

**Ismael García Carpintero** (ingeniero de Caminos),  
**Jorge Rueda Puerta** (ingeniero de Caminos),  
**Juan Manuel Hidalgo** (ingeniero técnico de Telecomunicaciones)  
Laboratorio Central de Estructuras y Materiales (LCEYM/CEDEX)

## USO DE DRONES EN EL CEDEX

En los últimos años la tecnología de aeronaves tripuladas de forma remota (RPA) se ha incorporado con fuerza al sector de la construcción. Inicialmente su empleo en este campo ha sido el de la adquisición de imágenes aéreas, lo que combinado con los programas informáticos actuales desarrollados para la restitución fotométrica, ha abaratado y ampliado el alcance de los trabajos topográficos para la elaboración de planos, mediciones de superficies y volúmenes, etc.

Aprovechando que este tipo de aeronaves permite embarcar distintos sensores (no sólo cámaras fotográficas en espectro visible), cada vez más se le están buscando nuevos usos, también en la ingeniería civil.

En dicho desarrollo el CEDEX, como centro de referencia para el estudio de las obras públicas, está en proceso de incorporar esta tecnología para su empleo en diferentes aplicaciones. Por ejemplo, en el ámbito de la mencionada fotogrametría topográfica permitirá mejorar el control de movimientos en terraplenes y laderas, estudiar diaclasados en macizos rocosos, analizar la erosión en costas y riberas, observar la dinámica litoral en playas, etc. En el análisis de la hidrología e hidráulica de los cauces se podrán caracterizar las infraestructuras (puentes, azudes, etc.) que lo afectan.

En el campo de la evaluación de estructuras estas aeronaves tripuladas remotamente facilitarán la inspección en zonas de difícil acceso sin necesidad de disponer de



**Figura 1.** Preparando dron para las pruebas en el Cerro de los Ángeles (Getafe/Madrid), abril 2017.

medios auxiliares de acceso (por ejemplo para la inspección de aparatos de apoyo en puentes, de cara inferior de tableros, depilas altas, de torres, o de depósitos elevados). En el caso de los puentes de ferrocarril la mejora que supone es mayor si cabe, dada su menor accesibilidad a la ubicación de la estructura y la mayor dificultad



**Figura 2.** Aeronave tripulada remotamente (Remotely Piloted Aircraft o RPA) del CEDEX para la inspección de estructuras.



**Figura 3.** Ingenieros y operadores dando los últimos ajustes antes de la primera prueba de vuelo.

de disponer de medios auxiliares de acceso para el personal técnico especializado.

En este tipo de trabajos es necesario que el aparato vuele próximo a la estructura que se quiere inspeccionar para que las imágenes capturadas alcancen el nivel de detalle requerido; además de conseguir los ángulos de visión necesarios para la inspección de todos los elementos de la obra. El mayor condicionante radica en que la propia presencia de la estructura induce turbulencias que pueden afectar a la estabilidad de la aeronave.

Para minimizar el riesgo de impacto con la estructura, además de controlar la posición de la aeronave (mediante fusión sensorial, integrando información proveniente de localización por satélite, navegación inercial y tracking por visión), son de gran utilidad los sistemas de detección y evasión de obstáculos que están empezando a integrarse en estos aparatos (basados en ultrasonidos o láser combinados con procesamiento de imagen).

Otro campo que se puede beneficiar de esta tecnología es el de las carreteras, gracias a que podría facilitar el control y automatización de aforos o la medición de la retrorreflexión en la señalización vertical elevada.

Además, empleando cámaras de visión infrarroja podrán estudiarse los cambios de humedad en el terreno, analizar la vegetación en riberas, estimar la configuración estructural interna en puentes y muros de fábrica, etc.

Complementariamente al empleo de aeronaves, el uso de embarcaciones tripuladas remotamente capaces de navegar sobre o bajo el agua (por lo tanto de mucho menor tamaño y más cómodo de transportar y pilotar que las embarcaciones convencionales), facilitaría la toma de muestras para el estudio de la calidad de las aguas, en ríos, embalses, lagos y playas. Además permitiría agilizar la realización de batimetrías, tanto en el mar como en aguas interiores.

En una primera inversión el CEDEX ha adquirido dos aeronaves de características diferentes y complementarias. Una de pequeñas dimensiones, gran maniobrabilidad, y fácil despliegue; y otra de mayores dimensiones,

con mayor capacidad de carga, y que admite distintas configuraciones de sensores. La primera dispone de una cámara compacta para adquisición de imágenes y vídeo, que junto con un sistema de procesamiento de visión le permite tanto el posicionamiento como la detección y evasión de obstáculos.

La segunda aeronave cuenta con dos estaciones de control en tierra: una para el piloto que controla el vuelo, y otra para el operador de inspección que dirige los trabajos. Desde la estación de control de vuelo se gobierna la aeronave con una cámara que permite tener visión embarcada en tiempo real; mientras que desde la estación de inspección se controla otra cámara independiente de alta calidad para la visión y adquisición de imágenes y vídeo (montada sobre una suspensión cardán o gimbal, orientable remotamente).



**Figura 4.** Operando dron en vuelo.