicos.

ERC: Has sido también un socio muy activo y comprometido con la AME, estando en la junta directiva de la misma durante varios años y siendo en un periodo vicepresidente de la misma. ¿Podrías, desde el conocimiento que tienes de la AME, darnos algunas sugerencias y consejos para mejorar nuestra asociación en el futuro?

CYA: Creo que es importante integrar cada vez más a las nuevas generaciones, tanto de científicos y profesionales de la meteorología, como aficionados. En este contexto, creo que las Jornadas de la AME que se celebran bienalmente en España son un marco perfecto para que se conozcan las nuevas generaciones y compartan sus inquietudes con los más veteranos. Después del parón de la pandemia, las Jornadas celebradas en Cádiz en 2024 supusieron un éxito claro de participación, que espero continúe en años venideros (las próximas en Málaga en 2026), y que esto anime también a que aumente el número de socios.

ERC: ¡Muchas gracias, Carlos, por habernos dedicado tu tiempo y por dar a conocer a los socios de la AME tu actividad en el campo de la micrometeorología y de la capa límite atmosférica, así como darnos a conocer las líneas de trabajo más activas en este campo! Desde la AME te deseamos futuros éxitos tanto en lo profesional como en lo personal.



POLOS OPUESTOS

EDUARDO ZORITA

¿Se secará la península?

Recientemente se han publicado dos interesantes trabajos, relevantes para la cuestión, tan importante para nosotros, de cual será el futuro hidrológico de la península ibérica. Uno se centra en el análisis de las simulaciones climáticas que apoyan el ultimo informe del IPCC. El segundo trabajo analiza un conjunto de datos de observaciones históricas de precipitación en el Mediterráneo, que cubren los últimos 140 años aproximadamente. Las conclusiones que ambos trabajos derivan de sus resultados son complementarias, y en ciertos aspectos contradictorias, subrayando a la vez las incertidumbres que todavía existen, pero también las preocupantes certezas.

En el primer trabajo, Vecchia Ravinandrasana y Christian Franzke[1] de la universidad de Busan en Corea del Sur, analizan las proyecciones climáticas proporcionadas por las simulaciones del IPCC. Se centran principalmente en sequías de 'nueva generación', es decir cuya intensidad o duración las hace claramente diferentes a las sequías históricas sufridas en las distintas regiones del globo. Estos autores encuentran que prácticamente en todas las regiones de las latitudes medias las simulaciones generan sequías de este tipo, y lo que es más preocupante, el intervalo de tiempo disponible para la regeneración de acuíferos y pantanos cada vez es menor según avanza la simulación hacia el futuro. Este resultado aparece tanto en un escenario de crecimiento de las emisiones de gases de efecto invernadero moderado o intenso, y en todos los modelos climáticos analizados.

Las sequías hidrológicas están producidas fundamentalmente por dos factores meteorológicos: la falta de precipitación y la alta evaporación debida principalmente a altas temperaturas del aire. Esto ocurre también en las simulaciones climáticas. Las proyecciones de cambios en la precipitación suelen ser inciertas. Por ejemplo, para los climas de régimen mediterráneo (península ibérica, California, Sudáfrica), la precipitación de invierno depende de la trayectoria de los frentes asociados a sistemas de baja presión. Una pequeña desviación en las trayectorias, por ejemplo más hacia el norte de Europa, o más hacia la península ibérica, da lugar en promedio a grandes desviaciones de la precipitación relativa a su promedio climatológico. El cambio climático incide solo indirectamente en cambios de estas trayectorias, y los modelos climáticos no siempre están de acuerdo de que forma podrían cambiar estas trayectorias. Una mayoría de modelos sí indica una disminución de la precipitación invernal, aunque existen discrepancias. Sin embargo, los efectos del aumento de temperatura, mucho menos incierto, conllevan una mayor evaporación de la humedad del suelo, y es este el factor que domina en los escenarios futuros.

El segundo trabajo publicado por un numeroso equipo liderado por Sergio Vicente Serrano, del Instituto Pirenaico de Ecología[2], analiza las tendencias históricas de la precipitación en los países de la cuenca mediterránea durante los últimos 140 años. A pesar de la impresión generalizada de que la precipitación está disminuyendo ya a causa del cambio climático, estos autores no encuentran ninguna tendencia a largo plazo, ni positiva ni negativa. Los datos indican, sin embargo, que la precipitación en esta región está sujeta a variaciones considerables a escalas temporales de varias décadas, lo que causa que, cuando se llevan a cabo análisis estadísticos con datos que cubren marcos temporales relativamente cortos, puedan aparecer tendencias espurias, que sin embargo no deben interpretarse como una señal real del cambio climático.

Este segundo trabajo abre cuestiones interesantes. ¿Por qué no se detecta todavía una reducción de la precipitación en la cuenca mediterránea tal como indican, aunque con incertidumbres, los escenarios climáticos?, ¿es todavía demasiado pronto para que esa señal sea visible en el registro histórico, o los modelos climáticos son erróneos en este sentido ?. Y otros no relacionadas con el cambio climático pero quizá igualmente relevantes socialmente: ¿qué causa la variabilidad de la precipitación en escalas temporales tan largas?, y ¿cómo podrían predecirse?.

[1] Ravinandrasana, V.P., Franzke, C.L.E. The first emergence of unprecedented global water scarcity in the Anthropocene. Nat Commun 16, 8281 (2025). https://doi.org/10.1038/s41467-025-63784-6

[2] Vicente-Serrano, S.M., Tramblay, Y., Reig, F. *et al.* High temporal variability not trend dominates Mediterranean precipitation. Nature 639, 658–666 (2025). https://doi.org/10.1038/s41586-024-08576-6

El extremadamente cálido verano de 2025 en España. Notas sobre los incendios de agosto

JOSÉ MARÍA SÁNCHEZ-LAULHÉ

El informe de AEMET[1] del verano (1 de junio - 31 de agosto) de 2025 indica que fue extremadamente cálido, con una temperatura media en la España peninsular de 24.2 °C, 2.1 °C por encima de la media 1991-2020; el verano más cálido de la serie (desde 1961), superando en 0.1 °C al verano hasta ahora récord de 2022.

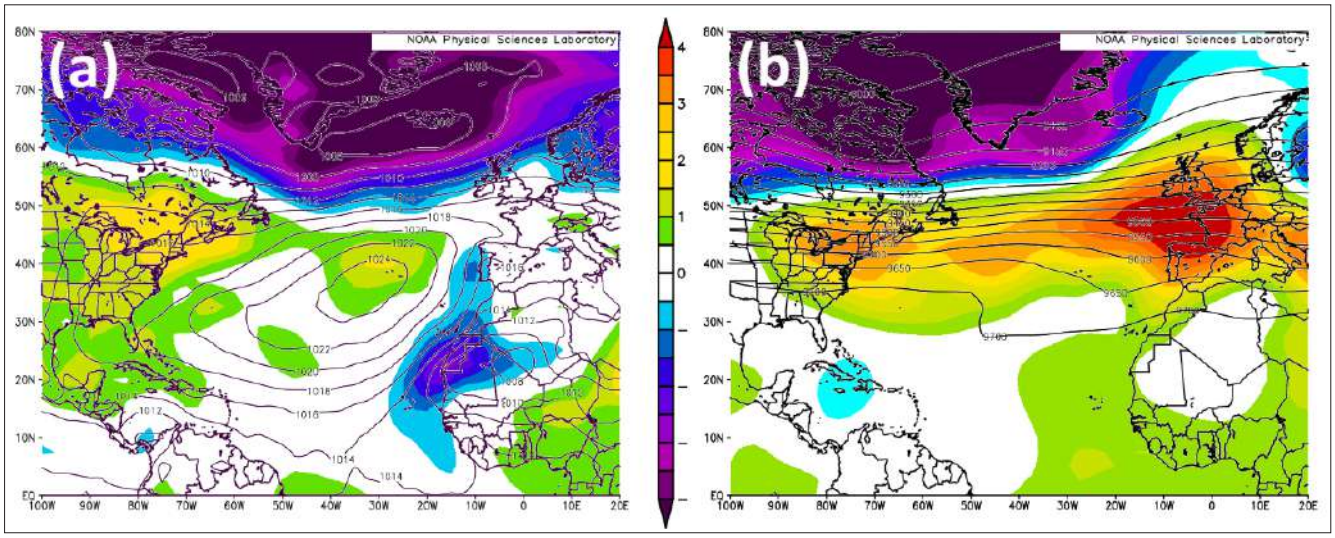


Figura 1. Mapas medios para el verano boreal de: (a) isobaras de la presión a nivel medio del mar y, en color, su anomalía (hPa) ; (b) topografía de la altura del geopotencial en 300 hPa y, en color, su anomalía (en m.g.p.). **Fuente: NOAA**

Sinópticamente la estación ha estado caracterizada en promedio en el sector Atlántico Norte- Europa por un régimen de tiempo NAO positivo de verano (SNAO+, Summer North Atlantic Oscillation), con anomalías negativas de la altura del geopotencial al norte de 50° N en niveles altos y medios de la troposfera, en las proximidades de Groenlandia, y anomalías positivas entre 30° y 50° N, principalmente en el oeste de Europa (figura 1b). Esta distribución zonal se reflejó débilmente en la presión a nivel medio del mar (PNM) en el oeste de Europa, que incluso se vuelve negativa en una lengua al oeste de la península ibérica, prolongación meridional de las anomalías negativas de la PNM sobre la costa subtropical del noroeste de África (figura 1a), y que denominaremos "surco de presión".

El surco de presión se genera por la penetración limitada del flujo de levante, que advecta aire cálido continental hacia el Atlántico en niveles bajos de la troposfera. El límite occidental del surco lo marca la masa de aire "frío" en la capa límite marítima bajo la gran inversión de subsidencia del anticiclón de las Azores. Este aire frío se alimenta de las descargas frías que generan las vaguadas de latitudes medias que se desplazan por el chorro polar, y se mantiene por la reflexión de la radiación solar por los estratocúmulos bajo la inversión.

La conexión de un régimen SNAO + en latitudes medias, que genera anomalías positivas de geopotencial y temperatura

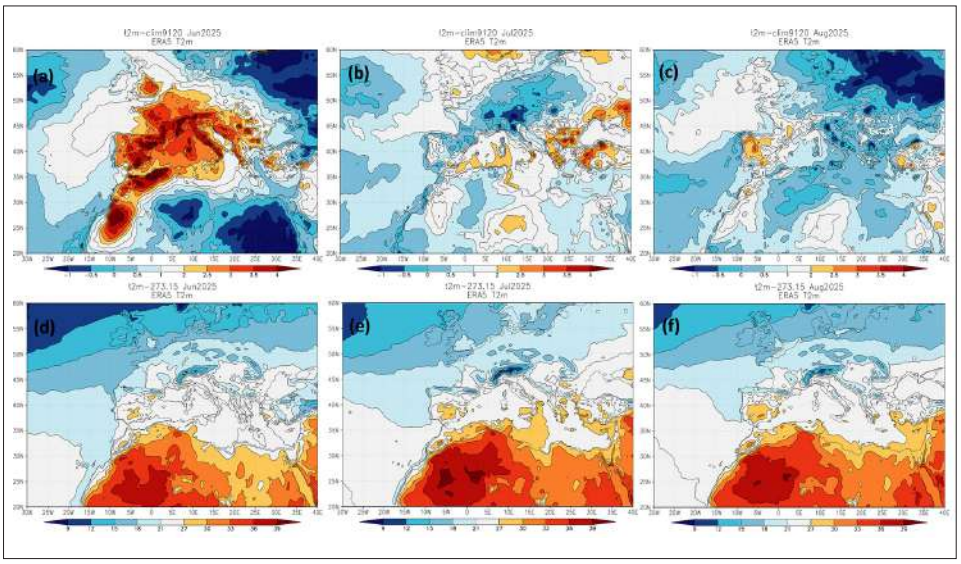


Figura 2. Arriba: anomalía de la temperatura media del aire a 2 m (t2m) en (a) junio, (b) julio y (c) agosto; abajo: t2m media en (d) junio, (e) julio y (f) agosto. **Mapas obtenidos de datos ERA5, usando la aplicación KNMI Climate Explorer**

[1] Avance Climático Nacional del verano de 2025. https://www.aemet.es/documentos/es/noticias/2025/09/avance_climatico_nacional_verano_2025.pdf

en Europa occidental, con la masa tropical de aire cálido y seco del surco propicia anomalías intensas cálidas y olas de calor en el sudoeste de Europa. Así, además de la península ibérica, el Reino Unido e Irlanda y Francia tuvieron un verano extraordinariamente cálido.

Junio fue extremadamente cálido, el junio más cálido en la península desde el comienzo de la serie en 1961, julio fue cálido, y agosto fue extremadamente cálido, el mes de agosto más cálido desde el comienzo de la serie, igualado con el de 2024. En la figura 2 se muestran la temperatura media del aire a 2 m (t2m) y su anomalía para los tres meses; las anomalías más altas fueron las de junio, aunque, como es normal, las temperaturas de este mes fueron más frías que las de julio y agosto.

En los tres meses predominó el flujo de levante en niveles bajos de la troposfera como muestran los respectivos campos medios de PNM y las anomalías cálidas en el surco de presión, correspondiendo la mayor anomalía cálida de temperatura al mes de junio, no solo en superficie sino también en 850 hPa y en 700 hPa, aunque, como indican los mapas de 700 hPa, las temperaturas medias más altas fueron las de julio y agosto (figura 3).

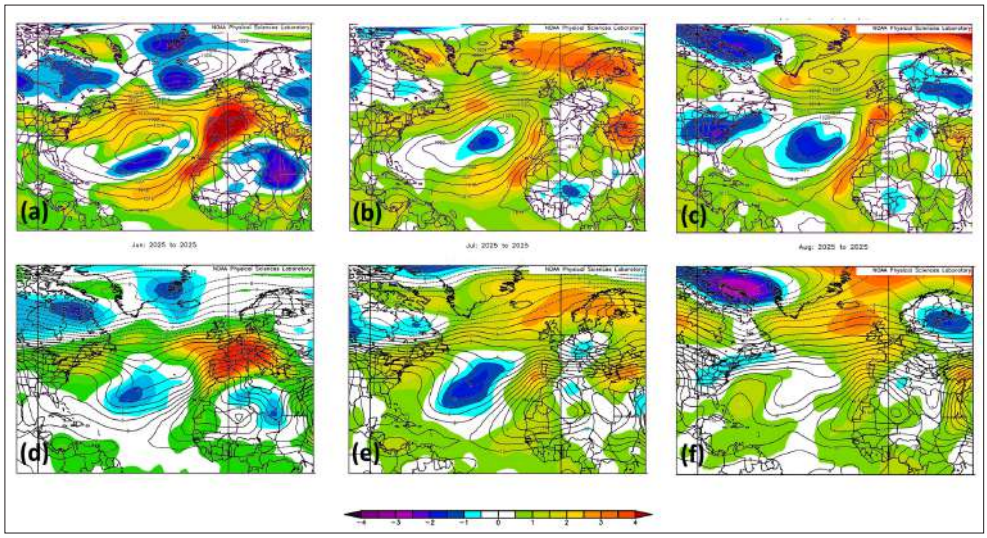


Figura 3. Arriba: isobaras medias al nivel medio del mar en hPa y, en color, anomalías medias de la temperatura en 850 hPa en (a) junio, (b) julio y (c) agosto; abajo: isotermas (°C) y, en color, anomalías medias de la temperatura en 700 hPa en (d) junio, (e) julio y (f) agosto. Fuente: NOAA

Olas de calor en la península

Según los umbrales de AEMET[2] (Rodríguez-Ballesteros, 2014) se observaron dos olas de calor en la España continental. La primera se extendió entre el 18 de junio y el 4 de julio, con temperaturas que alcanzaron los 40 °C en muchas regiones y superaron los 43 °C en zonas del sur peninsular. La segunda ola de calor se extendió entre el 3 y el 18 de agosto, registrándose en ella las temperaturas más altas del verano. Como se puede observar en la figura 4, los elementos sinópticos que produjeron ambas olas fueron los mismos: una anomalía cálida anticiclónica de latitudes medias en la troposfera libre sobre Europa occidental y una anomalía cálida en la troposfera inferior asociada al surco de presiones provocado por el flujo de levante.

Se puede interpretar para las dos olas de calor, que la anomalía cálida anticiclónica de latitudes medias bombeaba hacia el norte y almacenaba aire cálido tropical seco procedente del Atlántico subtropical. En figura 5 a,b se muestran las anomalías positivas de la componente meridional del viento en 700 hPa que se extendían desde Canarias hasta el oeste de la península en ambos eventos, indicativas del transporte de aire cálido de los subtrópicos hacia el norte.

La anomalía de latitudes medias fue más alta y extensa en la primera ola de calor —aparentemente en ella convergerían las fases cálidas de dos ondas de Rossby casiestacionarias, una bidimensional, 2D, propagándose desde Groenlandia hacia Europa, y otra unidimensional, 1D, propagándose de oeste a este sobre el chorro polar. Mientras que en la segunda ola de calor solo era relevante una 1D—. Igualmente el anticiclón en superficie del este de España fue más extenso en la ola de

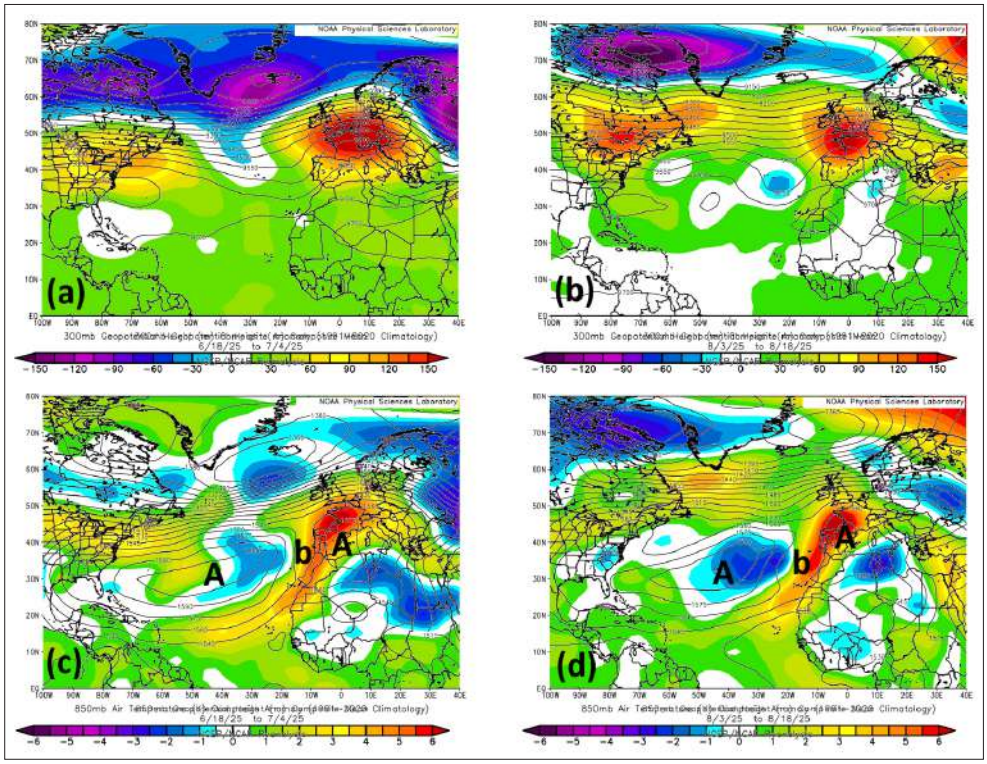


Figura 4. Arriba, topografía media de la altura del geopotencial en 300 hPa y, en color, su anomalía (en m.g.p.): (a) del 18 de junio al 4 de julio; (b) del 3 al 18 de agosto; abajo isobaras medias al nivel medio del mar en hPa y, en color, anomalías medias de la temperatura en 850 hPa: (c) del 18 de junio al 4 de julio; (d) del 3 al 18 de agosto. Fuente: NOAA

[2] Avance Climático Nacional del verano de 2025. https://www.aemet.es/documentos/es/noticias/2025/09/avance_climatico_nacional_verano_2025.pdf
[3] https://climate.copernicus.eu/surface-air-temperature-june-2025

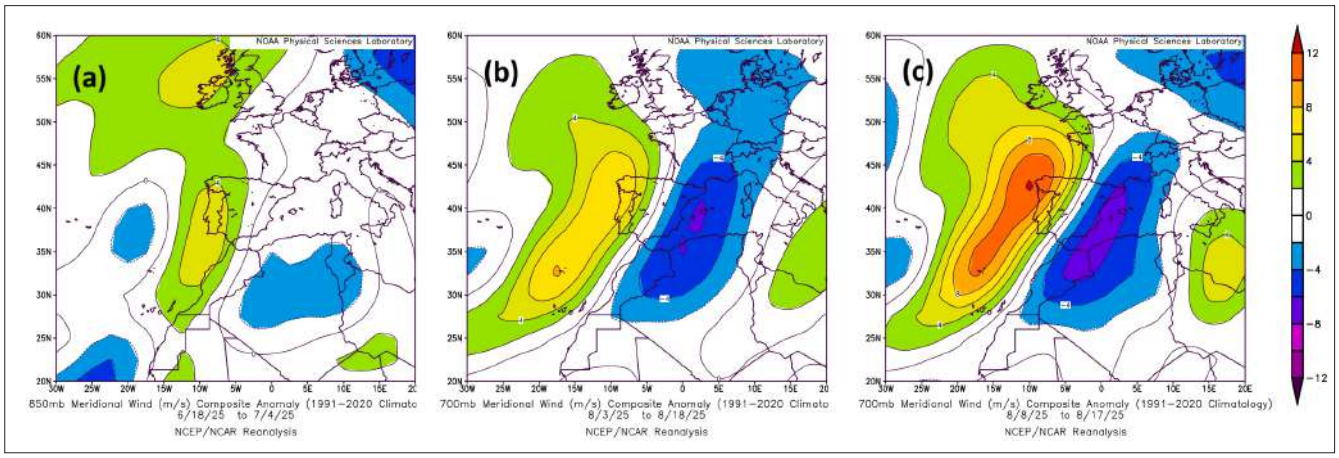


Figura 5. Anomalía de la componente meridional del viento en 700 hPa en m/s: (a) de 18 de junio a 4 de julio, (b) de 3 a 18 de agosto, (c) de 8 a 17 de agosto. **Fuente: NOAA**

junio, impidiendo la advección fría sobre el Mediterráneo occidental y generando una excepcional ola de calor marina, alcanzándose, según Copernicus[3], un récord de temperatura de la superficie del agua del mar (TSM) diaria para todo el mar Mediterráneo (27.0 °C), y una anomalía diaria récord para cualquier mes (3.7 °C sobre la media). La figura 2a muestra sobre el mar Mediterráneo occidental las anomalías medias de la t2m de junio y, sobre tierra, los máximos de estas anomalías en la mitad oriental de la península (figura 2a).

La segunda ola de calor fue la más intensa registrada en España. Los datos provisionales de la ola de calor del 3 al 18 de agosto muestran una anomalía de temperatura máxima de 4.6 °C por encima del umbral de temperatura para una ola de calor definido por AEMET, que superó el récord anterior de 2022 en 0.1 °C. Las distribuciones de las anomalías de t2m de junio y agosto (figura 2) muestran dos diferencias importantes: la desaparición en agosto de la ola de calor marina del Mediterráneo y el desplazamiento en la península de las anomalías más altas de t2m desde la parte oriental en junio, al noroeste en agosto.

Periodo del 8 a 17 de agosto y los incendios del noroeste

Dentro de la ola de calor de agosto nos centraremos en los días 8 a 17 de agosto, que, según AEMET[4], el intervalo de diez días es récord de temperatura para el conjunto peninsular español, desde al menos 1950. La causa inmediata fue la intensificación anómala del flujo de aire hacia el polo en el oeste de la península que se muestra en la figura 5c, con la formación de un chorro en niveles bajos orientado SSO-NNE, y que afectó fundamentalmente al cuadrante noroeste de la península, aumentando la difusión de aire de origen subtropical hacia esta zona y contribuyendo a que la temperatura media peninsular alcanzara valores récords. El máximo de viento está asociado al viento térmico producido por el contraste de temperaturas entre el aire cálido sobre el surco de presión y el aire

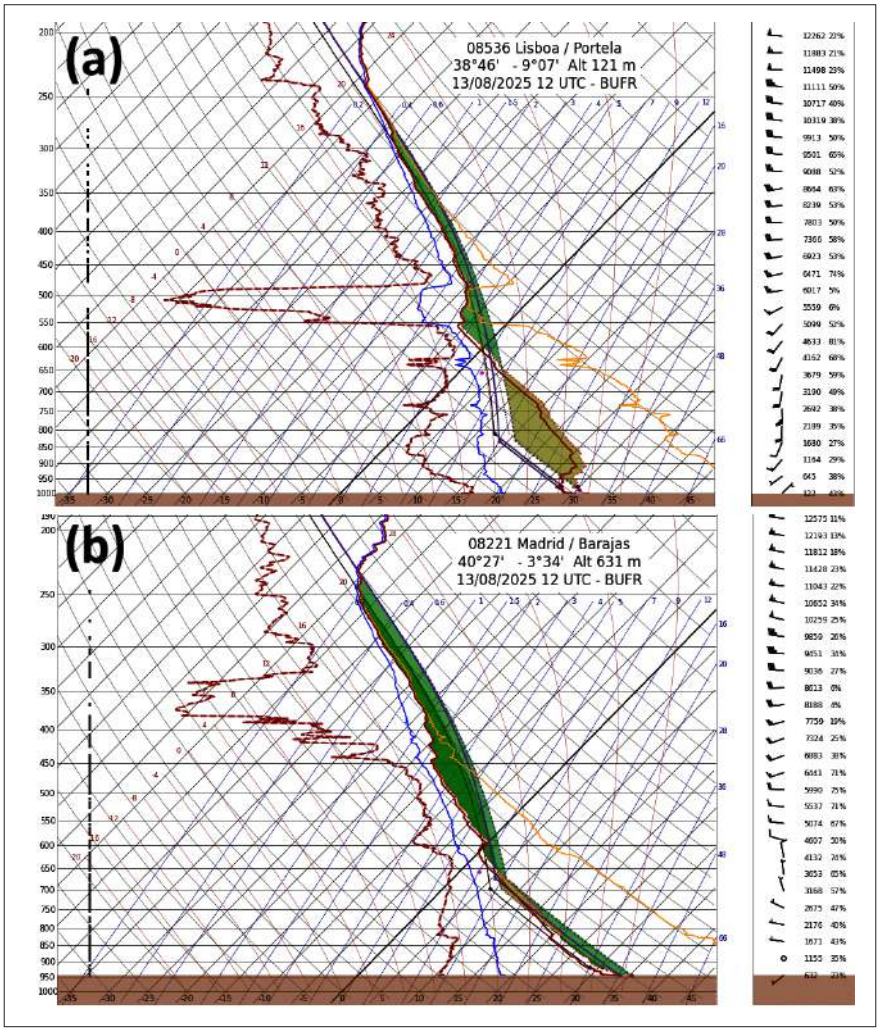


Figura 6. Sondeos del 13 de agosto a las 12 UTC en: (a) Lisboa; (b) Madrid. **Fuente: AEMET**

[4] https://x.com/AEMET_Esp/status/1959503244532527456

anómalamente frío bajo la inversión de subsidencia en la parte oriental del alta de las Azores (figura 4d).

Una consecuencia del máximo de viento es la formación de ondas gravitatorias internas (OGI) por su interacción con la orografía en periodo de estabilidad vertical (estratificación) en niveles bajos. Las OGI son oscilaciones en un fluido estratificado estable, el océano o la atmósfera, con la gravedad (o la flotabilidad) como fuerza restauradora. Cuando un elemento de fluido se desplaza verticalmente, las fuerzas de flotabilidad la retraen a su posición neutra. Al alcanzar su posición neutra, la inercia hace que sobrepase esta posición límite, haciéndola oscilar. La frecuencia de esta oscilación de flotabilidad, N, está relacionada con la variación de la densidad con la altura, que para una atmósfera compresible viene determinada por el gradiente vertical de temperatura potencial θ

$N^2 = (g/\theta)\,(d\theta/dz)$

En principio se producirán OGI libres (que se propagan fuera de la zona donde se generan) en zonas montañosas caracterizadas por un número de onda en la dirección del viento incidente, $k = 2\pi/\lambda$, o sea, suficientemente ancha en dicha dirección para que la frecuencia de la perturbación que genere, ω, sea menor que la frecuencia de flotabilidad para un viento incidente con componente normal a una sierra U; $\omega = Uk < N$.

Pero, como se puede deducir de los sondeos de Lisboa y Madrid de cualquier día de esta decena (por ejemplo los del día 13 de la figura 6), la posibilidad de formación de ondas OGI de propagación libre es limitado para un tiempo y espacio determinados, pues con el calentamiento diurno el perfil de la temperatura en capas bajas tiende a la adiabática seca, $N \rightarrow 0$, en la mayor parte de la península y el flujo solo se perturba en las capas inmediatas a la superficie desvaneciéndose las ondas en capas altas, lo que se denomina onda atrapada. De noche, la capa límite se vuelve estable por el enfriamiento nocturno, y, si el espesor de la capa límite es suficiente para que el flujo no se bloquee a barlovento de las sierras, puede permitir el desarrollo de ondas gravitatorias en niveles bajos. En zonas con abundante humedad, la capa estable se puede mantener durante la mañana, como muestra el sondeo de Lisboa de las 12 UTC de la figura 6, porque el transporte de calor de la tierra a la atmósfera se realiza en buena parte por calor latente, a diferencia de las zonas áridas donde es mayoritariamente calor sensible, que calienta las capas inmediatas. Las OGI libres de origen orográfico tiene velocidad de grupo dirigida hacia niveles más altos de la atmósfera, y por tanto igualmente la energía que transportan, pero, como indican los sondeos de la figura 6, N era muy pequeña por encima de la capa límite, llegando a hacerse 0 en algunas capas de niveles medios, por lo que las ondas acabarían siendo reflejadas hacia la superficie terrestre, por lo que el flujo de aire pierde poca intensidad en su recorrido.

Ahora bien, la existencia de grandes incendios puede cambiar localmente la estructura de la atmósfera en capas bajas antes del mediodía al transformar el gradiente vertical de temperatura, impidiendo la estratificación e inhabilitando la zona para sostener ondas libres. Si ocurre, como en este caso, que los incendios se produjeron a sotavento de sierras, las ondas generadas a barlovento de dicha sierra son advectadas por el flujo medio hacia la zona de los incendios. Cuando una onda se interna en el ambiente $N \leq 0$ de un incendio se rompe en un proceso en el que su pendiente supera un umbral crítico, al quedar atrapada inicialmente en capas bajas perdiendo velocidad horizontal respecto a las capas más altas, lo que provoca su vuelco vertical. La rotura de una onda es un proceso altamente disipativo que convierte la energía cinética de la onda en energía cinética turbulenta alterando los perfiles locales del viento, dificultando las labores de extinción del incendio y poniendo en peligro la vida de los integrantes de las unidades contraincendios.

Resumen y notas sobre la influencia del cambio climático

Las dos olas de calor analizadas fueron impulsadas por una circulación anticiclónica asociada a una anomalía cálida anticiclónica de latitudes medias, que en niveles bajos generaba en el sur de la península y norte de África el flujo de levante que producía la masa cálida del surco de presiones sobre el este del Atlántico y, en el oeste de la península un flujo del sur que difundía esa masa cálida hacia el norte de la península. En la ola de calor récord de agosto el viento de componente sur del oeste de la península se vio reforzado por la formación de una corriente en chorro de dirección SSO-NNE de niveles bajos, causado por la yuxtaposición de la masa cálida del surco y una masa fría más al oeste bajo la inversión de subsidencia generada por una vaguada que se desplazaba de oeste a este siguiendo la senda de las tempestades del Atlántico Norte. Este chorro de sur aumentó la difusión de aire cálido hacia el norte de la Península, y generó ondas de montaña en el noroeste de la península, que rompían sobre los incendios generados por las condiciones ambientales de alta temperatura, sequedad y viento intenso, alterando los perfiles locales del viento, dificultando las labores de extinción del incendio y poniendo en riesgo a los componentes de las unidades contraincendios.

Este viento anómalo del sur, como se ha dicho, está relacionado con un importante contraste de temperatura entre tierra y mar, y puede ser una señal del cambio climático, pues se sabe que es una característica robusta del mismo es que en respuesta al aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero, la diferencia de subida de temperatura media del aire en superficie entre la tierra y el océano será cada vez mayor (ver, por ejemplo Manabe *et al.,* 1991, o Sutton *et al.,* 2007), y por tanto estas condiciones podrían repetirse con mayor frecuencia o agravarse en caso de seguir aumentando la concentración de gases de efecto invernadero.

Referencias:

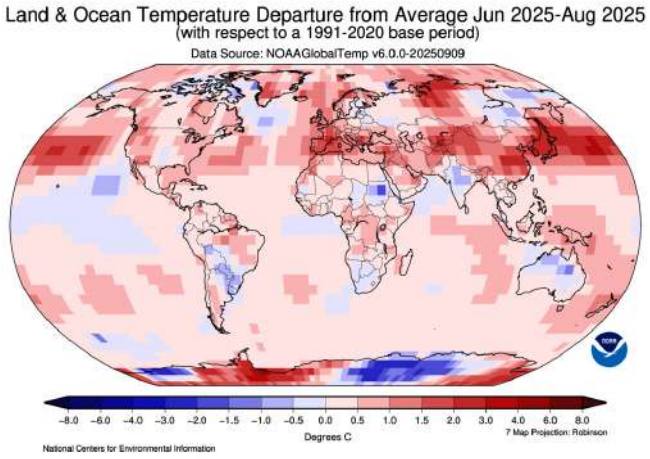
- **Gill, A., 1982: Atmosphere-Ocean Dynamics. International Geophysics Series, Vol. 30, Academic Press, 662 pp.**
- **Manabe S, Stouffer RJ, Spelman MJ, Bryan K (1991): Transient responses of a coupled ocean–atmosphere model to gradual changes of atmospheric CO2. Part I: annual mean response. J Clim 4:785–818**
- **Rodríguez-Ballesteros, C., 2014: Criterios objetivos para localizar y caracterizar las olas de calor . XXXIII Jornadas Científicas de la Asociación Meteorológica Española y 15º Encuentro Hispano-Luso de Meteorología. http://hdl.handle.net/20.500.11765/6036**
- **Smith, R. B., 2019: 100 Years of Progress on Mountain Meteorology Research. Meteorological Monographs, 59, 20.1-20.73, doi: 10.1175/AMSMONOGRAPHS-D-18-0022.1.**
- **Sutton RT, Dong BW, Gregory JM (2007): Land-sea warming ratio in response to climate change: IPCC AR4 model results and comparison with observations. Geophys Res Lett 34:L02701**

FEDERICO FRANCO, ANDRÉS CHAZARRA,
ANA MORATA Y NURIA CASABELLA

Descripción del verano boreal a escala global

TEMPERATURA

La temperatura global en superficie entre junio y agosto fue 1.02 °C superior a la media del siglo XX y se situó en tercer lugar entre las más altas registradas en los últimos 176 años. Solo los periodos comprendidos entre junio y agosto de 2024 y 2023 fueron más cálidos. Los diez periodos más cálidos entre junio y agosto se han producido todos ellos desde 2015.

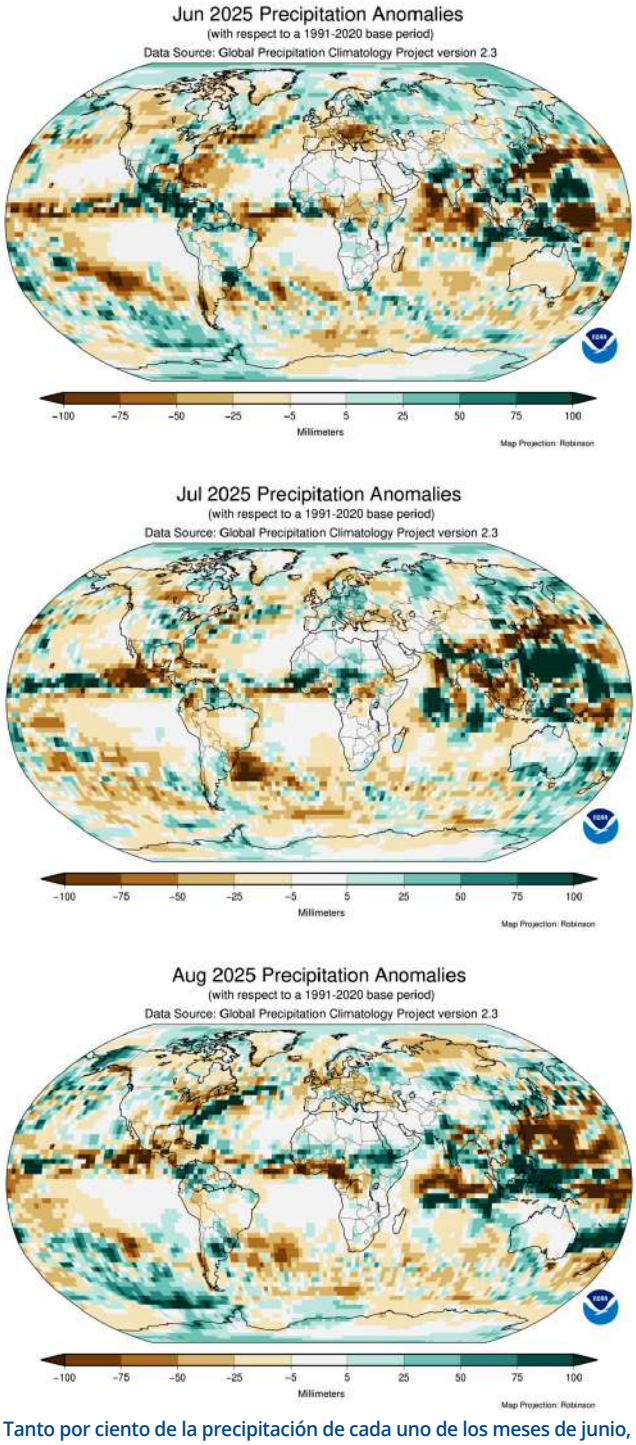


Anomalías de temperatura (ºC) correspondientes a los meses junio – julio -agosto de 2025 respecto de la normal de 1991-2020.
Fuente: NCEI/NOAA.

Como se puede observar en el mapa de temperaturas en la superficie terrestre del planeta han predominado las anomalías de temperatura positivas, de mayor intensidad en Europa occidental (de manera destacada en España y Portugal), Asia Central y este del continente asiático. Por el contrario, se registraron ligeras anomalías negativas en el sur de Brasil, India y diversas partes del norte de Australia. Hay que tener en cuenta que los diferentes países reportan anomalías de temperatura con respecto a diferentes periodos de referencia.

PRECIPITACIÓN

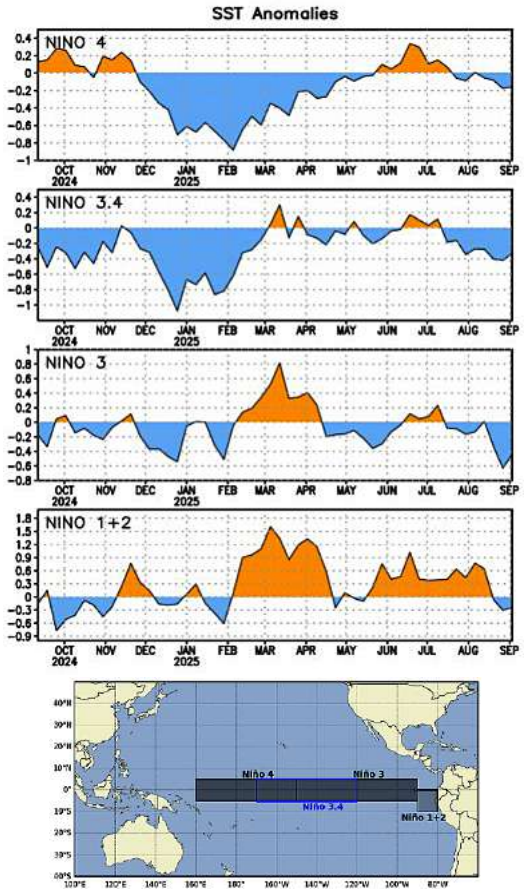
Como es habitual, las anomalías de precipitación durante el trimestre variaron significativamente de unos lugares a otros en todo el mundo, resultando difícil una vez más distinguir patrones claros en la distribución de la precipitación a escala regional.



Tanto por ciento de la precipitación de cada uno de los meses de junio, julio y agosto de 2025 respecto de sus normales de 1991-2020.
Fuente: NCEI/NOAA.

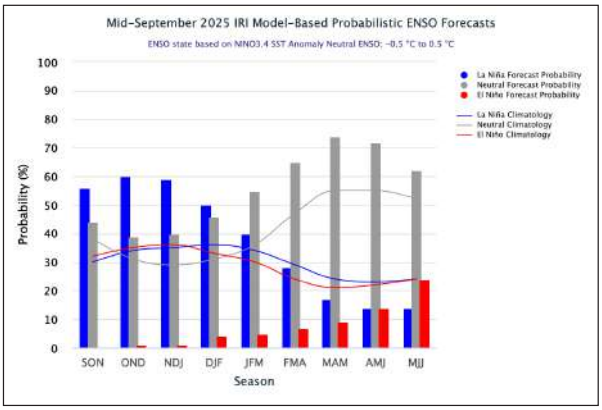
EL NIÑO

A lo largo del trimestre comprendido desde junio a agosto de 2025 han predominado las condiciones ENSO-neutral. En este trimestre las observaciones semanales de las SST (temperaturas de la superficie del agua del mar) estuvieron ligeramente por encima del promedio en todas en las las regiones en junio y julio y ligeramente por debajo del promedio en agosto.



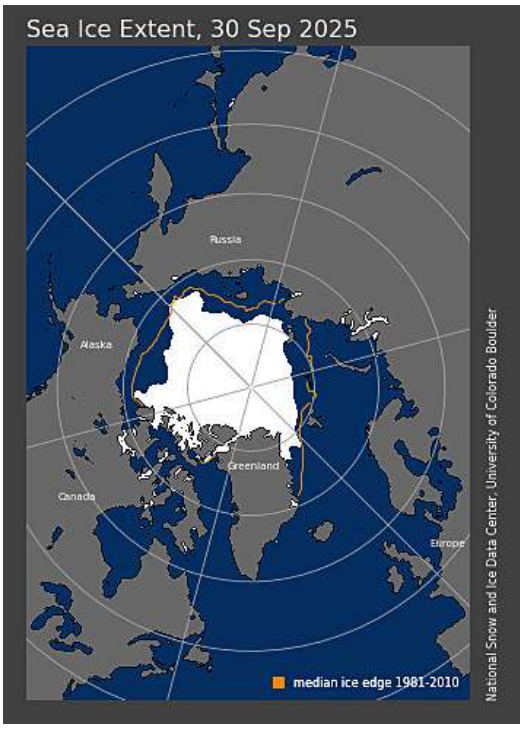
Series temporales semanales de las anomalías de la temperatura (°C) de la superficie del océano en las regiones de El Niño respecto de los promedios semanales del período 1981-2010 y gráfico con las regiones de El Niño. Fuente: NOAA.

Los modelos de predicción para los siguientes meses indican que la aparición de un episodio débil La Niña con más del 50% de probabilidad de ocurrencia.



Probabilidad estimada de que se den condiciones de ENSO neutral (gris), El Niño (rojo) o La Niña (azul) durante los próximos trimestres. Se espera que durante el otoño del hemisferio norte haya condiciones débiles la Niña. Fuente: IRI/CPC

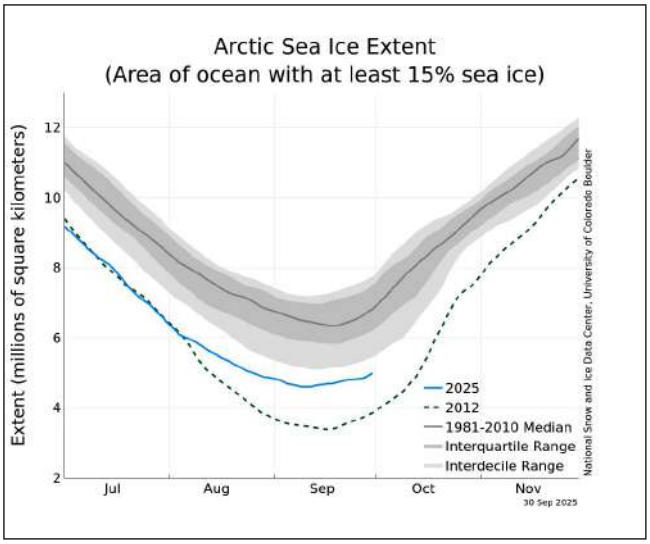
EXTENSIÓN DEL HIELO MARINO EN EL OCÉANO GLACIAL ÁRTICO



Extensión de hielo marino en el océano Glacial Ártico a finales de septiembre de 2025. La línea naranja representa la mediana correspondiente al periodo de referencia 1981-2010. Fuente: NSIDC

Según el Centro Nacional de Datos de Nieve y Hielo (NSIDC), en el hemisferio norte la extensión del hielo marino (que se mide a partir de los instrumentos de microondas a bordo de los satélites NOAA) en el océano Glacial Ártico correspondiente al mínimo estacional de septiembre fue en promedio de 4.60 millones de kilómetros cuadrados.

El mínimo de 2025 comparte el décimo puesto más bajo en los casi 47 años de registros satelitales con 2008 y 2010. Si bien los últimos 19 años, de 2007 a 2025, son los 19 con menor extensión de hielo marino en los registros satelitales, no se ha observado una tendencia significativa en las extensiones mínimas de septiembre durante este tiempo.



Extensión del hielo marino del océano Glacial Ártico el 30 de septiembre de 2025, junto con los datos de extensión de hielo diario correspondientes a los años anteriores. El promedio del periodo 1981-2010 aparece en gris oscuro. El área gris clara, alrededor de la mediana, muestra los rangos intercuartílico e interdecílico de los datos. Fuente: NSIDC

Descripción del verano en España

TEMPERATURA

El verano 2025 (periodo comprendido entre el 1 de junio y el 31 de agosto de 2025) tuvo un carácter extremadamente cálido, con una temperatura media en la España peninsular de 24.2 °C, valor que queda 2.1 °C por encima de la media de esta estación (periodo de referencia 1991-2020). Ha sido el verano más cálido desde el comienzo de la serie en 1961, habiendo superado en 0.1 °C al verano de 2022, que era hasta ahora el más cálido de la serie.

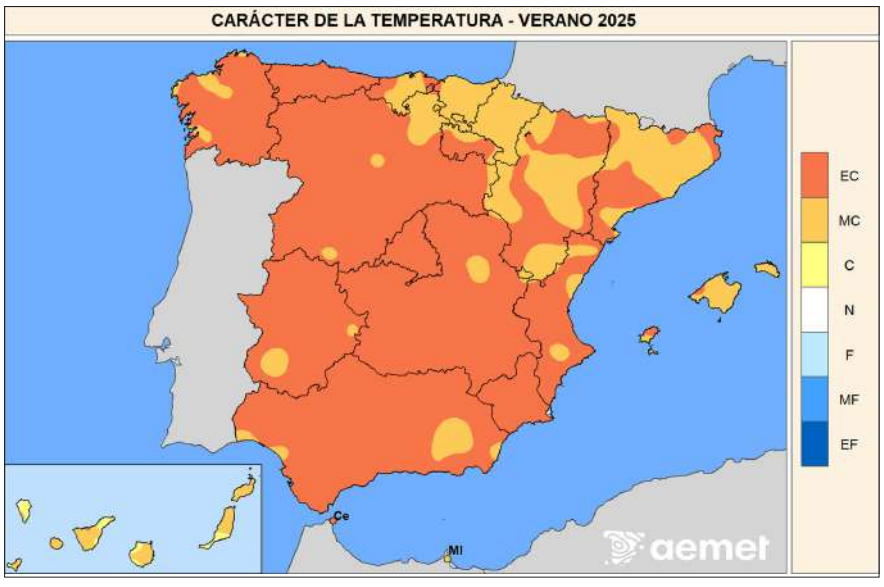
El verano tuvo un carácter extremadamente cálido en toda la España peninsular salvo en el cuadrante noreste, donde fue predominantemente muy cálido. En Baleares y en Canarias resultó muy cálido en la mayoría de las zonas.

Se observaron anomalías térmicas en torno a +3 °C en algunas zonas del interior peninsular, principalmente en el interior de Galicia y en ambas mesetas. En el resto de la España peninsular tomaron valores alrededor de +2 °C, salvo en algunas zonas costeras del Cantábrico y del litoral atlántico andaluz en las que se situaron en torno a +1 °C. En Baleares tomaron valores comprendidos entre +1 °C y 2 °C, mientras que en Canarias estuvieron entre +0 °C y +1 °C en la mayoría de las zonas.

Las temperaturas máximas diarias se situaron 2.4 °C por encima del valor normal, mientras que las mínimas estuvieron 1.7 °C por encima de la media, resultando una oscilación térmica diaria 0.7 °C superior a la normal del trimestre. En treinta y tres estaciones principales la temperatura media del verano resultó la más alta desde el comienzo de las observaciones, también en treinta y tres la media de las máximas diarias fue la más alta de las respectivas series, y en veintiséis la media de las mínimas diarias fue la más alta desde el comienzo de los registros.

El verano comenzó con un mes de junio extremadamente cálido, con una temperatura media en la España peninsular que se situó 3.5 °C por encima de la media, resultando el mes de junio más cálido desde el comienzo de la serie en 1961. Julio fue cálido, con una temperatura media 0.7 °C por encima de la normal. Agosto fue extremadamente cálido, con una temperatura media 2.0 °C por encima de la media, resultando, junto con agosto de 2024, el mes de agosto más cálido desde el comienzo de la serie.

Junio resultó extremadamente cálido en prácticamente toda la España peninsular y Baleares, Ceuta y Melilla. Únicamente tuvo un carácter muy cálido en algunas zonas del este peninsular, en la parte final española de las cuencas del Miño, del Duero y Tajo, y en algunas zonas alrededor de la cabecera del Ebro. En Canarias el carácter de la temperatura fue variable, oscilando entre normal y muy cálido. Las anomalías térmicas se situaron alrededor de +2 °C en las costas de Galicia, Asturias, Cantabria y País Vasco, parte de las costas de Andalucía, Melilla y algunas áreas del este de Extremadura; en el resto de zonas costeras y la mitad este de la estuvieron alrededor de +3 °C respecto a sus valores medios de junio. En Aragón, gran parte de Cataluña y Castilla-La Mancha, junto con amplias zonas de Madrid y Andalucía, tomaron valores en torno a +4 °C, incluso en alguna zona en Cataluña la anomalía estuvo alrededor de +5 °C. En Baleares, según las zonas, las anomalías variaron entre +2 °C y +4 °C, mientras que en Canarias oscilaron entre valores normales en zonas bajas y una anomalía de +1 °C en las partes altas de Tenerife y Gran Canaria.



Carácter de la temperatura media durante el verano respecto a los quintiles del periodo de referencia 1991-2020

Julio fue muy cálido en la cuenca del Miño, en la mayor parte de la costa peninsular, Ceuta, Melilla y en la mitad sur peninsular, incluso extremadamente cálido localmente al norte del mar Menor. En contraste, las temperaturas medias de julio fueron normales en la mitad oeste del Pirineo catalán y en áreas a lo largo del curso del Ebro. En la mitad norte de la península tuvieron un carácter cálido, así como en Sierra Nevada y en la desembocadura del Guadalquivir. En Baleares las temperaturas tuvieron un carácter entre cálido y muy cálido, mientras que en Canarias tuvieron un carácter variable. Las anomalías térmicas se situaron alrededor de +1 °C en la práctica totalidad de la España peninsular, Canarias y en las islas orientales de Baleares. Las temperaturas medias estuvieron unos 2 °C por encima de la media en el resto de Baleares, en la mitad sur de Galicia, áreas de Castilla-León y Castilla-La Mancha, Andalucía, Comunitat Valenciana y en la mayor parte de la Región de Murcia. No hubo una anomalía significativa en el noroeste de Cataluña, sur de Aragón y zonas de Navarra y País Vasco.

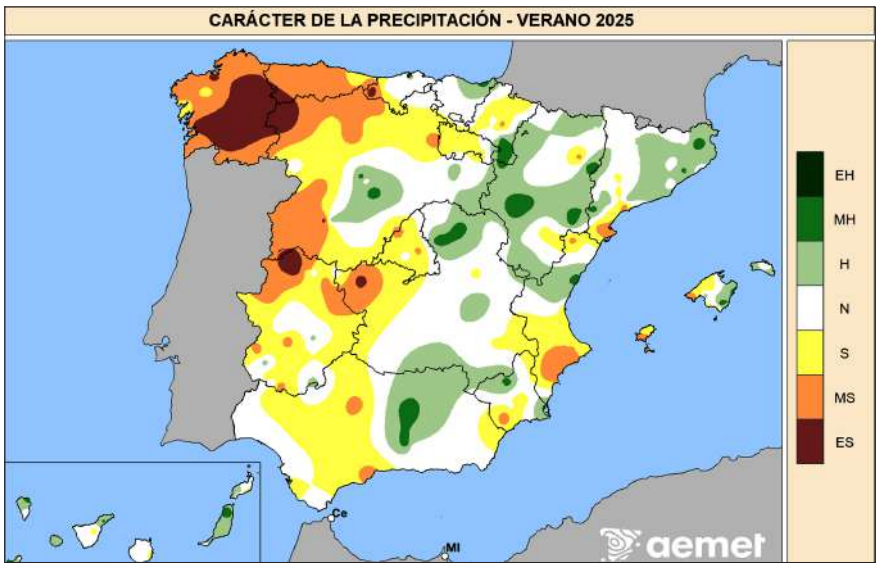
Agosto resultó extremadamente cálido en amplias zonas del interior de Galicia, la cordillera Cantábrica, ambas

mesetas, norte y centro de Extremadura, centro de Andalucía y Comunitat Valenciana. En el resto de la España peninsular fue predominantemente muy cálido. En Baleares y en Canarias tuvo un carácter variable, resultando en conjunto muy cálido en ambos archipiélagos. Las anomalías térmicas se situaron alrededor de +3 °C en amplias zonas del interior de Galicia, cordillera Cantábrica, oeste y centro de Castilla y León, norte de Extremadura, sistema Central, oeste de Castilla-La Mancha y en puntos del pirineo navarro y oscense. En el resto de la España peninsular las anomalías tomaron valores en torno +2 °C, salvo en las costas del Cantábrico, mitad norte de Cataluña y algunas zonas de Andalucía y del tercio este peninsular, en las que se situaron alrededor de +1 °C. En Baleares las anomalías se situaron en torno a +1 °C, mientras que en Canarias tomaron valores comprendidos entre +1 °C y +2 °C en la mayoría de las regiones.

EPISODIOS MÁS DESTACADOS

Durante el verano se observaron tres olas de calor en el territorio español, dos de las cuales afectaron a la España peninsular y Baleares y una a Canarias. La primera ola de calor se extendió entre el 18 de junio y el 4 de julio y afectó a la España peninsular y Baleares, con temperaturas que alcanzaron los 40 °C en muchas regiones y que superaron los 43 °C en zonas del sur peninsular. La segunda ola de calor afectó a Canarias y se observó entre los días 16 y 18 de julio, durante la cual las temperaturas medias llegaron a estar unos 6 °C por encima de sus valores habituales. La tercera ola de calor se extendió entre el 3 y el 18 de agosto y afectó a la España peninsular y Baleares, registrándose en ella las temperaturas más altas del verano, con valores que superaron los 45 °C en puntos del sur peninsular.

Las temperaturas más altas entre las estaciones principales correspondieron a Jerez de la Frontera/aeropuerto, donde se midieron 45.8 °C el 17 de agosto, Morón de la Frontera, con 45.2 °C también el 17 de agosto, Murcia, con 45.1 °C el 18 de agosto, y Alcantarilla/base aérea, donde se registraron 45.0 °C también el 18 de agosto. En las estaciones principales de Jerez de la frontera/aeropuerto, Rota, Murcia/San Javier y Oviedo se observó la temperatura más alta desde el comienzo de las respectivas series. Asimismo, en las estaciones principales de Castellón y Madrid/Getafe se registró la temperatura mínima más alta (la noche más cálida) desde el comienzo de las observaciones. En cuanto a bajas temperaturas, hubo algunos episodios con temperaturas por debajo de las normales, destacando los de los días 19 a 26 de julio, 20 a 22 de agosto y 28 a 29 de agosto. Las temperaturas más bajas registradas en las estaciones principales fueron los 5.0 °C que se midieron en el Puerto de Navacerrada el 21 de julio, los 5.6 °C de Molina de Aragón el 29 de agosto, los 5.8 °C de Izaña el 26 de agosto, y los los 6.9 °C observados en Valladolid/aeropuerto el 21 de agosto.



Carácter de la precipitación acumulada en verano respecto a los quintiles del periodo de referencia 1991-2020

PRECIPITACIÓN

El verano fue en su conjunto seco en cuanto a precipitaciones, con un valor de precipitación media sobre la España peninsular de 57.0 mm, valor que representa el 81 % del valor normal del trimestre en el periodo de referencia 1991-2020. El verano de 2025 ha sido el décimo cuarto más seco desde el comienzo de la serie en 1961 y el séptimo del siglo XXI.

El verano de 2025 presentó un carácter de la precipitación con una marcada distribución espacial diferenciada. La precipitación tuvo carácter muy seco en Galicia, Asturias y amplias zonas del norte de Castilla y León e incluso llegó a extremadamente seco en el interior de Galicia. También se identificaron áreas con carácter seco en el oeste de Andalucía, parte de Extremadura donde en algunas zonas han llegado a mostrar carácter muy seco y en algunos sectores del litoral mediterráneo, como Castellón, Alicante, parte de Murcia y de Baleares. En contraste, las precipitaciones tuvieron un carácter húmedo o muy húmedo en regiones del noreste peninsular, especialmente en Cataluña, Aragón y Navarra, así como en áreas del centro y sureste peninsular, incluyendo partes de Castilla-La Mancha y el este de Andalucía. Asimismo, se observan núcleos de carácter extremadamente húmedo en puntos concretos del noreste peninsular.

El carácter normal se extendió sobre áreas del centro peninsular, como la meseta sur y partes de Castilla y León, actuando como una franja de transición entre las zonas más secas del oeste y las más húmedas del este. En los archipiélagos, Canarias presentó un carácter mayoritariamente húmedo en las islas occidentales, mientras que en las orientales predominó un compor-

Descripción del verano en España

tamiento normal. En Baleares, el carácter fue en general seco a muy seco, especialmente en Mallorca y Menorca, aunque también se tienen áreas de carácter húmedo en las islas orientales.

El verano comenzó con un mes de junio seco en cuanto a precipitaciones, con un valor de precipitación media sobre la España peninsular de 21.7 mm, valor que representa el 68 % del valor normal del mes (periodo de referencia: 1991-2020). Se ha tratado del décimo tercer mes de junio más seco de la serie desde 1961, y el octavo del siglo XXI. En Baleares se ha tratado del mes de junio más seco desde 1961. Julio tuvo carácter húmedo, con un valor de precipitación media sobre la España peninsular de 20.9 mm, valor que representa el 124 % del valor normal del mes. Se ha tratado del décimo noveno mes de julio más húmedo de la serie desde 1961, y el cuarto del siglo XXI, empatado con julio de 2013. En Canarias se ha tratado del mes de julio más húmedo desde 1961. Finalmente, agosto ha tenido carácter seco en cuanto a precipitaciones, con un valor de precipitación media sobre la España peninsular de 14.4 mm, valor que representa el 66 % del valor normal del mes. Se ha tratado del décimo sexto mes de agosto más seco de la serie desde 1961, y el séptimo del siglo XXI. En Canarias se ha tratado del quinto mes de agosto más húmedo desde 1961.

Junio presentó notable variabilidad espacial en la península ibérica. Se localizaron áreas con carácter húmedo y muy húmedo principalmente en regiones del interior norte y en algunas zonas del centro peninsular, especialmente en el norte de Castilla y León, áreas dispersas de Aragón, y pequeños sectores de Castilla y León y La Rioja. En contraste, se detectaron extensas zonas con carácter normal, distribuidas principalmente en el centro de la península, así como en áreas del oeste y sur. Las regiones con carácter seco se concentraron en partes del oeste de Castilla y León, de Extremadura, centro de Castilla-La Mancha, este de Aragón y sureste peninsular. De manera más destacada, aparecen áreas clasificadas con carácter muy seco en Galicia, Asturias, en zonas del noreste, concretamente Pirineos y parte oriental de Aragón, y en el norte de la Comunitat Valenciana y en Cataluña. Además, se identifican puntos de carácter extremadamente seco en el litoral cantábrico oriental y en el noreste peninsular. En el archipiélago balear predomina el carácter muy seco, mientras que en Canarias la precipitación tuvo comportamiento entre normal y seco, salvo en la isla de La Palma y norte de Fuerteventura donde el mes tuvo carácter húmedo.

Julio fue húmedo y muy húmedo en el tercio oriental peninsular, con especial incidencia en la Comunitat Valenciana, Región de Murcia, este de Castilla-La Mancha, Aragón y Cataluña. En la Región de Murcia e interior de Cataluña mostró carácter extremadamente húmedo. Por el contrario, julio mostró carácter seco y muy seco en Galicia, especialmente en el noroeste y la franja costera, así como en el norte de Castilla y León y Asturias. La precipitación mostró carácter normal principalmente en una franja central que atraviesa la península de norte a sur, incluyendo partes de Castilla y León, Madrid, el centro de Castilla-La Mancha y zonas de Andalucía. En ambos archipiélagos julio mostró carácter húmedo y muy húmedo con algunas zonas extremadamente húmedas.

El carácter de la precipitación en **agosto** de 2025 mostró un patrón contrastado entre el norte peninsular y las regiones mediterráneas. Predominaron las condiciones muy secas en amplias zonas del noroeste, especialmente en el norte de Galicia, Asturias y el oeste de Castilla y León, así como en sectores del nordeste peninsular, en torno a Castellón y sur de Cataluña. Se identifican también áreas de carácter seco en buena parte de Castilla y León, Extremadura, Andalucía occidental y sectores del interior peninsular. Por el contrario, se observan áreas con carácter húmedo y muy húmedo en el litoral cantábrico oriental, Navarra, norte de Aragón y Cataluña, así como en zonas localizadas del sureste y suroeste peninsular. Destacan pequeños núcleos de carácter extremadamente húmedo en el este de Cantabria y el norte de Cataluña. En amplias zonas del centro peninsular, la precipitación mostró carácter normal, así como en zonas del oeste de Andalucía y puntos dispersos de Castilla-La Mancha y Aragón. En los archipiélagos, Baleares mostró un carácter predominantemente seco a muy seco y húmedo en la isla de Menorca, mientras que en Canarias se observó un carácter húmedo en las islas occidentales y normal a seco en las orientales. En conjunto, agosto de 2025 se caracterizó por una marcada anomalía seca en amplias zonas del noroeste y centro peninsular, frente a un comportamiento húmedo en el litoral mediterráneo norte y sectores aislados del suroeste.

EPISODIOS MÁS DESTACADOS

Las mayores precipitaciones diarias registradas en los observatorios principales durante el mes de junio se concentraron mayoritariamente en la primera decena, con 45.0 mm en Valladolid/aeropuerto el día 3, 41.0 mm en Donostia/San Sebastián/Igeldo y 37.0 mm en Hondarribia/Malkarroa, ambos el día 13, 32.0 mm en Teruel y Foronda/Txokiza los días 15 y 24, respectivamente y 30.0 mm en Guadalajara el día 11. En julio, se concentraron, principalmente, en la primera decena del mes. Destacan los 59.6 mm registrados en Girona/aeropuerto el día 6, seguidos por los 57.6 mm en Castelló /Almassora el día 12, los 39.2 mm en Guadalajara el día 3, ambos constituyen los valores más altos de su serie desde 1976 y 2012, respectivamente, los 28.2 mm en Teruel el día 5 y los 27.1 mm en Foronda-Txokiza el día 11. Finalmente, en agosto las mayores precipitaciones se concentraron en la tercera decena. Destacan los 80.8 mm en Santander/aeropuerto el día 20, valor que constituye el más alto de su serie, seguidos por los 60.1 mm en Hondarribia/Malkarroa el mismo día, los 48.7 mm en Barcelona/aeropuerto el día 28, los 46.9 mm en Donostia/San Sebastián/Igeldo el día 19, y los 33.3 mm en Girona/aeropuerto el día 31.

Fenómenos meteorológicos singulares en SINOBAS junio, julio y agosto de 2025



Distribución espacial de los 38 reportes recogidos en SINOBAS en el período considerado



Imagen de las inundaciones en Alegia. Autor: Oier Seoane

Entre los meses de junio, julio y agosto de 2025 se incluyeron en SINOBAS un total de 38 reportes, la mayoría se han validado con fiabilidad alta. Por tipo de fenómeno, los reportes se han distribuido de la siguiente forma:

- Granizada singular: 23
- Precipitación súbita torrencial: 6
- Reventón/Frente de racha: 3
- Reventón cálido: 2
- Tornado/Tromba marina: 1
- Tuba: 3

Por comunidades autónomas, se han notificado 10 reportes en Castilla y León, 5 en el País Vasco, 5 en Aragón, 4 en la Comunitat Valenciana, 3 en Andalucía, 3 en Castilla la Mancha, 3 en Cataluña, 2 en Galicia, 1 en Madrid, 1 en Navarra y 1 en La Rioja.

En la base de datos de SINOBAS el verano es la estación en la que mayor número de reportes se notifican, con un 35 % respecto al total anual. Sin embargo, en 2025 se registraron más reportes en primavera (55) que en verano (38), debido probablemente a la notable actividad convectiva que hubo en primavera.

Durante el trimestre veraniego, el equipo SINOBAS destacó la precipitación súbita torrencial que afectó a Alegia y Tolosa (Guipúzcoa) el 13 de junio. En Alegia se registraron 109 l/m^2 durante el episodio, de unos 150 minutos de duración, causando desprendimientos, cortes en la línea de trenes, garajes inundados y la crecida del río Oria.

El equipo SINOBAS también destacó la tormenta del 12 de julio que afectó a Castellón, dejando granizadas adversas en el sur de la provincia (reportes en Borriana, Nules y Les Alqueries), donde la célula más peligrosa llevaba una velocidad de 44 km/h, una adversidad potencial muy alta con precipitaciones torrenciales y granizo grande. En las zonas más castigadas se registraron pérdidas de cosecha del 100 %.

La situación sinóptica del 12 de julio estaba marcada por la presencia de una dana en el centro-este peninsular, con una anomalía fría de -14 °C y un chorro en su flanco sur de 50 kt que la conducía hacia el este, advectando una masa húmeda en su zona delantera e induciendo



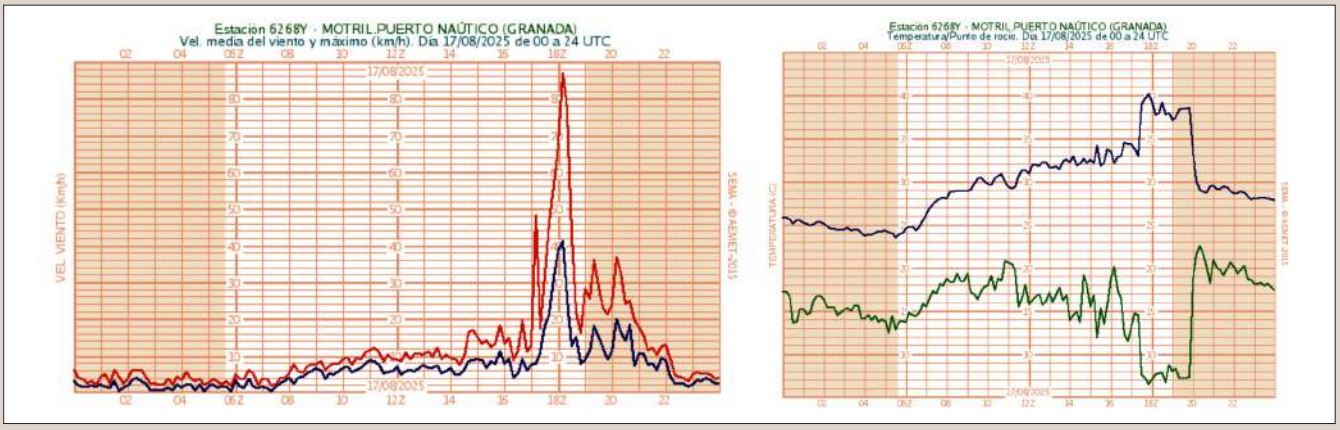
Imágenes de las fuertes rachas de viento en las playas producidas por el reventón térmico. Autor: RRSS de Almuñécar Comunicación



Imágenes de la supercélula y el granizo que dejó a su paso por Borriana. Autor: Marcos Romero

un forzamiento dinámico intenso sobre el NE peninsular. En superficie predominaban las bajas relativas, de origen térmico y con cierta influencia de la dana en altura, con centros de bajas presiones en el tercio NE peninsular. Dichas bajas marcaban las zonas de convergencias donde, con la inestabilidad térmica y el forzamiento dinámico, daban lugar a la formación de convección avanzando de oeste a este, coincidiendo en cada momento con la parte delantera de la dana. También era elevada la cizalladura de 0-6 km, indicando elevada probabilidad de organización de la convección.

Por último, destaca el reventón cálido que en la tarde del 17 de agosto de 2025, hacia las 20 h, se produjo en la costa granadina y afectó a varias playas en Salobreña, Motril y Castell del Ferro. Las más afectadas fueron las de Torrenueva y Carchuna. Fue el día álgido de la ola de calor de agosto en la Península, formándose convección de base elevada en el seno de la circulación del sur en capas medias-altas, que originó tormentas con poca precipitación y reventones cálidos en la costa granadina. En algunos puntos como en Motril las temperaturas subieron 7 °C de manera brusca, llegando a los 40 °C, y las rachas de viento rondaron los 90 km/h, generando el caos en las playas, que los usuarios comenzaron a desalojar rápidamente. La Guardia Civil y los equipos de salvamento y socorrismo tuvieron que rescatar del mar a unas 7 personas, que no podían volver a la orilla debido a las fuertes rachas de viento. No hubo que lamentar ningún herido.



Datos de velocidad del viento y temperatura en la estación de AEMET de Motril, Puerto Náutico (Granada)

Determinando los peligros del clima

JOSÉ IGNACIO PRIETO

El Departamento de Energía de Estados Unidos (DoE) ha publicado en julio una "revisión crítica de los efectos de los gases invernadero en el clima" de su país. A cargo de cinco autores coordinados por John Christy (Judith Curry, climatóloga, Steven Koonin, físico y subsecretario de energía con Obama, Ross McKitrick, economista ambiental, y Roy Spencer, climatólogo satelital junto a Christy) que dicen haber actuado sin interferencia de la administración, el **informe** invita a hacer comentarios y censura imprecisiones o pronósticos exagerados en anteriores informes por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). El documento carga contra las distorsiones en la presentación de factores del clima: Descarta la toxicidad del CO_2 o efectos contaminantes, pues el gas contribuye al reverdecimiento global (+8 % de área de hojas en 30 años) que mitiga el calentamiento y reduce zonas áridas, con relevancia en la evolución genética de especies hoy agrícolas. Los océanos son menos alcalinos, pero el blanqueamiento en los corales no se debe a valores promedio más bajos del pH, sino a oscilaciones locales intensas. Los arrecifes de coral en la Gran Barrera en Australia se recuperan.

La sensibilidad climática, o respuesta a una duplicación instantánea o gradual del CO_2 atmosférico, muestra límites demasiado amplios que dificultan decisiones drásticas por parte de los políticos. Los autores prefieren estimaciones a partir de datos, como episodios de actividad de volcanes, gases, aerosoles o las variaciones de la constante solar, antes que resultados de modelos. Sobre la señal de identidad del cambio antropogénico, enfriamiento estratosférico sobre calentamiento troposférico, alegan que las observaciones muestran en la estratosfera temperaturas estables desde 2000, frente a los modelos que siguen mostrando el teóricamente esperado enfriamiento. De la cubierta nívea en el hemisferio norte, la mengua se restringe a primavera y verano. No hay ahora más huracanes, ni olas de calor (más en el oeste del país pero menos en el este), ni más récords de temperatura, que en los años 1920 y 1930. Aquellos eran calores. La diferencia entre máxima y mínima absoluta en cada año y lugar decae marcadamente en los últimos 110 años. Tornados, inundaciones, sequías e incendios pasan sin grandes altibajos por los gráficos, muchos tomados de los informes técnicos del IPCC. Contra la reputación alarmista del Panel, los autores recuerdan que de 33 categorías de impacto antropogénico, solo a cinco asigna el IPCC confianza alta, y a cuatro confianza media. Quedan sin confianza la evaluación del cambio en viento, precipitación, inundaciones o sequías.

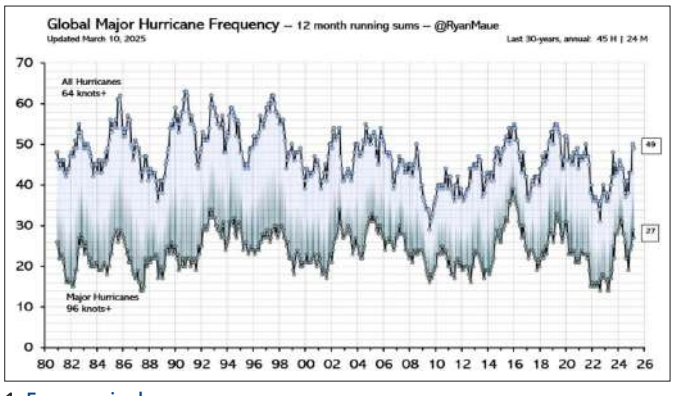
La NOAA, blanco de las iras del nuevo gobierno en EE. UU. se lleva alguna burla velada de los autores por las predicciones de subida del nivel del mar para 2050, haya o no reducción de emisiones. El pronóstico para el icónico mareógrafo *The Battery* de Manhattan requerirá una portentosa aceleración en los actuales tres o cuatro centímetros por década para atinar. McKitrick es economista y prefiere usar prácticas econométricas al método dactilar que reparte el cambio entre lo antropogénico y lo natural. El informe no desprecia las alteraciones climáticas como irrelevantes, sino que las juzga ya difíciles de revertir.

Las reacciones incluyen la de la asociación meteorológica de EE. UU. (AMS), que ha **escrito** que cinco científicos, resultantes de una *selección sesgada*, no pueden dominar tantos campos como dan a entender y se fijan en detalles irrelevantes escogidos entre la vastedad de aspectos climáticos en mudanza. Y de unos pocos efectos positivos de un clima más cálido es absurdo concluir que beneficie a la humanidad. Debemos actuar decididamente sobre las emisiones para reducir peligros, insiste la AMS.

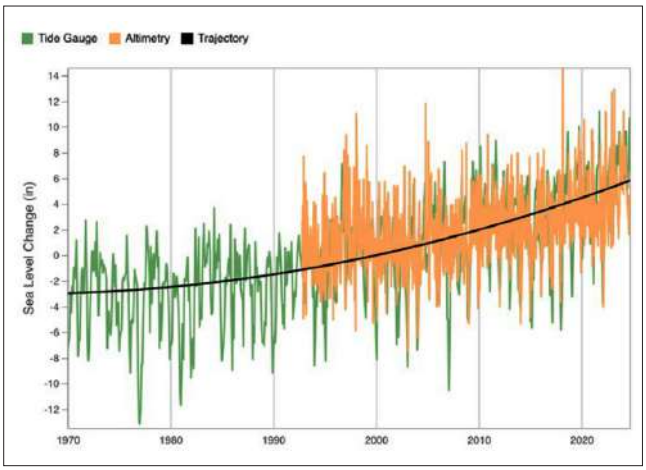
Andrew Dessler, climatólogo que dirige un centro de tiempo extremo, ha recopilado junto a Robert Kopp 48 **comentarios** críticos a la revisión del DoE por parte de 85 científicos. Para Dessler el error fundamental es negar influencia humana en fenómenos severos como precipitación y olas de calor en ausencia de emergencia, es decir, cuando no medimos un claro despegue de los promedios con respecto a la era pre-industrial, despreciando las ya mencionadas huellas digitales fiables en el clima. Un error que, unido a la selección presuntamente interesada de ejemplos, invalida la revisión del DoE.

La fertilización vegetal por el gas queda más que eclipsada por las sequías, la pérdida de biodiversidad, el estrés cálido y el tiempo severo generados. Hay intensificación de olas de calor, precipitación extrema, sequías, huracanes más destructivos y una estación más larga de incendios forestales e inundaciones costeras.

El tema es de extrema importancia en el plano político, pues la revisión del DoE será piedra angular de las estrategias energéticas. Por eso han surgido voces de fuera de la ciencia pidiendo la retirada del informe original del DoE, como las de 22 **fiscales generales**, quienes temen una revocación de la "Determinación de peligrosidad de los gases invernadero y normas de emisiones para vehículos", aprobada en 2009.



1. Frecuencia de huracanes de más de 64 y de 96 nudos desde 1980



2. Evolución del nivel del mar medido por el mareógrafo en The Battery (Nueva York)

2025
SEGUNDO PUESTO

COORDINA FERNANDO BULLÓN

Autor: David Mancebo Atienza

"Cielos de ensueño"

En la vastedad del cielo, donde la realidad y la magia se entrelazan, existen fenómenos naturales que nos transportan a un mundo de ensueño.
Estos dos últimos años han sido muy intensos para mí, con varios viajes en búsqueda de tormentas impresionantes, donde he podido ver y fotografiar varios tornados e intensas supercélulas, además de un viaje a tierras altas, concretamente a Islandia donde he podido ser testigo de las auroras boreales más impresionantes en muchos años.
Empieza aquí un recorrido visual que espero que os deje sin aliento, donde la luz y la oscuridad se funden en una danza cósmica, donde la belleza y la fuerza de la naturaleza se revelan en cada imagen.
Este es mi homenaje a los fenómenos meteorológicos que nos recuerdan que el cielo es mucho más que un simple telón de fondo: es un escenario donde la magia y la ciencia se unen para crear espectáculos inolvidables.
Bienvenidos a los cielos de ensueño.



Foto 1- Terral: el escultor de nubes
Málaga, 16 febrero 2024.
El viento de terral ayuda a la aparición de algunas de las nubes más espectaculares del género lenticulares que podemos ver por nuestra zona. Esta nube lenticular enorme se situaba al este de Málaga y estuvo durante varias horas cambiando su forma pero no su posición.
En esta fotografía, tomada ya al atardecer, se puede observar varios pisos de altura en la nube lenticular. Al fondo, otras nubes lenticulares, se observan sobre Sierra Nevada ya en Granada.



Foto 2- Tornado
Puebla de Don Fadrique (Granada); 30 abril 2023
Una fuerte tormenta provoca este tornado *landspout* muy próximo a mi posición. Aunque, tan solo duró unos minutos, me hizo trasladarme por un momento al mismísimo callejón de los tornados de EE. UU.



Foto 3- Rayo en la hora dorada
Baza (Granada); 30 abril 2023.
Después del tornado, el día me tenía preparado otro regalo, coincidiendo con la hora dorada del atardecer, una tormenta solitaria me regala este fabuloso rayo nube-tierra.



Foto 4- Supercélula por Aragón
Magallon, (Zaragoza); 18 junio 2023
Espectacular supercélula desde Magallón en Zaragoza con una nube pared que casi toca el suelo.

Foto 5- Basílica del Pilar
Zaragoza; 17 junio 2023
Esta fotografía es el resultado de la constancia. En mi viaje a la comunidad de Aragón, decidí intentar captar una tormenta con la preciosa basílica del Pilar en Zaragoza debido a la previsión de tormentas nocturnas en la zona. Por la noche allí me encontraba, paraguas en mano bajo la lluvia y cargado de cámaras, objetivos y trípodes hasta que llegó el momento más esperado.





Foto 6- Estrías
Petrola (Albacete); 8 junio 2024
Intensa jornada en una de mis zonas favoritas, Albacete. Esta supercélula me sorprendió con un mesociclón bien definido donde se apreciaba perfectamente la rotación en la nube con unas estrías muy visibles.

Foto 7- Peligroso festival eléctrico
Oliva (Valencia); 12 septiembre 2023
Esta tormenta me dejó lo que es hasta ahora el mayor festival de rayos a tierra cercanos que he podido "sufrir" en campo abierto. Éste fue uno de ellos, uno de los más bonitos debido a que la lluvia aún no había alcanzado mi posición. Un precioso rayo extra-nube que atraviesa una nube baja dándole aún más impacto a la fotografía.





Foto 8- Supercélula
Topares (Almería); 25 agosto 2024
Preciosa supercélula cerca de Topares donde dejó granizo de 6 cm de diámetro. Fue una intensa jornada de caza donde coincidí con varios amigos y en donde pudimos interceptar varias supercélulas. Esta, sin duda, fue una de las más bonitas debido al cielo tan despejado que había alrededor de ella. En esta fotografía se puede apreciar perfectamente el mesociclón en niveles bajos y la intensa corriente ascendente inclinada de la supercélula.



Foto 9- Extranube
Tarragona; 14 agosto 2024
Fotografía tomada desde la costa de Tarragona a una tormenta multicelular que se formó en el mar y dejó varios rayos impresionantes, destacando este extra-nube colosal. La distancia a la que cae el rayo del núcleo de la tormenta es increíble. Este tipo de rayos en EE. UU. se les conoce como *Lightning blue sky* o rayo con cielo azul. Al caer tan lejos del núcleo de la tormenta los hace muy peligrosos.seguridad que otorgaba la distancia.

Foto 10- Cascada de colores
Islandia; 10 octubre 2024
Como si del cielo cayese una auténtica paleta de colores. Alucinando nos quedamos con las mejores auroras en años en Islandia. Un color rojizo y amarillo fácilmente visible a simple vista, algo totalmente inusual. Un auténtico regalo divino.





Foto 11- Inmensidad
Islandia; 10 octubre 2024
Explosión espectacular durante la madrugada del 10 octubre 2024 en Islandia. De un momento a otro el cielo se llenó de colores inimaginables. Una tormenta geomagnética G5 provocó las auroras más fuertes en muchísimos años en la zona.



Foto 12- Kirkjufell
Islandia; 11 octubre 2024
Kirkjufell (montaña de la iglesia) es una de las montañas más fotografiadas de toda Islandia y sin duda alguna, una de las que también le tenía mas ganas. Esta aurora apareció la noche del 11 al 12 de octubre. Las últimas nevadas y el hielo en la carretera, nos puso las cosas muy complicadas para llegar hasta esta localización.

LAS FOTOS DEL VERANO



JUNIO

Título: "Thor visita Cervera"
Autor: David Pérez Fernández
Cámara: Panasonic Lumix S5IIX
Lugar: Cervera (Lleida))
Fecha: 22 de junio de 2025
Comentario: Tormenta eléctrica por tierras *lleidatanes*, acompañada de un buen surtido de colores al atardecer, con rayos nube tierra espectaculares.

JULIO

Título: "Tormenta en Lorca"
Autor: David Mancebo Atienza
Cámara: Nikon D850
Lugar: Lorca (Murcia)
Fecha: 25 de julio de 2025
Comentario: Estos rayos caen sobre la ciudad de Lorca en Murcia aún sin precipitación. Fue una tanda de varios rayos cercanos muy peligrosos pues me encontraba en un sitio elevado con vistas a la ciudad.





AGOSTO

Título: "Supercélula y aerosoles"
Autor: Benjamin Porée
Cámara: EOS 5D MarkIV
Lugar: Belchite (Zaragoza)
Fecha: 27 de agosto de 2025
Comentario: Una tormenta supercelular madura avanza desde Cariñena, acercándose a Belchite, al sur de Zaragoza, alcanzando su máxima actividad a los pies del parque eólico de Almonacid de la Cuba. Los tonos amarillos y ocres, revelan la presencia de gran cantidad de aerosoles, probablemente procedentes de los incendios del noroeste de la península. Un espectáculo único.

Fotografías del Concurso "Meteoverano2025", convocado por la AME en la Galería Fotometeo, con la colaboración de Meteored. Próximo concurso: "Meteo-otoño'2025".

DARÍO CANO ESPADAS

27 de agosto de 2025
Convección elevada en Baleares

CARLOS MANUEL JIMÉNEZ-CAVERO

La imagen

Se presenta una espectacular imagen (figura 1) "color verdadero" (*Truecolor*) del pasado 27 de agosto de 2025, a las 09:00 UTC, centrada en el Mediterráneo occidental. Destaca sobremanera el abundante polvo en suspensión que engulle el archipiélago balear, propiciando un ambiente calimoso y plomizo en las islas, lo que delata una circulación del sur en niveles medios y bajos de la troposfera. Por encima de él, y orientada oeste-este, una "caprichosa" banda nubosa arqueada se estira desde el interior de Castilla-La Mancha hasta la isla de Mallorca, con probable convección embebida en su extremo oriental. Hacia el nordeste peninsular, se observan otros detalles, como son diversas tormentas al sur del Pirineo, orientadas de suroeste a nordeste y embebidas en diversas bandas nubosas, no tan zonales como la mencionada previamente. A tenor de la hora de la imagen, y teniendo en cuenta la escasa insolación, la citada convección debe ser forzada por algún mecanismo dinámico a escala sinóptica y desligada del ciclo diurno. Presuponiendo una capa estable junto a la superficie, fruto ésta del reciente enfriamiento nocturno superficial y de la presencia de una masa de aire muy cálida en torno a 850 hPa (advección sahariana) es probable que se trate de convección elevada con bases muy altas.

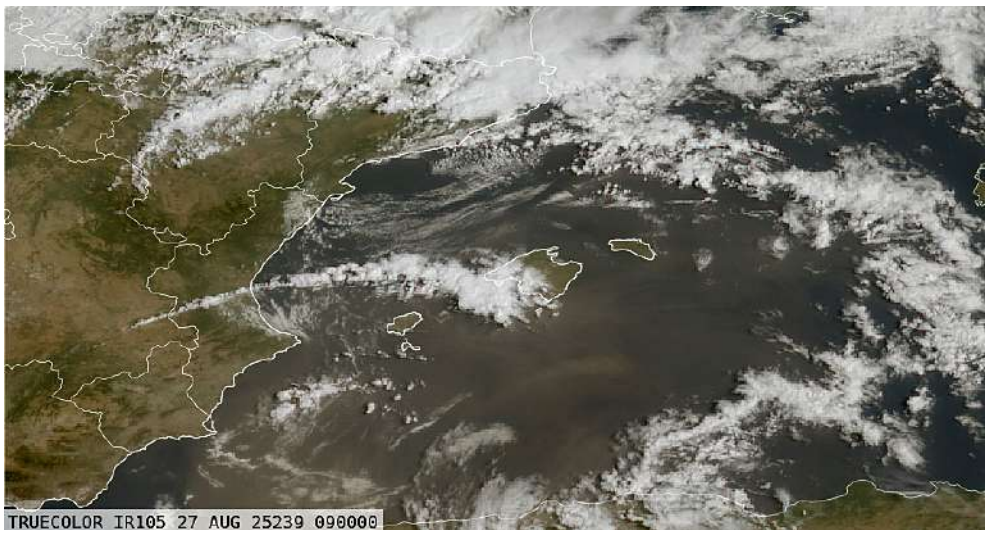


Figura 1. Imagen de las 09:00 UTC "color verdadero"; producto RGB de canales visibles del instrumento FCI del Meteosat Tercera Generación (MTG)

Atendiendo a la imagen "fase de nubes" (*Cloudphase*) de la misma hora (figura 2), se aprecian con mayor facilidad los detalles mencionados. El arco nuboso del golfo de Valencia presenta nubes espesas de hielo con partículas grandes -tonos azules claros- asociadas a las tormentas más intensas, que alcanzan topes más altos. Por otro lado, los tonos rosados delatan presencia de nubes espesas pero formadas por gotas grandes y, por tanto, que no alcanzan niveles tan altos en la troposfera (ausencia de fase hielo). Un patrón similar, en cuanto al tipo de fase de la nubosidad, se observa en las tormentas de Aragón (figuras 1 y 2). La principal diferencia radica en la orientación de las bandas nubosas en las que se hallan embebidas, ya que la situada sobre el Mediterráneo exhibe una orientación zonal y arqueada, mientras que las bandas del nordeste peninsular presentan una orientación recta, paralelas al flujo del suroeste en niveles medios. Por último, se puede apreciar abundante nubosidad baja que se cuela en el alto Ebro desde el Cantábrico oriental, lo que delata la presencia de un flujo de norte -cierzo- en superficie, que sobrevuela los montes vascos de menor altitud y se bloquea en las sierras riojanas.

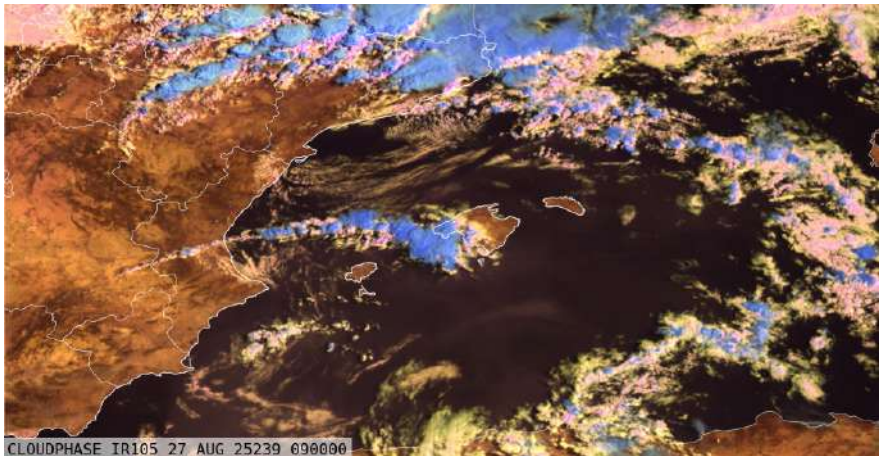


Figura 2. Imagen de las 09:00 UTC "fase de nubes"; producto RGB del MTG

Descripción sinóptica y mesoscalar

La escena sinóptica en el entorno de la península ibérica, según se aprecia en la imagen WV7.3 (figura 3), se caracteriza por una vaguada ubicada en el Atlántico Norte, cuyo flanco delantero afecta al extremo noroeste peninsular. Por delante, impera un flujo del suroeste en prácticamente todos los niveles de la troposfera, con ligera circulación ciclónica sobre el cuadrante noroeste peninsular, que pasa a ser anticiclónica hacia el sureste sobre el Mediterráneo occidental, quedando el cuadrante nordeste de la península en la zona de difluencia.

En el Mediterráneo occidental el flujo de sur es intenso en niveles medios-bajos, propiciando una irrupción de polvo sahariano, embebida en una masa de aire de origen subtropical, húmeda en torno a 700 hPa, pero muy seca por debajo. Esta configuración favorece la presencia de

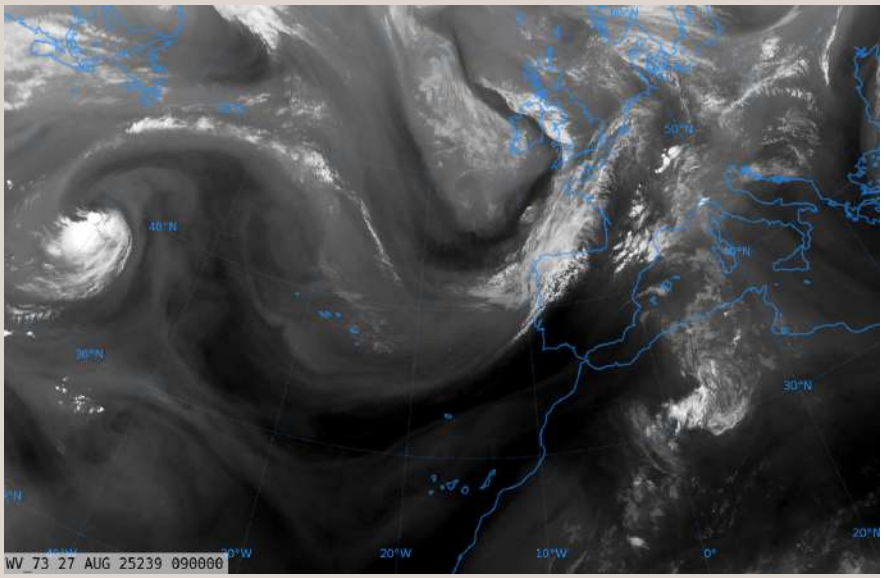


Figura 3. Imagen del canal vapor de agua 7.3 µm de las 09:00 UTC del MTG

inestabilidad en niveles medios, con posible convección elevada, ya que los niveles más bajos presentan una gran estabilidad (figura 4).

Un supervisor del Centro de Control de Área de ENAIRE en Palma de Mallorca notifica que un piloto de avión reportó 35 °C en el nivel de vuelo FL020 (2000 ft, o 700 m aproximadamente) en la maniobra de despegue del aeropuerto de Palma sobre las 07:00 UTC. El sondeo previsto para Palma a esa hora (figura 5) presenta 28 °C a ese nivel, pero prolongando la adiabática

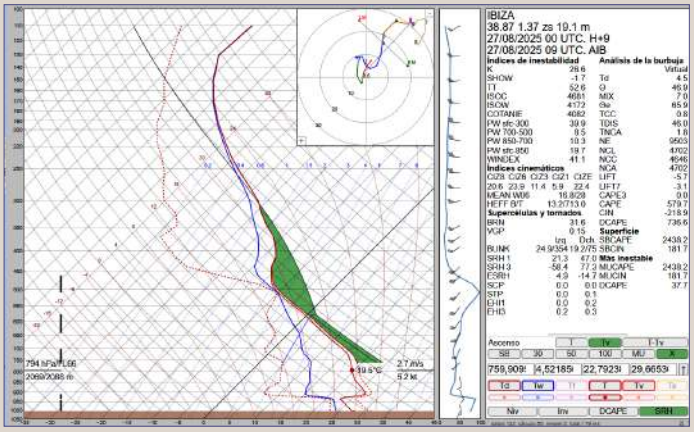


Figura 4. Sondeo previsto H+9 para las 09 UTC en Ibiza. Modelo Harmonie

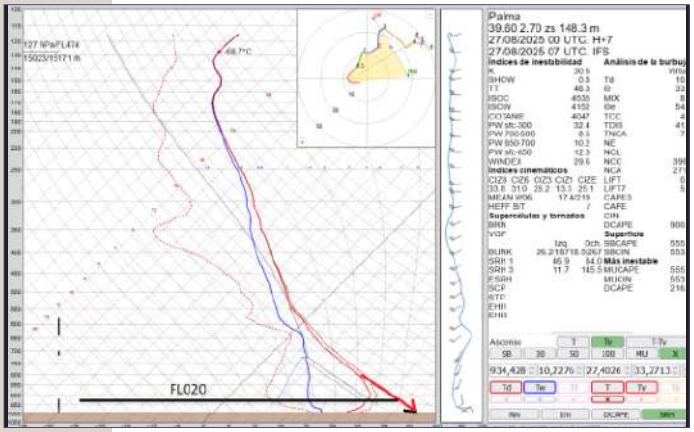


Figura 5. Sondeo previsto H+7 para las 07 UTC en Palma de Mallorca. Modelo IFS del ECMWF



Figura 6. Registro de la evolución de la presión en el observatorio de AEMET del aeropuerto de Palma de Mallorca, el día 27 de agosto de 2025

seca desde el estrato inestable se obtienen 35 °C a ese nivel. Lo que indica que podría deberse a algún tipo movimiento descendente que comprime adiabáticamente la masa de aire, produciendo ascensos de temperatura. A las 09:00 UTC no hay nubosidad sobre la isla de Mallorca todavía por lo que no puede ser debido a convección, por tanto, es probable que haya presencia de ondas de gravedad atrapadas en la capa estable superficial cuyo movimiento descendente podría haber favorecido ese ascenso de temperatura.

Los registros de presión de la estación automática de AEMET en el aeropuerto de Palma (figura 6) delatan oscilaciones bruscas de presión de hasta 4 hPa, coincidiendo con vientos racheados y de dirección variable así como oscilaciones en la temperatura y humedad registradas. En torno a las 09:50 UTC se observa un descenso brusco de la presión (-3 hPa), coincidiendo con un descenso de 2 °C y una racha de 40 km/h. En los siguientes veinte minutos se registra precipitación débil (0.4 mm). Atendiendo a las imágenes del radar de Mallorca (figura 7), se puede apreciar que estos datos coinciden con el paso de las tormentas citadas, asociadas a convección elevada.

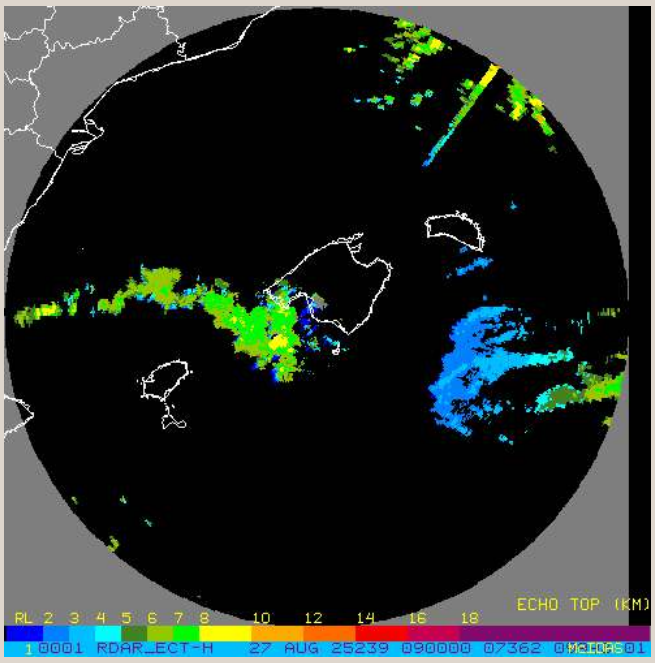


Figura 7. Imagen del radar de Mallorca de AEMET (altura del tope de los ecos) del día 27 de agosto de 2025 a las 09:00 UTC

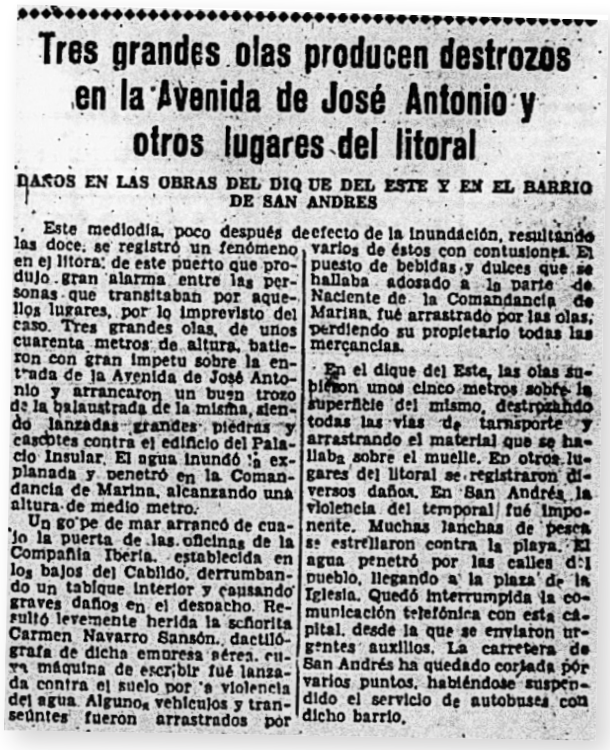
El asombroso oleaje del 7 de julio de 1941 en Santa Cruz de Tenerife

DAVID QUINTERO PLAZA (DQUINTEROP@AEMET.ES), IRENE SOLEDAD PEÑATE DE LA ROSA (IPENATED@AEMET.ES).
CENTRO DE METEOROLOGÍA SUBTROPICAL, DT CANARIAS, AEMET.

Corría el año 1941. Acabada la Guerra Civil, el país lidiaba con las penurias de la posguerra y el mundo se encontraba sumido en el conflicto bélico más importante de la historia, la Segunda Guerra Mundial. Santa Cruz de Tenerife, por aquel entonces una pequeña ciudad de provincias, tenía un trazado urbano muy diferente al actual, sin las amplias zonas hoy en día ganadas al mar. El día 7 de julio un oleaje intenso causó importantes daños en la zona, hecho recogido en el diario local *La Tarde* (figura 1). Este diario menciona tres potentes olas que inundaron la avenida José Antonio (actualmente avenida Francisco La Roche), junto a otros lugares del litoral, como el barrio de San Andrés.

Este periódico habla de olas de 40 metros de altura, lo que puede descartarse de entrada. Quizá fuera un error tipográfico y en realidad se quería escribir 4 metros. De todas formas, esta estimación de altura debió de realizarse muy a ojo, ya que por aquel entonces no había red oficial de medida del oleaje.

Un artículo reciente (Galindo *et al.*, 2021) sugiere que estas olas debieron de ser un tsunami producido por un corrimiento de tierra al noreste de Santa Cruz, probablemente en el macizo de Anaga. Sin embargo, tras conversaciones con el Instituto Geográfico Nacional (IGN), los aquí coautores sugieren también la posibilidad de un mar de fondo del sur intenso (Peñate y Quintero, 2025). Es sabido que Canarias está afectada por mares de fondo del sur, originados en borrascas del hemisferio sur, más probables en el invierno austral (verano en el hemisferio norte). Este oleaje viaja miles de kilómetros por líneas geodésicas que, cuando tienen la orientación adecuada, llegan hasta el archipiélago canario. Durante su viaje, las olas pierden potencia, pero conservan la suficiente altura y periodo como para generar daños importantes (materiales y humanos), máxime teniendo en cuenta que su dirección sur no es nada habitual en Canarias (la norte es la predominante) (Peñate y Portillo, 2024). En el momento de escribir este artículo, el IGN no recoge en su catálogo oficial de posibles tsunamis en España este evento (IGN, 2025), pero esto podría cambiar en cualquier momento ya que están estudiando su posible inclusión.



Tres grandes olas producen destrozos en la Avenida de José Antonio y otros lugares del litoral

DAÑOS EN LAS OBRAS DEL DIQUE DEL ESTE Y EN EL BARRIO DE SAN ANDRES

Este mediodía, poco después de las doce, se registró un fenómeno en el litoral de este puerto que produjo gran alarma entre las personas que transitaban por aquellos lugares, por lo imprevisto del caso. Tres grandes olas, de unos cuarenta metros de altura, batieron con gran ímpetu sobre la entrada de la Avenida de José Antonio y arrancaron un buen trozo de la balaustrada de la misma, siendo lanzadas grandes piedras y cascotes contra el edificio del Palacio Insular. El agua inundó la explanada y penetró en la Comandancia de Marina, alcanzando una altura de medio metro.

Un golpe de mar arrancó de cuajo la puerta de las oficinas de la Compañía Iberia, establecida en los bajos del Cabildo, derrumbando un tabique interior y causando graves daños en el despacho. Resultó levemente herida la señorita Carmen Navarro Sansón, dactilógrafa de dicha empresa aérea, cuya máquina de escribir fué lanzada contra el suelo por la violencia del agua. Algunos vehículos y transeúntes fueron arrastrados por efecto de la inundación, resultando varios de éstos con contusiones. El puesto de bebidas y dulces que se hallaba adosado a la parte de Naciente de la Comandancia de Marina, fué arrastrado por las olas, perdiendo su propietario todas las mercancías.

En el dique del Este, las olas superaron unos cinco metros sobre la superficie del mismo, destrozando todas las vías de transporte y arrastrando el material que se hallaba sobre el muelle. En otros lugares del litoral se registraron diversos daños. En San Andrés la violencia del temporal fué imponente. Muchas lanchas de pesca se estrellaron contra la playa. El agua penetró por las calles del pueblo, llegando a la plaza de la Iglesia. Quedó interrumpida la comunicación telefónica con esta capital, desde la que se enviaron urgentes auxilios. La carretera de San Andrés ha quedado cortada por varios puntos, habiéndose suspendido el servicio de autobuses con dicho barrio.

Figura 1: Extracto del diario *La Tarde*

Hay abundante información sobre mares de fondo del sur que han causado impactos en lugares de las islas orientados al sur, en particular en el barrio de San Andrés, una de las zonas mencionadas en el artículo en *La Tarde*. Este es un barrio pesquero ubicado a unos 7 kilómetros del centro de Santa Cruz. Baste citar por ejemplo el evento de agosto de 2011 (**https://www.laprovincia.es/sucesos/2011/08/30/fuerte-oleaje-inunda-5-casas-15-coches-tenerife/396763.html**), o el evento de julio de 2012, en el que el oleaje desbordó el muro de protección, arrastrando rocas hasta la avenida (**El mar vuelve a arrastrar piedras hasta la avenida de San Andrés | *Diario de Avisos***). O los eventos de junio y agosto de 2014, probablemente aún de mayor impacto, que causaron importantes destrozos. La construcción de una escollera ha dejado finalmente el barrio de San Andrés mejor protegido antes estos recurrentes fenómenos. Es verdad que el mar de fondo del sur no llega actualmente a afectar al núcleo capitalino de Santa Cruz, pero también es cierto que el trazado actual es totalmente distinto al de 1941, habiéndose ganado muchos metros al mar. En 1941, no solo el barrio de San Andrés podría haber quedado afectado, sino también las zonas del centro de la ciudad mencionadas en *La Tarde*.

Para estudiar esta hipótesis del mar de

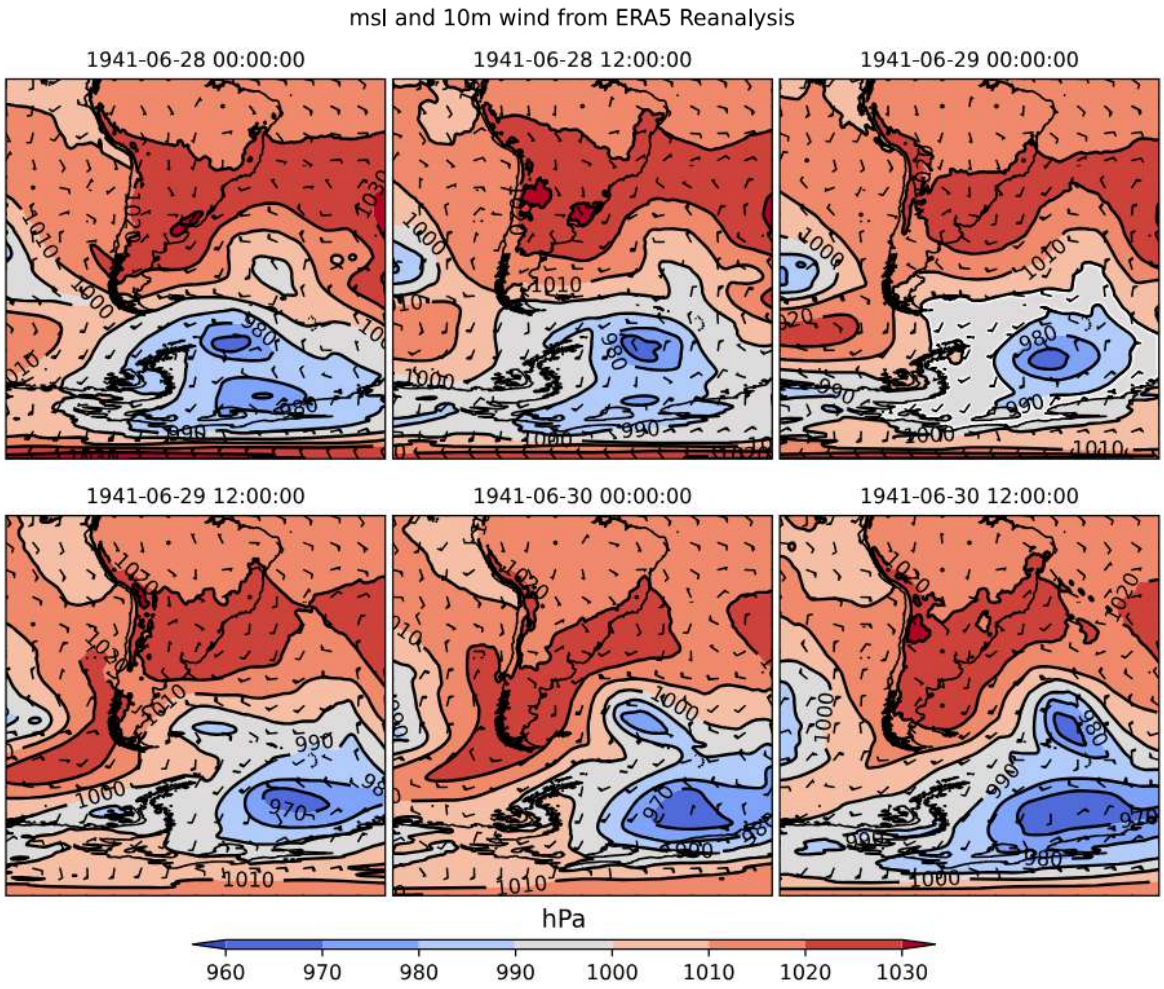


Figura 2: Campos de presión en superficie ("msl") y viento a 10 metros ("10m wind") antes del día de interés

fondo del sur, los coautores acudimos al reanálisis de ERA5, la mejor herramienta actual para sondear el tiempo meteorológico pasado. ERA5 llega hasta 1940 y cuanto más atrás se retrocede en el tiempo, más incertidumbre hay. En la figura 2 se ve la reconstrucción sinóptica del campo de presión en superficie y viento a 10 metros unos días antes del fenómeno, con el objeto de poder identificar una zona de generación del mar de fondo.

En torno al 30 de junio parece que hay una posible zona de generación al extremo sur y sureste de Sudamérica, al oeste de una intensa ciclogénesis, orientada hacia Canarias, cuyos efectos podrían sentirse en el archipiélago una semana después. Este tiempo de viaje suele ser el habitual para este fenómeno. Por ello, se analizaron también las particiones del mar de fondo —los modelos dividen el mar de fondo en tres particiones, dependiendo de la altura del oleaje, que pueden tener orígenes muy diferentes. En concreto, en la segunda partición se observó cierta dirección sur. La altura del oleaje de esa partición no superaba el metro de altura, pero el periodo parecía alcanzar los 16 segundos o algo más en algunos momentos (no mostrado). En todo caso, estos datos tienen que ser tomados con cuidado, por las incertidumbres mencionadas.

En su artículo, Galindo *et al.,* (2021) descartaban la hipótesis de una *rogue (freak) wave*, aludiendo a la ausencia de estos fenómenos en las islas. Este tipo de olas se caracterizan por tener más del doble de la altura significativa asociada al oleaje; son un fenómeno muy difícil de predecir y cuyas causas están en gran medida aún en estudio. Los campos de ERA5 asociados con la formación de posibles *rogue waves* estudiados (la curtosis, el índice Benjamin-Feir), así como el estudio de la relación altura máxima y altura significativa no mostraron nada, por supuesto, dentro de las incertidumbres y limitaciones de estos métodos. Por tanto, descartando la *rogue wave*, quedan como posibles explicaciones la del tsunami originado por un corrimiento de tierras cercano o un mar de fondo del sur particularmente activo. Ambas son explicaciones válidas, y decidir cuál es la verdadera resulta imposible con los datos que se tienen. Esto podría cambiar una vez el IGN avance en su estudio. El tiempo lo dirá.

Agradecimientos

A Germán Rodríguez Rodríguez (ULPGC), Eduardo Portillo Hahnefeld (ITC) y al Instituto Geográfico Nacional (IGN).

Referencias:

- **Galindo, Inés, Carmen Romero, Esther Martín-González, Juana Vegas, & Nieves Sánchez. 2021. "A Review on Historical Tsunamis in the Canary Islands: Implications for Tsunami Risk Reduction"** ***Geosciences*** **11, no. 5: 222. https://doi.org/10.3390/geosciences11050222**
- **IGN. 2025. "Catálogo de tsunamis en las costas españolas". https://doi.org/10.7419/162.04.2023**
- **Peñate de la Rosa, Irene, & David Quintero Plaza. 2025. "Breve análisis de la situación de oleaje intenso del 7 de julio de 1941." http://hdl.handle.net/20.500.11765/16882**
- **Peñate de la Rosa, Irene, & Eduardo Portillo Hahnefeld, 2024. "Episodio de mar de fondo del sur en Canarias (del 9 al 16 agosto de 2023)". Tiempo y Clima, 5(83). https://pub.ame-web.org/index.php/TyC/article/view/2652**

Pío Pita Suárez-Cobián (1896-1982): la resonante trayectoria de un meteorólogo pionero

ALEJANDRO MÉNDEZ FRADES

La historia de la meteorología española es indisociable a la trayectoria del pontevedrés Pío Pita. Aunque dedicó la mayor parte de su vida laboral a la predicción operativa, tuvo dos patentes y pudo ser el primer hombre del tiempo de la televisión española. Además de socio fundador de la Sociedad Española de Meteorología y de la Asociación Meteorológica Española (AME), ideó con Lorente la palabra *engelamiento* para referirse a uno de los fenómenos de impacto más importantes para la aviación.

Antecedentes

Pío Pita Suárez-Cobián nació en Pontevedra el 10 de febrero de 1896 en el seno de una familia de porte distinguido, a juzgar por la galanura de sus más inmediatos ascendentes. Su padre, Pío Pita Cobián, era licenciado en Medicina por la Universidad de Santiago y uno de los más ricos hacendados de la provincia pontevedresa. Ejerció como médico en Extremadura y en Filipinas, concretamente en la provincia de Capiz. Los primeros movimientos insurreccionales que ambicionaban la independencia de esta colonia española precipitaron su regreso a Pontevedra. Su madre, Carmen Suárez-Cobián López, era hija de quien fue presidente del Banco Hispano Americano, Agustín Suárez Cobián, y de Juana López Fernández, prima del marqués de Riestra. El matrimonio, que residía en la pontevedresa plaza del Teucro, tuvo 8 hijos (María, Isabel, Carmen, Amparo, Agustina, José, Pío y Teresa) de los cuales, dos fallecieron prematuramente.

Su más incipiente formación se desarrolló en su hogar hasta que cumplió la edad reglamentaria que le condujo al Instituto de Segunda Enseñanza de Pontevedra para estudiar bachillerato hasta el curso 1910-1911. Al año siguiente, se matriculó, por enseñanza no oficial, en la facultad de Ciencias de la Universidad de Santiago en las asignaturas de Física general y Química general.

El primero de los muchos viajes que realizará a lo largo de su vida surgió en los inicios del curso 1912-1913, cuando decidió trasladarse a Madrid para cursar la licenciatura en Ciencias en la Universidad Central. En el viejo caserón de San Bernardo recibió el magisterio de varios ilustres, como Luis Octavio de Toledo (Análisis matemático primer curso), discípulo de Julio Rey Pastor, o del naturalista y oceanógrafo Odón de Buen (Mineralogía y Botánica). Sus primeras nociones sobre meteorología fueron de José Castro Pulido en la materia de Cosmografía y Física del Globo. En su último curso (1915-1916) logró la calificación de sobresaliente en la asignatura de Electricidad y Magnetismo de Blas Cabrera.



Recién licenciado y con tan solo 21 años, Pío Pita concurrió a las oposiciones del Cuerpo de Meteorólogos y Auxiliares. Tras superar el preceptivo proceso de selección, tomó posesión de su plaza de Auxiliar agregado a la sección de Aerología el 27 de julio de 1917. Por entonces, el Instituto Central de Meteorología contaba con tres meteorólogos (Junco, Sama y Alonso) y 10 auxiliares.

Su marcado nomadismo laboral

Transcurrido medio año de su ingreso, Pita fue comisionado al observatorio de Izaña aunque conservando su adscripción a la sección de Aerología. Para tal fin, el 24 de enero de 1918 se embarcó en Cádiz para desplazarse hasta Canarias durante una travesía que duró una semana. El primer día de febrero de aquel año oficializó su llegada a esta dependencia cuya plantilla estaba formada por dos miembros: Miguel Botella (jefe) y Fernando María Fariña (auxiliar). Durante esta estancia, Pita conoció a su mujer, María Isabel Carpenter Cifra, una joven natural de Puerto de la Luz que procedía de una notable familia con ascendencia británica, y con la que se casó en 1921.

Al mes siguiente, interrumpió su estancia en Izaña para trasladarse hasta Gijón para poner en marcha su observatorio, un mandato surgido de los deseos del servicio meteorológico por dotar a sus unidades periféricas de personal propio para realizar la observación, tan necesaria en la vigilancia como imprescindible en la posterior elaboración de resúmenes climatológicos. Durante cinco meses se encargó de la formación del auxiliar Germán Collado, que había ingresado en la última promoción junto a los Duperier, Doporto o Morán.

En abril de 1922, Pío Pita regresa a su Galicia natal para sustituir a Rafael Marín en la jefatura del observatorio de La Co-

ruña. Su comisión prácticamente se redujo a promover la construcción de un nuevo edificio en el monte de Santa Margarita, una ubicación que se antojaba fundamental por la avanzada situación de la capital a orillas del Atlántico oriental. Se trató de un camino espinoso, habida cuenta de las diferencias, casi insalvables, entre el consistorio y la sociedad urbanizadora de Ciudad Jardín.

Un lustro más tarde, se traslada a Zaragoza para asumir la jefatura de la recién creada Oficina Regional en Zaragoza, una nueva dependencia que exigía una dotación de medios y de personal superior al de un observatorio al uso. Se puso en marcha para atender las demandas de la Confederación Hidrográfica del Ebro (Ascaso Liria, 1969). Con los años, este paradigma organizativo se extrapoló al resto del país hasta el punto de crear una red de centros meteorológicos en cada una de las demarcaciones fijadas por las principales cuencas fluviales y marítimas.



102 Dinámica

51. DINAMICA. CUERPOS DE AIRE Y FRENTES: IV

En verano, la variación de la temperatura con la latitud, es mucho menor que en el invierno, por lo que la frentogénesis es también mucho menos activa. Examinando, sin embargo, un mapa de presiones

medias de agosto como el adjunto, se observa que los campos de deformación del Pacífico y del Atlántico, se han trasladado, respectivamente, a Mandchuria y a América del Norte; el primero da origen a un frente polar que sigue por Siberia oriental y pasa a Alaska, desvaneciéndose

Página inicial de capítulo de dinámica de la "Meteorología aeronáutica" de Lorente y Pita

En 1930, regresa por tercera vez a Canarias para hacerse cargo de la jefatura del observatorio de Izaña. Durante este tiempo, abordó la construcción de la carretera que unía El Portillo con el observatorio, instaló luz eléctrica y se renovaron sus dependencias. El entorno donde residió durante casi siete años no dista de la descripción que, años después, consignó el escritor José María Segovia Cabrera **[1]**:

> «El otro recuerdo que guardo firmemente en mi memoria y del que hay testimonio gráfico, se refiere a una excursión que hicimos a Izaña mi padre con mi primo Emilito Mandillo y yo. No existía aún la carretera de la cumbre, aunque hubiese sido igual porque ninguno teníamos coche. Habíamos cogido la guagua, nos habíamos ido hasta La Orotava y luego otra hasta El Portillo, en las Cañadas. Era invierno y estaba todo nevado; una maravilla. Íbamos la mar de contentos al observatorio de Izaña donde estaba residiendo don Pío Pita, meteorólogo, casado creo con una niña de La Orotava y con un montón de chiquillos a los que recuerdo gorditos y de cachetes colorados. La subida a Izaña fue especialmente pesada ya que andar en medio de la nieve que ocultaba la vereda por la que subíamos la hacía especialmente penosa y a menudo nos parábamos a descansar. Todos llevábamos nuestro bastón y en una de aquellas paradas se me escurrió el mío de la mano y se desplazó rápidamente ladera abajo, al final a gran velocidad, hasta que lo perdimos de vista.»



Pío Pita y su familia en Izaña, en 1930. Cortesía de Fernando de Ory

El golpe militar le sorprende como jefe del Centro Regional de Canarias y lejos del archipiélago y de su familia, concretamente en Pontevedra, a raíz del fallecimiento de su madre el 18 de julio de 1936. Sabedor del triunfo de los sublevados en Canarias, llamó al comandante militar de La Orotava para ofrecerle sus servicios y el material del observatorio. De hecho, y según consta en su expediente, Pita recibió el encargo de vigilar la cumbre para lo cual, se dotó de armas al personal meteorológico que allí estaba destinado. En septiembre de 1937 se incorporó al Estado Mayor del General Jefe del Aire, Alfredo Kindelán, por orden de Marín. Durante la contienda trabajará en la estación meteorológica de campaña, cerca de los frentes de batalla, primero en Salamanca y después en Zaragoza. El 31 de diciembre de 1939 le concedieron la Medalla de Campaña, una Cruz Roja y una Cruz de Guerra. Más tarde, en 1959, fue reconocido con la Cruz de Mérito Aeronáutico.

A partir de septiembre de 1939 se establece, con vocación de permanencia, en Madrid para asumir la jefatura de la Sección de Predicción. En 1957 sucedió a Junco en la jefatura de la Oficina Central, cargo que desempeñó hasta su jubilación forzosa el 10 de febrero de 1966.

Legado técnico y profesional

La carrera de Pío Pita se extendió a lo largo de casi medio siglo (48 años y medio) y de forma paralela a la metamorfosis del entonces Observatorio Central Meteorológico en Servicio Meteorológico Nacional.

[1] El Día (31-X-2010, p. 18): "Para excursiones aquellas".

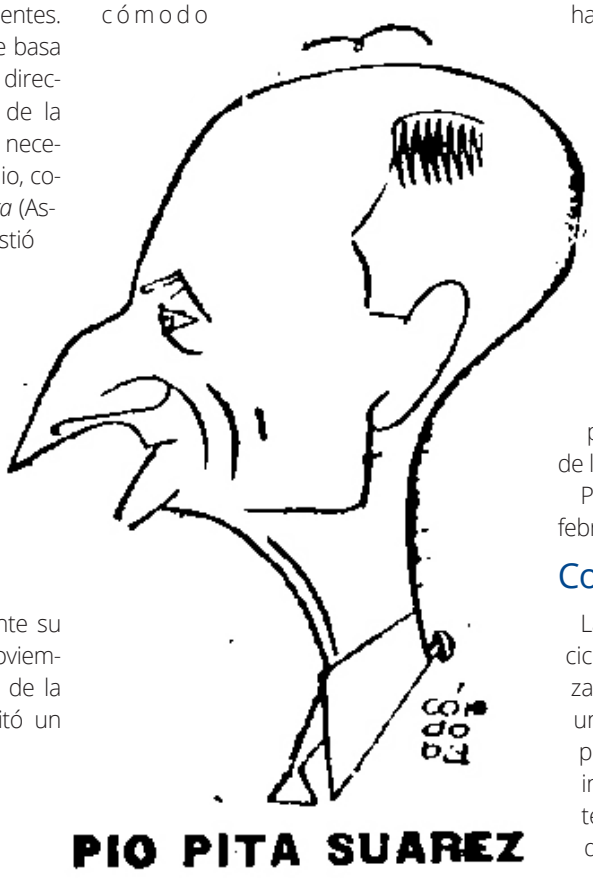
Pío Pita Suárez-Cobián (1896-1982): la resonante trayectoria de un meteorólogo pionero

En cuanto a sus obras, es autor del *Cursillo de Meteorología* (1939), un breve compendio de las lecciones que impartió en la Escuela de vuelos sin visibilidad en el aeródromo de Matacán tras concluir la Guerra Civil, y coautor, junto a Lorente, de *Meteorología Aeronáutica* (1942) un texto donde se desvela, por primera vez, el neologismo *engelamiento* para referirse a la deposición de hielo sobre una aeronave bajo determinadas condiciones. Esta obra aborda con amplitud los entonces recientes desarrollos de la Escuela Noruega sobre las masas de aire (cuerpos de aire como se denominaron inicialmente en español), frentes y la formación de borrascas, nociones esenciales en la aplicación práctica de la diagnosis y la prognosis. Sin duda, Lorente y Pita se nutrieron de las fuentes más autorizadas y avanzadas de la época (Sutcliffe, Taylor o Byers).

Aunque la mayor parte de su carrera la consagró a la predicción operativa, sus contribuciones a la instrumentación fueron resonantes. Su sagacidad resolutiva le propició la autoría de dos patentes. La primera, reconocida en 1945, se basa en una técnica que permitía trazar directamente la proyección horizontal de la trayectoria de un globo piloto y sin necesidad de hacer un cálculo intermedio, conocida como el *disco de sondeos Pita* (Ascaso Liria, 1985). La segunda consistió en la invención de un nuevo tipo de barómetro de sifón que requiere una sola lectura de escala. Este dispositivo fue galardonado con la medalla de plata en la Exposición de Inventos de Bruselas de 1963.

En 1958 fue nombrado experto de la asistencia técnica de las Naciones Unidas para la puesta en marcha de un Servicio Meteorológico en Colombia. Durante su estancia, que se prolongó hasta noviembre de 1959, realizó la inspección de la red de observación del país, facilitó un método de cálculo más preciso de humedades y de sondeos con globos piloto, llegó a ser invitado a la Universidad Nacional para dar conferencias a los alumnos de Ingeniería de Geografía, abordó un plan de estudio climatológico para el Chocó e incluso llegó a entrevistarse con el ministro de Obras Públicas colombiano para abordar la modernización del servicio meteorológico de apoyo a la navegación aérea de este país **[2]**.

En vísperas de su aventura colombina, Pita atravesó una encrucijada profesional que bien pudo haber cambiado su vida. Corría el año 1956. En aquel octubre, Televisión Española estaba en vísperas de iniciar su emisión diaria y solicitó al Servicio Meteorológico Nacional la designación de un meteorólogo para encargarse de la información del tiempo. Pita estaba llamado a ser el primer "hombre del tiempo" de la televisión. Llevaba casi dos décadas dedicadas a la predicción y colaboraba semanalmente en la "Hoja del Lunes" tras el pseudónimo de *Lóstrego*, una palabra gallega que significa relámpago. Sin embargo, declinó tal posibilidad al no sentirse cómodo frente a las cámaras. En consecuencia, su alumno y compañero Mariano Medina acabó asumiendo el reto (Viñas Rubio, 2015).



Últimos años: retorno a los orígenes

Tras casi tres décadas residiendo en Madrid, Pita regresó a Pontevedra en 1966 a los dos años de fallecer su mujer. El arraigo emocional que sentía por su ciudad le animó a frecuentar los círculos culturales. Presidió la comisión de exalumnos de su Instituto y formó parte del Patronato del Museo de Pontevedra, al que donó una valiosa documentación. De hecho, a través de sus antepasados, heredó dos cartas manuscritas de Jovellanos que éste envió a Carlos IV durante su reclusión en Mallorca. Las había heredado de su tatarabuelo, Agustín Suárez-Navaliega Cobián, natural de Gijón y ahijado de Francisco de Jovellanos, hermano de Gaspar Melchor **[3]**.

En la última entrevista que concedió al diario *Ya* **[4]**, a Pita le preguntaron cuál había sido la aportación más importante de España a la meteorología. Tras meditarlo durante varios segundos concluyó que la expedición de Colón de 1492 fue el hito más resonante, al juzgar que el éxito de esta empresa había sido consecuencia del conocimiento de los vientos alisios y con ello, de la posición del anticiclón de las Azores, uno de los centros de acción más importantes a escala planetaria. La navegación marítima propició una compresión más robusta de la circulación general de la atmósfera.

Pío Pita falleció en Pontevedra el 1 de febrero de 1982.

Conclusión

La periodización histórica es un ejercicio conceptual que aspira a organizar cronológicamente la evolución de un colectivo o institución. Desde este punto de vista y teniendo en cuenta la inveterada trayectoria del servicio meteorológico español, a Pío Pita se le podría encasillar entre los meteorólogos

[2] Reseña publicada en el WMO *Bulletin*, January 1960, Vol. IX, Núm. 1, p. 28: *"Mr. Pio Pita Suárez-Cobián (Spain) who had been advising the Government of Colombia on the organization and development of its national weather service has returned to his home country after completing his assignment. The final report on his misión is now being prepared and it is hoped that the valuable work he has done, as well as the recommendations contained in his report, will contribute towards the co-ordination of meteorological activities in that country".*

[3] *La Nueva España* (9-VIII-1990, p. 24): "Un joven de Salinas tiene las cartas en las que Jovellanos narra su detención".

[4] *Ya* (10-II-1966, p. 13): "Con ocho días puede predecirse el tiempo. Hoy se retira Pío Pita, jefe de la oficina central del Servicio Meteorológico".



Pita (segundo por la derecha) junto a Junco (cuatro por la izquierda), Fina Marín (tercera por la derecha) y Carmen García Parra (primera por la derecha). Colección personal de Fina Marín.

del *Ancien Régime*, es decir, aquellos que ingresaron entre los años 1913 y 1921, y que fueron testigos de la novedosa implementación del modelo conceptual de la Escuela Noruega en la predicción operativa. Aunque percibieron los lejanos ecos de la predicción numérica y el prometedor valor añadido de las imágenes de satélite en la vigilancia, ya no dispusieron de suficiente tiempo para constatarlo de primera mano.

Bibliografía científica esencial de Pío Pita:

✔ ***Nuevo método gráfico para calcular la tensión del vapor de agua,*** Anales de la Sociedad Española de Meteorología, 1929, Vol. III, n. 3, pp. 80-81.

✔ ***Red Meteorológica de la cuenca del Ebro: observación, registro y aprovechamiento de los datos,*** Confederación Sindical Hidrográfica del Ebro, Barcelona, 1929, 50 pp.

✔ ***Altura óptica de la atmósfera,*** Anales de la Sociedad Española de Meteorología, 1927 Vol. I, n. 2 (marzo-abril 1927), p. 41. Firmada en 1926, supone una refutación de este concepto al meteorólogo italiano Pietro Pagnini, acerca de las investigaciones sobre la altura óptica de la atmosfera.

✔ ***Cursillo de Meteorología***, Serie B de Publicaciones del Servicio Meteorológico Nacional, núm. 1, 1939, 64 pp.

✔ ***Meteorología aeronáutica***, Sociedad Anónima Española de Traductores y Autores, 1942, 243 pp.

✔ ***Nuevos instrumentos para la técnica del sondeo con globos pilotos***, Revista de Geofísica, 1945, núm. 14, 219-226.

✔ ***Nuevos instrumentos para la técnica del sondeo con globos pilotos***, Revista de Geofísica, 1945

✔ ***¿Barómetros de sifón o de cubeta fija?,*** Serie A de Publicaciones del Servicio Meteorológico Nacional, núm. 22, 1952, 10 pp.

✔ ***El Periodo diurno en las lluvias de los Andes ecuatoriales,*** Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, agosto de 1959, Vol. 10, Núm. 41, pp. 326-335.

✔ ***El barómetro de sifón de lectura simple,*** Serie A de Publicaciones del Servicio Meteorológico Nacional, núm. 37, 1963, 15 pp.

✔ ***Un barómetro absoluto de estación,*** Calendario Meteorológico de 1964, Publicaciones del Servicio Meteorológico Nacional, pp. 158-160

✔ ***Causas y efectos***, Revista de Aeronáutica y astronáutica, octubre de 1965, núm. 299, pp. 873-877.

Referencias:

- **Ascaso Liria, A. (1969): "Acerca de las vicisitudes del Observatorio Meteorológico de la Ciudad de Zaragoza", Sansueña Industrias Gráficas, p. 28. En este sentido, cabe mencionar, además, una crónica publicada en *Pueblo* (22-III-1963, p. 15), donde se afirma que Pita fue destinado a Zaragoza, donde se fundó la primera oficina meteorológica regional.**
- **Ascaso Liria, A. (1985): "El Centro Meteorológico del Ebro", Calendario Meteorológico de 1985, Publicaciones del Instituto Nacional de Meteorología, pp. 179-181**
- **García de Pedraza, L. y Giménez de la Cuadra, J. M. (1985): "Notas para la historia de la meteorología en España", Publicaciones del Instituto Nacional de Meteorología.**
- **Mateo González, Pedro (1955): "El clima de Gijón (Costa Cantábrica de España)", Serie A de Publicaciones del Servicio Meteorológico Nacional, núm. 25, 1955, 78 pp.**
- **Viñas Rubio, J. M. (2015): "Recuerdos y enseñanzas de Mariano Medina. Parte II: El primer hombre del tiempo", *Tiempo y Clima*, Vol. 5, núm. 47, pp. 42-47.**
- **Expediente profesional de Pío Pita Suárez-Cobián, custodiado por el Área de Recursos Humanos de AEMET (caja 208).**

Una famosa paradoja probabilística: la importancia de precisar la información y el valor de ser contrastada

JOSÉ ANTONIO LÓPEZ DÍAZ

En este artículo voy a describir y discutir una famosa paradoja probabilística desde el punto de vista de las probabilidades condicionadas y el teorema de Bayes, lo que pondrá de relieve la importancia de precisar la información conocida en cada momento a la hora de tomar decisiones racionales u óptimas. En el último apartado propondré una aplicación de la lógica de esta paradoja con más clara relevancia en un contexto científico.

La paradoja de Monty Hall

Esta paradoja fue propuesta por el matemático Steve Selvin en la revista *American Statistician* en 1975 y desde entonces ha dado lugar a numerosas discusiones (ver p.ej. la wikipedia). Los planteamientos iniciales del problema eran incompletos y de hecho no permitían concluir rigurosamente en ninguna paradoja. Ejemplo de esto es el siguiente planteamiento:

"Supón que estás en un concurso, y se te ofrece escoger entre cuatro puertas: detrás de una de ellas hay un coche, y detrás de las otras, cabras. Escoges una puerta, digamos la nº1, y el presentador, que sabe lo que hay detrás de las puertas, abre otra, digamos la nº3, que contiene una cabra. Entonces te ofrece la posibilidad de cambiar de elección por una de las puertas 2 o 4. Se pregunta si al concursante le interesa o no el cambio"[1].

La paradoja consistiría en que, en contra de lo más intuitivo para mucha gente, no sería correcto razonar como sigue: tras ver que la puerta 3 no tiene el coche quedan tres puertas en las que puede estar, así que cada una tiene una probabilidad de 1/3, por tanto es indiferente cambiar o no. Lo correcto sería pensar: inicialmente tengo 1/4 de probabilidad de premio, tras abrir el presentador la puerta 3 no puede cambiar mi probabilidad de 1/4, pero el premio está en una de las tres puertas, por tanto las otras dos suman una probabilidad de 1-1/4 = 3/4, luego cada una tiene 3/8 > 1/4 de probabilidad y me interesa el cambio.

Pero la solución dada como correcta presupone más de lo que dice el enunciado, en concreto para que prob (A|B)[2] = p(B) es necesario (y suficiente) que A y B sean independientes estocásticamente, esta es en realidad la definición de independencia de dos sucesos. Así que en nuestro problema la probabilidad inicial de 1/4 se conserva si y solo si el suceso A = "coche en puerta 1" es independiente del suceso B = "presentador abre puerta 3 y esta tiene una cabra", pero esto dista de ser evidente en un caso real de un concurso. Por ejemplo, el concursante puede sospechar que el presentador le abre la puerta para tentarlo a que cambie porque sabe que tiene el premio en la puerta elegida por él, y entonces falla la independencia de A y B y en consecuencia la solución dada como correcta. Incluso aunque el concursante sepa que el presentador siempre abre una puerta con cabra, independientemente de que el concursante tenga premio o no, no se deduce de esto A y B son independientes, pues B contiene la información adicional de que es precisamente la puerta 3, en este ejemplo, la que abre el presentador. Si, pongamos por caso, el presentador siempre abre la puerta 3 si y solo si el concursante tiene premio, y en caso contrario abre otra puerta con cabra, cosa que siempre puede hacer pues al menos dos puertas de las tres tienen cabra, entonces es evidente que B no es independiente de A.

De las anteriores consideraciones se infiere que si pretendemos que la solución dada arriba como correcta lo sea en verdad debemos formular con precisión el problema. Esto se consigue especificando que el concursante sabe que, independientemente de que el concursante tenga premio o no, el presentador siempre va a abrir una de las 3 puertas no elegidas por él. Además esto lo hace seleccionando al azar una puerta entre las que tengan cabra. En este caso sí se cumple la independencia de los dos sucesos A y B, pues para la veracidad de A es irrelevante que el presentador abra una puerta (siempre lo hace) y también lo es que abra precisamente la 3 que tiene una cabra como en este ejemplo pues, por simetría, tanto si se cumple A como si no, las tres puertas tienen la misma probabilidad de ser abiertas[3].

¿Cuándo sería válida la forma de razonar "incorrecta" dada arriba, que lleva a concluir que todas las puertas tienen la misma probabilidad después de que el presentador abre una con cabra? Esto sucedería si el presentador abre al azar una de las tres puertas 2-4, y resulta que es la 3 y que tiene cabra. En este caso podemos razonar cómodamente,

[1] Tomado de la Wikipedia, he cambiado de tres a cuatro puertas para aumentar la generalidad pero eso no afecta a lo sustancial de la discusión.

[2] Probabilidad condicional de que ocurra el evento A, dado que el evento B ya ha ocurrido

[3] De forma rigurosa p(B|A) = 1/3, pues si se cumple A las tres puertas 2-4 tienen cabra y el presentador selecciona una al azar; si A es falso (hay cabra en la 1) entonces si el presentador abre la puerta 3 con cabra es porque el coche está en la 2 o en la 4, con probabilidad 2/3, y tanto si está en la 2 como en la 4, la probabilidad de seleccionar la 3 precisamente vale 1/2, por tanto p(B| no A) = 2/3 1/2 = 1/3. Vemos que p(B|A) = p(B| no A) = 1/3, y de aquí como p(B) = p(A) p(B|A) + p(no A) p(B | no A) sacamos que p(B) = 1/3 y p(B) = p(B|A) con lo que A y B son independientes.

aplicando el teorema de Bayes[4], que las probabilidades *a priori* de premio en las puertas 1, 2 y 4 son evidentemente iguales a 1/4, y las verosimilitudes respectivas de B, es decir, las probabilidades respectivas de B condicionado a premio en cada una de las tres puertas son también iguales a 1/3[5] , por tanto el teorema de Bayes en la forma *p(a posteriori) proporcional a p(a priori) x verosimilitud* nos dice que las probabilidades a posteriori también son iguales a 1/3. La diferencia fundamental con el caso anterior es que el presentador no utiliza su conocimiento de dónde está el premio para abrir siempre una puerta con cabra, en este caso podría abrir una puerta con el coche y el concursante perdería automáticamente. Tras esta discusión vemos que es esencial precisar toda la información de que dispone el concursante para poder calcular las probabilidades.

Para terminar, y aun a riesgo de que el lector esté ya un tanto saturado de imaginar puertas escondiendo cabras[6], propongo que consideremos ahora que el presentador quiere beneficiar lo más posible al concursante, con el que se ha puesto previamente de acuerdo ¿Qué debe hacer en este caso el presentador[7]? Parece claro que debe intentar usar la libertad para elegir una puerta con cabra que abrir, de entre al menos dos de ellas, de una forma inteligente para transmitir información al concursante acerca de donde está el premio. Por ejemplo, puede acordar con el concursante que si el coche está en la 2 él abre la 3, si está en la 3 abre la 4, y que en el resto de los casos (premio en 1 o 4) abre la 2. De esta forma vemos que en el 50 % de los casos el concursante sabe con certeza donde está el premio (cuando este está en 2 o 3), y que en el 50 % restante tiene un 50 % de probabilidad de acertar (le da igual cambiar de puerta o no por tanto). Su probabilidad total de hacerse con el coche es en consecuencia de un 75 % (1/2 + 1/2 x 1/2). En cambio en el caso de que el presentador seleccione al azar la puerta con cabra de entre las disponibles, la probabilidad de premio, si el concursante sigue la estrategia óptima de cambiar de puerta siempre, vale, condicionando a que el coche esté o no en la puerta 1, p(premio) = 1/4 x 0 + 3/4 x 1/2 = 3/8 = 37.5 %, es decir la mitad de la anterior[8]. Si el presentador no utiliza su conocimiento (o no lo tiene) de dónde está el premio y abre al azar una de las 3 puertas (que puede por tanto tener el premio), caso que ya analizamos antes, podemos comprobar, y es bastante intuitivo, que no mejora la probabilidad total de obtener premio el concursante. En efecto, para ganar el premio la puerta al azar que abre el presentador debe tener cabra (probabilidad 3/4) y el concursante tener luego suerte (probabilidad 1/3), con lo que la probabilidad total de obtener premio es 3/4 1/3 = 1/4.

El valor de ser contrastada

Propongo a continuación una aplicación de la lógica de esta paradoja a un contexto de más relevancia directa para la empresa científica. Imaginemos que hay un conjunto de hipótesis o mecanismos propuestos para explicar un determinado fenómeno, y supongamos que las hipótesis son mutuamente excluyentes y que además sabemos que una de ellas (por tanto solo una) es la correcta. Además pongamos que *a priori* todas tienen la misma probabilidad de ser ciertas. Se decide someter a prueba a todas menos a una por medio de un conjunto sucesivo de pruebas o test que deben superar para ser la correcta, sea H0 la exenta. Tras cierto tiempo aplicando las pruebas una de las hipótesis falla una prueba. El lector habrá podido reparar en la similitud de este ejemplo con el concurso de la paradoja de Monty Hall, con H0 jugando el papel de la puerta 1, y con el premio consistiendo en ser la correcta H0. En el proceso de testeado de las hipótesis, al igual que cuando el presentador abre una de las puertas, hay una puerta/hipótesis que no entra en liza, en el caso del concurso porque la ha elegido el concursante, en el caso de las hipótesis porque no está siendo sometida a las pruebas.

Razonando de forma análoga al caso de la paradoja de Monty Hall, aquí debemos concluir que tras conocer que una hipótesis ha fallado, la probabilidad de que H0 sea verdadera sigue siendo la misma que inicialmente, y que el resto de las hipótesis testeadas y no falseadas aumentan su probabilidad, repartiéndose la probabilidad *a priori* de la hipótesis falseada equitativamente entre ellas. A esto me refiero con el título de este apartado, al hecho de que por haber sido contrastada una determinada hipótesis, gana en probabilidad si falla otra, no así si no ha sido contrastada, caso en que mantiene constante su probabilidad inicial. Como ya discutimos en el apartado anterior, es incorrecto argumentar que, después de que una ha fallado, todas las demás sin excepción aumentan de forma equitativa su probabilidad. Continuando en esta línea, si hay inicialmente N+1 hipótesis, y se llega al estadio de la investigación en que han fallado N-1 hipótesis, la única hipótesis testeada que no ha fallado tendría una probabilidad ahora de 1 – 1/(N+1) = N/(N+1), mientras H0 mantendría su probabilidad inicial 1/(N+1).

Por supuesto esa posibilidad de aumentar la probabilidad respecto a la inicial que tiene cada hipótesis contrastada se obtiene al precio de poder ser falseada, mientras que H0 mantiene su probabilidad inicial indemne hasta que termina la investigación y todas las N hipótesis han sido completamente contrastadas[9].

[4] De acuerdo a este teorema, dados varios sucesos A1, ..., Ai, ... y otro suceso B, se cumple que p (Ai|B) = k p(Ai) p (B|Ai) para una constante de proporcionalidad k = 1/p(B) que a veces, como en este caso, no hace falta calcular. Esto se resume diciendo que si tenemos varios sucesos (hipótesis) y hacemos una observación (suceso B), la probabilidad *a posteriori* de cada hipótesis es proporcional a su probabilidad a priori multiplicada por la verosimilitud de la observación condicionada a la hipótesis respectiva.

[5] Pues la probabilidad de seleccionar al azar la puerta 3 por ejemplo es claramente 1/3, y condicionando a que el premio esté en la 1, o en la 2 o 4, entonces es seguro que hay cabra en la 3.

[6] Aunque se porten tan bien como las de este problema y no emitan ningún tipo de sonido audible por el concursante...

[7] Suponemos que el presentador siempre va a abrir una puerta con cabra.

[8] Se puede probar que para este problema 75 % es el máximo que el presentador puede ayudar al concursante.

[9] Pues como hemos supuesto que una de ellas es verdadera, si las N restantes han resultado falsas H0 es verdadera, y si alguna hipótesis pasa todas las pruebas sabemos que es esta la única verdadera y por tanto H0 es falsa.

Recuperando la memoria de Louise A. Boyd (1887-1972): primera mujer en sobrevolar el polo norte

MARÍA ASUNCIÓN PASTOR SAAVEDRA

Fue la primera mujer en financiar y liderar hasta siete expediciones científicas a las regiones árticas entre 1926 y 1941, siendo una experta en fotografías árticas. En todas sus expediciones recogió colecciones botánicas. En las dos primeras, las de 1926 y 1928, no hubo ningún científico en su personal. La expedición de 1931 incluyó a un botánico y en las posteriores se contrataron más expertos para llevar a cabo una variedad de investigaciones. Personalidad brillante, fue una adelantada a su época.

Louise Amer Boyd nació el 16 de septiembre de 1887 en San Rafael (California) y murió el 14 de septiembre de 1972 en San Francisco (California). Conocida también como la dama del Ártico, era una rica heredera que sufrió la pérdida prematura de sus hermanos y posteriormente la de sus padres. Al morir ellos, tomó las riendas de su vida y se lanzó a cumplir el sueño de su infancia: ser exploradora de las regiones polares.

Louise A. era la pequeña de una familia de tres hermanos. Su padre, Franklin Boyd había hecho fortuna en el negocio minero. Se había casado con Louise Cock Arner, sobrina de sus socios. Louise y sus hermanos Seth y Jack disfrutaban del verano en la granja de Oak Wood Park —donde vivían en pleno contacto con la naturaleza, cazando, nadando, pescando, ...— , y el resto del año en San Rafael.

Esta vida idílica se rompió en 1901, cuando Seth falleció a causa de una cardiopatía, enfermedad que también padecía Jack, quién falleció en la primavera de 1902. Louise tenía entonces quince años y quedó destrozada. Sus padres tardaron en sobreponerse y se volcaron en su única hija. Como homenaje a sus hijos, los Boyd donaron a la ciudad de San Rafael la mansión familiar junto con algunos bienes. Esta casa de estilo victoriano pasó a ser desde 1935 el Museo de Historia de Marin (condado de San Francisco al que pertenece San Rafael).

A pesar de los repetidos intentos de su madre de que frecuentara los bailes de sociedad para encontrar marido —tengamos presente el contexto histórico y social de la época— Louise pasó los siguientes años centrada en el cuidado de sus padres, a la vez que continuaba sus lecturas sobre exploraciones polares. En octubre de 1919, falleció su madre y pocos meses después su padre.

Paso un tiempo meditando sobre el rumbo de su vida, hasta que, en 1924, un crucero por tierras escandinavas cambiaría su vida. Fue entonces cuando decidió que su destino pasaba por la conquista de las tierras gélidas del Ártico. En el verano de 1926, se embarcó en el que sería el primer gran viaje de su vida. A bordo de un barco alquilado llamado *Hobby*, Louise se convirtió en la primera mujer en organizar un viaje al Ártico. El *Hobby* llevó a Louise y a su tripulación hasta la Tierra de Francisco José, que analizaron y fotografiaron con todo detalle. Cuando regresaron, Louise se había convertido en una celebridad, a la vez que planeaba el siguiente viaje. Sin embargo, el 25 de mayo de 1928, el dirigible *Italia* de Umberto Nobile, se estrelló mientras sobrevolaba el polo norte. Y como botón de muestra del código de solidaridad y respeto que trasciende cualquier rivalidad profesional, su competidor Roald Amundsen, el explorador noruego que piso por primera vez el polo Sur, partió en su hidroavión a su rescate. El exceso de carga, la improvisación, o quizá la combinación de ambos factores, hicieron que se estrellara y desapareciera en algún lugar del mar de Barents.

Se organizó una operación de rescate internacional donde tomaron parte numerosas embarcaciones. Louise A. Boyd no dudó en ofrecer el *Hobby* y su tripulación para unirse al operativo, siendo la única mujer. Desgraciadamente, Amundsen nunca fue encontrado. En la década de los 30, Louise se convirtió en una experta en el estudio de los fiordos y glaciares en la costa noreste de Groenlandia, donde recolectó cantidad de especies botánicas.

El espíritu inquieto de Louise Boyd la llevó a organizar más expediciones al norte, llegando a colaborar con el ejército norteamericano en operaciones estratégicas en el transcurso de la Segunda Guerra Mundial en el Ártico. En 1941, se le encarga estudiar el efecto de los campos magnéticos polares en las comunicaciones por radio. Su experiencia vital quedaría plasmada en varios libros que escribió entre viaje y viaje. En 1955, se convirtió en la primera mujer en sobrevolar el Polo Norte.



Louise A. Boyd tuvo que hacer frente a incontables adversidades en un territorio gélido e inexplorado pero también a causa de los prejuicios de algunos que se resistían a aceptar que una mujer fuera capaz de liderar expediciones de semejante calibre. Con su esfuerzo y determinación demostró que sí era posible y terminó ganándose el respeto de las sociedades geográficas. Recibió varios premios y reconocimientos como la noruega Orden de San Olaf y por parte de la Sociedad Geográfica Americana se bautizó con su nombre una zona próxima al glaciar De Geer. Mediante un dispositivo sonoro, pudo medir las profundidades del océano y en alta mar, y descubrir así la cadena montañosa submarina que se extiende entre las islas del Oso y Jan Mayen.

Falleció en su casa de San Francisco, el 14 de septiembre de 1972, a los ochenta y cuatro años. Su paciencia y empeño en perseguir sus objetivos, constituyen el mejor ejemplo para animar a las niñas a no desanimarse e intentar cumplir sus sueños.

Referencias:

- https://mujeresconciencia.com/2019/03/06/la-dama-del-artico-louise-arner-boyd-1887-1972/
- https://collections.dartmouth.edu/arctica-beta/html/EA15-13.html
- https://en.wikipedia.org/wiki/Louise_Arner_Boyd

NOTICIAS

SECCIÓN COORDINADA POR MANUEL PALOMARES CALDERÓN

Asimetría hemisférica emergente en la radiación de la Tierra

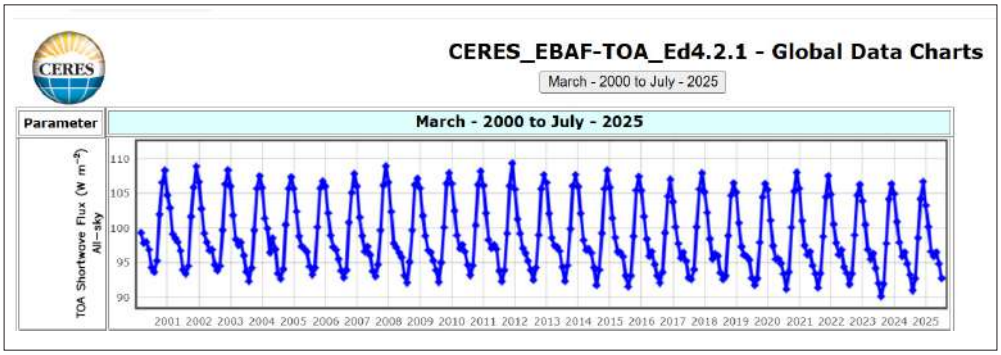
Un grupo de científicos del centro de investigación de la NASA en Hampton, Virginia, EE. UU. y del Centro Internacional de investigación del clima en Oslo[1] han publicado un artículo altamente interesante en *Proceedings of the National Academy of Sciences* (PNAS), cuyo primer firmante es Norman G, Loeb.

Se puede acceder al artículo en: **https://www.pnas.org/doi/pdf/10.1073/pnas.2511595122**

Utilizando 24 años de datos de CERES *(Clouds and the Earth's Radiant Energy System)* encontraron tendencias emergentes que indican que el hemisferio norte (HN) absorbe más radiación solar y emite más radiación de onda larga saliente en comparación con el hemisferio sur (HS).

Ambos hemisferios se están oscureciendo pero con una diferencia de tendencia entre el HN y el HS de 0.34 ± 0.23 W/m² por decenio, en la radiación solar absorbida: un oscurecimiento emergente del HN en relación con el HS, y una diferencia de tendencia más débil de 0.21 ± 0.21 W/m² por decenio en la radiación de onda larga saliente en el tope de la atmósfera.

El balance de radiación de la Tierra (ERB; *Earth Radiation Balance*) es un factor clave de la circulación atmosférica y oceánica. En promedio, el HS gana energía radiativa en la parte superior de la atmósfera, mientras que hay una pérdida neta en el HN. Este desequilibrio se compensa con las circulaciones atmosféricas y oceánicas combinadas que transportan energía a través del ecuador desde el HS hasta el HN.



Flujo de radiación solar (W m^{-2}), media por meses, absorbida por la Tierra.
Fuente: datos CERES (NASA)

Los datos de CERES de 2000 a 2010 indicaban que ambos hemisferios absorbían aproximadamente la misma cantidad de radiación solar entrante. Dado que la radiación solar incidente promedio del HS y el HN es casi idéntica, ambos hemisferios debían tener casi el mismo albedo. La simetría del albedo hemisférico ha sido un tema fascinante desde entonces y se ha especulado mucho sobre si se trata de una propiedad fundamental del sistema climático o si ocurre simplemente por casualidad. La distribución de las nubes sería una razón clave para la simetría hemisférica del albedo; sin ellas, el HN sería más brillante que el HS. Una serie de experimentos realizados con modelos idealizados sugieren que las nubes compensan las asimetrías hemisféricas impuestas en el albedo en un hemisferio.

El oscurecimiento emergente del HN en relación con el HS se asocia con cambios en las diferencias hemisféricas en las interacciones aerosol-radiación, el albedo superficial y los cambios en el vapor de agua. Los cambios en la nubosidad también contribuyen a un mayor contraste hemisférico de radiación solar absorbida, pero la magnitud es pequeña debido a las diferencias de tendencia opuestas en los trópicos y fuera de ellos. La ruptura de la simetría hemisférica en el albedo desafía la noción de que las nubes compensan de manera natural las asimetrías hemisféricas forzadas por propiedades no nubosas. Si la circulación general se ajusta para producir una distribución de nubes que restablezca en el futuro la simetría hemisférica en el albedo, es una pregunta abierta con importantes implicaciones para el clima futuro.

[1] Norman G. Loeb (NASA Langley Research Center, Hampton, Virginia, EE.UU.), Tyler J. Thorsen (idem), Seiji Kato(idem), Fred J. Rose (Analytical Mechanics Associates, Hampton, Virginia, EE.UU.), Øivind Hodnebrog (Center for International Climate Research, Oslo, Norway), Gunnar MYhre (ídem)

Lanzamiento del primer satélite polar de 2ª generación de EUMETSAT

Fuentes: EUMETSAT y *Tiempo y Clima*

A las 02:37 CEST del 13 de agosto de 2025, se puso en órbita el satélite Metop Segunda Generación A1 (Metop-SGA1), que despegó a bordo de un cohete Ariane-62 desde el Puerto Espacial Europeo en Kourou, Guayana Francesa. Se trata del primer satélite del programa europeo Sistema Polar de EUMETSAT de Segunda Generación, (EPS-SG). Situado en órbita polar a unos 800 kilómetros sobre la superficie terrestre, el Metop-SGA1 ya ha empezado a transmitir una gran cantidad de observaciones desde seis instrumentos complementarios.

SATÉLITES METEOROLÓGICOS DE EUMETSAT OPERATIVOS EN OCTUBRE DE 2025 (ELABORACIÓN PROPIA)

Lanzamiento	Sátelite	Programa	Notas
ÚLTIMOS LANZAMIENTOS			
13/08/2025	Metop-SGA1	Polar de Segunda Generación	Órbita polar
01/07/2025	MTG-S1 (Meteosat 13)	Meteosat Tercera Generación	Geoestacionario Sondeo
13/12/2022	MTG-I1 (Meteosat 12)	Meteosat Tercera Generación	Geoestacionario imagen
OTROS SATÉLITES MÁS ANTIGUOS TODAVÍA OPERATIVOS			
22/12/2005	MSG-1 (Meteosat 9)	Meteosat Segunda Generación	Geoestacionario
05/07/2012	MSG-2 (Meteosat 10)	Meteosat Segunda Generación	Geoestacionario
15/07/2015	MSG-3 (Meteosat 11)	Meteosat Segunda Generación	Geoestacionario
17/09/2012	METOP- B	Polar primera generación	Órbita polar
11/11/2018	METOP-C	Polar primera generación	Órbita polar

Ricardo Riosalido en la memoria

FUENTES PRINCIPALES: ARCHIVOS DE AEMET Y *TIEMPO Y CLIMA*

En el verano de 1975, hace ahora medio siglo, Ricardo Riosalido Alonso se encontraba realizando el curso de formación de Ayudantes de Meteorología (actualmente "Diplomados") junto con nueve compañeros con quienes el año anterior había aprobado la oposición libre. Tenía menos de veinte años (había nacido el 2 de agosto de 1955) ya que entonces el requisito académico era únicamente tener aprobado el curso "selectivo", común a todas las carreras de ciencias. Aun así, la oposición fue muy reñida con más de 100 aspirantes a las diez plazas ofrecidas. Riosalido obtuvo el número dos y el número uno fue para un tal Antonio García Méndez (ver **https://pub.ame-web.org/index.php/TyC/article/view/1909/2140**).

El curso de formación duraba entonces casi un año y además había que esperar a que existieran vacantes para los nuevos funcionarios, situación opuesta a la del siglo XXI donde lo usual ha sido la escasez de personal para las muchas plazas sin cubrir. En aquel 1975 se necesitaba tener ocupados de alguna forma a diez funcionarios que ya cobraban el sueldo en prácticas además de diez becarios de países extranjeros que habían realizado el curso con ellos. Con ese objetivo se organizaron diversas actividades "en prácticas" algunas de ellas más o menos entretenidas como lanzar globos piloto desde el observatorio del Retiro o visitar la oficina de Barajas. Otras eran más laboriosas y había dos francamente tediosas: la obtención de diversos valores climatológicos para unas largas series de datos de varias estaciones y otra aún menos apetecible: realizar un programa informático y desarrollarlo en Fortran IV, el lenguaje de programación científica que apenas se había introducido, durante el curso. La dificultad no venía solo de conocer el Fortran. En aquellos tiempos iníciales de la informática práctica también era complicado comunicarse con las máquinas. Las instrucciones y los datos de entrada se introducían en los ordenadores mediante tarjetas perforadas. Una vez preparadas en una máquina perforadora, para lo que los usuarios tenían que guardar cola, el paquete completo se entregaba a los responsables del ordenador que lo ponían en el turno de proceso y dos o tres días después entregaban el resultado a los interesados. Con frecuencia, el frustrante resultado era "error en el programa", es decir, vuelta a empezar.

Riosalido se dio enseguida cuenta de la oportunidad de combinar ambas actividades. Fue él quien preparó un programa en Fortran que serviría para procesar el trabajo climatológico de todos sus compañeros ya que los valores a calcular eran los mismos para todos y lo único que variaba eran los datos a emplear por cada alumno. Nadie pudo negar que las dos tareas encargadas se ejecutaran de forma satisfactoria y aplicando las últimas tecnologías. Además se habían realizado con el mínimo esfuerzo, salvo el generosamente aportado por Ricardo Riosalido.

Esa anécdota es reveladora de las cualidades de Ricardo para organizar y coordinar tareas y también para utilizar nuevos recursos de la manera más apropiada, cualidades que se harían muy patentes en su trabajo futuro, y especialmente en los puestos de máxima responsabilidad que ocupó en el Servicio Meteorológico (Instituto Nacional de Meteorología después de 1978 y Agencia Estatal de Meteorología desde 2008). Su larga carrera en la institución fue desarrollándose sin saltarse peldaños. Su primer destino en 1976 fue como predictor en la Academia General del Aire en San Javier pero tuvo que realizar un largo servicio militar del que hasta entonces se había eximido al personal técnico del Servicio con el agravante de la retirada de su sueldo de funcionario en prácticas. En 1979 se trasladó a Madrid para trabajar en la sección de equipación e instrumentos. Mientras tanto terminó la licenciatura en Ciencias Físicas aprobó la oposición de meteorólogo facultativo y realizó el curso correspondiente. En 1981 fue destinado al Centro Meteorológico Zonal del Ebro en Zaragoza como jefe del Observatorio Especial de Aplicaciones, Recursos y Medio Ambiente.



En aquella época el Servicio, ya renombrado como Instituto Nacional de Meteorología, estaba empezando a abordar el ambicioso plan de renovación tecnológica aprobado por el Gobierno. Pensando en reclutar a un directivo capaz de encauzarlo, en 1984 se llamó al director del Centro Meteorológico Zonal del Ebro, Alfonso Ascaso, que reunía un enorme prestigio pero que no apetecía ese destino porque se encontraba muy a gusto en Zaragoza además de la dificultad de trasladar a Madrid a su numerosa familia. La oferta de ocupar una de las viviendas de la vieja sede del Servicio en el Parque del Retiro consiguió convencerle para aceptar el puesto como un deber que no podía rechazar. Una vez en Madrid, una de sus primeras iniciativas fue proponer que se reclutara a un joven meteorólogo que había estado a sus órdenes en Zaragoza, Ricardo Riosalido.

Ricardo trabajó entre 1986 y 1999 en el Servicio de Técnicas de Analisis y Predicción (STAP), primero bajo Ángel Rivera y desde 1991 como jefe de ese servicio. Se trataba de una unidad con la función de actuar como interfaz entre el desarrollo de nuevas herramientas, investigación incluida, y la predicción operativa. La labor del STAP, así como la reorganización del trabajo en los Grupos de Predicción y Vigilancia renovaron profundamente las actividades. Riosalido fue un auténtico puntal de aquel proceso y también el principal implicado, según refiere Ángel Rivera, en la adaptación y operación de las estaciones de trabajo McIdas desarrolladas en la

universidad de Wisconsin, una herramienta bastante novedosa para su época que empezaron a usar los predictores de AEMET ya en la década de los Noventa.

Director de operaciones

Mirando hacia atrás en la historia de AEMET llama la atención el hecho de que hasta 1976 existía, por debajo del Jefe del Servicio o director general, un Jefe de la Oficina Central perteneciente al Cuerpo de Meteorólogos, con carácter de director técnico del organismo. Tras el nombramiento en ese año de un director general, Inocencio Font, que era meteorólogo del Cuerpo, el primero desde 1940, se decidió que ya no hacía falta un director técnico. Sin embargo, a partir de 1978 se produjo un desfile de directores generales sin experiencia anterior en meteorología, nombrados desde instancias políticas y con mandatos, la mayoría, de corta duración. Sin duda eso tuvo influencia en la voluntad, durante las décadas siguientes, de concentrar las unidades técnicas bajo una misma coordinación.

El puesto para el que se llamó a Alfonso Ascaso en 1984 era de subdirector general de Predicción y Climatología, por lo que ya se habían reunido bajo una subdirección las dos aéreas principales de servicios a los usuarios. En una reestructuración posterior se dio un paso más con la creación de la Subdirección General de Redes, Sistemas y Producción Meteorológica, responsable no solo del sistema de vigilancia y predicción y del banco de datos meteorológicos y climatológicos, sino también de las redes e infraestructuras donde se apoyaban. En resumen, se trataba, sin mucho disimulo, de la añorada dirección técnica o quizá más apropiadamente la dirección de operaciones, de la que ya solo quedaban fuera las unidades auxiliares, y algunas actividades de investigación.

Alfonso Ascaso falleció prematuramente en 1995 tras una larga enfermedad. Después de una etapa a cargo de Jorge Tamayo, la Subdirección de Redes, Sistemas y Producción quedó de nuevo vacante en 1999. En esta ocasión no hubo ya dudas de que su nuevo jefe sería Ricardo Riosalido, quien se mantuvo como responsable hasta 2004 en una de las etapas más intensas y laboriosas de reorganización de las actividades de la AEMET. De 2004 a 2008 Ricardo "descansó" con proyectos varios como la certificación de AEMET como proveedor de servicios meteorológicos a la navegación aérea dentro del marco del Cielo Único Europeo, la gestión documental del organismo o consultorías para la Organización Meteorológica Mundial (OMM).

Sin embargo, cuando el gobierno aprobó la reorganización de la institución como una agencia estatal, recayó de nuevo sobre Ricardo el esfuerzo principal. El estatuto de agencia contemplaba la figura del director técnico además del presidente, pero era solo una opción y el presidente de entonces optó por no utlizarla, elevando en cambio la Subdirección de Redes, Sistemas y Producción a la categoría administrativa de Dirección con el nombre más simple de Dirección de Producción e Infraestructuras. Como el propio Ricardo Riosalido declaraba en una entrevista publicada en el número de julio de 2009 de *Tiempo y Clima* "En la nueva estructura de AEMET, corresponde a la Dirección de Producción e Infraestructuras (DPI) la gestión y coordinación de toda la actividad operativa de la Agencia, tal y como se señala en el artículo 16.3 de sus estatutos". Es decir, que se trataba, más que nunca, de la dirección de operaciones de la Agencia, y Ricardo ocupaba en realidad el antiguo puesto de "jefe de la oficina central". Aquella entrevista merece releerse porque en sus cuatro páginas Riosalido demostraba tener muy bien amueblada, o diseñada dentro de su cabeza la meteorología como actividad, como servicio nacional y como actividad internacional. En muchos aspectos lo que contaba en la entrevista mantiene toda su vigencia.



Ricardo Riosalido (con polo de color salmón) en Córdoba junto con los participantes de AEMET en la Conferencia de Satélites Meteorológicos de EUMETSAT, septiembre de 2010.

El estatuto de AEMET se aprobó en febrero de 2008 y Ricardo reanudó su intensa dedicación al frente de la DPI, pero solamente durante cuatro años más porque en la primavera de 2012 el nuevo Gobierno nombró presidente de AEMET por libre designación a un meteorólogo, pero se trataba de una persona poco cualificada para esa responsabilidad y además difícilmente compatible con Ricardo quien dimitió de su puesto en la DPI. Durante el tiempo que todavía permaneció en la Agencia su enorme capacidad quedó restringida a consultorías y proyectos como el diseño y mapa de procesos del Sistema Nacional de Vigilancia y Predicción del Clima (SNVYPC). Fue también representante de AEMET en el Comité Científico-Técnico de EUMETNET (la red de colaboración de los servicios meteorológicos nacionales europeos) y consultor de la OMM.

En mayo de 2018, con 63 años, Ricardo Riosalido solicitó la jubilación. Podría haber seguido aportado el valioso rendimiento que había ofrecido a la Agencia durante 44 años pero él mismo confesó a sus amigos que se encontraba cansado. Tenía ganas de poder disfrutar más de su pequeña familia, su esposa Inés y su hijo David nacido en 1976, y de una casa que había comprado en la parte antigua de Medinaceli de la que estaba muy orgulloso. Así lo hizo durante varios años y todavía tuvo tiempo para algunas consultorías meteorológicas bajo contrato con el Banco Mundial. Sin embargo, en los años más recientes ha tenido que luchar contra una cruel y larga enfermedad que finalmente se lo ha llevado el pasado 16 de agosto de 2025, poco después de cumplir 70 años y 50 después de ingresar en el Servicio Meteorológico Nacional y confeccionar aquel programa en Fortran IV.

Descanse en paz quien, durante muchos años fue el ilustre director de operaciones del servicio meteorológico español.

MANUEL PALOMARES CALDERÓN

Climate Injustice: Why We Need to Fight Global Inequality to Combat Climate Change

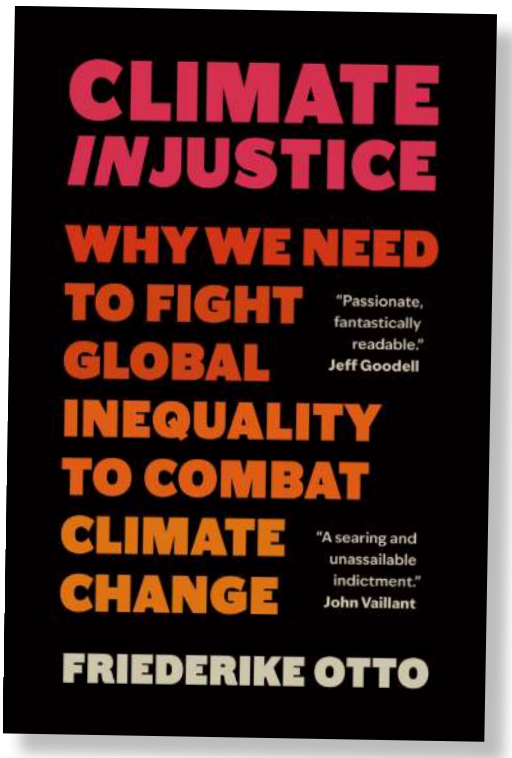
(Injusticia climática: por qué necesitamos combatir la desigualdad mundial para combatir el cambio climático)

FRIEDERIKE OTTO, 2025. EDITORIAL: INGRAM PUBLISHER SERVICES, 263 PÁGINAS, PRECIO: 27.22 €, ISBN-10: 1778401627, ISBN-13: 978-1778401626 (TRADUCCIÓN AL INGLÉS DEL ORIGINAL *KLIMA UNGERECHTIGKEIT: WAS DIE KLIMAKATASTROPHE MIT KAPITALISMUS, RASSISMUS UND SEXISMUS ZU TUN HAT* PUBLICADO EN 2023 POR ULLSTEIN).

La autora de este interesante libro, Friederike (Fredi) Otto, posee un grado en Física por la Universidad de Potsdam y es doctora en Filosofía de la Ciencia por la Universidad Libre de Berlín. Actualmente es profesora titular del Instituto Grantham para el Cambio Climático y el Medio Ambiente del Imperial College de Londres. Además de investigadora asociada honoraria del Instituto de Cambio Ambiental de la Universidad de Oxford. Experta en el campo de la atribución al cambio climático de eventos extremos individuales, fue fundadora en el año 2014, junto a Geert Jan van Oldenborgh, de la iniciativa *World Weather Attribution*, que actualmente dirige. Tiene una gran influencia en el mundo científico que fue reconocida por la revista *Nature* al seleccionarla como una de los diez científicos que tuvieron un papel más importante en los desarrollos científicos de 2021. También fue incluida en la lista anual de la revista *Time* como una de las 100 personas más influyentes del mundo en 2021.

Otto introduce en este libro el concepto de injusticia climática como el núcleo del problema del cambio climático ya que no afecta a todas las personas por igual, afirmando que la intensidad de los daños depende menos de los fenómenos meteorológicos en sí que de la estructura social e histórica de quienes lo sufren. Cuestiona la idea de que el cambio climático sea solamente un problema ambiental ya que el verdadero impacto se produce cuando fallan los sistemas sociales e institucionales. Así, un mismo fenómeno extremo, como una ola de calor o una inundación, puede tener efectos devastadores en una sociedad mientras que puede ser bastante manejable en otra. Este libro analiza con multitud de ejemplos cómo el cambio climático exacerba las desigualdades existentes (de clase, género, raza, geografía). De hecho, el cambio climático es impulsado por un modelo económico global construido sobre el extractivismo, el colonialismo y el consumo desigual, dejando a las poblaciones más pobres con menor capacidad de prevenir, resistir o recuperarse de eventos extremos.

Otto señala que los discursos dominantes en torno al clima ignoran las causas sociales del sufrimiento y denuncia la argumentación según la cual todos somos igualmente responsables. Cuestiona el enfoque centrado sólo en reducir emisiones, sin cambiar las estructuras de poder. Subraya que, aunque la ciencia climática ha avanzado mucho en entender el vínculo entre emisiones y eventos extremos, pero no lo suficiente, es necesaria una ciencia que tenga un fin claro y sea una herramienta para promover la justicia social. Aboga porque la atribución climática (su campo de especialidad) sirva también para mostrar las desigualdades y para apoyar las demandas de reparación y responsabilidad. La autora hace un llamamiento a la acción justa defendiendo que no se puede combatir el cambio climático con herramientas que perpetúan el sistema que lo causa. Propone que la única respuesta eficaz y ética es una que incluya una redistribución de poder y riqueza y un reconocimiento de las injusticias históricas. Aunque este libro quizás no ofrezca soluciones concretas, el análisis que hace va más allá de los aspectos físicos. Es sobre todo un intento de abordar el cambio climático desde una perspectiva filosófica destacando los múltiples factores que van más allá de la física y que se deberían considerar para abordar el problema,



Otto analiza en este libro cuatro tipos de fenómenos extremos (olas de calor, sequías, incendios e inundaciones) y lo hace a través de ocho casos de estudio distribuidos por todo el mundo. Los cuatro tipos de fenómenos extremos aquí tratados han asolado recientemente nuestro país y lo hacen recurrentemente, por lo que los casos de estudio mostrados en este libro deberían servirnos para aprender lecciones y prepararnos para unos fenómenos que, en el contexto de cambio climático en el que estamos inmersos, serán cada vez más frecuentes e intensos.

En la parte I, sobre olas de calor, analiza en primer lugar el caso de Canadá y EE. UU. con la brutal ola de calor que en junio y julio de 2021 asoló la región del Pacífico Noroeste, y que combinó temperaturas extremas e incendios forestales. Otto destaca que esta ola fue virtualmente imposible sin el cambio climático: el calor extremo, con temperaturas hasta 9 °C por encima de los récords previos, habría sido una rareza de 1 en 1000 años en un clima preindustrial. La autora subraya que las olas de calor matan más que otros extremos climáticos, especialmente a personas mayores y sin sistemas de alerta adecuados especialmente dirigidos a ellas.

En esta parte I se analiza también el caso de Gambia donde las olas de calor son "invisibles" para la mayoría de las redes de medición global, a pesar de que la población local,

especialmente las mujeres embarazadas, se enfrenta a condiciones extremas para trabajar bajo el sol intenso. Destaca la autora la falta de datos oficiales, ya que las muertes atribuibles al calor a menudo no se registran ni se investigan en países de ingresos bajos y medios resaltando que no basta con medir eventos físicos, sino que hay que incluir variables sociales (pobreza, género, acceso a servicios) para entender quién muere y por qué.

Ambos casos muestran que las olas de calor se han intensificado, son más frecuentes, largas e intensas por el cambio climático. Las muertes por calor permanecen con frecuencia invisibilizadas y afectan más a los más vulnerables, ya sea ancianos en sociedades ricas o trabajadores en países pobres. Cada vez más frecuentemente nos referimos a las olas de calor como los "asesinos silenciosos" (*silent killers*), puesto que en muchas ocasiones las muertes asociadas a ellas no llevan asociadas grandes despliegues mediáticos. Además, muchos países no tienen sistemas de alerta para este fenómeno y mucho menos estimaciones y estudios relativos a la mortalidad que producen. Otto insta a medir mejor, actuar con sistemas de alerta y protección adecuados, y reconocer que las olas de calor ya no son fenómenos ocasionales, sino efectos habituales del calentamiento global. Para mejorar la medición propone: **i)** expandir redes meteorológicas locales, con sensores térmicos urbanos y rurales; **ii)** implementar programas comunitarios de monitorización, donde los ciudadanos puedan reportar temperaturas extremas y síntomas asociados y **iii)** vincular datos climáticos y sanitarios, para detectar brotes de enfermedades vinculadas al calor (golpes de calor, deshidratación, fallos renales). Para mejorar las alertas tempranas propone que sean más inclusivas y que no solo dependan de apps o notificaciones digitales a las que no todos tienen acceso. También considera muy recomendable una preparación urbana y social, cambiando el discurso actual para hablar de alerta por evento climático letal, no solo de "temperaturas altas", y educando a la población sobre los síntomas del golpe de calor y la importancia de la hidratación y el descanso. En definitiva, en estos dos casos Otto defiende que una buena medición y alerta temprana deben ser: tecnológicamente fiables, socialmente accesibles y preventivas, no reactivas.

En la parte II, dedicada a las sequías nos presenta una muy grave que tuvo lugar en Sudáfrica que muestra las desigualdades poscoloniales y la incapacidad de las instituciones para adaptarse rápidamente. También analiza una crisis alimentaria en Madagascar producida por una sequía que golpeó a una población pobre muy dependiente de la lluvia y donde la infraestructura mínima agravó la situación.

En el caso de Sudáfrica, Otto analiza la crisis del agua en Ciudad del Cabo ocurrida entre 2017 y 2018, cuando la ciudad estuvo a punto de quedarse sin agua potable (el famoso *Day Zero*). Aunque la sequía fue muy grave, no fue ni inédita ni impredecible, con un impacto catastrófico debido principalmente a una mala planificación urbana, unas infraestructuras desiguales –con barrios ricos que tenían acceso continuo al agua mientras que muchos pobres ya vivían sin agua corriente antes de la crisis– y las Injusticias históricas del apartheid aún reflejadas en el acceso al recurso hídrico. La ciudad dependía excesivamente de una sola fuente de agua (embalses), sin poseer una diversificación de fuentes y sin preparación ante eventos extremos. Este caso ilustra cómo las sequías son amplificadas por los modelos urbanos y las desigualdades, más que por la naturaleza física del fenómeno en sí.

El caso de Madagascar del año 2021 muestra como el sur de Madagascar sufrió una grave sequía que afectó a más de un millón de personas, llevando a una crisis alimentaria con imágenes de niños desnutridos y familias comiendo hojas secas. Aunque algunos medios lo llamaron la primera hambruna causada por el cambio climático, Otto lo cuestiona críticamente insistiendo que no se trató solo de clima, sino del abandono estructural y de la pobreza extrema. La sequía fue agravada por el cambio climático, pero el hambre fue resultado de la falta de ayudas, infraestructuras adecuadas y ausencia de políticas públicas. Critica que el relato del desastre natural climático borre la responsabilidad política, subrayando que llamar a la hambruna producto del clima invisibiliza décadas de negligencia institucional y desigualdad global.

Concluye Otto la parte II dedicada a las sequías afirmando que éstas no matan por sí solas: lo hacen cuando las personas carecen de alternativas, apoyo o poder para protegerse. Tanto en Sudáfrica como en Madagascar, las raíces del desastre no están solo en la lluvia que no cae, sino en la forma en que se distribuyen el agua, los derechos y la atención. Insiste la autora en que para luchar contra el cambio climático, no basta con reducir emisiones, también hay que transformar las estructuras que hacen vulnerable a millones de personas cada vez que deja de llover.

En la parte III, centrada en los incendios, se analiza el caso de la destrucción de los bosques tropicales en Brasil —especialmente en la Amazonía— causada no sólo por los incendios. Este ejemplo extremo muestra cómo el poder político y la desigualdad global se entrelazan para agravar la crisis climática. También se analizan los devastadores incendios —principalmente de matorrales— en Australia durante el verano austral de 2019–2020 que ilustran que incluso los países ricos son vulnerables a los efectos del cambio climático cuando fallan la preparación y la voluntad política.

El cambio climático no causa directamente los incendios en la Amazonía, pero aumenta su probabilidad de ocurrencia y su gravedad al reducir la humedad y alargar las temporadas secas. La deforestación y los incendios provocados para uso agroindustrial (soja, ganado) crean un ciclo en el que la selva se convierte en sabana, perdiendo capacidad de almacenamiento de carbono. La autora enfatiza que una gran parte de los incendios son intencionados y ligados a los intereses económicos del agronegocio y a las políticas permisivas del estado brasileño. Denuncia que las estructuras de poder en Brasil permiten que los grandes propietarios de tierra quemen bosques con impunidad, mientras las comunidades indígenas y rurales sufren los efectos. Las poblaciones más pobres y marginadas (especialmente indígenas, campesinos y trabajadores rurales) respiran el humo procedente de los incendios a la vez que pierden sus recursos y medios de vida. Mientras tanto, las élites económicas y políticas se benefician de la expansión agrícola, blindadas de los impactos inmediatos. Otto critica que los productos que impulsan la deforestación (carne, soja, biocombustibles) se consuman principalmente en el Norte global, mientras que el coste climático y ecológico lo pague el Sur global. Plantea la paradoja de que los países que destruyen sus ecosistemas para exportar a países ricos no reciben apoyo justo para conservarlos ni protección contra sus propios impactos. A diferencia de otros casos (olas de calor, inundaciones), en Brasil no se puede hacer una atribución climática directa a los incendios, ya que éstos son resultado de la acción humana directa. Sin embargo, Otto subraya que el contexto climático más cálido y seco es consecuencia del calentamiento global, por lo que hay una responsabilidad internacional en su agravamiento. El caso de Brasil muestra que la destrucción climática puede ser políticamente deliberada, no sólo accidental ni natural. Este ejemplo muestra claramente que la lucha contra el cambio climático no puede centrarse solo en reducir emisiones, sino también en desmantelar estructuras de po-

der extractivistas, proteger a los defensores ambientales locales y exigir responsabilidad a los países y empresas que se benefician de la destrucción.

En su análisis de los incendios en Australia durante el verano austral 2019–2020, Otto señala que los incendios fueron precedidos por una sequía extrema, altas temperaturas récord y una baja humedad atmosférica: condiciones directamente agravadas por el cambio climático tal como demostró su equipo en el correspondiente estudio de atribución que estimaba que el calentamiento global hizo que ese tipo de condiciones fuera al menos un 30 % más probable actualmente respecto a la época preindustrial. Otto resalta que el gobierno australiano negó durante años la conexión entre incendios y cambio climático, protegiendo la industria del carbón y los combustibles fósiles. Incluso cuando el país ardía, las autoridades evitaron relacionar los incendios con sus propias políticas energéticas, demostrando cómo la inacción deliberada se convierte en violencia estructural. Señala que, aunque Australia es un país rico, los más afectados resultaron ser personas en áreas rurales, trabajadores al aire libre, comunidades indígenas y quienes no podían ser evacuados. Los efectos en la salud mental, pérdida de hogares y desplazamientos también fueron desiguales. El capítulo señala cómo la cobertura inicial de algunos medios conservadores evitó relacionar los incendios con el clima, centrándose en lo natural del fuego en Australia y en la utilización de la táctica de llamar la atención sobre el carácter provocado de los incendios con la finalidad de oscurecer la conexión con el cambio climático. Otto denuncia esta argumentación, ya que naturaliza lo evitable y oculta las decisiones humanas detrás del desastre. La autora describe también las demandas presentadas por los afectados ante los tribunales para dilucidar, y en su caso resarcir, si el gobierno había hecho o no todo lo posible para evitar los incendios y minimizar sus efectos. En definitiva, el caso australiano demuestra que ni la riqueza ni la tecnología garantizan resiliencia climática, si no hay voluntad política. Es un ejemplo de cómo el negacionismo institucional, incluso en democracias estables, aumenta el sufrimiento humano. Otto concluye que la verdadera solución no es sólo tecnológica, sino política y ética: reconocer responsabilidades, proteger a los más vulnerables y actuar con urgencia.

En la parte IV, dedicada a las inundaciones, la autora nos muestra en primer lugar el caso del valle del Ahr en Alemania cuando en julio de 2021 unas fuertes lluvias provocaron inundaciones que causaron alrededor de 180 muertes. Aunque las precipitaciones fueron extremas, lo realmente decisivo en este episodio fueron las alertas tardías, los diques insuficientes y una planificación urbana inadecuada. La vulnerabilidad, subraya la autora, no se distribuye de forma equitativa incluso en países del Norte global: las comunidades menos favorecidas dentro de zonas ricas resultaron más impactadas, revelando desequilibrios sistémicos dentro de un mismo país. Otto utiliza este caso como un ejemplo de injusticia climática interna, es decir, como incluso en países ricos, las desigualdades locales, la descoordinación institucional y la subestimación del riesgo pueden convertir un evento natural en un desastre humano. Este evento refuerza la tesis de que no basta con medir la intensidad de un evento extremo, sino que hay que evaluar también las estructuras sociales y gubernamentales que transforman un evento extremo en desastre humano. Aunque el cambio climático es responsable del aumento de la frecuencia e intensidad de este evento extremo, sin embargo, el desastre fue causado no solo por el clima, sino por la falta de preparación estructural y de respuesta política eficaz. Se emitieron avisos meteorológicos, pero no se tradujeron en acciones concretas, no se evacuó a tiempo, ni se cerraron infraestructuras clave. Además, las responsabilidades entre instituciones federales, regionales y municipales estaban dispersas y confusas. Otto enfatiza que muchas de las víctimas eran personas mayores, enfermas o con movilidad reducida, que vivían cerca del cauce o no podían ser evacuadas fácilmente. Esto revela que incluso en una sociedad avanzada, las brechas sociales pueden costar vidas si no se integran en la planificación de riesgos. El caso del valle de Ahr demuestra que ni la riqueza ni la tecnología garantizan protección, si no hay voluntad política, transparencia institucional y conciencia social. La autora insiste en que, aunque las causas climáticas importan, lo que transforma una tormenta en tragedia es la estructura social, política y cultural que rodea a las personas. No basta con predecir la lluvia, hay que actuar en función de lo que sabemos. El conocimiento sin acción es irresponsabilidad. Este capítulo contiene muchos elementos, similitudes y enseñanzas que pueden ser trasladables al episodio de inundaciones en Valencia del 29 de octubre de 2024.

El segundo caso de la parte IV se refiere a las inundaciones devastadoras que sufrió Pakistán durante los monzones de 2022 con una precipitación 7–8 veces superior a lo habitual en algunas provincias, provocando una de las peores catástrofes hídricas del país. Los estudios de *World Weather Attribution* liderados por la autora misma concluyeron que el cambio climático hizo que las lluvias extremas fueran mucho más probables e intensas. Otto utiliza este caso como ejemplo paradigmático de injusticia climática global: un país con bajísimas emisiones históricas, muy vulnerable socioeconómicamente, y sin capacidad estructural suficiente para prevenir, mitigar o recuperarse. La falta de infraestructuras, viviendas seguras, planificación urbana y sistemas de drenaje amplificó enormemente el desastre. Las personas más afectadas fueron mujeres, niños, trabajadores agrícolas y comunidades empobrecidas, sin medios de evacuación ni apoyo estatal suficiente. La autora subraya que la prevención casi no existió: las presas, canales y sistemas de alerta no funcionaron como deberían. Incluso después de las lluvias, la ayuda fue insuficiente y lenta, lo que prolongó el sufrimiento y complicó la recuperación. Este caso refleja lo que Otto define como la cara más dura de la injusticia climática: quienes menos causaron el problema, sufren más y no tienen recursos para adaptarse, ni acceso a mecanismos globales de reparación. La atención internacional fue pasajera y las promesas de ayuda climática tardan años en materializarse, si es que finalmente llegan. Concluye la autora afirmando que las inundaciones de Pakistán no fueron desastres naturales, sino desastres sociales exacerbados por el clima y nos muestra cómo la combinación de clima extremo y desigualdad histórica lleva al colapso humano, y cómo la justicia climática debe ser una prioridad ética global, no una concesión política opcional.

Concluye la autora con un capítulo final en el que hace un llamamiento urgente para una transformación estructural de nuestra sociedad. Afirma que reducir emisiones es esencial, pero no es suficiente, y que no puede afrontarse eficazmente el cambio climático sin poner en cuestión las estructuras de poder y las desigualdades. Tras analizar olas de calor, sequías, incendios e inundaciones, en contextos tan distintos como Canadá, Madagascar, Alemania o Pakistán, Otto demuestra que el mismo fenómeno físico puede tener efectos diversos dependiendo de la preparación, la pobreza, la desigualdad de género, la historia colonial o el acceso a infraestructuras. En definitiva, sostiene la autora que lo que convierte un evento meteorológico o climático extremo en un desastre humano es principalmente la vulnerabilidad estructural y no tanto la gravedad del evento mismo.

ERNESTO RODRÍGUEZ CAMINO

Gracias a la vida. La naturaleza indispensable

MIGUEL DELIBES DE CASTRO, EDITORIAL DESTINO. COLECCIÓN IMAGO MUNDI. VOLUMEN 372. 2024, 247 PÁGINAS, 20,90 EUROS. ISBN 978-84-233-6582-1

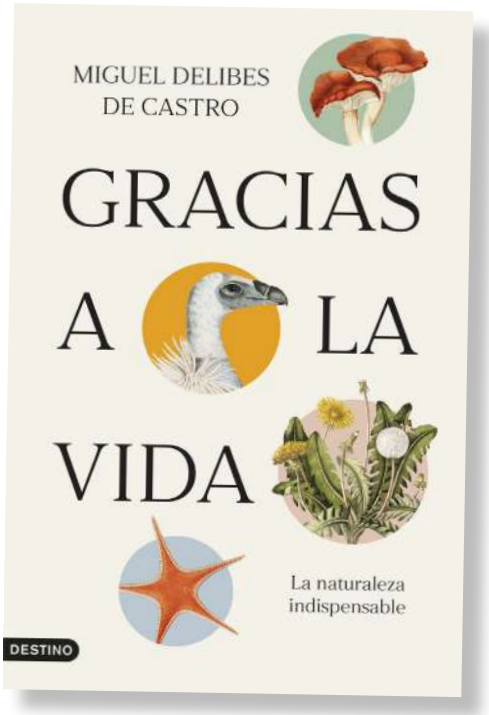
Gracias a la vida. La naturaleza indispensable es la última obra de Miguel Delibes de Castro. El título evoca el canto icónico de Violeta Parra, compositora y cantante chilena, y como puede leerse en la contraportada, la obra es un canto a la asombrosa diversidad de vida que nos rodea y a la imprescindible naturaleza de la mano de uno de los biólogos españoles más citados.

Miguel Delibes de Castro (Valladolid, 1947), el autor, es doctor en Ciencias Biológicas por la Universidad Complutense de Madrid, es profesor *ad honorem* del CSIC. Desde 1988 hasta 1996 fue director de la Estación Biológica de Doñana, y de 2013 a 2024, presidente del Consejo de Participación de Doñana. Académico numerario de la RAC (medalla número 23), es presidente de la sección de Naturales, siendo su discurso de recepción "Ciencia y compromiso: la Biología de la Conservación". Autor de varios centenares de artículos científicos publicados en revistas especializadas, ha escrito también obras de divulgación sobre temas relacionados con la naturaleza como *La Naturaleza en peligro* y *Cuaderno del carril bici* y es coautor de *La Tierra herida* y *Pequeño mamífero*. La dedicatoria de esta obra está dirigida a sus compañeros y amigos de la Estación Biológica de Doñana del CSIC y de la Sociedad Española de Conservación y Estudio de los Mamíferos (SECEM), que le han enseñado y acompañado, sin fallarle durante los últimos 52 y 33 años, respectivamente.

El índice consta de: una introducción titulada "A modo de justificación", diez capítulos dedicados a las malas hierbas, las lombrices, los hongos, los buitres, los insectos, los escarabajos, el fitoplancton, los murciélagos, los ostiones y las ostras, y los zorros. Se concluye con el epílogo, los agradecimientos y la bibliografía. La estructura de cada capítulo va encabezada con una página, donde aparece un escueto subtítulo muy poético y una imagen (en blanco y negro). La extensión de los capítulos oscila alrededor de 20 páginas y en cada uno de ellos, hay referencias a otros capítulos.

La sinopsis oficial de la publicación constituye la mejor invitación a una lectura meditada: "¿Por qué y cómo dependemos de la naturaleza para vivir? Gracias a los microbios por nutrirnos y defendernos, y a los hongos que han inventado remedios para matarlos; gracias a los insectos por alimentar a los pájaros, controlar la vegetación y polinizar las flores, y a los murciélagos que se los comen. ¿En qué quedamos? ¿Acaso existen microbios e insectos, biodiversidad, en definitiva, buena y mala, y deberíamos cuidar la una y erradicar la otra? Aunque no lo advirtamos, las personas comemos, bebemos, respiramos y disfrutamos de una temperatura adecuada porque otros seres vivos lo hacen posible".

Gracias a la vida tiene un subtítulo muy revelador: *La naturaleza indispensable*, que alude al papel preponderante de la naturaleza en el desarrollo de fármacos para la cura de enfermedades crónicas. Aunque sin saber todavía muy bien cómo, sí se sabe lo suficiente para pensar según sugieren algunos microbiólogos, que la medicina del futuro será a la carta y estará compuesta mayoritariamente por paquetes de microbios específicamente para cada individuo y cada problema. En el capítulo dedicado a las malas hierbas se presentan más detalles: "Quién iba a decirnos que el meliloto y sus hongos escondían el secreto de los anticoagulantes, o que los ñames iban a posibilitar el descubrimiento de la píldora anticonceptiva? ¿Quién podría imaginar, y no hemos hablado de ello, la cantidad de hallazgos relevantes para la humanidad obtenidos gracias al uso de ratones, moscas del vinagre o planarias como animales de experimentación en los laboratorios? ¿Quién puede predecir los tesoros para nuestro bienestar que aún permanecen ocultos en la biodiversidad, a veces en seres aparentemente nimios, como las arqueas de las salinas de Santa Pola en las que Francis Martínez Mojica descubrió los mecanismos que han propiciado la edición de genomas? Los seres vivos han aportado mucho a nuestra salud, pero les queda mucho por ofrecer. A título orientativo, el profesor Jeffrey McNeely, un clásico en la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), estimó que a finales de los ochenta del siglo pasado el valor comercial en los países desarrollados de las medicinas obtenidas de la naturaleza alcanzaba los 40 000 millones de dólares al año (aproximadamente 95 000 millones de hoy, a los que habría que sumar el dolor evitado y las vidas salvadas".



A *modo de justificación* esboza la génesis del libro. Es muy ilustrativo el comienzo donde menciona a Violeta Parra (Violeta del Carmen Parra Sandoval), compositora y cantante chilena, que lanzó en 1966, su último disco, *Gracias a la vida*. Como indica el autor, ella no pensó al escribirla que "la vida es mucho más extensa que nosotros, que existe mucha vida alrededor". A continuación, menciona la llamada de su padre para proponerle escribir un libro juntos. Constató, hablando con él, lo difícil que resultaba incluso para personas sensibles y formadas, como él, valorar adecuadamente la biodiversidad, la plétora de seres vivos. Tenía que escribir un texto agradeciendo sus aportaciones "a toda la naturaleza, a esa diversidad que nos acompaña y nos hace amigable y posible, nuestra existencia en este planeta". Puntualiza que la crisis de biodiversidad es una crisis de humanidad. El tiempo fue pasando, y hasta el parón del COVID19 no se puso a la tarea, pero ya su padre había fallecido. Confiesa que es consciente de que el planteamiento no es lo más científico – volverá a esta cuestión en el epílogo-. Los humanos somos parte de la naturaleza, hemos evolucionado con ella. En cada capítulo, de alguna manera se ha troceado la información en aras de facilitar la comprensión pero, insiste en que la importancia de la vida de la que formamos parte no se puede parcelar. Afirma, finalmente, que le gustaría que "este libro pudiera entenderse como un himno a la vida, igual que la canción de Violeta Parra, aunque en este caso dirigido a la naturaleza, a la inmensidad de la vida no humana".

El epilogo constituye una especie de cierre respecto a la introducción, como si fueran dos piezas que dialogaran entre sí. Empieza dirigiéndose a los lectores que han llegado hasta aquí. Se responsabiliza si hay algunas cosas

que parecen contradictorias, igualmente asume su responsabilidad por haber fragmentado la información para ser más comprensible. Como aludió en la introducción, esta forma de aproximarse al tema, es poco científica. Se han revisado piezas sueltas, pero la vida de la que formamos parte no se puede parcelar, ya que "en esencia es un enorme conjunto de pesos y contrapesos que como resultado mantienen la biosfera en un equilibrio dinámico idóneo para nuestra especie (y las otras)". A menudo a lo largo del libro, han aparecido acontecimientos ocurridos hace millones de años pero que tienen trascendencia hoy. No es casualidad. La vida apareció sobre la Tierra hace más de tres mil quinientos millones de años, de forma que pueden ser similares a bacterias muy primitivas.

A modo de conclusión, los escritos sobre estudios ambientales suelen ser agoreros, cuando no directamente catastrofistas. Su intención es la contraria, porque cuando el discurso es apocalíptico, nos hunde en la miseria y nos paraliza, incluso nos rebela. En suma, quiere presentar una visión de la naturaleza, no solo como algo que nos pertenece, sino de la que formamos parte.

En suma, *Gracias a la vida* te atrapa desde el primer momento. Es fascinante poder: a) asomarse a unos seres bastante desconocidos e insospechados caracterizados por una notable variedad morfológica y funcional, b) encontrar ejemplos poco habituales de las aportaciones de la naturaleza expuestos de forma tan atractiva y didáctica, c) familiarizarnos con las interrelaciones entre distintos campos, d) presenciar la construcción y evolución de teorías con el consiguiente acercamiento a científicos y/o personajes que han marcado hitos, e) aproximarnos a la introducción de conceptos nuevos, f) contar con referencias actualizadas. Conviene puntualizar que el contexto se ha cuidado al máximo. Está escrito con rigor, elegancia, amenidad y sin pretensiones —punto muy digno de agradecer—. Nos hace ser conscientes, entre otras cosas, de la riqueza de nuestro idioma. Tengo la sensación de que cada día que pasa, nos volcamos casi exclusivamente en el contenido, y apenas si prestamos atención al continente (la forma) —asunto no baladí— puesto que la divulgación, la comunicación recae sobre nuestra lengua y no prestarle el debido cuidado, redundará en el empobrecimiento de nuestra expresión.

MARÍA ASUNCIÓN PASTOR SAAVEDRA

El clima de la Tierra para escépticos y gente inteligente

FRANCISCO J. TAPIADOR, EDITORIAL RENACIMIENTO BIBLIOTECA DE CIENCIA Y DIVULGACIÓN
AÑO 2025 229 PÁGINAS ISBN: 979-13-87552-84-8



Existe en el mercado editorial una vasta y variada oferta de libros que abordan el cambio climático desde ópticas muy distintas. El lector interesado en esta temática tiene mucho donde elegir y no resulta fácil encontrar un libro que aporte información relevante, rigurosa y complementaria a todo la que ya hay publicado. El catedrático de Física de la Tierra en la Universidad de Castilla-La Mancha e investigador de las ciencias atmosféricas Francisco J. Tapiador (Valladolid, 1973) ofrece este libro divulgativo destinado a un público adulto e inteligente que quiera estar bien informado sobre un tema que se ha polarizado en exceso, hasta el punto de que no es sencillo separar la paja del grano; ni siquiera saber si el grano del que nos nutrimos en nuestras lecturas está o no adulterado. Tal y como se señala en la sinopsis de la obra: «Este breve libro ofrece una presentación objetiva del cambio climático. Lejos de propagandas o de programas ideológicos, ofrece multitud de elementos de juicio para que el lector se forme su opinión sobre el tema».

Tapiador aúna el perfil de un científico de primera línea; investigador de algunas cuestiones clave del cambio climático, como la microfísica de nubes y su integración en los modelos climáticos, con el humanístico. Autor de varios poemarios y articulista en medios de comunicación, goza de una exquisita prosa, que traslada también a sus escritos de divulgación científica como este ensayo, en el que explica con sencillez y brillantez conceptos básicos imprescindibles para comprender otros más complejos, que con frecuencia no se abordan con el nivel de detalle requerido y deseable en la bibliografía del cambio climático destinada al gran público.

El clima de la Tierra para escépticos y gente inteligente consta de un prólogo, ocho capítulos, un pequeño apartado en el que Tapiador sugiere unos cuantos libros para saber más sobre el tema, y las 40 notas que va intercalando en el texto, que se reúnen al final de la obra, pues en palabras del autor: «La vida es corta y hay demasiadas cosas interesantes que hacer para obligar a alguien que tiene la bondad de darle la oportunidad a tu libro a ir de un sitio a otro del texto, o para exigirle que dé sentido a lo que el escritor no ha acertado a expresar con precisión».

En cada capítulo encontrará el lector pasajes donde Francisco J. Tapiador despliega con brillantez su capacidad divulgadora. Estamos ante un ensayo de alta divulgación, escrito para poder ser asimilado por un amplio espectro de lectores (escépticos e inteligentes, según reza el título), que puedan ser incluso ajenos al mundo científico; meteorológico o del clima. En el capítulo 1 (El clima de la Tierra) se explican, entre otros asuntos, la razón de ser de las series climatológicas de 30 años, una disertación sobre la diferencia entre tiempo y clima (predicciones meteorológicas versus simulaciones climáticas) haciendo una analogía con una piscina, o la sensibilidad a las condiciones iniciales, el comportamiento caótico de la atmósfera y los límites de su predictibilidad.

El capítulo 2 está dedicado al efecto invernadero y es particularmente clarificador gracias a las precisas explicaciones que expone el autor sobre cómo interactúan la radiación solar y terrestre con las moléculas gaseosas que componen el aire. El capítulo 3 (Los cambios en el clima) condensa en apenas 20 páginas muchas cuestiones relevantes sobre el cambio climático actual, su singularidad y su inequívoco origen antrópico. El capítulo 4 (Ciencia y escepticismo) vertebra de alguna manera todo el corpus de la obra. No tiene desperdicio. Es la parte del libro que, seguramente, dejará un mayor poso en todo aquel lector que tiene dudas sobre la robustez de los estudios del clima.

El capítulo 5 (Los modelos de clima) es el más extenso de todos y en él Tapiador

explica de forma sencilla y amena, sin apenas tecnicismos, la complejidad inherente a la modelización del sistema Tierra y las proyecciones climáticas. Termina este capítulo el autor reivindicando el uso del Fortran como lenguaje de programación en los modelos del clima. El capítulo 6 (Las nubes y la lluvia) está escrito con la solvencia que otorga ser uno de los principales especialistas del mundo en los dos ítems que dan nombre al capítulo y que suponen un reto en la mejora de las simulaciones del clima futuro. «¿Qué va a pasar con el clima?», plantea el título del capítulo 7, para concluir con el octavo y último, dedicado a la emergencia climática, del que citamos su párrafo final: «Ante una situación de emergencia como la decretada por la ONU, lo sensato es prepararse y tomar medidas, y eso incluso si se piensa que se está exagerando, o que es improbable que suceda el peor escenario. Se trata de actuar con raciocinio, no dejándose llevar por las emociones. Es lo que haría cualquier persona prudente.»

JOSÉ MIGUEL VIÑAS

La física de las nubes

Una introducción a las ciencias de la atmósfera y el clima

FRANCISCO J. TAPIADOR, CATARATA AÑO 2025 300 PÁGINAS ISBN: 978-84-1067-372-4



Este libro de corte divulgativo introduce al lector de forma amable y rigurosa en la física de la atmósfera y el clima, poniendo el foco de atención en las nubes y la precipitación, que son dos de los principales campos de estudio del autor. Francisco J. Tapiador es catedrático de Física de la Tierra en la Universidad de Castilla-La Mancha, donde imparte clases en el grado de Física. Tal y como expone en su perfil de la página web de su universidad, sigue varias líneas de investigación. La principal es el estudio de la precipitación, tanto a partir de datos de satélites –en especial el GPM de la NASA, en cuyo equipo científico internacional lleva desde hace más de 15 años–, modelos numéricos (meteorológicos, de clima y del sistema Tierra), como con observaciones de pluviómetros, disdrómetros y radares.

La física de las nubes es un libro sobresaliente por varios aspectos. Antes de adentrarnos en su lectura (que rápidamente nos atrapa) llama la atención su cuidada edición. Se trata de un libro con hojas de papel satinado, ilustrado en su totalidad a color. Contiene una extensa colección de imágenes, entre las que encontramos tanto figuras (algunas confeccionadas por el propio autor) como decenas de fotografías que destacan por su belleza y espectacularidad. Muchas de ellas son del archivo de la NOAA, las hay también de NASA y de otras librerías de imágenes. Se trata de una selección muy cuidada, que complementa a la perfección todo lo que se va contando en el texto.

Uno de los grandes retos que afronta Francisco J. Tapiador en esta obra es la omisión de fórmulas matemáticas, que es algo que la temática abordada pide de forma natural. Este es, sin duda, uno de los grandes logros del autor; su capacidad didáctica y excelencia divulgadora. Lo fácil para él hubiera sido incluir las ecuaciones que usa habitualmente en sus clases de la universidad y con las que se mueve como pez en el agua; sin embargo, a pesar de prescindir de ellas consigue explicar de manera magistral infinidad de cuestiones complejas sobre los fundamentos de la termodinámica, la mecánica de fluidos o la teoría cinético-molecular, necesarias para comprender el comportamiento de las nubes y los procesos de precipitación.

El libro está dividido en 23 capítulos en los que se van abordando con un gran nivel de detalle y precisión conceptos y cuestiones de lo más diversas en relación a la física de las nubes, todas ellas de interés. El recorrido se inicia en el ciclo hidrológico, para seguir con la humedad del aire, las nubes y meteoros como la lluvia, la nieve, el granizo, las nieblas, el rocío o la escarcha. Los cristales de hielo –fundamentales para comprender lo que ocurre en el interior de las nubes– son también abordados en otro capítulo. El capítulo 10 está dedicado a la variabilidad de la lluvia, seguido de otro sobre las sequías y otro sobre la lluvia ácida.

Los capítulos 13 y 14 están dedicados al pluviómetro y al disdrómetro respectivamente, el 15 al radar meteorológico y el 16 a los satélites meteorológicos. Estos dos capítulos son, posiblemente, los que incorporan una información más técnica y detallada. A buen seguro, muchas de las cosas que se cuentan en ellos se divulgan por primera vez fuera del pequeño círculo de los especialistas en el tema. Este es uno de los grandes valores que tiene esta obra. Igual de sobresaliente es el capítulo 17, dedicado a la modelización del tiempo y el clima, en el que en apenas ocho páginas Tapiador explica con gran sencillez uno de los temas más complejos que hay en el campo de las ciencias atmosféricas. Se complementa con el capítulo 21, dedicado a la microfísica de las nubes, en el que el autor explica la importancia que tienen las parametrizaciones de estos procesos en los modelos. Tapiador incluye en ellos un par de figuras muy técnicas (la 21.5 y la 21.6) que ilustran a la perfección el inmenso reto que supone integrar la citada microfísica de las nubes en las simulaciones numéricas. Se completa el libro con capítulos dedicados al calor latente, la estabilidad de las capas de aire, los ciclones, la electricidad atmosférica y la modificación del tiempo y el clima.

Resulta muy interesante leer el epílogo que el autor incluye al final de *La física de las nubes*, pues el lector habrá entendido la razón de que se formen nubes y de los procesos que se dan en su interior. Y es que al acabar de leer el libro, tendrá en sus manos un texto que le permitirá saber más que lo que Aristóteles o Newton supieron sobre el tema en su día y, además, estará preparado para entender mejor cómo funciona la atmósfera y el clima.

En resumen, estamos ante un libro que rellena un hueco en la bibliografía meteorológica en español y que, a buen seguro, despertará vocaciones entre los estudiantes de Física, animando a algunos de ellos a interesarse por las ciencias atmosféricas. Al lector interesado en estos temas le permitirá conocer muchos aspectos de esta apasionante disciplina científica, de la mano de un especialista en el tema con grandes dotes de divulgador.

JOSÉ MIGUEL VIÑAS

Augusto Arcimis, mucho más que un gran desconocido; un imprescindible en la historia de la ciencia española. Biografía de Augusto T. Arcimis Werle

ANTONIO CABAÑAS CÁMARA. 2025. REPOSITORIO ARCIMIS DE AEMET. 28 PÁGINAS

Antonio Cabañas, funcionario jubilado de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), es bien conocido de los lectores de *Tiempo y Clima* y de los interesados en mantener la memoria de los inicios de la meteorología institucional en España. Ha tenido una importante participación en la defensa del recinto y los edificios de la antigua sede de AEMET (desde 1888 a 1962) en el parque del Retiro de Madrid y en especial del histórico "Castillo", recientemente rehabilitado tras muchos años de abandono. Muchos recordarán, por ejemplo, su enérgica reacción hace unos años cuando una irreverente excavadora del ayuntamiento demolió lo que quedaba del pedestal donde Arturo Duperier realizó las primeras medidas de radiación cósmica en España. Gracias a la rápida actuación de Antonio en el mismo día del desastre, se han podido conservar los restos de ese pedestal y situarlo en su ubicación primitiva.

Como consecuencia de esa preocupación histórica, Antonio Cabañas desarrolló también un profundo interés por las personas que hace más 130 años participaron en la creación del servicio meteorológico en España e instalaron su primera sede en el parque más famoso de Madrid. Inevitablemente, ese interés le hizo toparse enseguida con don Augusto Arcimis Werle (Sevilla, 1844), primer director, en 1888, de lo que entonces se llamó Instituto Central Meteorológico y responsable del mismo hasta su fallecimiento en 1910. No pasó mucho tiempo hasta que Antonio Cabañas se convirtiera en el mayor especialista en la figura de Arcimis, Sobre la misma ha investigado profundamente, ha publicado artículos en la prensa y en revistas especializadas y ha pronunciado conferencias en Madrid, Cádiz y otras ciudades. Gracias a Antonio hemos conocido mucho mejor la historia de este personaje polifacético y autodidacta cuyo trabajo en astronomía, previa a su dedicación meteorológica, superó con creces al de la astronomía institucional. Cabañas nos ha desvelado también los diversos avatares de la vida de Augusto Arcimis durante casi 40 años en Cádiz donde, antes de marchar a Madrid, llevo a cabo actividades muy diversas y fue un conocido patricio de la ciudad.

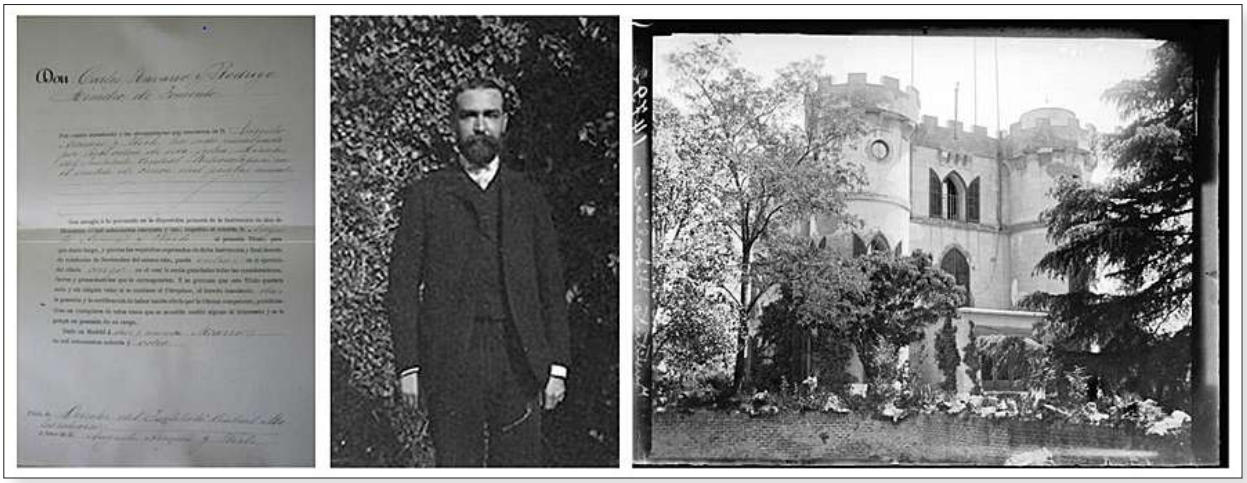
En su investigación, Antonio Cabañas ha reunido un ingente material gráfico en buena parte inédito y en parte proveniente de otras fuentes como por ejemplo la magnífica colección de clichés fotográficos de don Augusto, excelente fotógrafo, encontrada hace solo unos pocos años y ahora ya accesible en un repositorio oficial.

Una biografía de Arcimis amplia y bien editada obligaría a un trabajo ingente con amplia documentación gráfica, pero precisamente por ello, su publicación editada institucionalmente tropieza con bastantes dificultades. Cabañas, sin embargo, no renuncia a que pueda hacerse realidad: "El autor de este artículo está realizando una completa biografía de D. Augusto Arcimis, que verá la luz en los próximos años." Ojalá sea así, pero mientras tanto ha tenido la buena idea de ofrecernos una biografía resumida, pero bastante detallada y con una muestra abundante del material gráfico del que dispone. El procedimiento elegido para hacérnosla llegar se está utilizando crecientemente para evitar que se pierdan o queden escondidos en remotas bibliotecas muchos trabajos de amplio interés. Consiste en archivarlos digitalmente en un repositorio electrónico accesible, con condiciones de acceso, si es preciso, o sin ellas. El repositorio Arcimis de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) de libre acceso en la dirección **https://repositorio.aemet.es/** es un depósito institucional destinado a reunir, conservar y difundir documentos resultantes de la actividad científica, institucional y docente de la Agencia Estatal de Meteorología. También se incluye el patrimonio bibliográfico digitalizado por la Biblioteca de AEMET.

En definitiva, que la publicación "Augusto Arcimis, mucho más que un gran desconocido; un imprescindible en la historia de la ciencia española" de Antonio Cabañas Cámara ha quedado recientemente archivado en el repositorio Arcimis de AEMET con el enlace **http://hdl.handle.net/20.500.11765/17268** .También se puede acceder con las herramientas del repositorio en la página de acceso.

El autor lo menciona como un artículo, pero la extensión, mayor que la de muchos artículos tradicionales no es lo importante. Se trata realmente de una biografía resumida de Augusto Arcimis que tiene como soporte un archivo digital e incluye bastante material gráfico. No se puede negar lo apropiado que resulta el que quede alojada precisamente en el repositorio que lleva su nombre.

MANUEL PALOMARES CALDERÓN



Nombramiento de director del ICM. Fuente: Instituto Geográfico Nacional; retrato de Augusto Arcimis (circa 1888). Fuente: Instituto del Patrimonio Cultural de España (IPCE); Castillo del Retiro, sede del ICM. 1892. Fuente: IPCE

REUNIONES Y CONGRESOS

Reunión anual de la Sociedad Meteorológica Europea (EMS 2025), Liubliana, 6-11 de septiembre de 2025



Como es habitual en las conferencias anuales de la EMS, la oferta de sesiones fue amplia teniendo lugar simultáneamente en diferentes salas (hasta 5 en esta ocasión). A la edición de 2025 (EMS2025) asistieron 704 participantes de 49 países: 615 presenciales en Liubliana y 89 en línea. A modo de curiosidad, los participantes de España fueron muy numerosos siendo el 5º país en número de asistentes (36) tras Alemania, Italia, Eslovenia y el Reino Unido. El modelo de reunión híbrido (presencial/virtual) ha demostrado funcionar muy bien. El tema central de la conferencia sobre el que se enfocaron algunas sesiones e intervenciones en plenario fue "La utilización creciente de la Inteligencia Artificial (AI) y el Aprendizaje Automático (ML) en las ciencias atmosféricas y las aplicaciones meteorológicas con especial atención a inundaciones y alertas".

La rápida evolución de la AI y el ML está transformando nuestra comprensión de la compleja interacción entre la atmósfera, el clima y la sociedad humana profundizando en el poder transformador de la AI para mejorar la predicción meteorológica y climática, la monitorización ambiental y la investigación y las aplicaciones meteorológicas. La AI y el ML permiten a los científicos procesar grandes cantidades de datos atmosféricos con una velocidad y precisión sin precedentes. Esto permite la identificación de patrones complejos dentro de los sistemas atmosféricos, lo que conduce a pronósticos más precisos a corto y largo plazo y a una mejor comprensión de la atmósfera. Las diferentes sesiones de la EMS2025 se dividieron en 5 grandes categorías: eventos plenarios, compromiso con la sociedad, sistemas operativos y aplicaciones, comprendiendo los procesos del tiempo y del clima y finalmente talleres y reuniones paralelas.

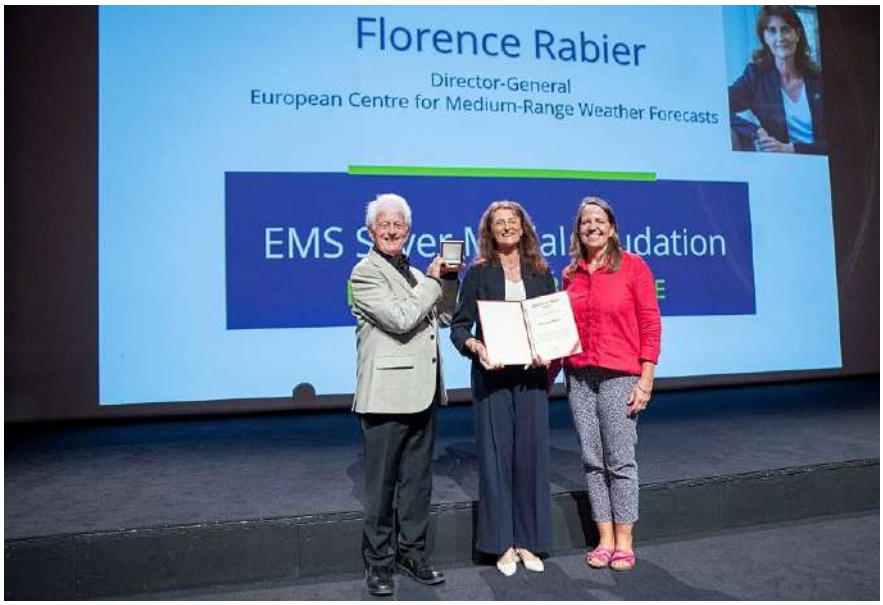
El acto de inauguración consistió en una mesa redonda en torno al tema central de la conferencia "La utilización creciente de AI/ML en las ciencias atmosféricas y las aplicaciones meteorológicas" (véase video en **https://vimeo.com/1118019284?fl=pl&fe=sh**). En este acto entre otros temas se destacaron como los modelos basados en AI/ML están revolucionando la forma en que predecimos y respondemos a fenómenos meteorológicos adversos, como huracanes, tornados e inundaciones. La urgencia de seguir mejorando en este ámbito queda demostrada por los recientes eventos de gran impacto dentro y fuera de Europa, y reconocida por la iniciativa EW4ALL (Alertas Tempranas para Todos), iniciada recientemente por la OMM y otros organismos. Mediante el análisis de datos en tiempo real de diversas fuentes, como satélites, radares y sensores terrestres, los algoritmos de AI/ML probablemente puedan ayudar a generar alertas más puntuales y precisas, permitiendo a las autoridades tomar medidas proactivas para proteger vidas y bienes. Además, la AI/ML está revelando información valiosa sobre los factores y las consecuencias del cambio climático. Mediante el análisis de datos ➔



Participantes en la mesa redonda "La utilización creciente de AI/ML en las ciencias atmosféricas y las aplicaciones meteorológicas" [de izquierda a derecha: la moderadora Liz Bentley (presidenta de la EMS), Stefan Uhlenbrook (director de Hidrología, Agua y Criosfera de la OMM), Florence Rabier (directora general del ECMWF), Kirstine Dale (jefa de IA de la Met Office), Gabriela Aznar (equipo para el desarrollo de la AI para aplicaciones operativas de MeteoSwiss), Alan Hally (jefe del equipo de transformación AI de Met Eireann), Monique Kuglitsch (Gerente de Innovación en Fraunhofer HHI y presidenta de la iniciativa global UIT/OMM/PNUMA/CMNUCC/UPU sobre Resiliencia a los Riesgos Naturales a través de Soluciones AI)].

climáticos históricos y la modelización de escenarios futuros, se podría comprender mejor el impacto de las actividades humanas en el medio ambiente y desarrollar estrategias para mitigar los riesgos climáticos. Sin embargo, se requiere todavía una gran cantidad de años-persona para aprovechar al máximo el potencial de la AI/ML en los campos mencionados, lo que representará un desafío para los próximos años.

Entre los resultados de las diferentes categorías de premios, cabe destacar la concesión de la medalla de plata de la EMS a Florence Rabier, directora general del ECMWF, por su innovadora carrera científica, académica y de liderazgo, marcada por contribuciones pioneras a la asimilación variacional de datos de observaciones satelitales en predicción numérica del tiempo y por su papel proactivo posicionando al ECMWF a la vanguardia de la revolución del ML. Tras la entrega de la medalla, la homenajeada pronunció la conferencia titulada "Predicción numérica del tiempo: la fuerza de un objetivo común" (véase vídeo de la entrega de premios y la conferencia correspondiente a la medalla de plata de la EMS de 2025 en **https://vimeo.com/1117958622?fl=pl&fe=vl**). En su conferencia Rabier recordó que, si bien la evolución de la predicción numérica del tiempo ha sido progresiva en las últimas cinco décadas desde la creación del ECMWF, se han producido algunos avances notables, a veces disruptivos, que han extendido la amplitud y el alcance de sus actividades. Mencionó los siguientes avances significativos: la predicción por conjuntos, el uso de observaciones satelitales y su asimilación basada en la teoría del control óptimo 4D-Var, los reanálisis. los modelos del sistema Tierra, las predicciones en rangos temporales largos (estacionales y más tarde subestacionales). Describió también el recorrido en supercomputación del ECMWF. Desde el Cray 1, instalado en Reading en 1978, las supercomputadoras han aumentado su potencia de forma constante hasta las actuales arquitecturas híbridas, con una combinación de CPU y GPU que exige revisar por completo los códigos numéricos, haciéndolos más portátiles y flexibles. Finalmente, llegó hasta la reciente emergencia del ML que está siendo aplicado tanto por grandes empresas tecnológicas como por organizaciones como el ECMWF y el mundo académico. Terminó con una reflexión sobre el desarrollo de la predicción numérica del tiempo donde las naciones, los continentes y los sectores público y privado han trabajado y trabajan juntos por el bien común.



Florence Rabier recibiendo la medalla de plata de la EMS flanqueada por David Burridge (exdirector del ECMWF) y Liz Bentley (presidenta de la EMS). Fuente: EMS/Katja Kodba



Representación del equipo Anemoi recibiendo el premio EMS para logros tecnológicos de Robert Mureau (presidente del comité de selección). Fuente: EMS/Katja Kodba

El premio EMS para "logros tecnológicos e innovaciones significativas en el campo de la meteorología y la observación de la Tierra" fue para el marco Anemoi que representa un esfuerzo pionero en la integración del ML con la predicción numérica clásica, desarrollado a través de una iniciativa europea colaborativa liderada por el ECMWF. Diseñado para mejorar la precisión, la eficiencia y la accesibilidad de la predicción meteorológica basada en datos, Anemoi se basa en técnicas avanzadas de ML y una arquitectura modular de código abierto que permite democratizar el acceso a herramientas de predicción de vanguardia. El objetivo fundamental de este desarrollo es permitir que todos, desde los grandes servicios meteoroló-

gicos hasta los estudiantes de máster, puedan utilizar técnicas avanzadas de ML de forma rápida y eficiente mediante la cooperación europea, la formación y el código abierto.

Hubo, como es habitual, una muy interesante conferencia estratégica a cargo de Matjaz Licer, investigador de la Oficina de Meteorología, Hidrología y Oceanografía de la Agencia Medioambiental Eslovena sobre "El papel fundamental del aprendizaje profundo en la investigación, la predicción y las aplicaciones ambientales". El conferenciante ilustró la idea general del aprendizaje profundo como aproximador universal de funciones presentando varios algoritmos de aprendizaje profundo que su grupo desarrollaba para abordar diversos desafíos operativos en oceanografía e hidrología. Mostró la utilidad de cada uno de los algoritmos profundos presentados, si bien se planteaba la pregunta de si estos algoritmos profundos funcionan simplemente como alternativas numéricamente económicas, aunque opacas, de los modelos numéricos clásicos, o si pueden ofrecer una forma complementaria para obtener resultados que van más allá de los modelos geofísicos clásicos (véase video en **https://vimeo.com/1117551389?&login=true**).



Los editores jefe del Journal of the European Meteorological Society (JEMS), Johannes Schmetz (izq.) y Gert-Jan Steeneveld (der.) publicitando la revista. Fuente: EMS/Martina Junge

Entre las presentaciones solicitadas cabe mencionar la pronunciada por Mariana Clare (ECMWF) titulada "Modelos meteorológicos basados en datos: una nueva era en meteorología" donde resumió el rápido avance de ML en este ámbito que se puede considerar como revolucionario. Indicó que desde 2018 el progreso ha sido vertiginoso y los modelos basados en datos actuales alcanzan un nivel de precisión comparable, e incluso superior en muchos casos, a los modelos numéricos tradicionales. Además, estos modelos pueden generar pronósticos en minutos, consumiendo hasta 1000 veces menos energía. Un análisis del modelo AIFS del ECMWF y de otros modelos basados en ML muestra su alto nivel de rendimiento también en su capacidad para predecir eventos extremos. Se mostraron resultados de los sistemas de predicción por conjuntos basados en datos y el uso de modelos basados en ML para aprender y predecir directamente a partir de observaciones. En ambos casos, el ML abre enormes posibilidades, gracias a la velocidad con la que estos modelos generan pronósticos y a su capacidad para aprender de nuevos conjuntos de datos, facilitando el análisis de datos del sistema terrestre.

Frederik Kratzert (Google Research) hizo también una presentación solicitada sobre "Alertas globales de inundaciones: modelización de la precipitación y de la escorrentía basada en datos a escala global". El Banco Mundial estima que mejorar los sistemas de alerta temprana contra inundaciones en estos países hasta alcanzar los estándares de los países desarrollados salvaría, en promedio, 23 000 vidas al año. Por todo ello, Google comenzó a trabajar en la predicción de inundaciones en 2017, centrándose inicialmente en regiones particularmente afectadas (como India y Bangladesh). En los años siguientes, amplió el proyecto a otros países, pero no fue hasta 2021 cuando comenzó a trabajar a escala global desarrollando modelos de predicción globales que prevén caudales con hasta 7 días de anticipación.

Especial interés tuvo la sesión sobre "Sistemas de predicción, pronóstico inmediato y alerta temprana" donde se presentaron los cada vez más sofisticados sistemas desarrollados para apoyar y, en muchos casos, automatizar el proceso de predicción y emisión de alertas, incluyendo también las interacciones con los usuarios, que forman parte de la cadena de valor de las alertas. La rápida proliferación de modelos disponibles, incluyendo modelos probabilísticos y de asimilación rápida de predicción numérica del tiempo, así como una gran cantidad de observaciones, junto con una mayor comprensión de las necesidades de los usuarios, ha impulsado el desarrollo de estos sistemas. Como parte del legado del programa HIWeather de la OMM, en la sesión se han presentado y discutido los retos, las lagunas y las oportunidades interdisciplinarias en la evaluación de la cadena de valor de las alertas, desde la observación, el pronóstico inmediato y la predicción hasta la emisión de alertas y la respuesta. Asimismo, los rápidos avances en ML han permitido conocer los grandes avances que han realizado algunos servicios meteorológicos en el desarrollo de sistemas automatizados de alertas tempranas. Un ejemplo es el sistema SINFONY desarrollado por el DWD que combina de forma unificada (*seamless*) las predicciones inmediatas (*nowcasting*) con las predicciones a corto plazo, especialmente útiles en el caso de eventos convectivos, y que combinado con un modelo hidrológico alimentan el sistema automático RainBow de alertas. La utilización cada vez más frecuente de ML y la creciente automatización de los sistemas de alertas, que generan en muy poco tiempo propuestas para la supervisión de los predictores, constituyeron una parte muy importante de las comunicaciones de esta sesión.

La sesión dedicada a "Asimilación de datos y predicción por conjuntos (en corto, medio y largo plazo): métodos tradicionales frente a aprendizaje automático" se centró en la combinación con la predicción inmediata y la capacidad de generar predicciones puntuales y precisas de fenómenos meteorológicos extremos de alto impacto incluso a medio y largo plazo. Fue →



Cada mañana, durante la pausa del café, los meteorólogos del Servicio Meteorológico Nacional de Eslovenia presentaron un briefing sobre la situación meteorológica actual y las previsiones. Fuente: EMS/Katja Kodba

especialmente relevante el uso de predicciones por conjuntos para pronosticar fenómenos meteorológicos extremos.

También hubo una sesión específica dedicada a "Aprendizaje automático en meteorología y clima" donde se presentaron, entre otras, contribuciones del modelo AIFS basado en datos, del marco Anemoi del ECMWF y de Destination Earth. Se presentaron también contribuciones en el postproceso de los modelos numéricos de predicción a plazos corto, medio y estacional, así como trabajos en *nowcasting*, generación de rejillas, uso de datos proporcionados por la comunidad (*crowd-sourced*) para mejorar las alertas de impactos, entre otras muchas aplicaciones del ML.

También se desarrolló un acto paralelo de la acción COST MEDUSSE (*Seasonal-to-decadal climate predictability in the Mediterranean: process understanding and services*). Este proyecto aborda tanto el desafío científico como el social, mediante la creación de una red de expertos en variabilidad climática, predictibilidad, predicción y aplicaciones climáticas apoyando la transformación de los conocimientos climáticos en servicios climáticos útiles. Entre los objetivos específicos, siempre centrados en la región Mediterránea, se incluyen la formación y la colaboración interdisciplinarias, el fortalecimiento de las agencias hidrometeorológicas nacionales y la promoción de una comunicación continua entre los investigadores climáticos y los grupos de interés. En el acto hubo 3 presentaciones sobre teleconexiones (P. Ruggieri, Univ. Bolonia), sobre el uso de AI en las predicciones climáticas (L. Cavicchia, CMCC) y sobre el reforzamiento de la resiliencia frente a la sequía en la región balcánica (A. Susnik, DMCSEE). La acción COST MEDUSSE hereda y continúa con gran parte de los temas y acciones que se desarrollaron en el proyecto MEDSCOPE.

Como siempre en las reuniones anuales de la EMS las sesiones se desarrollaron simultáneamente, lo que obliga a los asistentes a realizar una previa selección de temas y charlas en las que participar (el programa muestra la cantidad de sesiones y eventos que tuvieron lugar durante la EMS 2025: **https://meetingorganizer.copernicus.org/EMS2025/session_programme**). Como es habitual, las reuniones anuales de la EMS proporcionan una visión muy actualizada tanto de la investigación como de las operaciones y aplicaciones en meteorología y clima. Además de las sesiones dedicadas a áreas de conocimiento con una larga historia dentro de las conferencias de la EMS, han surgido recientemente nuevas sesiones dedicadas a temas más novedosos o que han tenido una creciente actividad tales como los métodos basados en AI y ML en meteorología y climatología, comunicación con especial énfasis en la lucha contra la desinformación y la comunicación de las incertidumbres, servicios climáticos, sistemas de alerta temprana, información para apoyar la toma de decisiones, etc. La próxima reunión EMS2026 se celebrará el próximo año en Utrecht, Países Bajos, entre el 6 y el 11 de septiembre de 2026.

ERNESTO RODRÍGUEZ CAMINO

PRÓXIMAS CITAS

NOVIEMBRE 2025 – FEBRERO 2026

29 octubre – 3 noviembre, Poreč, CROACIA y a distancia
- **37th International Conference on Alpine Meteorology (ICAM)**

4 – 6 noviembre, Oslo, NORUEGA
- **The 15th EUMETNET Data management workshop** (organizado por EUMETNET pero abierto a quienes deseen participar) -

17 – 21 noviembre, Utrecht, PAISES BAJOS
- **12th European Conference on Severe Storms**

18 – 29 noviembre, Pune, INDIA
- **International Symposium on Tropical Meteorology (INTROMET 2025), Indian Meteorological Society's (IMS)**

Noviembre, Barcelona, ESPAÑA – Jornadas Eduard Fonserè de la Asociación Catalana de Meteorología
– **http://www.acam.cat**

25 – 29 enero 2026, Houston. EE.UU.
- **106ª Reunión de la American Meteorological Society.** El lema de la conferencia es *"Fast and Slow Thinking: The Human Factor in a Rapidly Changing World"*

9 – 12 febrero, 2026, Wellington, NUEVA ZELANDA
- International Conference on Meteorology, Climatology, and Atmospheric Physics (COMECAP2026)

25 – 27 febrero, Málaga, ESPAÑA
- XXXVI Jornadas de la Asociación Española de Meteorología (AME) y 24º Encuentro hispano – luso de meteorología, bajo el lema **"Extremos meteorológicos y climáticos: integrando ciencia, alertas y respuestas"**

HAN COLABORADO TAMBIÉN...

Han colaborado también: Carlos Yagüe Anguís, David Pérez Fernández, David Mancebo Atienza, Benjamin Porée, Nany Lavado Fernández, Javier Martínez Martínez, Oier Seoane, Marcos Romero, RRSS de Almuñécar Comunicación, Antonio José Galindo Navalón y Miguel Marqueta Lanuza



Título: "No es tornado, mas lo parece"
Autor: Antonio José Galindo Navalón

Durante las primeras horas de la tarde del 3 de agosto de 2025, en los alrededores de Alcázar de San Juan (Ciudad Real), las condiciones atmosféricas (altas temperaturas –máxima de 39 ºC– cielo despejado y viento de componente este) favorecieron la formación de varias tolvaneras de grandes dimensiones, que levantaban polvo finísimo de salitre de un saladar, como ésta que se produjo a las 16:50 h.

AEMET, *contigo, abordando el reto climático*

aemet
Agencia Estatal de Meteorología