

Riesgos y realidades: Eventos climáticos extremos en España

Camilo Ruiz Méndez y Rafael Suárez López

Camilo Ruiz Méndez es doctor en Física y profesor de Didáctica de las matemáticas y ciencias experimentales de la Universidad de Salamanca.

Rafael Suárez López es profesor de Didáctica de las ciencias experimentales de la Universidad de Salamanca.

Ambos pertenecen al Grupo de Investigación reconocido EMC3, Área de didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Salamanca

El clima y el tiempo influyen de manera directa en la vida cotidiana y el bienestar del ser humano. Desde nuestras actividades cotidianas hasta las características que nos definen sociedad, el clima y el tiempo atmosférico nos han modelado y condicionado nuestro bienestar. La gran capacidad de adaptación del ser humano a diferentes condiciones ambientales ha facilitado su expansión por todo tipo de climas, ajustando para ello su modo de vida a las necesidades impuestas por las condiciones ambientales, y de forma que es fácil encontrar un vínculo entre el clima en el que vivimos y, por ejemplo, lo que comemos o nuestro calendario anual.

Durante los anteriores 10 000 años, lo que conocemos como el Holoceno, la temperatura media del planeta ha variado apenas alrededor de un grado centígrado. Esta estabilidad climática ha permitido el desarrollo de la civilización como la conocemos y ha permitido crecer a la especie humana hasta vivir en todo el planeta tierra. A través del clima podemos explicar, en buena medida, gran parte de la diversidad cultural del mundo. Las sociedades en todo el mundo han evolucionado en respuesta a las condiciones climáticas particulares de sus respectivas regiones.

Sin embargo, desde hace ya algunas décadas, los científicos han advertido de que la estabilidad climática que ha sido esencial en nuestro desarrollo se ha perdido. Desde mediados de los años noventa del siglo pasado se publicaron las primeras indicaciones del aumento de la temperatura media del planeta y las evidencias que soportan la existencia del cambio climático no han parado de crecer. La temperatura media del planeta ha aumentado entre 1,1 y 1,5 °C en todo el planeta, el agua del océano alberga cada vez más energía y se ha calentado alrededor de 0,67 °C, las capas de hielo van

RIESGO CLIMÁTICO, CONDICIONES SOCIALES Y ACCIONES DE ADAPTACIÓN Y RESPUESTA ANTE EVENTOS EXTREMOS

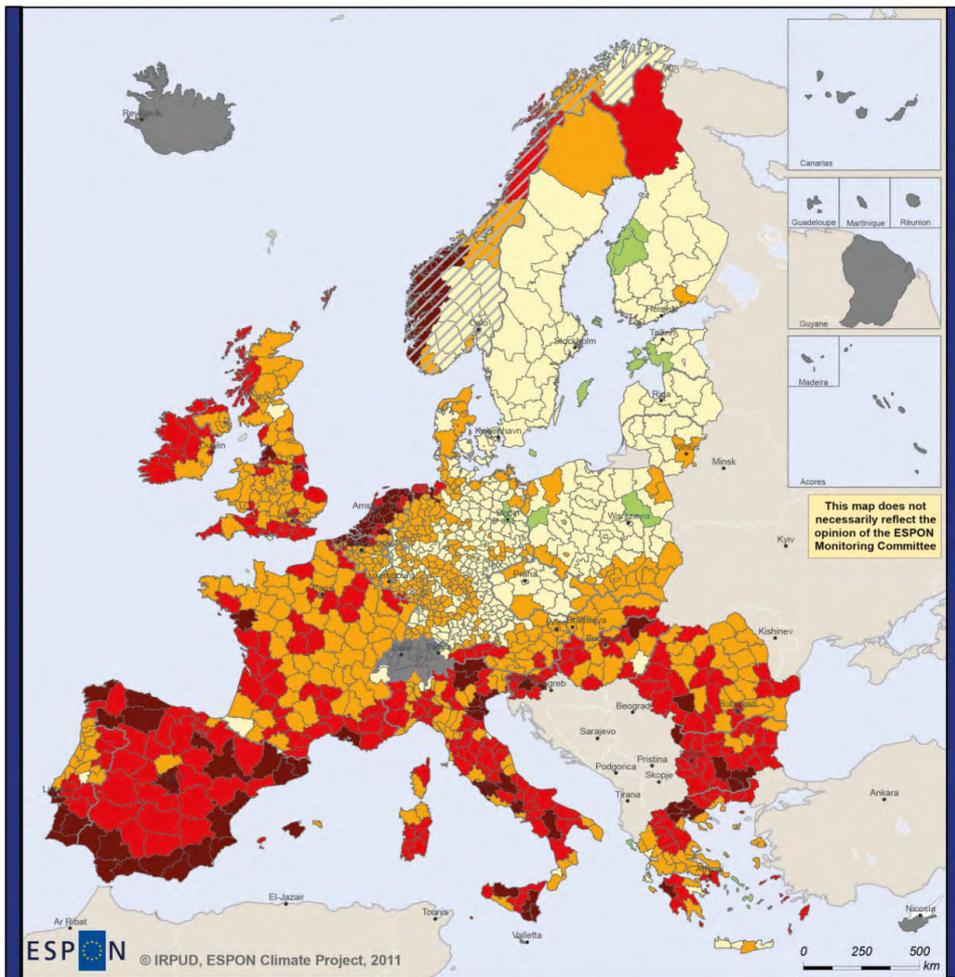
desapareciendo y los glaciares en todo el planeta van reduciéndose de tamaño. Los eventos extremos del clima como son las inundaciones, grandes tormentas, sequías prolongadas han aumentado en frecuencia y severidad. Todas estas evidencias representan un cambio fundamental en el clima del planeta del que todos los seres vivos dependemos.

El cambio climático tiene un origen antropogénico, eso quiere decir que está causado por la actividad humana. La quema de combustibles fósiles que hemos utilizado para desarrollar nuestras economías emite a la atmósfera grandes cantidades de gases de efecto invernadero que alteran nuestra atmósfera. Al momento de redactar este artículo (febrero del 2024) hay una concentración de 422,80 ppm de CO₂ comparadas con las 275 ppm de antes de la revolución industrial. Las grandes concentraciones de estos gases en la atmósfera impiden que la energía emitida al espacio por la Tierra en forma de ondas electromagnéticas en infrarrojo pueda abandonar el planeta y haga aumentar la temperatura. La actividad humana ha alterado la composición de la atmósfera y eso causa un aumento de las temperaturas y muchos otros de los efectos de la desestabilización del clima.

Las consecuencias de estas transformaciones han sido advertidas desde hace décadas por los científicos: una reducción de la actividad productiva, grandes migraciones, grandes sequías e inundaciones, peligrosas olas de calor por todo el mundo. Estas advertencias se han vuelto más presentes en los últimos años con la aparición de eventos extremos atribuibles al cambio climático y una percepción por el público en todo el planeta de la severidad de estas consecuencias.

De acuerdo con el informe ESPON, España tiene una de las vulnerabilidades más altas frente al cambio climático entre sus vecinos europeos. El impacto de este fenómeno en España será de naturaleza variada y afectará de forma asimétrica a diferentes regiones y personas, pero sabemos que el impacto será alto a menos de que se pongan en marcha medidas decididas de mitigación y adaptación en la breve ventana de oportunidad que tenemos. El cambio climático es un problema global y requiere soluciones coherentes, basadas en la ciencia y conjuntas, por lo que será difícil construir consensos en los pocos años que tenemos hasta agotar nuestro margen de emisiones de combustibles fósiles.

Figura 1: La vulnerabilidad climática en Europa de acuerdo a la metodología ESPON con datos de 2009



ESPON © IRPUD, ESPON Climate Project, 2011

EUROPEAN UNION
Part-financed by the European Regional Development Fund
INVESTING IN YOUR FUTURE

Regional level: NUTS3
Origin of data: see data sources of the individual impact and adaptive capacity dimensions
© EuroGeographics Association for administrative boundaries

The potential impacts were calculated as combination of regional exposure to climate change and the most recent data on weighted dimensions of physical, economic, social, environmental and cultural sensitivity to climate change.

- Highest negative impact (0.5 - 1.0)
- Medium negative impact (0.3 < 0.5)
- Low negative impact (0.1 < 0.3)
- No/marginal impact (>-0.1 < 0.1)
- Low positive impact (-0.1 >-0.27)
- No data
- Reduced data

Fuente: ESPON

En este artículo de divulgación hablaremos de algunas definiciones del cambio climático y describiremos el impacto actual y futuro en la península Ibérica debido a este fenómeno global.

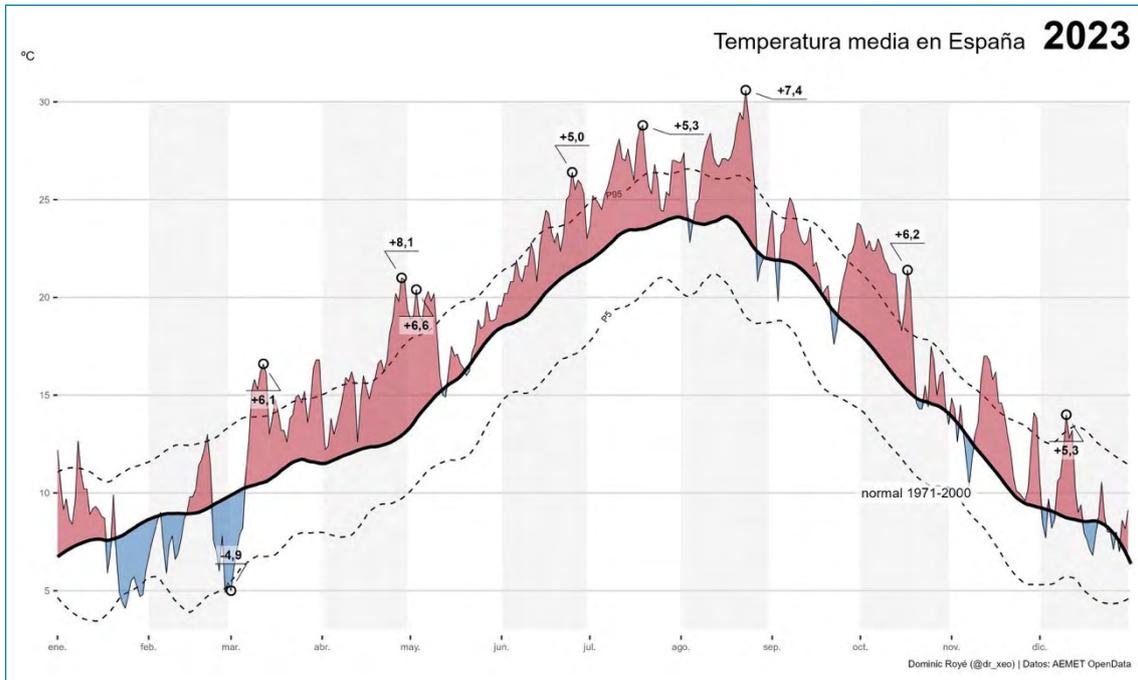
Tiempo y clima

Cuando hablamos del clima de una región determinada nos referimos a las condiciones medias del tiempo atmosférico. Este lo medimos a través de diferentes variables como la temperatura, la precipitación, la humedad, o la velocidad y dirección del viento, entre otras. Por lo tanto, si tenemos un número suficiente de años, podremos saber qué valores son esperables para cada una de las variables. Dicho de otro modo, podremos decir qué temperatura máxima habrá en agosto, o cuál es la precipitación que esperamos en primavera para un lugar determinado. Pero también nos permite hacer otra cosa: comparar si esos valores son similares a los del pasado, o son llamativamente diferentes.

Desde un punto de vista formal, el cálculo del clima de un lugar suele realizarse con períodos de tiempo de treinta años o más. Por ejemplo, las directrices de la Organización Meteorológica Mundial recomiendan el período 1991-2020 para el estudio del clima actual, o el período 1961-1990 para el estudio del cambio climático. La caracterización estadística del clima de una región nos aporta información de patrones de variación, persistencia y repetición de los diferentes factores climáticos y fenómenos atmosféricos.

Cuando comparamos el clima actual (período 1991-2020) con el pasado, los valores de temperatura, precipitación y demás variables son cada vez más distintos de los del pasado (período 1961-1990). En tan solo treinta años la diferencia es lo suficientemente acusada como para inducir cambios notables en el clima. Esto lo observamos en muchos aspectos, como la producción de nuestros cultivos, la distribución de la biodiversidad, o el acceso al agua para consumo humano. Además, otra de las características del cambio climático que estamos experimentando es la mayor frecuencia e intensidad de los fenómenos climáticos extremos. Esto significa que fenómenos como sequías, inundaciones u olas de calor cada vez tendrán una importancia mayor, y supondrán un reto creciente para el bienestar.

Figura 2: Anomalía térmica en España en el año 2023. Casi durante todo el año se superó la media climática. Las anomalías negativas son casi inexistentes y las anomalías por encima de una desviación estándar son cada vez más frecuentes.



Fuente: Dominic Royé

Contexto climático en España

España es un país que por sus condiciones geográficas tiene una considerable diversidad climática.¹ Podemos agruparlos en tres grandes grupos, en función de la precipitación (clima árido) y la temperatura (templado y frío). El clima árido se distribuye ampliamente por el sureste peninsular, la meseta sur, el valle del Ebro y Canarias, y en menor medida por la meseta norte, las islas Baleares y el sur de Extremadura. La mayor parte se trata de un clima estepario, quedando el tipo desértico restringido a pequeñas zonas del sureste peninsular, la isla de Lanzarote, y el sur de Tenerife y Gran Canaria.

El clima de mayor extensión en España es el templado. Aparece en la mayor parte de las zonas de baja y media altitud, a excepción de las áreas mencionadas anteriormente. El caracterizado por un verano seco es el que ocupa mayor extensión, quedando el clima templado sin estación seca restringido a la región costera del norte peninsular, al sistema Ibérico, y a altitudes medias de los Pirineos.

¹ Andrés Chazarra-Bernabé, Belinda Lorenzo Mariño, Ramiro Romero Fresneda y José Vicente Moreno García, *Evolución de los climas de Köppen en España en el periodo 1951-2020. Nota técnica 37 de AEMET*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico y Agencia Estatal de Meteorología, 2022.

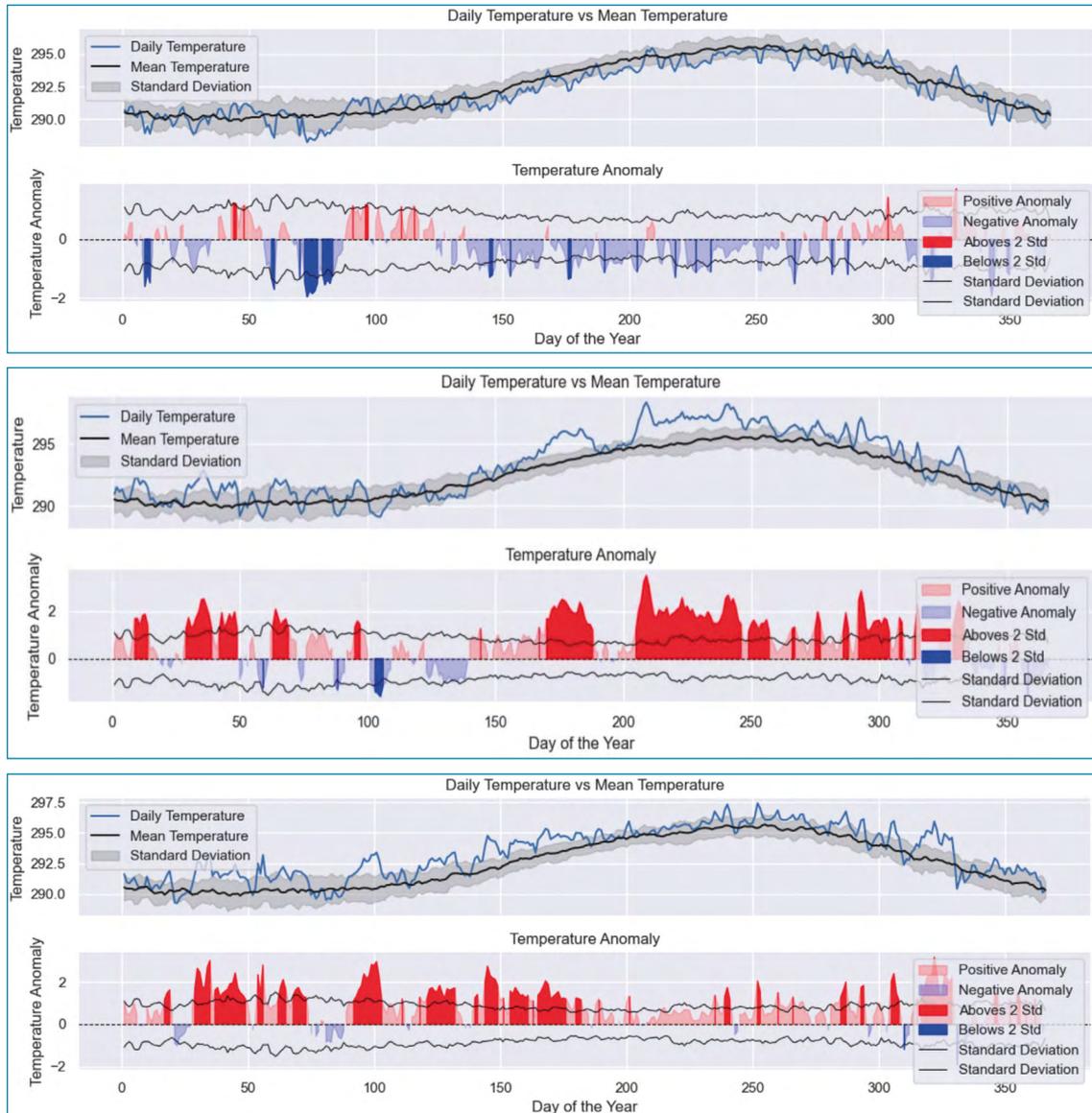
El clima frío, mientras, se observa en zonas de montaña. El caracterizado por un verano seco se observa en zonas montañosas de la cordillera Cantábrica, los sistemas Central e Ibérico, Sierra Nevada y el Teide. Mientras, el que no tiene estación seca se localiza en el Pirineo y en zonas de la cordillera Cantábrica y el sistema Ibérico.

El cambio climático en España: una mirada al pasado

El cambio climático es un fenómeno complejo, cuya velocidad y efectos no se dan uniformemente en todo el planeta. Factores como la topografía, la proximidad a masas de agua, la vegetación local o las corrientes oceánicas, entre otros muchos elementos, condicionan efectos diferentes del cambio climático. Sin embargo, pueden establecerse algunas características generales del cambio observado en España.

Por un lado, las temperaturas han aumentado en torno a los 1,7 °C desde la época preindustrial —es decir, antes del s. XIX—. Este aumento es especialmente marcado en la última década, por lo que es posible que el proceso se esté acelerando. Aunque el incremento de las temperaturas se da a lo largo de todo el año, es especialmente acusado en verano. De esta forma, se ha observado un alargamiento del verano, que ahora dura unas cinco semanas más que a inicios de los años ochenta. En el mismo período, también se han multiplicado por diez las noches tórridas (aquellas en las que la temperatura mínima no baja de 25 °C), se ha duplicado el número de días de olas de calor y se han reducido en un 25% las olas de frío.

Figura 3: Anomalías térmicas en las islas Canarias a lo largo de los años, al principio de la serie (1980) las anomalías negativas dominaban. En el año 2000 las anomalías positivas dominaban y en el año 2020 las anomalías positivas más allá de dos desviaciones estándar son la mayoría



Fuente: Creación propia con datos de ERA5.

Por otro lado, se observan efectos en las precipitaciones. Ha habido una moderada disminución de las precipitaciones anuales que ha llevado a un menor caudal de los ríos y un aumento de la superficie con clima estepario en detrimento del clima templado. Además, se ha alterado la distribución de los períodos de lluvia. Tanto las lluvias primaverales como la sequía estival están adelantándose.

Otro cambio remarcable es el aumento de la temperatura superficial en todas las regiones marinas españolas. Esto afecta, a su vez, a la temperatura y las precipitaciones de las regiones costeras adyacentes. Además, se han constatado otros cambios como un ascenso del nivel del mar, y una acidificación de las aguas superficiales.

El cambio climático en España: una mirada al futuro

España se sitúa entre las zonas en las que se prevé un cambio climático más intenso a lo largo del siglo XXI.² Las proyecciones realizadas para España a partir de los modelos del Quinto Informe de Evaluación (AR5) del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) señalan que se profundizará en las tendencias ya observadas en el pasado.³

Se espera que el aumento de las temperaturas sea más acusado en el interior que en la costa, siendo Galicia y el Cantábrico occidental donde los cambios serán más moderados. Como consecuencia, el número de días cálidos⁴ aumentará en un 50%, y las olas de calor serán más largas, especialmente en el sureste peninsular, Baleares y, sobre todo, Canarias. Además, el número de noches cálidas aumentará progresivamente a lo largo de todo el siglo XXI, especialmente en Canarias, mientras que los días de heladas disminuirán.

En cuanto a las precipitaciones, aunque las proyecciones tienen una mayor incertidumbre, se espera se reduzcan en hasta un 16% a finales del s. XXI, con diferencias regionalizadas en función de las diferentes estaciones. Por ejemplo, en invierno la disminución será mayor en el sur peninsular, el levante y los dos archipiélagos, mientras que en verano será en Galicia. Los días con precipitación también disminuirán, pero los episodios de lluvias intensas serán más frecuentes. En general, habrá una tendencia hacia climas más áridos.

En el mar, las proyecciones⁵ muestran que la temperatura superficial del agua aumentará, especialmente en las Islas Baleares.

2 Noah S. Diffenbaugh y Filippo Giorgi, «Climate change hotspots in the CMIP5 global climate model ensemble. *Climatic change*», 114, pp. 813-822, 2012, <https://doi.org/10.1007/s10584-012-0570-x>

3 Pilar Amblar Francés et al., *Guía de escenarios regionalizados del cambio climático sobre España a partir de los resultados del IPCC-AR5*. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, y Agencia Estatal de Meteorología, 2017.

4 Se definen los días cálidos como aquellos en los que la temperatura máxima está por encima del percentil 90 del período de referencia (generalmente 1961-1990).

5 Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, *Plan nacional de adaptación al cambio climático*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2006.

Eventos climáticos extremos en España

Más allá de las tendencias anteriormente señaladas, una de las consecuencias que tendrá el cambio climático será la mayor frecuencia, intensidad y duración de diferentes eventos climáticos extremos. Estos eventos, en función de su magnitud y frecuencia, suponen una exposición mucho mayor a situaciones de riesgo y tienen un gran impacto en la capacidad de resiliencia de los sistemas ambientales y socioeconómicos.

Olas de calor

Las olas de calor serán uno de los fenómenos que tendrán una importancia creciente. De hecho, esta es una tendencia que comienza a observarse desde la década de los años ochenta del siglo XX. En la mayor parte de los casos se debe a situaciones atmosféricas que permiten la llegada de masas de aire caliente provenientes del Sáhara.⁶ Los episodios de calor intenso serán mucho más intensos en julio, pero también serán más frecuentes en junio y septiembre.⁷ De la misma forma, se espera que se prolonguen durante más días, lo que hará que sus efectos sean más nocivos.

Aunque son menos destructivas que otros fenómenos meteorológicos extremos, las olas de calor suponen una gran preocupación por sus graves consecuencias en diferentes ámbitos. En primer lugar, las olas de calor afectarán a los ecosistemas de diferentes formas.⁸ Las temperaturas extremas suponen un factor de riesgo para los incendios forestales, puesto que facilitará la predisposición del combustible a arder. Por ello, a igual número de negligencias y accidentes provocados por la acción humana o por fenómenos naturales, esa mayor facilidad de ignición supondrá un mayor número de incendios y una mayor facilidad de propagación.

Otro de los efectos en los ecosistemas es la alteración de suelos, bien a través de procesos directos (por erosión, o por cambios de temperatura o precipitación), indirectos (menor entrada de materia orgánica debido a una menor productividad de los ecosistemas, o un cambio en la composición química de esta), o una combinación de ambos. La alteración de los suelos, en último término, puede suponer una alteración del ecosistema a través de cambios en la biodiversidad.

Las olas de calor también tienen un impacto en la salud humana. Los episodios de altas temperaturas tienden a aumentar la mortalidad en grupos vulnerables, especialmente

6 Roberto Serrano-Notivoli, «Heat and cold waves in mainland Spain: Origins, characteristics, and trends», *Weather and Climate Extremes*, 37, 100471, 2022, <https://doi.org/10.1016/j.wace.2022.100471>

7 Jesús Abaurrea, Jesús Asín y Ana C. Cebrián, «Modelling the occurrence of heat waves in maximum and minimum temperatures over Spain and projections for the period 2031-60». *Global and planetary change*, 161, 244-260, 2018, <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2017.11.015>

8 María J. Sanz y Elena Galán, *Impactos y riesgos derivados del cambio climático en España*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2021.

en personas mayores de 65 años. Otros grupos de riesgo son el de personas con algún tipo de enfermedad (cardiovascular, respiratoria, mental o crónica), personas con poca autonomía en su vida cotidiana, lactantes, o mujeres gestantes. Las personas que viven en condiciones socioeconómicas desfavorables, las que no tienen posibilidad de permanecer en un ambiente refrigerado, o las que tienen una excesiva exposición al calor (por motivos laborales, o de ocio) también tienen un mayor riesgo de morbilidad y mortalidad por altas temperaturas.

El efecto de las olas de calor en la salud se ha observado cuando estos episodios son de al menos tres días consecutivos de altas temperaturas, pero sus efectos continúan tres días después de haber finalizado. Para el conjunto de la población se ha estimado que el riesgo de mortalidad atribuible a las altas temperaturas aumenta aproximadamente un 10% por cada grado que supere una temperatura máxima umbral definida para cada provincia (y que oscila entre los 26 °C de Asturias y los 41,5 °C de Córdoba).⁹ Además de la temperatura máxima que se alcanza en las horas centrales del día, también tienen un gran impacto en la salud de la población que las temperaturas se mantengan altas durante la noche (las llamadas noches tropicales, en las que la temperatura no desciende de los 20 °C, o las noches tórridas, en las que no desciende de 25 °C). En total, durante el año 2023, el número de muertes atribuibles a altas temperaturas fue de 13 320.¹⁰

Las olas de calor también suponen un gran impacto para la economía. Algunas estimaciones calculan una pérdida superior al 1% del PIB (Producto Interior Bruto), ocasionalmente mayor, para las regiones del sur de Europa. En el caso de España, las proyecciones indican que este valor se incrementará a pérdidas del PIB del 2% en 2040 y del 3% en 2060. Además de los efectos derivados del impacto de las olas de calor en los ecosistemas, en la salud de la humana, y en la producción agrícola, las olas de calor afectarán a aquellos trabajos que se realizan en el exterior. Sin embargo, este efecto también se extiende al conjunto de la economía debido a la interconexión del sistema económico. El excesivo calor supone un estrés fisiológico para los trabajadores, lo que en última instancia disminuye el rendimiento del capital humano y, por lo tanto, afecta al crecimiento económico.¹¹

9 Ministerio de Sanidad, *Plan Nacional de actuaciones preventivas de los efectos del exceso de temperatura sobre la salud*. Ministerio de Sanidad, 2023.

10 Aurelio Tobías, Carmen Íñiguez y Dominic Royé, «From Research to the Development of an Innovative Application for Monitoring Heat-Related Mortality in Spain», *Environmental Health*, 1(6), pp. 416-419, 2023, <https://doi.org/10.1021/envhealth.3c00134>

11 David García-León *et al*, «Current and projected regional economic impacts of heatwaves in Europe», *Nature communications*, 12(1), 5807, 2021, <https://doi.org/10.1038/s41467-021-26050-z>

Sequías

Las sequías tienen efectos potencialmente devastadores en diferentes sectores y sistemas, como la agricultura, el abastecimiento de agua o los ecosistemas naturales. Las proyecciones señalan que los episodios de sequía serán cada vez más frecuentes, más intensos y duraderos. Hacia finales del siglo XXI, los episodios de sequía extremadamente largos, de hasta quince años, serán mucho más probables. Simultáneamente, las sequías extremadamente severas serán más frecuentes, lo que conducirá a un aumento de la aridez.¹²

Junto con el escenario anteriormente descrito de aumento de las temperaturas y mayor incidencia de las olas de calor, el aumento en número de eventos de sequía, así como su duración e intensidad, incidirá en los procesos de transformación de los ecosistemas naturales. La disminución de las precipitaciones en general, y los episodios de sequía en particular, impactarán de forma desigual en el territorio, en un patrón complejo sobre el que no es posible, por el momento, hacer predicciones fiables. Además, el efecto de los episodios de sequía es muy distinto en los diferentes momentos del año. Por ejemplo, los episodios de sequía en verano aumentan la probabilidad de los incendios, pero en primavera pueden incluso disminuirla, al limitar el crecimiento de la vegetación que sirva después como combustible.¹³

Con una mayor incidencia de las sequías, disminuirá la disponibilidad de agua, lo que afectará de diferentes formas a los ecosistemas. En primer lugar, el número y área de los ecosistemas acuáticos (lagunas, ríos, etc.), afectando a su biodiversidad. Por otro lado, una disminución del agua disponible en los suelos afecta negativamente a la biodiversidad que vive en ellos (microorganismos, lombrices, etc.) y a la vegetación, al aumentar la competencia por un recurso cada vez más escaso. Las diferentes especies se verán sometidas a un estrés que las hará más vulnerables a la presencia de enfermedades, o especies invasoras. Todo ello puede desencadenar una serie de efectos en cadena en los ecosistemas que llevan a una alteración de la dinámica natural de las poblaciones de especies. Como consecuencia, algunas especies pueden llegar a desaparecer de un área determinada, lo que, en el caso de las especies endémicas puede suponer su extinción total.

Las sequías recurrentes y cada vez más intensas y duraderas supondrán una menor disponibilidad de recursos hídricos también nuestro uso. Las aguas subterráneas y los acuíferos son un recurso estratégico en España, por su capacidad de almacenamiento y su efecto de amortiguamiento frente a condiciones de sequía y el cambio climático. Los episodios de sequía comprometerán la recarga de los acuíferos,

12 Matilde García-Valdecasas Ojeda *et al.*, «Projected changes in the Iberian Peninsula drought characteristics», *Science of The Total Environment*, 757, 143702, 2021, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143702>

13 María J. Sanz y Elena Galán (2021), *op. cit.*

comprometiendo la disponibilidad de agua durante todo el año, especialmente en verano. Algunos usos que se han basado en su explotación —como la agricultura en amplias zonas del sur peninsular— también pueden verse gravemente afectadas.¹⁴ En zonas costeras, la subida del mar puede dar lugar a procesos de intrusión marina, en los que el agua salada penetra en los acuíferos, reduciendo su calidad y su aptitud para el consumo humano u otro tipo de usos. También se espera una disminución en el caudal de los ríos, si bien la gran influencia humana en las cuencas hidrográficas hace difícil una evaluación precisa. Acompañado del aumento de la erosividad de los suelos también puede suponer un proceso de pérdida de calidad del agua fluvial, además de otros problemas como la colmatación de embalses.¹⁵

De forma similar a lo que sucederá en los ecosistemas, la producción agrícola y ganadera también se verá afectada. Los impactos dependerán de cada región y especie, pero en general se esperan condiciones más adversas tanto para los cultivos como para el ganado. Algunos de los factores que suponen un riesgo para la producción agropecuaria son una mayor demanda de agua (para la irrigación de cultivos y el mantenimiento de pastos), el acortamiento de los ciclos vegetativos (debido al aumento de las temperaturas y la reducción de la precipitación), la alteración de los la fenología de los cultivos (como por ejemplo el adelanto de la floración), el incremento de plagas (cuya supervivencia invernal aumentará debido a las mayores temperaturas) y especies exóticas (que pueden verse beneficiadas por las nuevas condiciones climáticas y la alteración de los ecosistemas), el mayor impacto de las olas de calor y las inundaciones, o una menor calidad de los productos obtenidos. Además de una pérdida de productividad, los servicios ambientales y territoriales derivados de la agricultura y la ganadería también se verán afectados debido a los cambios en la distribución de los cultivos y un posible abandono significativo de tierras de uso agrícola.¹⁶ Esto también tendrá un impacto social en el mundo rural, agravándose procesos como el despoblamiento del interior peninsular.

Inundaciones y tormentas catastróficas

En España se producen anualmente unos diez episodios graves de inundación al año, que han producido en el período 1997-2017 más de 300 muertes y han tenido un coste superior a los 800 millones de euros.¹⁷ Con un escenario de calentamiento

14 Gonzalo Sapriza-Azuri *et al.*, «Toward a comprehensive assessment of the combined impacts of climate change and groundwater pumping on catchment dynamics», *Journal of Hydrology*, 529, 2015, 1701-1712, <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2015.08.015>

15 María J. Sanz y Elena Galán (2021), *op. cit.*

16 Elisa Vargas-Amelin y Pablo Pindado, «The challenge of climate change in Spain: Water resources, agriculture and land», *Journal of Hydrology*, 518, 2014, pp. 243-249, <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2013.11.035>

17 Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, Ministerio de Economía, Industria y competitividad, y Consorcio de compensación de seguros, *Guía para la reducción de la vulnerabilidad de los edificios frente a las inundaciones*. Consorcio de compensación de seguros, 2017.

global por debajo de 2 °C y suponiendo que las condiciones socioeconómicas se mantuvieran, los impactos de las inundaciones podrían duplicarse, e incluso triplicarse hacia finales del s. XXI.¹⁸ La zona más afectada por las tormentas catastróficas, que pueden descargar hasta 150 mm (lo que en algunas zonas es una tercera parte de la precipitación anual esperada, o incluso más), es la costa mediterránea, donde ya ha habido un aumento de este tipo de evento en las últimas décadas. Además, la estacionalidad de las inundaciones ha cambiado, pudiéndose producir durante todo el año, y no sólo en otoño como sucedía en el pasado. Esto supone una necesidad de redefinir protocolos de alerta y emergencia, así como las políticas de planificación territorial. Además, los cambios en la urbanización del territorio hacen más probable que las pérdidas económicas asociadas a estos eventos sean mayores, puesto que se incrementa la acumulación de bienes económicos en zonas propensas a inundaciones.¹⁹

Vulnerabilidad climática en España

Metodologías para la evaluación de riesgos y vulnerabilidad climáticas

Hacer una evaluación cuidadosa de los efectos del Cambio Climático en España es una tarea compleja ya que no solo debe tomarse en cuenta el cambio en las variables climáticas sino también nuestra capacidad de adaptación. En los últimos años se han desarrollado una importante serie de metodologías para medir la vulnerabilidad de una región frente a la desestabilización del clima. Uno de los ejemplos más significativos de este tipo de metodologías es la que se desarrolló en el proyecto ESPON de cambio climático dirigido por la Comisión europea. En esta metodología se establece la exposición climática dependiente de las variables y la sensibilidad climáticas no atribuible a variables climáticas. La suma de estas dos cantidades se identifica como el impacto climático que junto con la capacidad adaptativa conforman la vulnerabilidad.

Esta metodología puede realizarse para región y diferenciar diferentes vulnerabilidades que pueden provenir de un impacto climático moderado pero una baja capacidad de adaptación o por el contrario un alto impacto climático más allá de las capacidades de adaptación, aunque estas sean altas. Este tipo de metodologías que utiliza variables climáticas y sociales son la mejor manera de entender el complejo escenario que enfrenta España.

España cuenta con una estrategia de mitigación y adaptación al Cambio Climático robusta y ambiciosa. Ha logrado una establecer una política exitosa de transición

18 María J. Sanz y Elena Galán (2021), *op. cit.*

19 Anna Ribas, Jorge Olcina y David Sauri, «More exposed but also more vulnerable? Climate change, high intensity precipitation events and flooding in Mediterranean Spain», *Disaster Prevention and Management*, 29(3), 2020, pp. 229-248, <https://doi.org/10.1108/DPM-05-2019-0149>

ecológica, pero sufre aún de fuertes impactos que son cada año más severos. De acuerdo con la aplicación MACE del FIC,²⁰ las muertes atribuibles al calor en 2022 superan las 15 000 y más de 10 000 en 2023. La sequía que afecta a principios del año 2024 a Cataluña y el sur español tiene graves consecuencias en la economía y tensiona la convivencia. El número de Grandes Incendios Forestales (GIF) en España, aquellos que queman superficies mayores a 500 hectáreas, alcanzó los 57 en 2022, una cifra casi tres veces superior a la media de los últimos diez años, que se sitúa en veintiún incendios. La superficie forestal afectada en 2022 (267 946 hectáreas) casi triplicó la media de los últimos años (94 248) y cada año aumenta la severidad de los más grandes.

Conclusión

España es uno de los países donde la vulnerabilidad climática es mayor. Los impactos del cambio climático afectan a todo el territorio con diferentes grados de severidad. Aunque las políticas de adaptación y mitigación han sido ambiciosas, existen aún un reto formidable al que España debe enfrentar. Los impactos a la salud, a la economía, la sociedad y el bienestar de la gente son ya evidentes y preocupantes. El cambio climático es un multiplicador de desigualdades y, por lo tanto, los efectos en el bienestar o la supervivencia de las personas y ecosistemas se verá comprometido de forma muy importantes. A principios de 2024, después del año más caluroso jamás registrado, la perspectiva es preocupante y es por lo tanto imprescindible empujar a la sociedad a establecer este problema como una prioridad para nuestra supervivencia y para la protección de nuestro bienestar.

20 Véase: <https://ficlima.shinyapps.io/mace/>