

Descifrando el fondo marino desde el espacio con los ojos de la inteligencia artificial

Autores: Àlex Giménez Romero, Manuel A. Matías Muriel

Instituto de Física Interdisciplinaria i Sistemas Complejos (IFISC, UIB-CSIC)

En las aguas cristalinas de las islas Baleares y otras regiones costeras del Mediterráneo, se esconden ecosistemas submarinos únicos e imprescindibles conocidos como praderas de *Posidonia oceanica*.

La *Posidonia oceanica*, conocida localmente como «alga» a pesar de ser una [planta con raíces y hojas verdes](#), es una especie endémica del mediterráneo. Sus entramadas praderas crean auténticos «bosques submarinos», que proporcionan refugio, alimento, zona de reproducción y apoyo vital a una multitud de especies marinas, [que alcanzan a sumar 400 especies vegetales y 1.000 animales](#). Estas praderas también actúan como guardia costera, [atenuando la erosión de las playas y protegiendo las costas del impacto de las olas](#). Además, tienen una gran capacidad para capturar y almacenar dióxido de carbono de la atmósfera, y absorben hasta un 8% de la producción anual de las islas Baleares.

Pero esos ecosistemas no solo tienen un valor ecológico. Para empezar, muchas de las especies que se crían en estas praderas tienen un valor comercial substancial para la pesca local. ¡Se estima que unos 400 km² de praderas producen unas 2.000 toneladas de pesca al año!¹ Además, estas plantas marinas ayudan a mantener la calidad del agua, ya que actúan como [filtros naturales que retiran contaminantes y partículas en suspensión](#), lo que proporciona la claridad y transparencia típica de las playas mediterráneas. En su conjunto, su valor económico es también innegable.

El cambio global y la posidonia

Sin embargo, el día a día de la posidonia está lleno de retos y amenazas. El [informe sobre el mar Balear](#), realizado por un conjunto de 100 investigadores de 30 instituciones como el Centro Oceanográfico de Baleares del Instituto Español de Oceanografía ([COB-IEO](#)), el Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados ([IMEDEA](#)), el Gobierno de las Illes Balears o la propia Universidad de las Illes Balears, nos relata con detalle los problemas a los que se enfrenta la posidonia. Obras marítimas, contaminación del agua, eutrofización, construcción y regeneración de playas artificiales, mala gestión de la limpieza de las playas, anclajes masivos e incontrolados y, cómo no, el cambio climático, son identificadas como las principales amenazas para esta planta marina. Por si fuera poco, la posidonia debe seguir compitiendo por los

¹ Herranz Hammer, Albert. *La cabellera de Posidó*. Nova Editorial Moll, 2022.

recursos con otras plantas marinas como la *Cymodocea nodosa*. Además, también debe preocuparse por otras especies invasoras como la macroalga tropical *Halimeda incrassata*, las algas del género *Caulerpa* o el cangrejo araña.

Así pues, la monitorización del estado de estos ecosistemas cobra una importancia primordial. Pero ¿cómo podemos supervisar estas extensas y dinámicas praderas en un medio tan inaccesible como el mar?

El nuevo paradigma de la monitorización de los hábitats marinos: imágenes de satélite e inteligencia artificial

Hasta ahora, las medidas del tipo de hábitat de los fondos marinos se llevaban a cabo mayoritariamente mediante [sonares de barrido lateral](#), una técnica que envía ondas sonoras desde embarcaciones o submarinos hacia el fondo marino para cartografiarlo con gran detalle. Sin embargo, la aplicación de estas técnicas requiere tiempo y recursos considerables. Por ejemplo, en Baleares, la cartografía existente proviene de dos proyectos realizados en los años [2000](#) y [2017](#). Es decir, el período de actualización es, aproximadamente, de 20 años.

Sin embargo, nuestro grupo de investigación del Instituto de Física Interdisciplinaria y Sistemas Complejos ([IFISC](#)) está encabezando un cambio de paradigma en la monitorización de los hábitats marinos utilizando inteligencia artificial e imágenes de satélite. Este enfoque innovador permite una recopilación de datos más eficiente, precisa, menos costosa y en tiempo real sobre el estado de las praderas de *Posidonia oceanica*.

¿Cómo funciona?

La idea es muy sencilla, solo se necesitan tres ingredientes: una cartografía existente de los fondos marinos, imágenes de satélite de la zona cartografiada y un modelo de inteligencia artificial, básicamente una [red neuronal artificial](#). Una vez que se dispone de estos datos, podemos proceder al entrenamiento del modelo. Durante este proceso, las imágenes de satélite se pasan a través de la red, de modo que esta predice una cierta cartografía subyacente. Estas predicciones se comparan con la cartografía real, se mide el error cometido por la red y se utiliza esta información para mejorar ligeramente su predicción. Este proceso se repite millones de veces hasta que la red mejora paulatinamente la precisión en sus predicciones.

Pues, no parece tan difícil, ¿verdad? La verdad es que no..., pero sí. Uno de los retos en el entrenamiento de estas redes es el gran coste computacional involucrado. En nuestro proyecto hemos entrenado 40 modelos durante unos dos meses en una [unidad de computación de alto rendimiento](#). Si hubiéramos utilizado un ordenador convencional, ¡el tiempo necesario habría sido de unos 80 años!

¿Cuáles son los resultados?

Por último, debemos ver si todo este esfuerzo ha servido de algo, ¿verdad? Pues, como suele decirse, vale más una imagen que mil palabras. En la figura **1A** observamos una [imagen de satélite](#) de la bahía de Pollença, mientras que en la figura **1B** observamos su fondo marino cartografiado. Nuestro modelo de inteligencia artificial es capaz de generar la cartografía mostrada en la figura **1C** a partir de la imagen de satélite. Increíble, ¿no? ¡Las dos imágenes parecen idénticas!

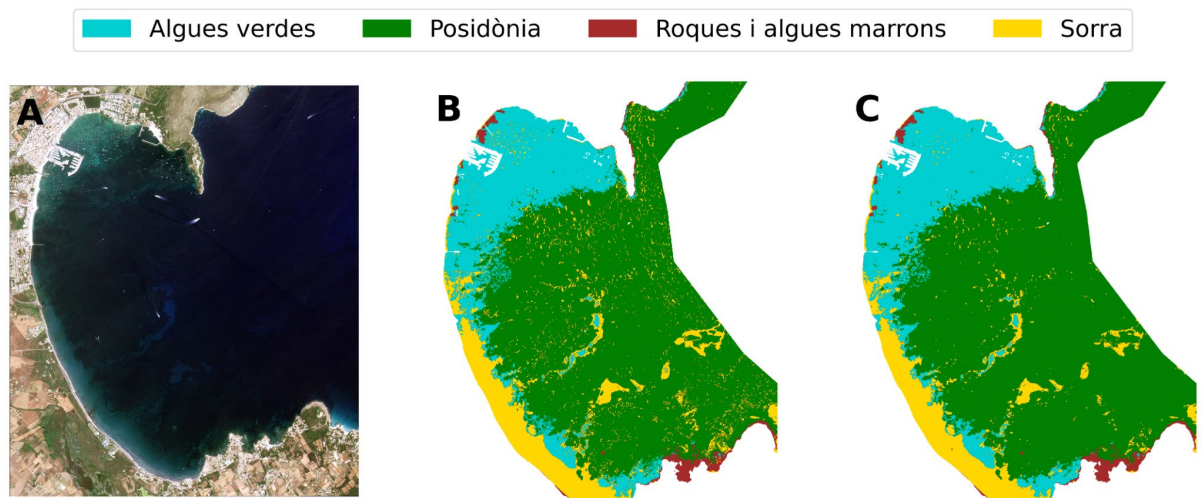


Figura 1. (A) Imagen de satélite de la bahía de Pollença, Mallorca. **(B)** Cartografía generada a partir de sonar de barrido lateral. **(C)** Cartografía generada por el modelo de inteligencia artificial a partir de la imagen de satélite. El color verde corresponde a la posidonia, el azul a algas verdes y otras plantas marinas, como la *Cymodocea nodosa*, el amarillo a la arena y el marrón a las rocas con algas marrones.

El futuro de la conservación marina

Nuestro [proyecto](#) contribuye a un nuevo paradigma en la conservación marina y la gestión de los hábitats submarinos. Este enfoque no solo nos permitirá proteger mejor las praderas de *Posidonia oceanica*, sino que también tiene el potencial de ser aplicado a otros ecosistemas marinos alrededor del mundo. Esta nueva herramienta ayudará a afrontar mejor los retos del cambio climático y la pérdida de biodiversidad marina, y se protegerán, así, estos verdaderos tesoros submarinos para las futuras generaciones.