

# INVESTIGAR CON DRONES EN ALMERÍA

**Las imágenes capturadas con drones se han hecho ya habituales. Ahora, se usan para reconstruir de forma virtual patrimonio deteriorado y para calcular con precisión la cantidad de biomasa que contiene un bosque, un dato relevante para calcular los derechos de emisión de CO<sub>2</sub>.**

MIGUEL BLANCO  
FOTOS: M.B. / VV.AA.

**E**n los últimos años, el uso de drones se ha convertido en algo común. Cada vez es más habitual ver en reportajes de televisión secuencias grabadas con estos aparatos. También se utilizan en seguimiento de desastres naturales, para facilitar la tarea de evaluar la situación en la que se encuentra el terreno afectado. Ha sido el caso reciente del incendio de Sierra Bermeja en Málaga o, más mediático aun, el volcán de la isla de La Palma, cuya evolución y el trayecto que iba tomando la colada de lava se iba siguiendo al segundo mediante drones.

La posibilidad de contar con una o varias cámaras que uno puede situar al gusto para tomar imágenes, fotografía o vídeo, desde el aire, tiene múltiples aplicaciones. Y en nuestra provincia, las relacionadas con el control de cultivos y del estado de los bosques son algunas de las más relevantes. También, se están usando para actuaciones relacionadas con el patrimonio histórico y cultural, tanto para localizarlo como para utilizar esas imágenes para realizar recreaciones virtuales de elementos deteriorados que muestren cómo era el monumento cuando estaba en pleno esplendor.

En la Universidad de Almería, son varios los grupos de investigación que utilizan los drones en sus investigaciones. Uno de ellos es el denominado 'Gestión Integrada del Territorio y Tecnologías de la Información Espacial (RNM-368)', que ahora se encuentra inmerso en un relevante proyecto con implicaciones a la larga en ese precio de la luz que en los últimos meses no para de subir.

## BIOMASA FORESTAL

El proyecto, titulado Eco2Forest, consiste en evaluar la cantidad de biomasa forestal de pino carrasco que tiene el Parque Natural de Sierra María-Los Vélez. Esta operación se ha venido llevando a cabo desde tierra, 'a mano', con operarios midiendo los árboles y contando su número en un área determinada. Pero el uso de drones combinado con el de imágenes de satélite facilita esa tarea.

Conocer esa cantidad de biomasa forestal no es solo interesante por el dato en sí. Poder precisar cuánta tiene un bosque en concreto y,

sobre todo, si va creciendo o, por el contrario, decrece, es uno de los parámetros que se utilizan para calcular los derechos de emisión de CO<sub>2</sub> que tiene un país. Y ese es el dato que, como hemos visto en los últimos meses, afecta al precio de venta del megavatio hora.

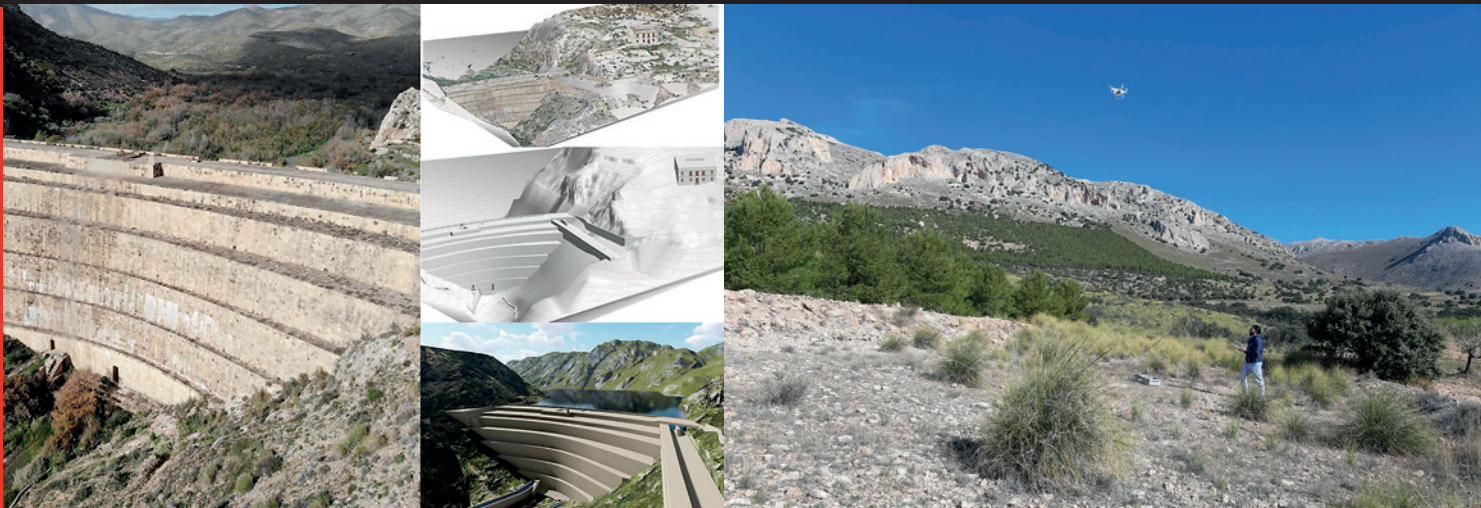
En esta investigación, que lideran el catedrático de Ingeniería Fernando J. Aguilar y el profesor de Economía José Ángel Aznar, el uso de drones es la primera fase. En una segunda fase, se utilizarán imágenes de satélite para abarcar más terreno y aumentar la eficiencia de los cálculos. Y en tres años, el objetivo es poder determinar esa cantidad de biomasa de pino carrasco, que es la especie más abundante en el Parque de Sierra María Los Vélez, y su evolución en el tiempo.

Para calcular la cantidad de biomasa, la metodología tradicional era ir midiendo el diámetro del árbol a la altura del pecho; es decir, "el diámetro del tronco a 1,30 metros de altura, que es un parámetro alométrico muy importante porque está muy relacionado con la biomasa del árbol", explica Aguilar. "De hecho, hay muchas ecuaciones que relacionan ese diámetro a la altura del pecho con los kilos de masa seca que tiene ese árbol, el tronco, las ramas y las hojas, excluyendo las raíces", añade. Con este proyecto, esa medida a pie de árbol se sustituye por la combinación de imágenes capturadas con drones y satélites, que luego se pasan por algoritmos diseñados para este fin.

## NUBES DE PUNTOS

Las imágenes no son 'fotografías aéreas' al uso. Con los drones se capturan "estereoinágenes" a partir de las cuales se obtienen "nubes de puntos, que son puntos en el espacio que pertenecen a las acículas del pino carrasco en este caso, o a las hojas de cualquier árbol en general", describe el responsable del proyecto. Una vez obtenida esa nube de puntos, "mediante reconstrucción geométrica", esta se convierte en árboles a los que se les puede medir el diámetro de corona y la altura, y a partir de esos parámetros, "mediante ecuaciones alométricas, que son las que permiten, por ejemplo, determinar a partir de la altura de un árbol, conocida la especie, el diámetro a la altura del pecho", se obtendría el dato de biomasa para un área concreta.





Arriba, presa de Isabel II y su recreación virtual. A la derecha, de arriba a abajo, volando el dron del proyecto Eco2Forest; medición tradicional del diámetro del árbol a la altura del pecho; mediciones para preparar el área piloto donde se está desarrollando el proyecto; Fernando J. Aguilar, ingeniero principal de este trabajo de investigación; operando el dron desde tierra.

El diámetro a la altura del pecho es muy importante conocerlo por varias razones. Primero, para “monitorizar cómo va creciendo el bosque, que implica la absorción de carbono atmosférico, que tan de moda está con el tema de la subida de la luz”, cuenta Fernando J. Aguilar, que añade que “en todos los países civilizados hay un acuerdo por el que se valoran en dólares los derechos de emisión de CO<sub>2</sub>, uno de los componentes de la subida de la luz actual, y hay unas rebajas de esos precios de emisión si demuestras que tus bosques están creciendo y consumiendo CO<sub>2</sub> atmosférico”.

La forma de medirlo es con series temporales, utilizando drones e imágenes de satélite. Antes se hacía con trabajo de campo, con operarios que iban midiendo el diámetro a la altura del pecho con cinta métrica y con un hipsómetro, la altura del árbol. “Eso es carísimo y poco eficiente, llevaba mucho tiempo”, asegura el investigador. Por ese motivo, ahora se usan técnicas de teledetección o ‘remote sensing’, mediante sensores en drones o en satélites, como están haciendo en el proyecto Eco2Forest.

En la primera fase del proyecto Eco2Forest, los drones se están utilizando “como calibración en campo para después aumentar la escala y utilizar las imágenes de satélite”, cuenta Aguilar. El salto a satélites permitirá obtener los datos de mayores extensiones de terreno, ya que un dron solo puede recorrer “entre una y 500 hectáreas al día, dependiendo de si es rotatorio o de ala fija, que es poco para un bosque de muchísimos kilómetros cuadrados, por eso hay que pasar a sistemas satelitales, que son capaces de trabajar a nivel regional o autonómico”. Otra ventaja del satélite es que no se ve afectado por restricciones de vuelos, como las que se aplican a los drones entre marzo y agosto, que es la época en la que anidan las aves rapaces, que abundan en el Parque Natural de Sierra María Los Vélez.

Así, en esta primera fase están utilizando los drones para calibrar más rápido una serie de parcelas experimentales que luego van a utilizar para obtener los datos a partir de las imágenes del satélite Sentinel 2, que son gratuitas y de libre acceso. “En la zona piloto vamos a hacer un mapeado de biomasa cada cien metros cuadrados, en cuadrículas de diez por diez metros en las que evaluar la cantidad de kilos por hectárea que hay de pino carrasco”, detalla el investigador.







## Detectar cultivos en invernaderos desde el aire

El grupo de investigación 'Gestión Integrada del Territorio y Tecnologías de la Información Espacial (RNM-368)', además de trabajar en la medición de la biomasa forestal del Parque Natural de Sierra María Los Vélez, está trabajando en otro proyecto de monitorización desde el cielo, aunque en este caso utilizando imágenes de satélite en lugar de drones.

El proyecto consiste en detectar "invernaderos e incluso intentar detectar cultivos a través del plástico, para hacer y actualizar inventarios, dinámica de invernaderos o ubicación de invernaderos en zonas protegidas", revela Fernando J. Aguilar. Para ello, utilizan imágenes de satélite de alta resolución y ya están consiguiendo resultados, según avanza del investigador.

El trabajo se desarrolla "a partir de la firma multispectral y de series temporales", comenta el investigador, que reconoce que conseguir saber qué se ha plantado en un invernadero "en algunos cultivos es más sencillo que en otros".

En cualquier caso, lo primero que hacen es localizar los invernaderos. Este paso lo tienen ya muy avanzado, según explica Aguilar. "Detectar los invernaderos lo hemos solucionado con bastante precisión, supe-

rior al 95%". Ahora, el siguiente y más complejo paso consiste en intentar detectar el cultivo.

Las imágenes provienen de satélites civiles, que "están a libre disposición, algunas se compran y otras son gratis", cuenta Fernando J. Aguilar. Son imágenes de 16x16 kilómetros y de alta resolución, de hasta 30 centímetros/píxel. Asimismo, explica el investigador, son imágenes "multiespectrales, con ocho o diez bandas distintas dentro del espectro electromagnético".

Con la información que contienen estas imágenes y mediante "el correcto entrenamiento de los algoritmos de 'machine learning', se obtiene información sobre si lo que hay debajo de ese invernadero, además de ser un invernadero, son por ejemplo tomates o pepino o calabacín". De hecho, ya se ha logrado una precisión del 80% a la hora de detectar cultivos de pimiento en otoño y de más del 90% en los de sandía o melón en primavera.



Imagen de satélite de invernaderos en Almería.

Y como las imágenes son de libre acceso, sirven para conocer no solo lo que se cultiva en los invernaderos de Almería, "sino para ver lo que se está produciendo en otros países competidores, como Turquía, China o Marruecos", reconoce Fernando J. Aguilar.

Y cuando en tres años se haya completado el proyecto, se sabrá si la biomasa forestal del Parque Natural de Sierra María Los Vélez crece y a qué ritmo o sí, por el contrario, se reduce. Y el país tendrá, en el primer caso, un argumento, combinándolo con otros hipotéticos resultados equivalentes en otras zonas boscosas del país, para ver reducida su tasa de emisiones de CO2.

### RECONSTRUCCIÓN VIRTUAL DE PATRIMONIO

Otro grupo de investigación de la Universidad de Almería, denominado 'Tecnología de la producción agraria en zonas semiáridas (AGR 199)', ha conseguido relevancia internacional con uno de sus últimos estudios, que se ha publicado en la prestigiosa revista 'Heritage Science' con gran repercusión. Los profesores Francisco Agüera, Fernando Carvajal y Patricio J. Martínez, en el marco del desarrollo de la tesis doctoral de Lourdes Yero, han conseguido reconstruir de forma virtual la Presa de Isabel II, en Níjar, utilizando drones.

Como en el caso de la medición de la biomasa forestal, aquí también se han utilizado técnicas fotogramétricas. Así, mediante drones equipados con sensores especiales se captura "una nube de puntos muy densa que sirve de base para la reconstrucción virtual, con técnicas de modelado mediante software especializado, el BIM, que a su vez permite obtener una visualización y 'renderizado' fotorealista del modelo", explican los responsables de la investigación. De esta manera, a pesar del mal estado en el que se encuentra en la actualidad la Presa de Isabel II, ahora se puede ver 'como nueva' gracias a la reconstrucción virtual realizada por este grupo de investigación.

La Presa de Isabel II "es una monumental estructura hidráulica construida a mediados del siglo XIX mediante bloques de cantería, y tal fue su impacto que, en su día, constituyó una referencia mundial en los libros de ingeniería", explican los autores de la investigación. El problema es que "en la actualidad se encuentra fuera de uso y en

estado de abandono, por lo que resulta fundamental recolectar todos los datos y la documentación que la pongan en valor de nuevo". De esta manera, es posible mantener una referencia de cómo sería un monumento muy deteriorado, cuando no hay medios para su reconstrucción, o hasta que esta se lleve a cabo. Por este motivo, en el grupo de investigación tienen claro que esta técnica es imprescindible "para preservar la memoria de los monumentos". La idea es que, en esos casos en los que es complicado restaurar el bien patrimonial, este pueda al menos tener una versión virtual que permita contemplar cómo sería. Así, explican en el grupo de investigación, el monumento "se preserva mediante el registro de la documentación existente y la modelización del estado original, ante el avance del deterioro continuo al que están sometidos debido a la falta de medios económicos para llevar a cabo obras de restauración".

### RECREACIÓN DEL CORTIJO DEL FRAILE

La reconstrucción virtual de la Presa de Isabel II no es la primera actuación de este tipo que llevan a cabo en este grupo de investigación de la Universidad de Almería. Previamente, ya habían utilizado esta técnica de captura de imágenes fotogramétricas mediante drones para recrear el estado original del Cortijo del Fraile, que de todas formas se va a restaurar, tras su adquisición por parte de la Diputación de Almería. Asimismo, están trabajando en la reconstrucción virtual del Puente de Hierro de Santa Bárbara, en Huércal Overa.

Y es que, como aseguran estos investigadores "cualquier monumento en estado de ruina o abandono es susceptible de que se le aplique de forma similar este tipo de técnicas". En este sentido, explican que "con el fin de ir mejorando la metodología de trabajo y de dar lugar a una tesis doctoral que recoja los procedimientos novedosos empleados, se han buscado varias obras emblemáticas tanto de arquitectura como de ingeniería de la provincia de Almería", por lo que habrá más monumentos que contarán con su versión virtual. ■

## Andalucía, bien posicionada para liderar la industria de los drones

La industria de los drones es uno de los segmentos con mayor proyección de futuro dentro de sector aeronáutico y Andalucía es una de las comunidades mejor posicionadas para liderarlo. Las múltiples aplicaciones que tienen los drones en campos tan diversos como la agricultura, la vigilancia, la inspección de infraestructuras, el transporte o el control de incendios, entre otros muchos, justifica las previsiones de crecimiento. Un crecimiento que, además, es exponencial y está impulsado por los constantes avances tecnológicos aplicados para mejorar sus prestaciones y extender su uso a gran parte de los sectores productivos y de servicios.

España es una de las diez potencias mundiales el sector de los drones y Andalucía es una de las responsables de esa posición de privilegio, ya que tras Madrid se ha consolidado como la segunda comunidad tanto en operadores como en pilotos, según el Plan Estratégico para el Desarrollo del Sector Civil de los Drones en España 2018-2021.

Según este documento, en todo el país hay registrados más de 3.000 operadores en el mercado de drones, de los que 550 lo están en Andalucía. Asimismo, el plan prevé que la flota de drones de uso profesional superará las 51.400 aeronaves en 2035 y alcanzará las 53.500

en 2050. El impacto económico de este crecimiento está valorado en 1.220 millones de euros en 2035 y en 1.520 en 2050.

Por su parte, la Comisión Europea calcula que dentro de 20 años el mercado de los drones dará empleo a más de 100.000 personas en el territorio de la Unión Europea UE, con un impacto económico que rondará los 10 billones de euros.



En la actualidad, es una actividad en la que Andalucía parte con ventaja frente a otros territorios, por el peso alcanzado en la industria aeronáutica, por albergar infraestructuras singulares y de gran relevancia y por disponer de grupos de investigación, como los de la Universidad de Almería, y centros tecnológicos sobresalientes en este ámbito, como en la Universidad de Sevilla, capaces de transferir el conocimiento al tejido empresarial.

En esta línea se sitúa el apoyo de la Consejería de Transformación Económica al

Centro de Innovación UAV y Movilidad Aérea Urbana, que cuenta con un presupuesto de 20 millones para lograr avances en las tecnologías aplicadas a los drones, con especial interés en su aplicación a la movilidad aérea urbana. Además, se quiere potenciar la transferencia de conocimiento con las empresas, en especial las pymes.

# LA BRÚJULA

ACTUALIDAD, INFORMACIÓN Y ANÁLISIS

CON EL ESTILO Y LA CREDIBILIDAD DE  
**JUAN RAMÓN LUCAS**

**LUNES A VIERNES  
DE 20:00H A 23:30H**

105.2 FM/1341 OM ALMERÍA - 106.1 FM ROQUETAS DE MAR  
91.3 FM EL EJIDO - 102.2 FM VELEZ RUBIO



**TU RADIO**

