

## El cambio climático en España y sus implicaciones para la sostenibilidad

P. Alvarez-Uría<sup>1</sup>, L. Landa<sup>2</sup>, N. Guaita<sup>3</sup>, A. Ayuso<sup>4</sup>

Observatorio de la Sostenibilidad en España

Univesidad de Alcalá

Plaza San Diego, s/n

<http://www.sostenibilidad-es.org/> email<sup>1</sup>: [pilar.uria@uah.es](mailto:pilar.uria@uah.es) email<sup>2</sup>: [lucia.landa@uah.es](mailto:lucia.landa@uah.es) e-mail<sup>3</sup>: [noelia.guaita@uah.es](mailto:noelia.guaita@uah.es) e-mail<sup>4</sup>: [anamaria.ayuso@uah.es](mailto:anamaria.ayuso@uah.es)

### Resumen

El aumento de la temperatura del aire en superficie que se ha producido en las últimas décadas tiene importantes implicaciones para la sostenibilidad, dado que puede dar lugar a impactos perjudiciales sobre la mayor parte de los sectores socioeconómicos y sobre el equilibrio de los ecosistemas. En el presente trabajo se analiza la desviación de la temperatura media anual del aire en superficie, así como las desviaciones de las temperaturas máxima media anual y mínima media anual, para cada año desde 1931 hasta 2007 en España, en relación con la media de sus valores en el período 1961-1990. En España se ha producido un ligero calentamiento hasta finales de los cuarenta, y un enfriamiento posterior hasta el inicio de los setenta. A partir de principios de los años setenta se produce una tendencia al calentamiento que persiste hasta el presente, especialmente acusada en los primeros años de la década de los setenta y finales de los noventa.

**Palabras clave:** Sostenibilidad, cambio climático, temperatura, precipitación.

\* \* \*

**Title:** Climate Change in Spain and its implications for sustainability

**Abstract:** The increase in surface air temperature that has taken place in the last decades has important implications for sustainability, given its negative impacts on both economic sectors and biodiversity. In the present work we analyse the mean annual temperature anomalies from 1931 to 2008 in Spain, comparing them with the temperature averages between 1961 and 1990. The results show that Spain has a warming tendency from the early seventies up to the present.

**Keywords:** Sustainability, climate change, temperatura, precipitation.

## 1 Introducción

El cambio climático es una de las principales amenazas para el desarrollo sostenible, con efectos sobre la economía global, la salud y el bienestar social. Según el Cuarto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos de Cambio Climático (IPCC, 2007), el calentamiento global es inequívoco y se atribuye a la acción del ser humano con una certidumbre superior al noventa por ciento. La temperatura global media en la superficie terrestre ha aumentado en los últimos cien años 0,74 [0,55 a 0,92]°C y entre 1995 y 2006 se han registrado los 11 años más calurosos desde 1850.

Sin una política eficaz de mitigación de los efectos del cambio climático a nivel planetario, las estimaciones más optimistas respecto al calentamiento global se sitúan entre 1,8 °C y 4 °C de aquí a 2100 en comparación con los niveles de 1990. Los científicos del IPCC consideran que hay que evitar por todos los medios que la temperatura media del Planeta aumente 2°C más, ya que los efectos serían imprevisibles y no lineales, con una escalada constante de los costes de adaptación. Para conseguir tal objetivo es necesario que las concentraciones de CO<sub>2</sub> no superen las 550 partes por millón, lo que exige reducir un 60-80% las emisiones planetarias para el 2050.

El informe Stern (2006), sobre la economía del cambio climático, considera que esta reducción puede costar entre un 1 y un 5%, mientras que el coste del cambio climático puede suponer un 20% del PIB mundial. Si se comparan esos niveles de gastos con los posibles costos de las emisiones de gases de efecto invernadero se observa que la adopción de medidas en el momento actual con miras a estabilizar la concentración constituye una buena inversión a largo plazo.

## 2 Materiales y método

Las desviaciones de las temperaturas media anual y la precipitación anual se han calculado a partir de la base de datos reticular del Servicio de Desarrollos Climatológicos de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), elaborada a partir de las observaciones de la base de datos histórica para el periodo 1931-2008. La base de datos reticular (25 x 25 Km) se ha construido utilizando la técnica estadística espacial *kriging* y posee una distribución espacial y temporal homogénea en la que no existen datos faltantes.

El seguimiento del cambio climático exige la utilización de superficies extensas. Por esta causa se ha optado por utilizar indicadores aplicados a tres zonas amplias, climáticamente homogéneas con criterios estadísticos testados, que abarcan la totalidad del territorio español peninsular e Islas Baleares (figura 1). Estas zonas han sido identificadas mediante la combinación de dos técnicas no lineales: descomposición wavelet de señales y redes neuronales (Almarza y Luna, 2004):

- Zona 1 (predominio de la influencia Atlántica): incluye el Noroeste, las dos mesetas y el Suroeste de la Península Ibérica.
- Zona 2 (predominio de la influencia Mediterránea): incluye la mayor parte de la costa

mediterránea, el sureste del valle del Ebro y las Islas Baleares.

- Zona 3 (predominio de la influencia Cantábrica): incluye la mayor parte de territorios de la cornisa cantábrica, los Pirineos y la parte Noroccidental del valle del Ebro.

Las series temporales para cada una de las zonas se han obtenido como promedios espaciales de las series originales contenidas en cada una de las áreas. Todas las temperaturas medias se han calculado como semisumas de los valores promedio máximos y mínimos.

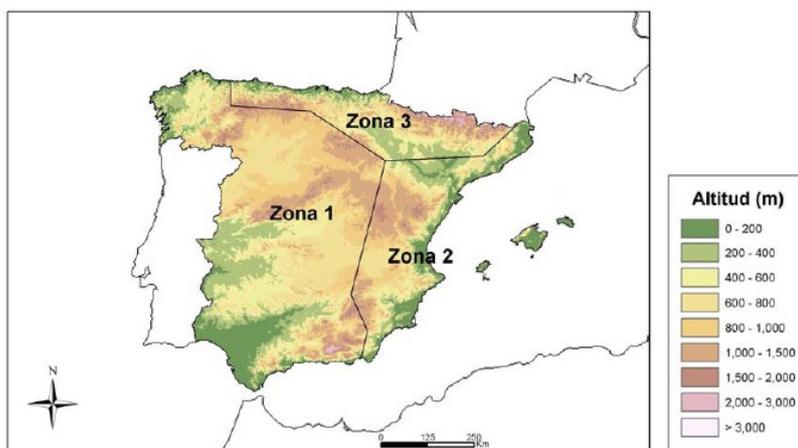


Figura 1: Zonas climáticamente homogéneas de la Península Ibérica (Luna y Almarza 2004).

### 3 Resultados

La temperatura del aire en la España peninsular ha mostrado indudables signos de calentamiento a lo largo del periodo instrumental (1850-2006), según el Informe de Generación de Escenarios Regionalizados de Cambio Climático para España (MMA, 2007), destacando el calentamiento fuerte, abrupto y sin precedentes que viene produciéndose desde 1973 y que se mantiene hasta el presente, con un aumento promedio de la temperatura media diaria de 0,48 [0,36 a 0,66]°C por década. En los últimos 15 años se acumulan los 5 con mayor temperatura media anual desde 1931: 2006, 1997, 1995, 2003 y 1994.

En 2006 la desviación de la temperatura media anual respecto al periodo 1961-1990 ha sido la más elevada desde 1931, concretamente de 0,99°C (Figura 2). Las desviaciones de las temperaturas máxima media (0,88°C), y mínima media anuales (1,09°C), también han sido muy acusadas. En 2007 y 2008 las desviaciones de la temperatura media anual no son especialmente acusadas.

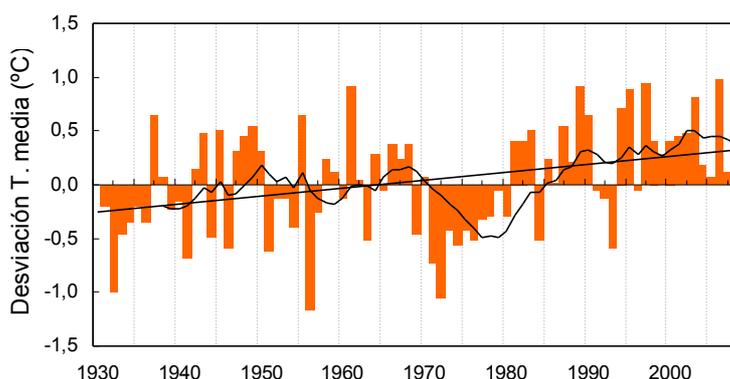
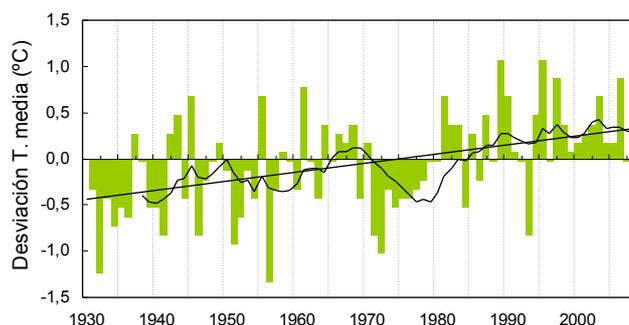


Figura 2: Desviación de la temperatura media anual en la Península y Baleares (1931-2008), respecto al periodo 1961.1990. Ajustes lineal y de medias móviles de orden 9

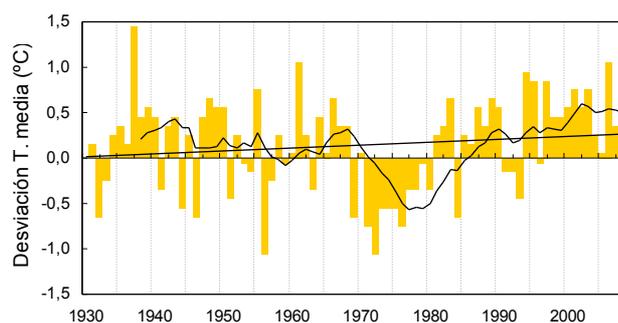
Cuando se analizan los resultados por zonas climáticas, se obtiene que:

- La Zona 1, de predominio atlántico, muestra un comportamiento con menor variabilidad interanual que el descrito para el conjunto, pero con un calentamiento promedio en los últimos 77 años de unos 0,8 °C (figura 3.a).
- La Zona 2, de predominio mediterráneo, tiene una variabilidad interanual muy baja hasta finales de los años sesenta, un enfriamiento posterior muy marcado y un calentamiento persistente hasta el momento, que sin embargo en el promedio de los últimos 77 años es de sólo 0,3°C (figura 3.b).
- La Zona 3, con predominio de la influencia cantábrica, presenta un enfriamiento transitorio entre finales de los 40 y el inicio de los 70, y un calentamiento promedio en los últimos 77 años de 0,9 °C (figura 3.c).

#### a) Zona Atlántica



#### b) Zona Mediterránea



c) Zona Cantábrica

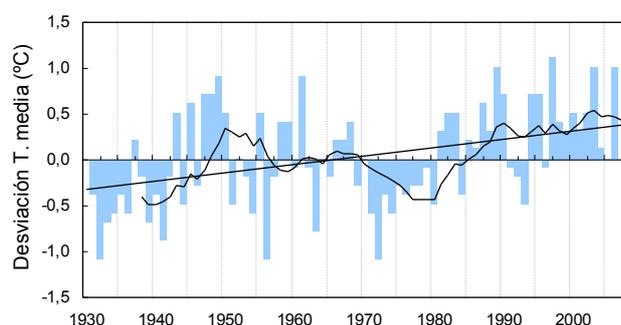


Figura 3: Desviación de la temperatura media anual en las zonas climáticas de la Península y Baleares (1931-2008), respecto al periodo 1961.1990. a) Zona Atlántica; b) Zona Mediterránea; c) Zona Cantábrica. Ajustes lineal y de medias móviles de orden 9.

En cuanto a la precipitación, en la Península y Baleares se distingue un período de menor precipitación entre 1943 y 1959 aproximadamente, un aumento posterior hasta el inicio de los años ochenta y, desde entonces, un comportamiento muy variable hasta el presente, con algún año muy lluvioso y otros muy secos (figura 4). En porcentaje, el descenso promedio es de un 8% aproximadamente, para el período comprendido entre 1931 y 2008. El año que menos llovió desde 1931 fue 2005, con -183,6 mm de desviación con respecto al periodo 1961-1990.

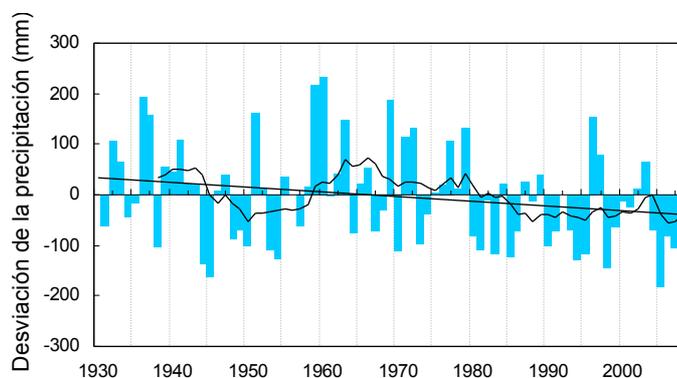


Figura 4: Desviación de la precipitación total anual de la Península y Baleares (1931-2008), respecto al periodo 1961.1990. Ajustes lineal y de medias móviles de orden 9

## 4 Conclusiones

Hay pruebas abrumadoras de que prácticamente todos los procesos naturales, biológicos y físicos están reaccionando al cambio climático en Europa y en todo el mundo (por ejemplo, los árboles florecen antes, los glaciares se están fundiendo, etc.). Más de la mitad de las especies vegetales europeas podrían convertirse en vulnerables o amenazadas de aquí a 2080. Según el último informe del IPCC, algunos de los efectos del cambio climático son ya inevitables, e influirán sobre la mayor parte de los sectores de la economía y sobre los recursos naturales, incluso aunque se pongan en marcha programas de mitigación eficaces. Es muy probable que, durante el presente siglo, el cambio climático entrañe un aumento de la frecuencia y de la intensidad de los fenómenos meteorológicos extraordinarios, la elevación del nivel del mar y un incremento de la acidez de los océanos, así como transformaciones en gran escala en la vegetación e importantes pérdidas de especies de plantas y de animales sensibles al clima y cambios importantes en el alcance geográfico de los vectores de las enfermedades y los elementos patógenos.

España es muy vulnerable al cambio climático como consecuencia de su situación geográfica y sus características socioeconómicas. Los principales problemas ambientales que se verán reforzados por el cambio climático son la disminución de los recursos hídricos y la regresión de la costa, la pérdida de diversidad biológica y ecosistemas naturales y aumentos en los procesos de erosión del suelo. Asimismo, hay otros efectos del cambio climático que van a dar lugar a graves impactos en los sectores económicos. Las proyecciones de los eventos extremos de temperatura y precipitación tienen un elevado grado de incertidumbre, pero se prevé que los periodos cálidos, incluyendo las olas de calor, sean más intensos, más frecuentes y de mayor duración, sobretudo en la zona mediterránea y el este de Europa. Asimismo, hacia 2050-2060 la región mediterránea podría tener un mes más al año con temperaturas diurnas superando los 25°C (AEMA, 2007).

## 5 Referencias

- AEMA. Europe's environment. The fourth assessment. Office for Official Publications of the European Communities, Copenhagen (2007).
- Climate Change 2007. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. A report of Working Group I of the Intergovernmental Panel on Climate Change. (Solomon, S,D, et al (eds.)). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.M.D (2007).
- Luna, M.Y.; Almarza, C. (2004) "Interpolation of 1961-2002 daily climatic data in Spain". In Proceedings of International Meeting on Spatial Interpolation in Climatology and Meteorology, Budapest, Hungary.
- MMA (2007). Generación de escenarios regionalizados de cambio climático para España. Primera fase (2007).
- Stern N, Peters S, Bakhshi V, Bowen A, Cameron C, Catovsky S, Crane D, Cruickshank S, Dietz S, Edmonson N, Garbett S-L, Hamid L, Hoffman G, Ingram D, Jones B, Patmore N, Radcliffe H, Sathiyarajah R, Stock M, Taylor C, Vernon T, Wanjie H & Zenghelis D. Stern Review: The Economics of Climate Change. HM Treasury, London (2006).