

Utilidad del sensor MODIS para el análisis del impacto climático introducido por la construcción del embalse del Ebro

Francisco Conde Oria

Eje temático 6. Geomática y Tecnologías de la información geográfica como herramientas de representación, análisis y modelación del territorio.

Existe un gran conocimiento de las causas y los efectos del cambio climático a nivel global, pero no así de su posible impacto a escala local como resultado de la actividad humana. Un buen ejemplo en España es el embalse del Ebro, una reserva de 60 km<sup>2</sup> y 540 hm<sup>3</sup>, en el que tras su construcción en 1952, la población manifiesta percibir cambios en el clima local (García Codron y Bermejo, 1988): disminución de la temperatura y las precipitaciones, aumento de los días con niebla, cambios en la inercia térmica, etc. De hecho, durante la redacción del proyecto ya mostraron su preocupación, silenciada por los responsables del estudio con la justificación de que el agua podría reducir las variaciones diurnas y estacionales y que las nieblas ya eran frecuentes (Valenzuela, 1918).

Centrándonos en una de las variables más representativas, la temperatura, los análisis de García Codron y Bermejo (1988) y de García Codron (1994) con los datos meteorológicos previos y posteriores a la construcción del embalse hasta los años ochenta, detectan cambios en la inercia térmica mensual y entre las temperaturas máximas y mínimas, así como un descenso de 0,5°C en la temperatura media, sin embargo, este descenso también ocurre en estaciones cercanas y no se puede atribuir al efecto de las aguas.

Partiendo de la hipótesis de que la construcción de un embalse puede producir una modificación climática en su entorno, el objetivo es analizar y comprobar los posibles efectos térmicos de la construcción del embalse del Ebro. Con este fin, se analiza la diferencia térmica del embalse con los valles y relieves próximos, lejos de la influencia de las aguas, en diferentes momentos del día, del año, y de llenado del embalse. Para ello, se emplean los datos meteorológicos de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMet), del CIMA (Centro de Investigación del Medio Ambiente) y de la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE); así como las imágenes satélite del sensor MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*).

Los resultados, tras la homogeneización de las series térmicas (AEMet, CIMA y CHE), muestran diferencias significativas en el promedio térmico por meses y por horas desde el año 2002 hasta la actualidad, entre las estaciones con y sin influencia del represamiento. Durante el invierno, el embalse aporta calor al entorno por la noche cuando las temperaturas son menores, pero como se ubica en un valle abierto y el efecto es pequeño, no se puede atribuir solo a este. En cambio, en verano, las temperaturas a lo largo de la noche son similares en ambas estaciones. Mientras que por la mañana las estaciones del embalse bajan 1-1,5°C debido al efecto refrescante, por la tarde, se produce el efecto contrario, registrando 1°C más. En este caso el embalse atempera el ambiente y el efecto es notable.

No obstante, hay que tener en cuenta la extensión de la lámina de agua, pues se trata de un embalse poco profundo en el que cualquier variación en la ocupación puede cubrir o dejar al descubierto una amplia franja de superficie. Para ello, se reanaliza la diferencia térmica en el mes de julio para los años 2012 y 2013 con distinto grado de ocupación. Los resultados muestran que la diferencia térmica media a lo largo del día en 2012 (57,35% de ocupación) es de 0,34°C, mientras que para el año 2013 con mucha mayor cantidad de agua (93,63%), la diferencia asciende a 0,76°C. Es decir, a mayor volumen de agua embalsada, mayor impacto térmico. Si se analiza a lo largo del día, el mayor efecto refrescante se deja notar entre las 9 de la mañana y las 3 de la tarde.

Por último, se procede a comparar un día de verano (julio de 2015) con una noche de invierno (diciembre de 2018) empleando un par de fotografías obtenidas por el sensor MODIS, que permiten observar la temperatura ambiental a partir de la radiación emitida por el suelo. Los resultados, tras la transformación de las imágenes a °C con álgebra de mapas, denotan el contraste entre la temperatura de las aguas (22-24°C) y la del entorno próximo que asciende gradualmente hasta los 30°C, llegando a máximas de 46°C en algunos puntos, en la imagen de verano. También se registran temperaturas más frescas en los fondos de valle que en las cumbres. En cambio, en la imagen de invierno, la situación es muy distinta, el máximo de temperatura está en el centro del embalse (7°C), y disminuye hacia las orillas (0°C). El entorno próximo se encuentra más frío, con el matiz de que esta vez los fondos de valle registran las temperaturas más bajas.

En conclusión, el efecto del embalse es diurno y estival cuando refresca gradualmente el territorio que lo rodea, ya que por la noche y en invierno no hay mucha diferencia térmica debido a la orografía de este espacio.

Embalse del Ebro, cambio climático, sensor MODIS, temperatura, inercia térmica

AEMet (2022). Datos de las estaciones meteorológicas del embalse del Ebro. Gobierno de España, Ministerio para la Transición Ecológica, Agencia Estatal de Meteorología (AEMet).

CHEBRO (2022). Confederación Hidrográfica del Ebro. Madrid: Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO).

CIMA (2022). Datos las estaciones meteorológicas del embalse del Ebro. Gobierno de Cantabria, Centro de Investigación del Medio Ambiente (CIMA).

García Codron, J.C. (1994). El impacto climático de los embalses climáticos. En Serie Geográfica, (4), 33-42.

García Codron, J.C.; Bermejo Zubelzu, O. (1988). Consecuencias climáticas de la creación de un embalse: estadística y percepción. En *Ería*, (16), 125-130.

Valenzuela La Rosa, J. (1918). El pantano del Ebro, Información. Lorenzo Pardo, M., El pantano del Ebro, I, (pp. 7-32). Zaragoza: Imprenta Heraldo de Aragón.