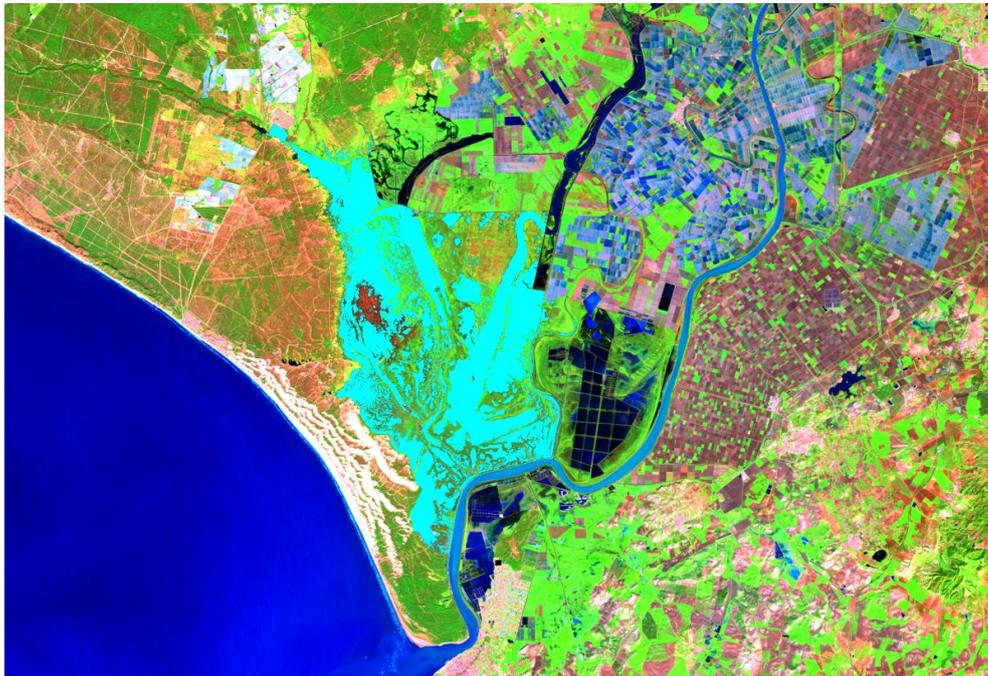


## NOTA DE PRENSA

# La teledetección, una herramienta clave para monitorizar y evaluar la salud de los ecosistemas de Doñana

- Desde 2004, la Estación Biológica de Doñana utiliza la teledetección para monitorizar cambios y tendencias en el Espacio Natural a escala de paisaje. En la actualidad, sigue investigando para incorporar nuevas técnicas y funcionalidades.
- Doñana destaca por su potencial para constituirse en un lugar de calibración y validación de productos de teledetección a nivel internacional.



*Imagen de satélite Landsat 8 del 30 de enero de 2025, donde se destacan en azul claro las zonas inundadas de la marisma y que permite estimar la superficie total. Elaboración: Laboratorio SIG y Teledetección de la Estación Biológica de Doñana - CSIC*

**Sevilla, 18 de febrero de 2024.** La teledetección, una técnica que utiliza imágenes de satélites o drones para observar los cambios sobre la superficie terrestre, se está consolidando como una herramienta fundamental para mejorar el conocimiento y estado de conservación de los ecosistemas. La Estación Biológica de Doñana – CSIC trabaja intensamente en esta línea para mejorar el seguimiento y la evaluación del estado de los ecosistemas de Doñana y complementar la monitorización ambiental que se realiza sobre el terreno.

Ya desde 2004, a través de su Laboratorio SIG y Teledetección (LAST-EBD), la Estación Biológica de Doñana emplea la teledetección para identificar y monitorizar cambios y tendencias en el Espacio Natural de Doñana a escala de paisaje. Este seguimiento permite valorar la dinámica de procesos geomorfológicos de gran relevancia como el sistema dunar, la línea de costa o la sedimentación en marisma. También se utiliza, por ejemplo, para cartografiar la inundación de las marismas y lagunas de Doñana y, de este modo, estimar la superficie inundada en cada momento, el número de días que cada área está inundada al año y detectar anomalías.

“La teledetección usada como seguimiento continuo permite detectar cambios en la biodiversidad, el uso de suelo, la superficie inundada o la superficie afectada por un incendio. Todo ello se puede hacer de manera muy rápida, en zonas remotas con un acceso difícil para trabajos de campo y abarcando grandes extensiones”, explica Pedro J. Gómez Giráldez, del LAST-EBD. “Además, la toma de datos no es invasiva ni destructiva, por lo que permite estudiar un ecosistema sin influir directamente en él.”

En el ámbito de la biodiversidad, se emplean las imágenes de los satélites Landsat para obtener cartografías detalladas de las grandes formaciones vegetales del Parque Nacional, o de los cambios de usos en el entorno junto con la fragmentación y conectividad del paisaje. Más recientemente, la Estación Biológica de Doñana -CSIC ha incorporado el seguimiento de la fenología de la vegetación, es decir, el ciclo de crecimiento identificado mediante la fecha de inicio de crecimiento, final, duración total y máximos, que se están viendo alteradas como consecuencia del cambio global. A su vez, esta fenología se complementa con los datos de producción primaria bruta, lo cual refleja la gran resiliencia de algunas de las formaciones características de Doñana como el matorral distribuido por el manto eólico o el sabinar.

“La teledetección reduce costos y esfuerzo en comparación con métodos de campo tradicionales, permitiendo el análisis de áreas remotas o de difícil acceso”, explica Ricardo Díaz-Delgado, investigador de la Estación Biológica de Doñana y coordinador de la Monitorización Ambiental de la ICTS Doñana. “También puede constituir una fuente histórica de información que puede ser utilizada como referencia para la planificación e implementación de proyectos de restauración y de programas de seguimiento a largo plazo”

## **Evaluando el éxito de proyectos de restauración**

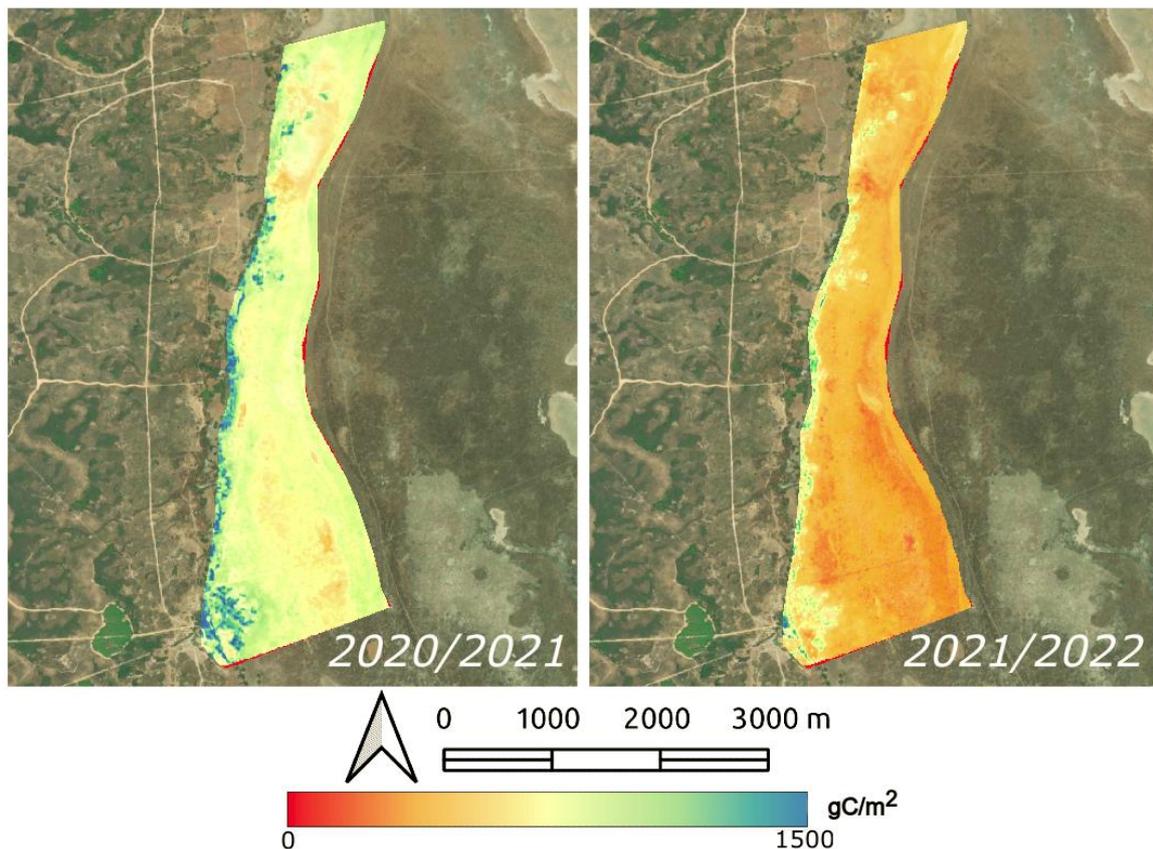
La Estación Biológica de Doñana – CSIC sigue investigando para incorporar nuevas técnicas y mejorar las aplicaciones de la teledetección. En uno de los estudios más recientes, se analizó el uso de sensores hiperespectrales para evaluar el éxito de la restauración ecológica de los humedales. Estos sensores adquieren imágenes a lo largo de todo el espectro electromagnético óptico, a partir de las cuales se pueden cartografiar las características de los humedales.

El estudio se realizó en la Finca Caracoles, un área que fue restaurada e incorporada al Parque Nacional de Doñana en 2004 y donde se crearon 96 lucios (lagunas marismeñas) experimentales. “En este trabajo, se demostró la capacidad de las imágenes espectrales para monitorizar las masas de agua, incluso las muy pequeñas, al permitir identificar cambios en la profundidad del agua, en su turbidez o en la concentración de clorofila”, explica Cristina Coccia, investigadora y primera autora de este estudio.

“Esto nos permitirá valorar el éxito de proyectos de restauración, pero también, por ejemplo, el impacto de sequías prolongadas en un futuro”, explica Díaz-Delgado.

Otros estudios recientes de la Estación Biológica de Doñana han confirmado la eficacia de las técnicas de teledetección para proporcionar mapas de las variables que permiten entender mejor los servicios ambientales desempeñados por los ecosistemas de Doñana. Un ejemplo es la producción primaria bruta, es decir, la cantidad total de energía que las plantas y otros organismos fotosintéticos absorben al capturar la luz solar y convertirla en materia orgánica a través de la fotosíntesis, la cual sirve como indicador de la asimilación de carbono, un servicio ecosistémico esencial en el marco del cambio climático.

En uno de los estudios publicados este mismo año, el equipo científico consiguió generar mapas periódicos de producción primaria de matorral en la Reserva Biológica y de la vegetación de marisma de Doñana, que fueron validados con los datos in situ proporcionados por las torres de flujos de la ICTS Doñana. El error medio fue menor de 0.5 gC/m<sup>2</sup>, lo que valida la precisión de este método. “En la actualidad, otros productos similares proporcionados por programas europeos como Copernicus no ofrecen esta estima del error asociado”, explica Díaz-Delgado.



Mapeo de la producción primaria bruta para la marisma de la Reserva Biológica de Doñana-CSIC.

## Doñana, referente en calibración y validación de teledetección a nivel internacional

Estas investigaciones, además, ponen de manifiesto la necesidad de seguir adquiriendo datos in situ, sobre el terreno, con objeto de validar esta información. “Las instalaciones de la ICTS Doñana tienen una gran capacidad para convertir al espacio protegido en un referente internacional de calibración y validación de productos de teledetección en entornos naturales”, afirma Ricardo Díaz-Delgado.

En este sentido, la Estación Biológica de Doñana, a través del LAST-EBD, participa en la misión la validación de los productos de la misión Fluorescence Explorer-Sentinel 3 (ESA Flex-3) de la Agencia Espacial Europea, que tiene como objetivo detectar la fluorescencia de la vegetación con una resolución de píxeles de 300 x 300. Esto permitirá monitorizar a través de las imágenes de este satélite la salud de la vegetación, evaluar su productividad primaria y entender cómo le afectan factores extremos como la sequía o las temperaturas extremas, cada vez más habituales como consecuencia del cambio climático.

Antes de su lanzamiento en 2026, la Agencia Espacial Europea exige un plan nacional de calibración y validación de los productos. A través de la iniciativa SpaFlexImp, el LAST-EBD es el responsable de las actividades de validación y coordinación y diseño de las campañas en los lugares de calibración y validación, entre los que se encuentra la ICTS Doñana, donde se tendrá en cuenta la diversidad de la vegetación, sus gradientes de heterogeneidad y los diferentes factores ambientales.



*Estación de intercambio de gases y de validación de productos de teledetección de Fuenteduque en la marisma. Foto: Ricardo Díaz-Delgado*

El uso de la teledetección en la monitorización ambiental avanza de forma constante, impulsado por los continuos avances tecnológicos. No obstante, la teledetección presenta aún sus desafíos. “De forma general, están las propias limitaciones de la teledetección, como el gran volumen de datos que hay que manejar, la dependencia de que no haya nubes para utilizar las imágenes o la validación de los productos”, explica Gómez Giráldez. “En entornos naturales, el mayor reto es la gran heterogeneidad presente en los ecosistemas en cuanto a relieve o especies vegetales. Lo más normal en nuestro caso es que en un píxel haya información de varias especies vegetales y de suelo, algo que por ejemplo no suele ocurrir tan a menudo en otros ámbitos, como el agrícola, por ejemplo”, concluye.

Esta heterogeneidad requiere de un mayor esfuerzo de calibración y validación de los productos proporcionados por las misiones espaciales de Observación de la Tierra como la misión FLEX y para ello, Doñana se presenta como un área idónea ya que cuenta, además, con una alta monitorización. “Los entornos naturales, como el Espacio Natural de Doñana, actúan como centinelas del cambio global al reflejar patrones relacionados con los diferentes motores de cambio como la sequía prolongada, las altas temperaturas o el incremento de CO<sub>2</sub> atmosférico”, concluye Ricardo Díaz-Delgado.

#### Referencias:

1. Coccia, Cristina, Eva Pintado, Álvaro L. Paredes, David Aragonés, Daniela C. O’Ryan, Andy J. Green, Javier Bustamante, and Ricardo Díaz-Delgado. 2024. “Modelling Water Depth, Turbidity and Chlorophyll Using Airborne Hyperspectral Remote Sensing in a Restored Pond Complex of Doñana National Park (Spain).” *Remote Sensing* 16 (16). 2996. doi: <https://doi.org/10.3390/rs16162996>
2. Gómez-Giráldez, Pedro J., Jordi Cristóbal, Héctor Nieto, Diego García-Díaz, and Ricardo Díaz-Delgado. 2024. “Validation of Gross Primary Production Estimated by Remote Sensing for the Ecosystems of Doñana National Park through Improvements in Light Use Efficiency Estimation.” *Remote Sensing* 16 (12). 2170. doi: <https://doi.org/10.3390/rs16122170>
3. Gómez-Giráldez, Pedro J., Marcos Jiménez, Ma Pilar Cendrero-Mateo, Shari Van Wittenberghe, Juan José Peón, Adrián Moncholí-Estornell, Jesús Delegido, Jose F. Moreno, and Ricardo Díaz-Delgado. 2024. “The Spafleximp Project: Spanish Flex-S3 Mission Calibration and Validation Plan Implementation.” In *IGARSS 2024 - 2024 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium*, 296–300. doi: <https://doi.org/10.1109/IGARSS53475.2024.10640946> .