

# MAPPPING

VOL. 24 • Nº 171 • MAYO-JUNIO 2015 • ISSN: 1131-9100



## Sección aplicaciones

- COIGT. Usos y aplicaciones de los drones

- GALILEO GEOSYSTEM.

Teledetección aerotransportada: caso de estudio de la agricultura de precisión

- TRIMBLE. Trimble UX5 Aerial Imaging Solution

- LEICA. Hexacopter Aibotix X6 V2 para inspecciones de infraestructuras

- TOPCON. Fotogrametría con drones (aviones) sin puntos de apoyo

**Sección Normativa**  
- AESA. Agencia Estatal de Seguridad Aérea: Normativa  
- APROCTA. RPAS y la Navegación Aérea  
- COIAE. Análisis de la normativa de drones

**Sección pilotaje**  
- COPAC. La seguridad operacional de los RPAS  
- DEURPAS. Sobre el pilotaje y las aplicaciones de los drones

**JORNADA SOBRE NORMATIVA, PILOTAJE Y APLICACIONES DE AERONAVES NO TRIPULADAS (DRONES)**

Universidad Politécnica de Valencia



# MAPPING

VOL.24 Nº171 MAYO-JUNIO 2015 ISSN 1131-9100

## Sumario



Pág. 05

Editorial



Pág. 6

**Sección Normativa. Regulation section.**

- AESA. Agencia Estatal de Seguridad Aérea: Normativa. AESA: Regulation
- APROCTA. RPAS y la Navegación Aérea. RPAS and Air Navigation
- COIAE. Análisis de la normativa de drones. Drones regulation analysis



Pág. 26

**Sección pilotaje. Pilotage section.**

- COPAC. La seguridad operacional de los RPAS. The safety of the RPAS
- DEURPAS. Sobre el pilotaje y las aplicaciones de los drones. On drone piloting and applications



Pág. 34

**Sección aplicaciones. Applications section.**

- COIGT. Usos y aplicaciones de los drones. Uses and applications of drones
- GALILEO GEOSYSTEM. Teledetección aerotransportada: caso de estudio de la agricultura de precisión. Airborne remote sensing: precision agriculture case of study
- TRIMBLE. Trimble UX5 Aerial Imaging Solution. Trimble UX5 Aerial Imaging Solution.
- LEICA. Hexacopter Aibotix X6 V2 para inspecciones de infraestructuras. Hexacopter Aibotix X6 V2 for infrastructure inspections
- TOPCON. Fotogrametría con drones (aviones) sin puntos de apoyo. Photogrammetry with RPA (aircrafts) without ground control points



Pág. 60

Mundo Blog



Pág. 64

Mundo Tecnológico



Pág. 66

Noticias

Pág. 69

Agenda

## **El conocimiento de hoy es la base del mañana**

MAPPING es una publicación técnico-científica con 23 años de historia que tiene como objetivo la difusión de las investigaciones, proyectos y trabajos que se realizan en el campo de la Geomática y las disciplinas con ella relacionadas (Información Geográfica, Cartografía, Geodesia, Teledetección, Fotogrametría, Topografía, Sistemas de Información Geográfica, Infraestructuras de Datos Espaciales, Catastro, Medio Ambiente, etc.) con especial atención a su aplicación en el ámbito de las Ciencias de la Tierra (Geofísica, Geología, Geomorfología, Geografía, Paleontología, Hidrología, etc.). Es una revista de periodicidad bimestral con revisión por pares doble ciego. MAPPING está dirigida a la comunidad científica, universitaria y empresarial interesada en la difusión, desarrollo y enseñanza de la Geomática, ciencias afines y sus aplicaciones en las más variadas áreas del conocimiento como Sismología, Geodinámica, Vulcanología, Oceanografía, Climatología, Urbanismo, Sociología, Planificación, Historia, Arquitectura, Arqueología, Gobernanza, Ordenación del Territorio, etcétera.

## **La calidad de la geotecnología hecha revista**

*MAPPING is a technical- scientific publication with 23 years of history which aims to disseminate the research, projects and work done in the framework of the disciplines that make Geomatics (GIS, Cartography, Remote Sensing, Photogrammetry, Surveying, GIS, Spatial Data Infrastructure, Land Registry, Environment, etc.) applied in the field of Earth Sciences (Geophysics, Geology, Geomorphology, Geography, Paleontology, Hydrology, etc.). It is a bimonthly magazine with double-blind peer review. MAPPING is aimed at the scientific, academic and business community interested in the dissemination and teaching of Geomatics and their applications in different areas of knowledge that make up the Earth Sciences (Seismology, Geodynamics, Volcanology, Urban Planning, Sociology, History, Architecture Archaeology , Planning, etc.)*

# MAPPING

VOL.24 Nº171 MAYO-JUNIO 2015 ISSN 1131-9100

## DISTRIBUCIÓN, SUSCRIPCIÓN Y VENTA

eGeoMapping S.L.  
C/ Linneo 37. 1ºB. Escalera Central  
28005. Madrid. España  
Teléfono: 910067223  
info@mappinginteractivo.es  
www.mappinginteractivo.es

## MAQUETACIÓN

Atlis Comunicación - atlis.es

## IMPRESIÓN

Podiprint

Los artículos publicados expresan sólo la opinión de los autores. Los editores no se identifican necesariamente con las opiniones recogidas en la publicación. Las fotografías o imágenes incluidas en la presente publicación pertenecen al archivo del autor o han sido suministradas por las compañías propietarias de los productos. Prohibida la reproducción parcial o total de los artículos sin previa autorización y reconocimiento de su origen. Esta revista ha sido impresa en papel ecológico.



## FOTO DE PORTADA:

MAVinci Sirius Pro volando sobre una cantera.

Autor: TOPCON

Depósito Legal: M-14370-2015

ISSN: 1131-9100 / eISSN: 2340-6542

Los contenidos de la revista MAPPING aparecen en: CSIC/ICYT, GeoRef, Dialnet, Latindex, Geoscience e-Journals, REBIUN, Recolecta, Catálogo BNE, Copac, IN-RECS, CIRC, MIAR, DULCINEA

## PRESIDENTE

Benjamín Piña Patón

## DIRECTOR

Miguel Ángel Ruiz Tejada  
maruiz@geomapping.com

## REDACTORA JEFA

Marta Criado Valdés  
mcriado@geomapping.com

## CONSEJO DE REDACCIÓN

Julián Aguirre de Mata  
ETSITGC. UPM. Madrid

Manuel Alcázar Molina  
UJA. Jaén

Marina A. Álvarez Alonso  
ETSII. UPM. Madrid

Carlos Javier Broncano Mateos  
Escuela de Guerra del Ejército. Madrid

Joan Capdevilla Subirana  
Área de Fomento de la Delegación del Gobierno. Cataluña

Daniel Emilio Carrasco Díaz  
Indra Espacio. Madrid

Diego Cerda Seguel  
KMLLOT.COM. Chile

Efrén Díaz Díaz  
Abogado. Bufete Mas y Calvet. Madrid.

Mercedes Farjas Abadía  
ETSITGC. UPM. Madrid

Carmen Femenia Ribera  
ETSIGCT. UPV. Valencia

Javier Fernández Lozano  
Fac. Ciencias. USAL. Salamanca

M<sup>a</sup> Teresa Fernández Pareja  
ETSITGC. UPM. Madrid

Florentino García González  
Abogado

Diego González Aguilera  
EPSA. USAL. Salamanca

Francisco Javier González Matesanz  
IGN. Madrid

Luis Joyanes Aguilar  
UPSAM. Madrid

Álvaro Mateo Milán  
CECAF. Madrid.

Israel Quintanilla García  
ETSIGCT. UPV. Valencia

Antonio Federico Rodríguez Pascual  
IGN. Madrid

Roberto Rodríguez-Solano Suárez  
EUITF. UPM. Madrid

Andrés Seco Meneses  
ETSIA. UPNA. Navarra

Cristina Torrecillas Lozano  
ETSI. US. Sevilla

Antonio Vázquez Hoehne  
ETSITGC. UPM. Madrid

## CONSEJO ASESOR

Maximiliano Arenas García  
Acciona Infraestructuras. Madrid

Rodrigo Barriga Vargas  
IPGH. México

Miguel Bello Mora  
Elecnor Deimos. Madrid

Pilar Chías Navarro  
UAH. Madrid

Ignacio Durán Boo  
Informática El Corte Inglés. Madrid

Ourania Mavrantza  
KTIMATOLOGIO S.A. Grecia

Julio Mezcuca Rodríguez  
Fundación J. García-Siñeriz

Javier Peñafiel de Pedro  
TOPCON POSITIONING SPAIN. Madrid

Benjamín Piña Patón  
Área de Fomento de la Delegación del Gobierno. Cantabria

Jesús Velasco Gómez  
ETSITGC. UPM. Madrid

# JORNADA SOBRE NORMATIVA, PILOTAJE Y APLICACIONES DE AERONAVES NO TRIPULADAS (DRONES)

Viernes, 27 de febrero de 2015. Auditorio de la CPI, Edificio 8B. Acceso 9. Cubo Azul

## 9:30 Inauguración de las Jornadas

D. Francisco José Mora Mas, *Rector Magnifico de la Universitat Politècnica de València*  
D. Enrique Ballester Sarrías, *Director de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño*  
Dña. Ana Belén Ánquela Julián, *Directora de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Geodésica, Cartográfica y Topográfica*  
D. Yuri Rabassa, *Presidente del Aeroclub de Castellón*  
D. Israel Quintanilla y ATPL-Comandante D. José Gil Donat, *Directores del DEURPAS*

## 9:30-11:00 Panel Normativa

D. José María Ramirez Ciriza, *Coordinador Internacional de AESA-Agencia Estatal de Seguridad Aérea*  
D. Jaime Assens, *Vicepresidente de APROCTA-Asociación Profesional de Controladores de Tránsito Aéreo*  
D. Eduardo García Collado, *Experto en RPAS del COIAE-Colegio Oficial de Ingenieros Aeronáuticos de España*  
Turno de preguntas

## 11:00-12:00 Panel Pilotaje

D. Manuel Roca Viaña, *Presidente de la RFAE-Real Federación Aeronáutica Española*  
D. Miguel Angel Ferriol Arrom, *Comandante de CEFAMET-Centro de Enseñanza de Helicópteros*  
D. Israel Quintanilla/D. José Gil Donat, *Profesor Dpto. Ing. Cartográfica-UPV /ATPL-Comandante, Directores DEURPAS*  
Turno de preguntas

## 12:00-12:30 Coffee Break

## 12:30-14:30 Panel Aplicaciones

D. Manuel Oñate de Mora, *Presidente de AERPAS-Asociación Española de RPAS*  
D. Juan Pablo Navarro, *Gerente del COITT-Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía*  
D. Javier Sanchis Muñoz, *Ingeniero aplicaciones RPAS en Galileo Geosystems S.L.*  
Dña. Alicia Llorens, *Technical Product Engineer Trimble UAS (Gent, Belgium) / D. Julio del Rio. Al-Top*  
D. Angel Herranz, *Responsable RPAS Leica*  
D. Diego Mosquera, *Director comercial Topcon Positioning Spain del Area de Levante*  
Turno de preguntas

## 14:30 Clausura de las Jornadas

organiza



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIERÍA GEODÉSICA,  
CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA



AERoclub DE CASTELLÓN



Diploma de Extensión Universitaria en  
Pilotaje de Sistemas de Aeronaves  
Tripulados por Control Remoto -DEURPAS

<http://rpas.upv.es>  
[rpas.info@upv.es](mailto:rpas.info@upv.es)

inscripción cfp

<http://goo.gl/Ag07iJ>

## EXHIBICIÓN DE VUELO DE AERONAVES NO TRIPULADAS

Pabellón Polideportivo de la UPV, Edificio 6A

16:30-18:30 Trimble: UX5  
Topcon: Sirius Pro  
Nimbus

18:30-21:00 Leica: Aibotix  
Multirrotores del DEURPAS y empresas del sector



**“El hombre mira el cielo pero no cree que algún día estará ahí”.**

**Leonardo da Vinci (1452-1519)**

Desde octubre del 2014, el término «dron» está incluido en el Diccionario de la lengua española de la Real Academia Española (RAE) y su plural es «drones». Su etimología proviene de la adaptación al español del sustantivo inglés «drone» (literalmente ‘zángano’).

## ¿Y qué es un dron?

Un dron es una aeronave no tripulada, no un juguete, y como tal, debe de ser tratada a todos los efectos, es decir, debe de cumplir con la normativa reglamentaria establecida por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA), debe seguir los protocolos de seguridad operacional como cualquier otra aeronave, los pilotos deben tener la formación adecuada para poder pilotarla y se debe garantizar la seguridad de bienes materiales y personas. A tal efecto, el 4 de julio de 2014, AESA estableció las directrices y reglamentación para este tipo de aeronaves en el RD 8/2014, donde se especifican las diferentes operaciones permitidas y los requisitos para poder pilotar estas aeronaves. Con esto queremos dejar claro, pues aún la sociedad no es consciente de ello, que un dron, para uso profesional, es una aeronave, y consecuentemente, debe de estar sujeta a la normativa aeronáutica correspondiente.

Desde la publicación de este Real Decreto, se han creado en España más de 100 operadoras aéreas para poder realizar trabajos profesionales con este tipo de aeronaves. En Francia, Alemania, Inglaterra, existen ya más de 800 operadoras en cada país. Es evidente que es un sector con un potencial sorprendentemente alto. Y quizá deberíamos preguntarnos por qué. La explicación está relacionada con las características especiales de estas aeronaves: es una tecnología muy eficiente para la adquisición de datos, inspecciones en tiempo real o vigilancia, es bastante más económica que los métodos tradicionales, puede proporcionar resultados de muy alta calidad y además permite realizar las aplicaciones en el momento que se requieran y las veces que sea necesario.

Es por estos motivos por los que este sector, queramos o no, se va a incorporar y va a sustituir a un sinnúmero de aplicaciones que actualmente se realizan con otro tipo de tecnologías. Una de las aplicaciones más claras y evidentes es la adquisición de datos a partir de sensores, ya sean cámaras fotográficas, multispectrales, térmicas o termográficas, y el posterior tratamiento y presentación de los mismos para generar resultados aplicados a cualquier tipo de discipli-

na que lo requiera (ingeniería civil, agronómica, forestal, industrial, energética, patrimonio...). Y como todos sabemos, la Geomática, es la ingeniería que históricamente está especializada en este tipo de adquisición, tratamiento y presentación de los datos con la calidad que se requiere, bien sea a través de la fotogrametría, la teledetección, el geoposicionamiento, los Sistemas de Información Geográfica o los servidores de datos geoespaciales. La experiencia nos avala en este campo y así lo hemos demostrado cuando esta tecnología aún no estaba disponible, y ahora, con esta nueva herramienta de adquisición de datos, se puede impulsar de forma muy notable la interrelación de la Geomática con el resto de las ingenierías, y con ello, poder llegar a umbrales inimaginables en la gestión del territorio. Aprovechemos el momento. Eso sí, no nos olvidemos nunca, que tal y como hemos comentado al principio, que un dron es una aeronave, y como tal debe ser tratada.

Por este motivo, en la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño (ETSID), y conjuntamente con el Aeroclub de Castellón, nos planteamos formar en este aspecto a los futuros pilotos de drones, y con ese fin, creamos una formación de muy alto nivel similar a las que reciben los pilotos de aeronaves tripuladas, tanto en su parte teórica como práctica, eso sí, adaptándolo a estas aeronaves. Y puesto que un dron siempre tiene que tener una aplicación, pues sino sería aeromodelismo, asociado a este curso de formación, y a través de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Geodésica, Cartográfica y Topográfica de la UPV (ETSIGCT) hemos puesto también en marcha otra acción de formación en aplicaciones de Drones, donde se aborda todo el espectro actual y futuro del potencial que tiene esta tecnología. El embrión donde se gestó todo esto, fue en unas jornadas que se realizaron en la UPV en febrero del 2015 sobre Normativa, Pilotaje y Aplicaciones de Aeronaves no Tripuladas donde participaron prácticamente la mayoría de los actores y agentes en este ámbito: AESA, COPAC, APROCTA, RINT1, COIAE, DEURPAS, RFAE, AERPAS, COITT y diferentes empresas del sector: Galileo Geosystems, Infra-plan, Trimble, Leica, Topcon, AI-Top.

Y es en este especial de la revista MAPPING donde os queremos mostrar las diferentes ponencias y conclusiones que se abordaron en estas Jornadas, pues desde nuestro punto de vista, compartir el conocimiento es la principal herramienta del progreso.

**Israel Quintanilla**  
**Dr. Ingeniero en Geodesia y Cartografía**  
**Universidad Politécnica de Valencia**

# Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA): Normativa

## Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA): Regulation

Agencia Estatal de Seguridad Aérea

REVISTA **MAPPING**  
Vol. 24, 171, 6-14  
mayo-junio 2015  
ISSN: 1131-9100

### Resumen

En este artículo se destacan y resumen los contenidos existentes en la web de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) del Ministerio de Fomento en materia de drones. Se expone de una forma breve y concisa el marco regulatorio existente actualmente y se da respuesta a las preguntas frecuentes sobre la normativa vigente de drones.

### Abstract

*This article highlights and summarizes the contents available on the website of the Agencia Estatal de Seguridad Aérea (EASA) of the Ministerio de Fomento on drones. It is presented in a brief and concise currently existing regulatory framework and provides answers to frequently asked questions about the legal regulations of drones.*

Palabras clave: AESA, normativa, legislación, Dron, RPAS.

Keywords: AESA, regulation, legislation, Dron, RPAS.

Agencia Estatal de Seguridad Aérea. Ministerio de Fomento  
[jmramirez@seguridadaerea.es](mailto:jmramirez@seguridadaerea.es)

Recepción 01/06/2015  
Aprobación 18/06/2015

## 1. ¿QUÉ ES AESA?



AESA es el organismo de Estado que vela para que se cumplan las normas de aviación civil en el conjunto de la actividad aeronáutica de España. Es un organismo adscrito a la Secretaría de Estado de Transportes del Ministerio de Fomento a través de la Dirección General de Aviación Civil.

AESA se encarga de la supervisión, inspección y ordenación del transporte aéreo, la navegación aérea y la seguridad aeroportuaria. También, evalúa los riesgos en la seguridad del transporte aéreo mediante la detección de amenazas, el análisis y evaluación de riesgos y el proceso continuo de control y mitigación del riesgo. Además, tiene potestad sancionadora ante las infracciones de las normas de aviación civil.

AESA se rige por la Ley de Agencias Estatales (Ley 28/2006, de 18 de julio, de Agencias Estatales para la mejora de los Servicios Públicos) y por su propio Estatuto (Real Decreto 184/2008, de 8 de febrero, por el que aprueba el Estatuto de AESA).



## 2. COMPETENCIAS DE AESA

AESA asume las competencias sobre: certificación, mantenimiento, licencias, operaciones, registro de matrículas de aeronaves, trabajos aéreos, aviación deportiva, formación, medicina aeronáutica, navegación aérea, seguridad operacional, carga aérea, asesoría jurídica, recursos humanos, enseñanzas aeronáuticas, programas GNSS, interoperabilidad, cielo único, servidumbres aeronáuticas, espacio aéreo, facilitación, informática, aeródromos, combustible y contratación.



AESA trabaja para que se cumplan las normas de seguridad en el transporte aéreo de España, promoviendo el desarrollo, establecimiento y aplicación de la legislación aeronáutica nacional e internacional de seguridad aérea y protección al pasajero. Implantando una cultura de seguridad y protegiendo los derechos de los usuarios, agentes y sociedad, logrando un transporte aéreo seguro, eficaz, eficiente, de calidad, respetuoso con el medio ambiente, accesible y fluido.



Su continuo trabajo en la mejora de la seguridad comprende:

- Inspección de los sistemas de navegación
- Inspección de aeropuertos
- Inspección de la formación
- Inspección de la atención al usuario
- Gestión de los riesgos
- Actuación de forma preventiva
- Inspección del mantenimiento
- Inspección de las operaciones en vuelo
- Inspección de las compañías aéreas
- Inspección de las organizaciones
- Inspección de las aeronaves
- Supervisión de los sistemas de gestión de calidad
- Realización de auditorías internas y externas

### 3. MARCO REGULATORIO TEMPORAL PARA LAS OPERACIONES CON DRONES

El Consejo de Ministros del viernes 4 de julio de 2014 aprobó el Real Decreto-ley 8/2014, de 4 de julio, de aprobación de medidas urgentes para el crecimiento, la competitividad y la eficiencia, en cuya sección 6ª se recoge el régimen temporal para las operaciones con aeronaves pilotadas por control remoto, los llamados drones, de peso inferior a los 150 kg al despegue, en el que se establecen las condiciones de explotación de estas aeronaves para la realización de trabajos técnicos y científicos.

Posteriormente, dicha normativa ha sido tramitada como ley, proceso que culminó el 17 de octubre de 2014 con la publicación en el BOE de la Ley 18/2014, de 15 de octubre, de aprobación de medidas urgentes para el crecimiento, la competitividad y la eficiencia.

Esta nueva regulación responde a la necesidad de establecer un marco jurídico que permita el desarrollo en condiciones de seguridad de un sector tecnológicamente puntero y emergente, y será desarrollada reglamentariamente en los próximos meses.

Este reglamento temporal contempla los distintos escenarios en los que se podrán realizar los distintos trabajos aéreos y en función del peso de la aeronave. Además, las condiciones aprobadas se completan con el régimen general de la Ley 48/1960, de 21 de julio, sobre Navegación Aérea, y establecen las condiciones de operación con este tipo de aeronaves, además de otras obligaciones.

Las condiciones y requisitos se pueden consultar en el BOE del viernes 17 de octubre de 2014, Sección 6.ª Aeronaves civiles pilotadas por control remoto, artículos 50 y 51.

A continuación se expone parte del artículo 50 sobre el procedimiento a seguir para habilitarse como operadores de RPAS (Remotely Piloted Aircraft Systems).

### 4. PROCEDIMIENTO PARA HABILITARSE COMO OPERADOR DE RPAS<25KG PARA REALIZAR TRABAJOS TÉCNICOS O CIENTÍFICOS

Para el ejercicio de las actividades previstas en el art 50.3 de la Ley 18/2014 por aeronaves pilotadas por con-

trol remoto de hasta 25 Kg de masa máxima al despegue (MTOM) el interesado deberá presentar ante la Agencia Estatal de Seguridad Aérea una comunicación previa y declaración responsable (art. 50.6 Ley 18/2014) con una antelación mínima de cinco días al día del inicio de la operación.

A continuación se describen los pasos a seguir:

#### PASO 1. Solicitud de realización de los vuelos de prueba que demuestren que la operación pretendida conforme al art 50.3 de la Ley 18/2014 puede realizarse con seguridad

##### Documentación a presentar:

- Comunicación previa y declaración responsable (Apéndice A.2)
- Acuse de recibo (Apéndice B.2)
- Documento de caracterización de cada aeronave declarada.
- Estudio aeronáutico de seguridad. Se debe de presentar un estudio de seguridad para cada tipo de operación, describiendo la operación, definiendo peligros/riesgos y medidas de mitigación. El estudio de seguridad debe analizar los vuelos de prueba a realizar.
- Documentos de demostración del cumplimiento de los requisitos exigibles a los pilotos (art.50.5 de la Ley 18/2014).
- Condiciones o limitaciones que se van a aplicar a la operación o vuelo para garantizar la seguridad (art 50 3.d.9º de la Ley 18/2014).
- Perfiles de los vuelos a desarrollar y características de la operación (art 50 6.c de la Ley 18/2014).
- Documento acreditativo de tener suscrito el seguro obligatorio. Se debe de presentar junto con la declaración responsable un certificado emitido por la compañía de seguros en el que expresamente se indique que dicha aseguradora se encuentra autorizada por la Dirección General de Seguros en el ramo de responsabilidad civil vehículos aéreos y que se cumple con los requisitos establecidos en el art. 50.3 d 7º de la Ley 18/2014 de 19 de octubre, para cada una de las aeronaves y actividades declaradas por el operador.

La comunicación previa y declaración responsable (Apéndice A.2) así como el acuse de recibo (apéndice B.2) sellado por AESA habilita exclusivamente para la realización de aquellos vuelos que, según sea el caso, se hayan comunicado con la antelación prevista en el apartado 6 y con sujeción, en todo caso, al cumplimiento de los requisitos exigidos y en tanto se mantenga su cumplimiento.

#### Paso 2. Realización de los vuelos de prueba

Se podrán realizar los vuelos de prueba una vez se haya recibido el acuse de recibo (Apéndice B2) sellado por AESA. Este documento habilita al operador y solo a él a realizar

los vuelos de prueba que demuestren que la operación pretendida puede realizarse con seguridad, bajo las condiciones y limitaciones establecidas en la documentación presentada.

### Paso 3. Presentación de la comunicación previa y declaración responsable para habilitarse como operador de trabajos técnicos o científicos

Junto a la comunicación previa y declaración responsable (Apéndice A.1) se deberán de presentar los siguientes documentos:

- Acuse de recibo (Apéndice B.1)
- Manual de operaciones conforme a lo establecido en el apéndice E, incluyendo cada una de las operaciones declaradas.
- Estudio aeronáutico de seguridad. Debe presentar un estudio de seguridad para cada tipo de operación indicada en la declaración responsable. Dichos estudios deben incluir una descripción de las operaciones a realizar, detectando, y definiendo los peligros y/o riesgos que puedan producirse o en su caso que a lo largo de su experiencia haya detectado, con la finalidad de aplicar las medidas de mitigación oportunas para eliminar y/o reducir dichos peligros y/o riesgos, de manera que permita desarrollar la actividad, dentro de un marco de riesgo ACEPTABLE.
- Documentación acreditativa de la realización de los vuelos de prueba con resultado satisfactorio, donde se especifiquen las maniobras realizadas y el resultado de las mismas en base a lo establecido en el apéndice G.
- Programa de mantenimiento conforme al apéndice H.

La comunicación previa y declaración responsable (Apéndice A.1) así como el acuse de recibo (Apéndice B.1) sellado por AESA habilita para la realización de los trabajos técnicos o científicos previstos en el art 50.3, habilita para el ejercicio de la actividad por tiempo indefinido, con sujeción en todo caso, al cumplimiento de los requisitos exigidos y en tanto se mantenga su cumplimiento.

Ante modificaciones en las condiciones inicialmente declaradas se deberá de presentar un nuevo apéndice A1 y B1, así como las modificaciones de los documentos aportados de aplicación. (art 50.7 Ley 18/2014)

### PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN

Conforme al artículo 38.4 de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común, las solicitudes, escritos y comunicaciones que los ciudadanos dirijan a los órganos de las Administraciones públicas podrán presentarse:

1. En los registros de los órganos administrativos a que se

dirijan. (Registro General de AESA)

2. En los registros de cualquier órgano administrativo, que pertenezca a la Administración General del Estado, a la de cualquier Administración de las Comunidades Autónomas, a la de cualquier Administración de las Diputaciones Provinciales, Cabildos y Consejo Insulares, a los Ayuntamientos de los Municipios a que se refiere el artículo 121 de la Ley 7/1985, de 2 de abril, reguladora de las Bases del Régimen Local, o a la del resto de las entidades que integran la Administración Local si, en este último caso, se hubiese suscrito el oportuno convenio.
3. En las oficinas de Correos, en la forma que reglamentariamente se establezca.
4. En las representaciones diplomáticas u oficinas consulares de España en el extranjero. e) En cualquier otro que establezcan las disposiciones vigentes.

El cómputo de los plazos establecidos comienza a la recepción de la documentación en el Registro del órgano competente para la resolución del procedimiento (en este caso, el Registro General de AESA).

La documentación a entregar se puede presentar en formato papel o preferiblemente en formato digital (exceptuando apéndice A1, B1 y A2, B2), debiendo de dirigirse a: Servicio de RPAS.

Agencia Estatal de Seguridad Aérea  
Avenida Del General Perón, Nº 40. CP: 28020  
Fax: 91 77 05 465

### DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

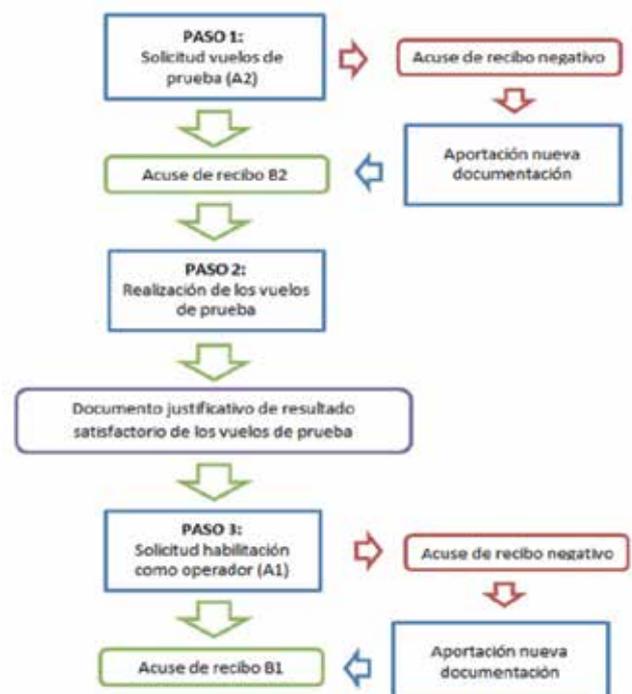


Figura 2. Diagrama de flujo del proceso

---

Procedimiento para habilitarse como operador de RPAS < 25 kg para realizar trabajos técnicos o científicos.

Paso 1. Solicitud de realización de los vuelos de prueba que demuestren que la operación pretendida conforme al art 50.3 de la Ley 18/2014 puede realizarse con seguridad

Paso 2. Realización de los vuelos de prueba

Paso 3. Presentación de la comunicación previa y declaración responsable para habilitarse como operador de trabajos técnicos o científicos

---

## 5. PREGUNTAS FRECUENTES SOBRE LA NORMATIVA DE DRONES

### 01. ¿Qué se puede hacer con un dron con la actual regulación en España?

Actualmente se pueden utilizar drones para realización de trabajos aéreos como son:

- Actividades de investigación y desarrollo.
- Tratamientos aéreos, fitosanitarios y otros que supongan esparcir sustancias en el suelo o la atmósfera, incluyendo actividades de lanzamiento de productos para extinción de incendios.
- Levantamientos aéreos.
- Observación y vigilancia aérea incluyendo filmación y actividades de vigilancia de incendios forestales.
- Publicidad aérea, emisiones de radio y TV.
- Operaciones de emergencia, búsqueda y salvamento.
- Otro tipo de trabajos especiales no incluidos en la lista anterior.

Aunque en un primer momento, y hasta que no esté aprobada la reglamentación definitiva, las operaciones que se pueden realizar se limitan a zonas no pobladas y al espacio aéreo no controlado

### 02. ¿Se pueden usar drones para grabar películas, filmar carreras, manifestaciones, bodas, conciertos, etc...?

Esta primera regulación temporal permite el uso de drones, sobre zonas no habitadas y por ahora no está permitido el uso en ciudades o sobre aglomeraciones de personas al aire libre, como pueden ser parques de ciudades, playas llenas de gente, campos de fútbol, etc. Por lo que, en el caso de películas, se podrán usar siempre que no sea en zonas urbanas. Las manifestaciones, fiestas o conciertos por ahora no será posible grabarlos con drones, excepto que tengan lugar en recintos completamente cerrados (incluyendo el techo).

### 03. ¿Se puede usar un dron para grabar un partido de baloncesto o cualquier actividad en un recinto cerrado?

Los recintos completamente cerrados (un pabellón industrial o deportivo, un centro de convenciones, un domicilio particular, etc.) no están sujetos a la jurisdicción de AESA, al no formar parte del espacio aéreo. Los titulares de esos recintos pueden decidir si autorizan el vuelo de drones en su interior y en qué condiciones. Un estadio de fútbol no tiene la consideración de recinto cerrado, a menos que su cubierta cubra la totalidad de su superficie, sin abertura ninguna.

### 04. ¿Qué requisitos son necesarios para poder grabar exteriores?

La nueva normativa permite para una aeronave de hasta 25 Kg, grabar en exteriores, pero ha de hacerse de día y en condiciones meteorológicas visuales, en zonas fuera de aglomeraciones de edificios en ciudades, pueblos o lugares habitados o de reuniones de personas al aire libre, en espacio aéreo no controlado, dentro del alcance visual del piloto, a una distancia de éste no mayor de 500 m. y a una altura sobre el terreno no mayor de 400 pies (es decir, como máximo 120 m. sobre el terreno).

Para conseguir la habilitación como operador de drones para realizar este tipo de trabajos el régimen establecido es de comunicación previa y declaración responsable, por lo que no es necesario un permiso o autorización, tan solo un acuse de recibo una vez que presente en el Registro de AESA la declaración responsable junto con la documentación exigida, cuyo acuse de recibo le habilitará como operador de drones.

Independientemente de estar habilitado como operador de drones es necesario recordar que para la realización de fotografías o filmaciones con cualquier tipo de aeronaves, tripuladas o no, es necesario obtener una autorización específica de AESA, para ese tipo de actividad, en virtud de una Orden de Presidencia del Gobierno de 14 de Marzo de 1957.

### 05. ¿Qué requisitos tiene que cumplir un piloto para poder volar un dron?

Todos los pilotos de drones, indistintamente del tamaño de la aeronave, deberán acreditar una serie de requisitos:

En primer lugar, acreditar que posee los conocimientos teóricos necesarios para obtener una licencia de piloto, lo que se puede hacer de tres formas:

- Tener o haber tenido (en los últimos 5 años) una licencia de piloto (cualquier licencia, incluyendo la de planeador, globo o ultraligero).
- O bien demostrar de forma fehaciente que disponen de los conocimientos teóricos para obtenerla (por medio certificado de conocimientos teóricos emitido por una organización de formación aprobada por AESA, ATO, o, en el caso de que esos conocimientos correspondan a una licencia de piloto de ultraligero, mediante un certificado individual como APTO tras realizar el correspondiente examen oficial de conocimientos teóricos)
- O si el peso máximo al despegue no es superior a 25 Kg por medio de un certificado básico o avanzado emitido por una organización de formación aprobada (ATO) tras superar un curso al efecto.

Además, si no tuvieran una licencia de piloto, deben acreditar que tienen más de 18 años.

En segundo lugar, deberán presentar un certificado médico, de Clase LAPL (para aeronaves de hasta 25 Kg) o Clase 2 (para las de más de 25 Kg). Dado que la norma que regula el certificado LAPL no es efectiva hasta 2015, hasta entonces solamente está disponible el certificado de Clase 2.

Finalmente deberán acreditar que disponen de los conocimientos adecuados de la aeronave que van a pilotar y de su pilotaje, por medio de un documento que puede ser emitido por el operador, por el fabricante de la aeronave o una organización autorizada por éste, o por una organización de formación aprobada.

### 06. ¿Qué requisitos se le requerirá al operador (empresa) propietaria de los drones?

Indistintamente del tamaño de la aeronave tripulada por control remoto, todos los operadores de drones deberán cumplir los siguientes requisitos:

- Disponer de la documentación sobre la caracterización de la aeronave (configuración, características y prestaciones).
- Contar con un Manual de operaciones en el que establezca los procedimientos de la operación (por ejemplo, criterios para designar las zonas de despegue y aterrizaje, de condiciones meteorológicas para poder volar, gestión del combustible o

energía, etc.).

- Haber realizado un estudio aeronáutico de seguridad de la operación.
- Establecer un programa de mantenimiento de la aeronave conforme a las recomendaciones del fabricante.
- Tener un piloto que cumple los requisitos establecidos.
- Disponer de un seguro conforme a la normativa vigente.
- Adoptar las medidas adecuadas para que la aeronave no sufra actos de interferencia ilícita durante las operaciones, incluyendo interferencias deliberadas al enlace de radio y acceso no autorizado a la estación de control, durante el vuelo, o a la ubicación donde se almacene la aeronave cuando no se esté utilizando.
- Garantizar que la operación se realice a una distancia mínima de 8 kilómetros de cualquier aeropuerto o aeródromo, o de 15 si en él se puede operar en vuelo instrumental, o caso contrario haberse puesto de acuerdo con el mismo.

Sin embargo, los operadores de aeronaves de hasta 25 kilos de peso máximo al despegue no necesitan solicitar una autorización para poder operar, únicamente tienen que presentar en AESA una comunicación previa y declaración responsable conforme su aeronave cumple todas esas exigencias, junto con la documentación que lo acredite.

Esa comunicación previa y declaración responsable habrán de presentarse a AESA con una antelación mínima de 5 días antes del inicio previsto de la operación. AESA facilitará al interesado un acuse de recibo que servirá para acreditar ante terceros que el interesado está legalmente habilitado para realizar esa actividad.

Cualquier modificación que se produzca también deberá ser notificada a AESA con una antelación mínima de 5 días, presentando la documentación original que haya sido modificada junto con declaración responsable que cubra las modificaciones introducidas.

Los operadores de aeronaves de más de 25 Kg deberán presentar la misma documentación junto con la declaración responsable, pero están sujetos a que AESA emita su autorización (una vez que haya revisado la documentación y la haya encontrado conforme) para poder iniciar su actividad.

### 07. ¿Qué requisitos necesita cumplir un dron para poder volar legalmente?

Todos los drones, sin excepción, deben de llevar fijada en su estructura una placa de identificación en la

que deberá constar, de forma legible y a simple vista, la identificación de la aeronave, mediante la designación específica, número de serie si es el caso, nombre de la empresa operadora y los datos para contactar con la misma.

Además, los que pesen más de 25kg al despegue deben estar inscritos en el Registro de Matrícula de Aeronaves de AESA y disponer de certificado de Aeronegabilidad. Los que pesen menos, no tendrán que cumplir estos dos requisitos.

#### **08. ¿Cómo debe ser la placa identificativa y quién la debe poner?**

La placa es responsabilidad exclusivamente del operador (adquirirla o elaborarla, grabar o hacer grabar la información requerida y fijarla a la aeronave) y en ella deberá constar «de forma legible a simple vista e indeleble» la información que se especifica. Por tanto, el tamaño de la placa ha de ser el necesario para que incluya toda la información requerida y ésta pueda leerse a simple vista.

#### **09. ¿Qué condiciones y limitaciones tiene un dron de hasta 25 kilos para poder realizar trabajos aéreos?**

Los drones con un peso de hasta 25 kilos al despegue, además de cumplir las condiciones establecidas para el operador (empresa) que se describen en la pregunta 6 deberán cumplir las condiciones comunes para todos los drones:

- Placa de identificación
- Piloto autorizado
- Operar en zonas no pobladas y en espacio aéreo no controlado

Además:

- Tendrán que volar dentro del alcance visual del piloto y a una distancia de este no mayor de 500 metros y sin superar los 120 metros de altura.

En el caso de que el dron sea inferior a los 2 kilos al despegue, además podrán volar más allá del alcance visual del piloto, aunque tendrán que hacerlo dentro del alcance de la emisión por radio de la estación de control. Y sólo podrán alcanzar una altura máxima de 400 pies (120 m). Pero para ello habrán de pedir a los Servicios de Información Aeronáutica la emisión de un NOTAM, es decir un aviso al resto de los usuarios del espacio aéreo de dónde y cuándo va a volar, antes de realizar cualquier operación.

#### **10. ¿Qué condiciones tiene que cumplir un centro de formación para emitir los certificados básico y avanzado a los pilotos de drones? ¿Quién los autoriza?**

En el apartado 5 del artículo 50 de la Ley 18/2014, en los puntos c) 1º y 2º se especifica que quien podrá emitir un «certificado básico» o «certificado avanzado» para los conocimientos teóricos para el pilotaje de aeronaves pilotadas por control remoto será: «una organización de formación aprobada, conforme al anexo VII del Reglamento (UE) n.º1178/2011, de la Comisión, de 3 de noviembre de 2011, por el que se establecen requisitos técnicos y procedimientos administrativos relacionados con el personal de vuelo de la aviación civil».

Por consiguiente, para que la formación que pretenden impartir pueda ser reconocida, han de obtener de AESA la aprobación como organización de forma-



ción (ATO, por sus siglas en inglés de «approved training organisation») conforme a ese Reglamento de la Comisión Europea.

Las solicitudes para obtener la aprobación como ATO las tramita la División de Licencias al Personal de Vuelo de la Dirección de Seguridad de Aeronaves de AESA. La información al respecto la puede encontrar en: Procedimiento de aprobación ATO

Para solicitar esa aprobación hay que impartir al menos un curso en relación con una de las licencias que se contemplan en el Reglamento europeo mencionado (cualquiera de ellas, incluyendo la de piloto de planeador o globo), no es aceptable una solicitud para impartir únicamente formación respecto de aeronaves pilotadas por control remoto, dado que éstas no están contempladas en él.

Por tanto, únicamente las organizaciones de formación (ATOs) aprobadas por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) pueden impartir los cursos para la obtención de los certificados básico y avanzado para pilotar RPAs. Cualquier ATO aprobada por AESA puede emitir un «certificado básico» o un «certificado avanzado» para el pilotaje de aeronaves civiles pilotadas por control remoto.

Para ello tiene que impartir las materias que se indican en el apartado 5, puntos c.1º y c.2º del artículo 50 de la Ley 18/2014, con los contenidos que se especifican en el punto 1.2.A del Apéndice I a la Resolución de la Directora de AESA de 07.07.14 por la que se aprueba el material guía y los medios aceptables de cumplimiento para esa norma.

Además, habrá de tener en cuenta la duración mínima que se indica en el punto 1.5 de este Apéndice I, y comunicar a AESA los programas de cada materia como se indica en el punto 1.3.

Los cursos se impartirán por instructores adecuados, según el punto 3, y se enviará a AESA un dossier con la documentación que se indica en el punto 4.2 antes de iniciar la actividad.

### **11. ¿Cualquier ATO puede emitir el certificado básico para el pilotaje de aeronaves civiles pilotadas por control remoto? ¿Tiene que tener una base específica como un curso previo o algo así?**

Para poder emitir dicho certificado tiene que impartir las materias que se indican en la norma (Normativa aeronáutica, Conocimiento general de las aeronaves (genérico y específico), Performance de la aeronave, Meteorología, Navegación e interpretación de mapas, Procedimientos operacionales, Comunicaciones y Factores humanos para aeronaves civiles pilotadas por control remoto), con los contenidos y duración mí-

nima que se especifican en los medios aceptables de cumplimiento para esa norma publicados en la Web de AESA.

Además, habrá de comunicar a AESA los programas de cada materia como se indica en el punto. Los cursos se impartirán por instructores adecuados, y se enviará a AESA un dossier con información sobre las instalaciones en que se va a desarrollar el curso, programa desarrollado de los conocimientos correspondientes, cronograma de desarrollo del curso e instructores (con C.V.) antes de iniciar la actividad (a efectos informativos y de ulterior supervisión, AESA emite ninguna autorización formal para impartir los cursos, solamente acusará recibo de la documentación).

### **12. ¿Una escuela de vuelo de ULM autorizada por AESA puede desarrollar los cursos Básico y Avanzado y expedir los certificados que acrediten la superación de dichos cursos?**

No. Solamente una ATO, organización de formación aprobada por AESA conforme al Reglamento de Personal de Vuelo de la Comisión Europea (Reglamento UE Nº 1178/2011, Anexo VII) puede hacerlo.

### **13. ¿Es posible que una Escuela que se dedica en exclusiva a los RPAs pueda obtener la Aprobación de AESA para dar formación exclusivamente en RPAs? ¿El procedimiento sería el indicado en la web de AESA?**

No. Esa formación solo puede impartirla una ATO. Para obtener la aprobación por AESA como ATO es necesario al menos impartir la formación de cualquiera de las licencias contempladas en el Reglamento (UE) n.º 1178/2011, de la Comisión, de 3 de noviembre de 2011, por el que se establecen requisitos técnicos y procedimientos administrativos relacionados con el personal de vuelo de la aviación civil, es decir, sería válida si impartiera solamente las enseñanzas de la licencia de piloto de planeador o globo.

### **14. ¿El estudio aeronáutico o de seguridad debe hacerse para cada situación concreta o para un mismo tipo de operación?**

A voluntad del operador. Normalmente (excepto un operador que se vaya a dedicar únicamente a un tipo de operación muy específica) convendrá hacerlo para un tipo de operación, con las características más genéricas posibles, pues en caso contrario habría que presentar uno nuevo, como modificación a la documentación inicialmente presentada, cuando se vaya a realizar una operación que no encaje en el ya presentado.



### 15. ¿Necesito un seguro para realizar trabajos aéreos o vuelos especiales con un dron?. ¿Qué tipo de seguro, con qué límites de cobertura y cuáles son los requisitos de las compañías aseguradoras?

Sí, para poder realizar trabajos aéreos, vuelos de prueba y vuelos especiales con un dron es necesario un seguro de responsabilidad civil frente a terceros por cada aparato. Además, el límite de cobertura del seguro dependerá de la masa máxima del aparato al despegue y la compañía aseguradora debe estar autorizada por la Dirección General de Seguros en el ramo de responsabilidad civil vehículos aéreos. De hecho, los operadores deberán de presentar junto con la declaración responsable un certificado emitido por la compañía de seguros en el que expresamente se indique que dicha aseguradora se encuentra autorizada y que se cumple con los requisitos establecidos para cada una de las aeronaves y actividades declaradas por el operador.

#### Tipo de seguro

Para poder realizar actividades aéreas de trabajos técnicos o científicos así como vuelos especiales por aeronaves civiles pilotadas por control remoto, definidos respectivamente en el art. 50.3 y 50.4 de la Ley 18/2014, se exige una póliza de seguro u otra garantía financiera que cubra la responsabilidad civil frente a terceros por daños que puedan surgir durante y por causa de la ejecución del vuelo.

La Ley de Navegación aérea (art. 11b) considera aeronave a cualquier máquina pilotada por control remoto que pueda sustentarse en la atmósfera por reacciones del aire que no sean las reacciones del mismo contra la superficie de la tierra, y como tal debe de ser asegurada.

Cada aeronave civil pilotada por control remoto deberá estar asegurada, por lo que el seguro debe estar asociado a una matrícula o para el caso de MTOM inferior a 25 Kg a una marca, modelo y nº de serie. Por otra parte, al tener un ámbito de aplicación específico se deben asegurar los riesgos de cada una de las actividades que vayan a realizarse.

En el caso de tener varias aeronaves pilotadas por control remoto, cada una de ellas deberá estar asegurada, ya sea en la misma póliza (póliza en conjunto) o en distintas pólizas.

#### Límites de cobertura

Los límites de cobertura dependerán de la masa máxima al despegue. El RD 37/2001 de 19 de enero establece los límites mínimos del seguro de daños a terceros para el caso de las aeronaves civiles pilotadas por control remoto de MTOM inferior a 20Kg y el Reglamento (CE) n.º 785/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de abril de 2004, sobre los requisitos de seguro de las compañías aéreas y operadores aéreos a las de MTOM superior a 20Kg.

#### Requisitos compañías aseguradoras

Las compañías aseguradoras deben disponer de una autorización administrativa que concede el Ministerio de Economía y Competitividad en relación con el ramo al que vayan a dedicarse y deben estar inscritas en el registro de la Dirección General de Seguros en dicho ramo.

#### Justificación

Para justificar el cumplimiento de la normativa de aplicación, los operadores deberán de presentar junto con la declaración responsable un certificado emitido por la compañía de seguros en el que expresamente se indique que dicha aseguradora se encuentra autorizada por la Dirección General de Seguros en el ramo de responsabilidad civil vehículos aéreos y que se cumple con los requisitos establecidos en el art. 50.3 d 7º de la Ley 18/2014 de 19 de octubre, para cada una de las aeronaves y actividades declaradas por el operador.

## REFERENCIAS

Agencia Estatal de Seguridad Aérea  
<http://www.seguridadaerea.gob.es/>



**campus virtual**

**eGeoMapping**  
pone a su disposición  
una **plataforma de formación**  
donde encontrarás las últimas  
novedades en cursos  
relacionados con  
las **Ciencias de la Tierra**

## **Cursos**

- Ingeniería Geomática
- Ingeniería Civil
- Ordenación del Territorio
- Catastro y Propiedad
- Geoinformación
- Innovación social
- Biblioteconomía

Gracias a la formación e-learning se eliminan las barreras espacio-temporales de su aprendizaje  
ESTUDIE DONDE Y CUANDO QUIERA  
El equipo docente de eGeoMapping le espera

# RPAS y la Navegación Aérea

## *RPAS and Air Navigation*

Jaume Assens Serra

REVISTA **MAPPING**  
Vol. 24, 171, 16-19  
mayo-junio 2015  
ISSN: 1131-9100

### Resumen

Desde el punto de vista de los controladores aéreos, en la actualidad los RPAS no tienen un impacto operativo significativo ya que la normativa actual no permite que vuelen en espacio aéreo controlado. No obstante, en el futuro se irán integrando progresivamente en el sistema de navegación aérea hasta llegar a operar en las mismas condiciones que las aeronaves tripuladas, para lo que es necesario que tanto los RPAS y sus pilotos cumplan unos requisitos mínimos e imprescindibles.

### Abstract

*From the air traffic controllers' view, nowadays RPAS don't have a significant operational impact since present regulations don't allow them to fly in controlled air space. However, in the future RPAS will progressively be integrated in the air navigation system to a point in which they'll be able to operate under the same conditions as manned aircraft, making it necessary that both RPAS and their pilots meet some minimal and essential requirements.*

**Palabras clave:** RPAS, RPA, Dron, UAV, UAS, APROCTA, ATC, control aéreo, navegación aérea.

**Keywords:** RPAS, RPA, Dron, UAV, UAS, APROCTA, ATC, air traffic control, air navigation.

Vicepresidente de APROCTA  
Asociación Profesional de Controladores de Tránsito Aéreo  
[vicepresidente@aprocta.es](mailto:vicepresidente@aprocta.es)

Recepción 16/04/2015  
Aprobación 08/06/2015

## 1. INTRODUCCIÓN

Este artículo está orientado a ofrecer una visión de los RPAS desde el punto de vista de los controladores aéreos: cómo nos afectan, que de momento es poco, y, más importante, cómo nos van a afectar en el futuro, analizando los retos que se nos presentan.

## 2. APROCTA



APROCTA (Asociación profesional de controladores de tránsito aéreo), como su propio nombre indica, es una asociación de carácter profesional sin ánimo de lucro que se financia con las cuotas de sus asociados, 1 200 controladores aéreos en la actualidad.

Creada en 2009 cuenta, entre otros, con los siguientes objetivos:

- Defensa de los intereses profesionales de los controladores aéreos.
- Promoción de la seguridad operacional y la legalidad operativa.
- Fomentar la formación profesional de los controladores de la circulación aérea.
- Participar en la elaboración de las disposiciones legales que regulen el sector de la navegación aérea y el control del tráfico aéreo.
- Colaborar estrechamente con las organizaciones más representativas en el ámbito de la aviación.

## 3. NORMATIVA ACTUAL:

### IMPACTO ATC

Con la normativa actual el impacto operativo es mínimo, prácticamente inexistente, ya que, entre otras condiciones, los RPAS:

- No pueden volar dentro de espacio aéreo controlado, solo en espacio aéreo segregado o no controlado (clase F o G).
- No pueden volar a más de 400 pies sobre el terreno (hay que tener en cuenta que, salvo en las fases de despegue y aproximación o aeronaves en operaciones especiales, las aeronaves tripuladas no pueden volar a

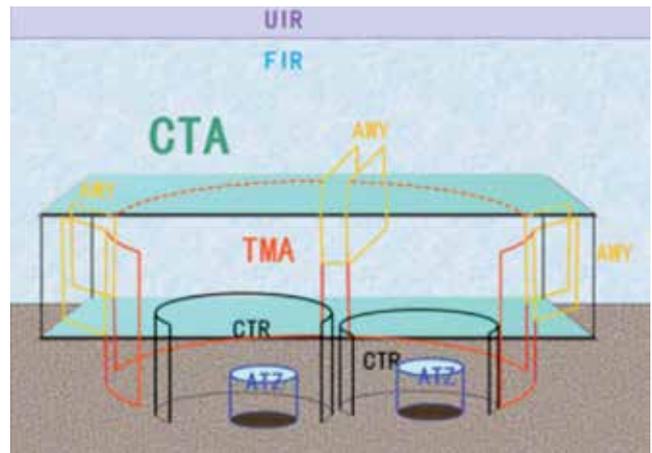


Figura 1. Distintos tipos de espacio aéreo controlado

menos de 500 pies sobre el terreno).

- Tienen que mantener una distancia mínima de 8 km de cualquier aeropuerto o aeródromo o 15 km si la infraestructura cuenta con procedimientos instrumentales. Obviamente si la infraestructura está protegida por un volumen de espacio aéreo controlado de distancia superior, se aplicaría esta última.
- Tiene que haber publicado un NOTAM.

Por tanto ahora mismo los RPAS, en principio, no tienen porque causar ningún impacto en la operativa diaria de los controladores aéreos.

Decimos en principio porque si bien a nivel de trabajos comerciales, técnicos o científicos es de esperar que se respeten los puntos mencionados, es cierto que causa cierta inquietud la popularización de los RPAS a nivel lúdico y recreativo. Si bien los RPAS que se usen con estos fines tienen la consideración de aeromodelos y tienen que regirse por las reglas de la federación de deportes aéreos que les corresponda (entre estas reglas la de volarlos solo en las zonas de vuelo autorizadas por dichas federaciones) lo cierto es que se están vendiendo masivamente y sin ningún tipo de con-

Clase	Tipo de vuelo	Separación proporcionada	Servicios suministrados	Limitaciones de velocidad	Requisitos de radio-comunicaciones	Sujeto a autorización ATC
Class	Type of flight	Separation provided	Services provided	Speed limitations	Radio-communication requirements	Subject to ATC clearance
F	IFR	IFR/IFR siempre que sea factible whatever it is feasible	Servicio de asesoramiento de tránsito, servicio de información de vuelo Traffic advice service, flight information service	250 kt IAS por debajo de FL100* 250 kt IAS below FL100*	Continuos en ambos sentidos Continuous, two way	No
	VFR	Ninguna None	Servicio de información de vuelo Flight information service	250 kt IAS por debajo de FL100* 250 kt IAS below FL100*	No	No
G	IFR	Ninguna None	Servicio de información de vuelo Flight information service	250 kt IAS por debajo de FL100* 250 kt IAS below FL100*	Continuos en ambos sentidos Continuous, two way	No
	VFR	Ninguna None	Servicio de información de vuelo Flight information service	250 kt IAS por debajo de FL100* 250 kt IAS below FL100*	No	No

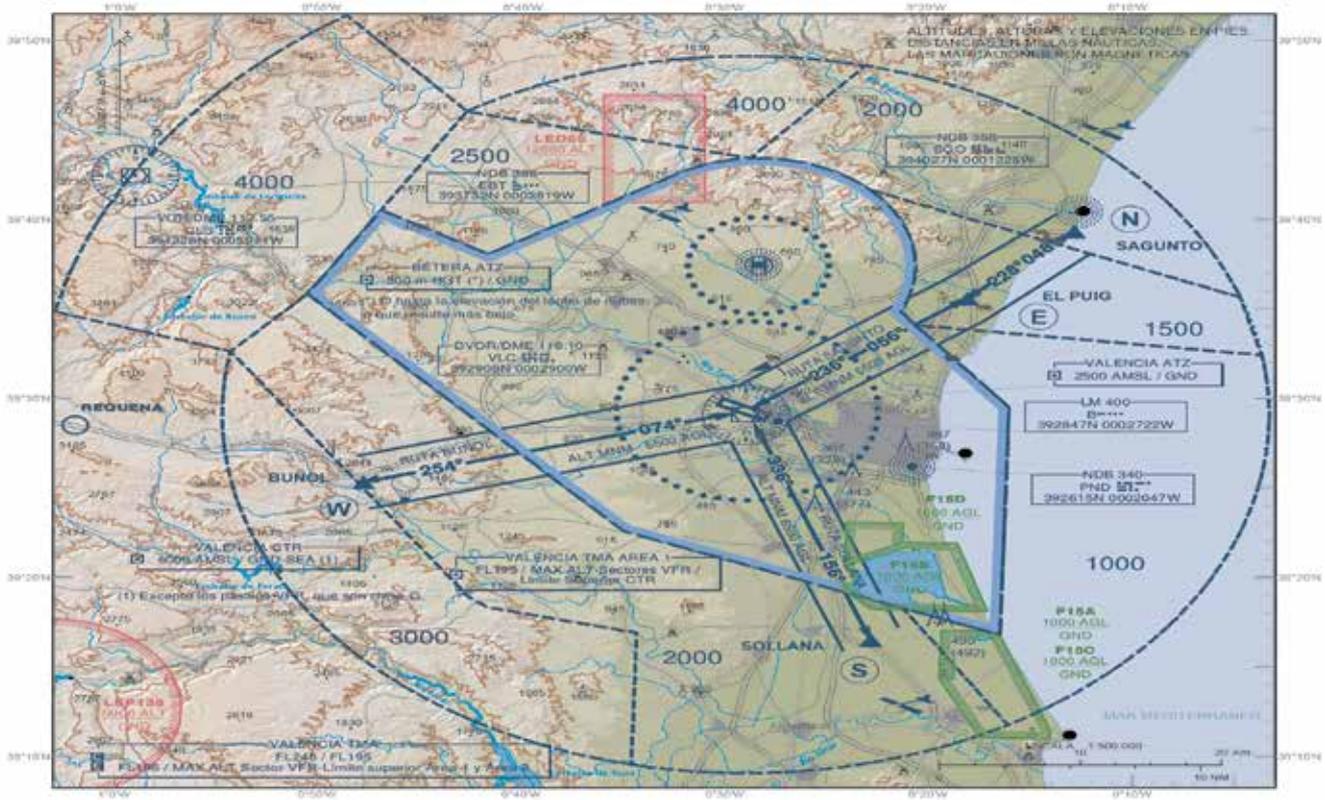
Figura 2. Espacios aéreos clase F y G (no controlados) donde pueden volar los RPAS

**CARTA DE APROXIMACIÓN VISUAL / VAC - OACI RUTAS DE SOBREVUELO**

**ELEV AD 240**

APP	120.100
TWR	118.550
GMC	121.875
ATIS	121.075

**VALENCIA/Manises LEVC**



**SOBREVUELOS**

Los tránsitos VFR que pretendan atravesar el Área 1 a altitudes superiores a las definidas por los sectores visuales no controlados definidos como espacio aéreo clase G, deberán establecer contacto radio con Valencia APP, con anterioridad a la entrada en este área, y solicitar autorización de entrada y sobrevuelo en espacio aéreo clase D. Valencia APP, en función de la situación del tráfico, otorgará el permiso ajustándose a las rutas VFR Sagunto, Buñol y Sollana, y a la altitud que determine, que no será inferior a 6500 ft.

- Estos corredores están definidos por las rutas de sobrevuelo:
  - RUTA SAGUNTO: Sagunto/ El Puig/ Valencia AD, en ambos sentidos. Altitud mínima a mantener 6500 ft.
  - RUTA SOLLANA: Sollana/ Valencia AD, en ambos sentidos. Altitud mínima a mantener 6500 ft.
  - RUTA BUÑOL: Buñol/ Valencia AD, en ambos sentidos. Altitud mínima a mantener 6500 ft.

Esta restricción no se aplicará a las aeronaves con destino/salida Bétera HEL.

**OBSERVACIONES**

Está prohibida la circulación VFR por el CTR o rutas VFR para las aeronaves que no vayan provistas de enlace radio en ambos sentidos y equipo SSR.

**OVERFLIGHTS**

VFR aircraft that intend to cross Area 1 at altitudes above those established by the uncontrolled visual sectors defined as Class G airspace, shall establish radio contact with Valencia APP before entering this area and request clearance to enter and overfly within Class D airspace. According to the existing traffic, Valencia APP will grant the proper permission keeping to VFR lanes: Sagunto, Buñol and Sollana; at the given altitude which never be lower than 6500 ft.

- These lanes are defined by the overflying routes:
  - SAGUNTO ROUTE: Sagunto/ El Puig/ Valencia AD, in both directions. Minimum altitude to maintain 6500 ft.
  - SOLLANA ROUTE: Sollana/ Valencia AD, in both directions. Minimum altitude to maintain 6500 ft.
  - BUÑOL ROUTE: Buñol/ Valencia AD, in both directions. Minimum altitude to maintain 6500 ft.

This restriction is not applicable to aircraft on departure/arrival from/to Bétera HEL.

**REMARKS**

VFR traffic within the CTR or VFR routes is forbidden to ACFT not provided with a two way radio equipment and SSR equipment.

13-DEC-12 (AMDT 231/12)

AIP-ESPAÑA

AD 2-LEVC VAC 1.1

Figura 3. Carta VFR del aeropuerto de Valencia

control. Es razonable la duda de que la mayoría de los compradores tengan conocimiento de la normativa que les afecta y mucho menos de lo que es un espacio aéreo controlado. Ni siquiera es necesario ser mayor de edad para comprar uno.

En EEUU, donde de momento no están permitidas las operaciones comerciales con RPAS con la excepción de algunos permisos excepcionales, estudiados caso a caso, la FAA ha registrado, en tan solo 6 meses, 25 cuasi colisiones entre RPAS y aviones tripulados, de los cuales 13 eran aviones comerciales destinados al transporte de pasajeros. Estamos

hablando de incursiones no autorizadas de RPAS de uso no comercial entrando en espacio aéreo controlado, afectando además a las aeronaves en sus fases más críticas: en despegue o aproximación, a baja altitud. Pero es que además de estas 25 cuasi colisiones (o incidentes graves) en 6 meses, la FAA ha reconocido que están recibiendo una media de 25 notificaciones al mes de pilotos que afirman haber visto RPAS volando en espacio aéreo restringido o cerca de otras aeronaves.

Es previsible que en España veamos un aumento de in-

cidentos por incursiones no autorizadas de RPAS dentro de espacio aéreo controlado. En estos casos, para los RPAS con fines lúdicos y recreativos, sería necesario regular su venta obligando, entre otras cosas, a que el fabricante o vendedor proporcione información detallada al comprador de la normativa que le es de aplicación y la obligatoriedad de pertenecer a una federación de deportes aéreos (a menos, claro está, que se vaya a volar en espacios cerrados).

Además, nos parece muy interesante la iniciativa de algunos fabricantes de incluir un software que, mediante GPS, impide al RPA despegar si se encuentra dentro de un radio determinado de los aeropuertos que tiene en su base de datos, incluso obligándole a aterrizar (automáticamente) si invadiera alguno de estos espacios, e impidiéndole también volar a una altitud superior a 400 metros.

## 4. EL FUTURO

Si bien se ha mencionado que en la actualidad, a nivel de navegación aérea, los RPAS no nos afectan, está claro que la situación va a cambiar indudablemente. Tal y como se están desarrollando los acontecimientos está todo avanzando muy rápidamente y es una realidad que es cuestión de tiempo que los RPAS compartan el espacio aéreo en las mismas condiciones que el resto de aeronaves.

El proyecto de Real Decreto, al que APROCTA ya presentó las alegaciones correspondientes, contempla la posibilidad de que un RPAS pueda volar dentro de espacio aéreo controlado.

Para que esta convivencia entre RPAS y aeronaves tripuladas dentro de espacio aéreo controlado sea efectiva, pensamos que si un RPAS pretende operar en las mismas condiciones que el resto de aeronaves, también tiene que cumplir los mismos requisitos, siendo los más importantes:

1. Obligatoriedad de obtener autorización ATC para entrar en aquellos espacios aéreos donde sea obligatoria la autorización de entrada para el resto de aeronaves.
2. Obligatoriedad del uso de transpondedor, donde sea obligatorio su uso para el resto de aeronaves.
3. Obligatoriedad del uso de radio, donde sea obligatorio su uso para el resto de aeronaves. Hay que resaltar la importancia de garantizar una adecuada comunicación radio entre el piloto RPAS y el controlador, con carácter permanente, inmediato y en ambos sentidos.

Otro aspecto importante a considerar es la formación de los pilotos RPAS. En la actualidad los requisitos son poseer una licencia de vuelo (incluida la de ultraligero) o poseer unos conocimientos teóricos equivalentes a los exigidos para obtener dichas licencias. Posteriormente es necesario certificar que se dispone de los conocimientos adecuados del RPA con el que se va a trabajar.

Si realmente se pretende que los RPAS operen en espacio aéreo controlado, es necesario modificar estos requisitos de forma que la formación del piloto RPAS incluya también:

4. Experiencia (instrucción) operando dentro de espacio aéreo controlado. Es decir, no solo conocimientos teóricos sino experiencia real recibiendo, comprendiendo y ejecutando instrucciones ATC. En el caso de los pilotos RPAS con una licencia de vuelo, salvo la de ultraligero, esta experiencia se presupone.
5. Experiencia en el uso de las comunicaciones aeronáuticas. De nuevo, a aquellos pilotos RPAS que tengan licencia de vuelo se les presupone experiencia en este tema. Deberían aplicarse también las normas de competencia lingüística en vigor para los pilotos de aeronaves tripuladas.

Esto es lo que en nuestra opinión debe contener la futura legislación. Somos conscientes de que la normativa no debe ser totalmente rígida y debe permitir adaptarse a situaciones no contempladas, como por ejemplo el hecho de que haya RPAS para los que, por su tamaño, sea inviable acoplarles un transponder. Para las situaciones excepcionales no previstas será indispensable establecer los mecanismos de coordinación con la unidad ATC implicada, que en última instancia deberá autorizar la operación estableciendo las condiciones que deban cumplirse para cada caso concreto.

Y dado que este es un campo nuevo del que nos ha tocado a todos ser protagonistas de su implantación, van a ser muchas las situaciones excepcionales e inesperadas que se van a presentar. La coordinación entre todos los que estamos implicados –controladores, AESA, fabricantes, piloto, etc.- va a ser fundamental para una progresiva implantación y adaptación de los RPAS en nuestro espacio aéreo. Y, en este sentido, jornadas informativas como las que se están celebrando en los últimos meses son un gran paso adelante.

### Sobre el autor

#### Jaume Assens Serra

Ingeniero de Telecomunicaciones por la Universitat Politècnica de Catalunya. Ha llevado a cabo labores de Consultor en desarrollos informáticos para banca y grandes empresas. Realizó entre 1997-1999 el curso de formación de controladores en SENASA. Desde 1999 a 2011 fue Controlador y Jefe de Instrucción en la torre de control de Reus. Desde entonces hasta la actualidad es Controlador en el Centro de Control de Tránsito Aéreo de Gavà (Barcelona). Ha sido Secretario de Aprocta, ocupando actualmente la Vicepresidencia.

# Análisis de la normativa de drones

## *Drones regulation analysis*

Eduardo García Collado

REVISTA **MAPPING**

Vol. 24, 171, 20-23

mayo-junio 2015

ISSN: 1131-9100

### Resumen

Este artículo contiene un análisis de la situación actual en España en cuanto al desarrollo de la normativa de operación de drones se refiere, analizando las nuevas oportunidades que esta normativa brinda y las posibilidades de desarrollo futuro.

### Abstract

*This article contains a brief analysis of the actual drone regulation in Spain related to operation activities, analyzing the new opportunities this regulation brings and the perspectives for the coming future.*

Palabras clave: Dron, normativa, mercado, UAV, UAS, empresa, futuro.

Keywords: *Dron, regulation, market, UAV, UAS, business, future.*

Ingeniero de Proyectos Aeronáuticos  
Colegio Oficial de Ingenieros Aeronáuticos de España  
[garciacollado@gmail.com](mailto:garciacollado@gmail.com)

Recepción 25/05/2015  
Aprobación 02/06/2015

## 1. INTRODUCCIÓN

Se habla en este trabajo de la evolución de la normativa de drones a lo largo de 2014, analizando las posibilidades que brinda la normativa actualmente vigente a la espera de la aprobación del reglamento definitivo.

## 2. MATERIAL Y MÉTODO

### 2.1. Agradecimiento a AESA

Es de recibo agradecer a la AESA su trabajo en el desarrollo de la actual normativa. Mejor o peor, al menos ya se dispone en España de un marco legal que regula ciertas actividades de drones sobre las que pueda echar a andar esta industria. Por los años 2007 y 2008 se mencionaba en conferencias sobre drones que se esperaba una normativa, como pronto, para 2012. Finalmente ha llegado en el 2014. No tan tarde, y considerando los intervalos de tiempo en los que se mueven los desarrollos normativos, casi se podría decir que ha llegado «en plazo».

### 2.2. Normativa en 2014

En cuanto a la normativa merece la pena mencionar la manera de legislar en España en el asunto de los espacios aéreos: se da lugar a vacíos legales. Consultando la documentación pertinente, no se encuentra fácilmente que esté prohibido volar un dron. De hecho la situación era, a comienzos de 2014, que no había ninguna reglamentación particular sobre los drones. De acuerdo a Derecho, de no haber normativa particular, siempre se puede recurrir a alguna normativa general. Y de no haberla, siempre se puede aplicar el principio de analogía. Y si tampoco se puede, entonces ya recurrir a los principios generales del Derecho. Sin embargo, la argumentación empleada

por AESA fue que, al no existir normativa particular, no tenía medios en los que basarse para autorizar dicho tipo de vuelos, y por ende, los consideraba ilegales. Y así fue como lo hizo constar en la nota de prensa emitida en el mes de abril. Dos meses después se aprobó el Real Decreto temporal, y finalmente en octubre una ley que lo regula, a la espera de la entrada en vigor de la norma reglamentaria que lo regule definitivamente. La evolución de toda esta situación normativa puede verse en el siguiente gráfico:

### 2.3. Clasificación actual de drones

En el siguiente esquema se pueden ver globalmente los requisitos a cumplir conforme a la normativa vigente para las 3 categorías actualmente reglamentadas:



Figura 2. Requisitos a cumplir según normativa y según categorías



Figura 1. Evolución de la normativa

---

Según el Derecho, de no haber normativa particular, siempre se puede recurrir a alguna normativa general. Y de no haberla, siempre se puede aplicar el principio de analogía. Y si tampoco se puede, entonces ya recurrir a los principios generales del Derecho. Sin embargo, la argumentación empleada por AESA fue que, al no existir normativa particular, no tenía medios en los que basarse para autorizar dicho tipo de vuelos, y por ende, los consideraba ilegales.

Así lo hizo constar en nota de prensa. Dos meses después se aprobó el Real Decreto temporal y finalmente una ley que lo regula, a la espera de la norma reglamentaria que lo regule definitivamente.

---

#### 2.4. Centros de Ensayo

Hasta la fecha hay 3 centros en España de experimentación y realización de ensayos con drones:

- El Arenosillo (Huelva)
- Las Rozas (Lugo)
- Atlas (Jaén)

#### 2.5. Casos de estudio

##### 2.5.1. Amazon

Hace casi un año, salió en los medios la intención de Amazon de usar drones para repartir paquetes en menos de media hora. Aunque un gran sector de la población se lo tomó en broma, el planteamiento de Amazon iba muy en serio. De hecho, en tan solo 5 meses, iba ya por su 9ª generación de drones.

Para seguir avanzando en el desarrollo de sus drones, envió a la FAA una carta de exención para que le eximiera del cumplimiento de ciertos requisitos a la hora de volar prototipos para ensayos al aire libre. En esa misma misiva, Amazon aseguraba que de no otorgársela, estaba dispuesta a llevarse todos sus trabajos de investigación de este área y todos los puestos de trabajo al extranjero, para poder proseguir con ellos.

Finalmente la respuesta de la FAA fue negativa, y Amazon se llevó todos sus trabajos de desarrollo de drones a Canadá.

(Nota: en los últimos meses desde la preparación de este caso de estudio la actitud de la FAA hacia Amazon ha cambiado).

##### 2.5.2. Correos

Mientras Amazon facturó unos 60.000 millones de dólares en 2012, Correos se quedó algo por debajo de los 2.000 millones de euros. Sirva este dato para hacerse una idea comparativa del tamaño de cada empresa.

No obstante, también es una empresa que se ha planteado el uso de la tecnología de drones para el reparto de paquetería en determinadas zonas de España. Sin embargo, y según declaraciones de su Presidente, han decidido esperar a nuevos cambios reglamentarios en la materia.

##### 2.5.3. Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras

El caso de la APBA es bastante llamativo, ya que publicó en el BOE del viernes 23 de enero de 2015, un procedimiento para la contratación de suministro de vehículos no tripulados para emergencias, supervisión ambiental y control de la actividad portuaria de la zona de servicio del puerto, con un presupuesto de 2 millones de euros.

#### 2.6. Cómo mejorar la normativa

Es evidente que la normativa tiene que estar aliada con los intereses de la sociedad: con el progreso y con la seguridad. Al tiempo que con los intereses de la industria, para asegurar que el valor añadido generado por la actividad sea máximo, sin introducir obstáculos innecesarios.

Para esto será interesante la creación de un panel que recoja tanto los fallos de la normativa, como la solicitud de ampliación de la misma en ciertas direcciones.

En este punto será de interés la observancia de una ley empírica muy útil en muchos ámbitos tecnológicos: la Ley de Pareto. También conocida como la Ley del 80/20. Es una ley empírica establecida por el matemático Pareto en el SXIX, y según la cual, el 80% de las incidencias están generadas por el 20% de los problemas. Al haber generalmente escasez de recursos y de tiempo, esta herramienta resulta muy útil para priorizar, ya que centrándose tan sólo en el 20% de los problemas, se resuelven el 80% de las incidencias.

La consideración de esta metodología de cara al perfeccionamiento de la normativa de drones, redundará en una mejora más ágil de la misma: resolviendo

aquellas imperfecciones de la misma que más impactan en el día a día del sector, y sirviendo para priorizar inteligentemente la implementación de las mejoras requeridas.

### 2.7. El porqué de la importancia de la normativa

El hecho de tener disponible una normativa, es algo que hay que celebrar. Y para tener una visión de conjunto nada mejor que apoyarse en la representación gráfica que permite el Diagrama de árbol:

1. Por un lado tenemos unos recursos: son los ingenieros, los pilotos, las empresas, etc. Los recursos representan el SUBSTRATO.
2. Por otro, unos objetivos a conseguir: desarrollo tecnológico, económico, desarrollo de negocio, progreso. Todo esto representa la COPA DEL ÁRBOL.
3. Y el nexo que los une, representado por el TRONCO, es la normativa, que es el elemento que permite una articulación ordenada de los recursos disponibles, bajo un marco de seguridad jurídica, para alcanzar los objetivos propuestos.
4. Y todo esto ILUMINADO por una visión de progreso y seguridad.

### 2.8. El reto: los modelos de negocio

Llegados a este punto, quizás se piense que ya es posible focalizarse en la plataforma en sí, poniéndose a resolver cuantos problemas tecnológicos puedan surgir, ya que al amparo del desarrollo normativo es posible comercializar toda esta tecnología.

Sin embargo, donde realmente está el primer reto, es en los modelos de negocio: el reto, es encontrar modelos de negocio que, bajo la normativa vigente, permitan la generación de un producto o servicio que haga que la empresa sea económicamente sostenible y rentable para, ahora ya sí, poder invertir esos beneficios en el desarrollo tecnológico referido más arriba.

## 3. CONCLUSIONES

Después del sinuoso año 2014 en lo que a regulación del uso de drones se refiere, queda fijado ya un marco regulatorio mínimo que permite la generación de negocio, y un mercado que poder desarrollar, y que deberá ser convenientemente aprovechado si queremos tener una industria puntera a nivel mundial en este sector.



Figura 3. Diagrama de árbol

Esto no es cuestión baladí, ya que muchos países del mundo desarrollado aún no tienen una normativa que permita el despegue de este sector en sus territorios, lo cual hace también a España un país atractivo de cara a la inversión en esta industria.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la UPV por su invitación para acudir a las «Jornadas sobre Normativa, Pilotaje y Aplicaciones de RPAS» donde tuvo lugar la ponencia que trató el tema recogido en este artículo, y al COIAE por la confianza depositada en mí para que en su representación acudiera a las mismas.

### Sobre el autor

#### Eduardo García Collado

Ingeniero Aeronáutico por la Universidad Politécnica de Madrid, inició su carrera profesional en el Dpto. de Programas de Airbus trabajando en el A400M. Posteriormente pasó a gestionar proyectos IT para el área de soporte a Ingeniería de Fabricación en el marco del Programa del A350. Recientemente se ha pasado al mundo de la consultoría en el sector aeronáutico en gestión de proyectos y desarrollo de negocio.

# MAPPING



EN NUESTRA PÁGINA WEB PODRÁ ENCONTRAR:

**Artículos** técnicos

**Boletines** informativos

Números anteriores de la **Revista MAPPING**

**Comunidad Científica**

Y mucho **más**

Conéctese a nuestros canales de las  
**Redes Sociales**

 **Facebook**  
<https://www.facebook.com/mapping.interactivo>

 **LinkedIn**  
<https://www.linkedin.com/nhome/>

 **Twitter**  
<https://twitter.com/MappingInteract>

 **Youtube**  
<http://www.youtube.com/>

**MAPPING INTERACTIVO**

 **91 006 72 23**

 **655 95 98 69 / 638 71 89 34**

 **C/ Arrastraria 21. Oficina 8. Edificio A**  
**Madrid 28022**  
**España**

 **[www.mappinginteractivo.es](http://www.mappinginteractivo.es)**

# La seguridad operacional de los RPAS

## *The safety of the RPAS*

Ricardo Huercio

REVISTA **MAPPING**  
Vol. 24, 171, 26-28  
mayo-junio 2015  
ISSN: 1131-9100

### Resumen

El desarrollo de los RPAS (Remotely Piloted Aircraft System) presenta grandes oportunidades en numerosos campos. Sin embargo, para asegurar que ese desarrollo se haga con garantías es imprescindible garantizar la seguridad de sus operaciones. Para ello, los operadores de RPAS deben implementar Sistemas de Gestión de la Seguridad (SMS) que incluya procedimientos para la identificación de peligros, mitigación de riesgos con medidas correctivas, monitoreo de la operación y corrección de las deficiencias constatadas y contar con un sistema de notificación de sucesos. Además, la selección, formación y entrenamiento del piloto remoto de RPAS es otro de los pilares de la seguridad, y se debe garantizar el nivel de conocimientos teóricos y experiencia operacional adecuados para pilotar el RPA y ejecutar cada operación comercial. La normativa que regule de manera definitiva la operación de los RPAS deberá, por tanto, prestar especial atención a los factores humanos y a la formación para garantizar la seguridad de las operaciones.

### Abstract

*RPAS development represents many opportunities. However, it is necessary to guarantee operational safety. RPAS operators should adopt Safety Management Systems with procedures to identify dangers, to avoid risk with corrective measures, to check the operation in order to correct deficiencies and to have a reporting system. Additionally, RPAS pilot selection, education and training are another safety support. It is necessary to guarantee a theoretical knowledge and operational experience accordingly to any specific commercial operation with RPAS. The future regulation about RPAS operation should pay close attention to human factors and education to ensure safety operations.*

**Palabras claves:** Sistema de Gestión de Seguridad, seguridad operacional, sistemas de reporte, piloto, formación.

**Keyword:** Safety Management System, safety, reporting system, pilot, training.

## 1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de los RPAS (Remotely Piloted Aircraft System) puede generar grandes oportunidades empresariales, económicas y profesionales, pero su viabilidad e implantación social sólo será posible y sostenible si se garantiza la seguridad de sus operaciones. Esa es la prioridad sobre la que deben cimentarse los principios de esta nueva industria.

## 2. SEGURIDAD OPERACIONAL

Por Seguridad Operacional entendemos el estado en el que los riesgos asociados a las actividades de aviación relativas a la operación de las aeronaves, o que apoyan directamente dicha operación, se reducen y controlan a un nivel aceptable. Para garantizar al máximo ese deseable nivel de seguridad disponemos de los Sistemas de Gestión de la Seguridad Operacional (SMS), es decir, aplicar un enfoque sistémico de la seguridad, incluyendo las estructuras orgánicas, la obligación de rendición de cuentas, las políticas y los procedimientos necesarios.

Dado que los RPAS van a compartir espacio aéreo con otras aeronaves, y aunque algunas operaciones se realizarán en espacio aéreo segregado, es necesario evitar los posibles incidentes que se puedan producir.

De modo similar a lo que hoy en día se lleva a cabo en las compañías aéreas, los operadores de RPAS deberán implementar un Sistema de Gestión de la Seguridad (SMS) básico que incluya procedimientos para la identificación de peligros, mitigación de riesgos con medidas correctivas, monitoreo de la operación y corrección de las deficiencias constatadas para garantizar una mejora continua de la seguridad. En gran medida, la gestión de la seguridad debe basarse, entre otros, en la recopilación de información, que ha de ser debidamente gestionada y analizada. Los RPAS, como cualquier otra aeronave, pueden tener algún incidente o accidente, por lo que es necesario que se les incluya en el RD 1334/2005 que regula el sistema de notificación obligatoria de sucesos en la aviación civil, modificándolo con su taxonomía de aplicación y una guía de utilización de los mismos.

Pero sin duda hay un factor que, desde el Colegio Oficial de Pilotos de la Aviación Comercial (COPAC), consideramos fundamental para el desarrollo seguro de los RPAS: la selección, formación y entrenamiento del piloto remoto de RPAS. Es preciso que un RPA tenga un responsable de la operación con una cualificación y formación igual o superior a la del piloto de una aeronave tripulada, especialmente para aquellas operaciones con fines comerciales; la razón, aunque difícil de entender por el

estado inicial en que nos encontramos, es que la operación con un RPA demostrará ser más compleja que la de un avión tripulado, no solo por el incierto hándicap que supone la inexistencia física del piloto en la aeronave, su visión global/colateral de la situación y su percepción efectiva de conciencia situacional, sino por la variedad de operaciones, condiciones y limitaciones a las que tendrá que hacer frente en tiempo real. Actualmente existen dos importantes limitaciones tecnológicas de inaplazable solución, como son: el blindaje del link de la frecuencia de operación (sistema ultraseguro contra el «spoofing») y la falta de un sistema automático que pueda replicar la capacidad del ser humano de «detectar y evitar» (detect and avoid).

Además, teniendo en cuenta que en este sector también participan empresas ajenas hasta ahora al mundo de la aviación, hay que promover una formación aeronáutica adecuada, con una preparación completa, convenientemente supervisada por la autoridad aeronáutica.

El piloto remoto de RPAS debe ser titular de algún tipo de licencia de piloto que le habilite tanto para pilotar el tipo de RPA de que se trate, como para la operación comercial que realice, para lo que naturalmente deberá contar con unos conocimientos aeronáuticos teóricos. Además habrá de pasar un curso específico sobre la aeronave que va a operar y su equipo de control. En los últimos meses han proliferado numerosos cursos teóricos de operador de drones, cuya duración va desde las 50 horas del curso básico, hasta las 60 del avanzado, lo cual resulta claramente insuficiente para la operación de RPAS complejos y fuera del alcance visual del piloto remoto.

Los RPAS van a operar en un espacio aéreo común y han de hacerlo con los mismos estándares de seguridad que se les pide a los usuarios actuales, a fin de cumplir la normativa, salvaguardar la seguridad de la operación y garantizar la integridad de la aeronave y de terceras partes. El responsable de esa operación debe tener unos conocimientos, experiencia operacional y



Figura 1. Microdron



Figura 2. Simulador de vuelo

de seguridad de igual índole y nivel a la de los profesionales con los que trabaja, y es ahí donde los pilotos comerciales tenemos mucho que aportar y compartir.

A los conocimientos aeronáuticos, se añaden otras disciplinas como principios eléctricos, computadores, sistemas geográficos de información –GIS–, espacio aéreo, despacho de vuelos, gestión de seguridad operacional y programas ATM, que el piloto remoto debe conocer.

Nos encontramos en definitiva ante un nuevo perfil de piloto a medio camino entre el piloto ejecutivo que toma decisiones y gestiona la operación en la cabina de una aeronave, y el controlador de tránsito aéreo planificador que desde su consola coordina con sus colaterales las operaciones en el sector aéreo que le corresponde.

En el entorno operacional comercial, el hecho de que el piloto remoto no esté a bordo de la aeronave y deba utilizar HCI's (human computer interfaces) para supervisar las aeronaves y adquirir y mantener la conciencia situacional, añadirá complejidad a las tareas que debe desarrollar.

Actualmente en España contamos con un régimen temporal de regulación de las aeronaves civiles pilotadas por control remoto RPAS, aprobado en julio de 2014, y recogido en el artículo 50 de la Ley 18/2014, de 15 de octubre, de aprobación de medidas urgentes para el crecimiento y la competitividad. El futuro Real Decreto definitivo que regule la operación de los RPAS deberá prestar especial atención a los factores humanos y a la formación para garantizar la seguridad de las operaciones.

Las expectativas creadas en torno a las aeronaves

tripuladas por control remoto son muchas y en este momento es difícil saber cuáles se consolidarán realmente, pero aprovechemos para, desde el inicio, sentar las bases de una industria que más allá de sus posibilidades sólo tendrá futuro si es segura.

No es necesario recordar la repercusión social, mediática y emocional que los sucesos del mundo de la aviación tienen en todos los países, así que no deberíamos terminar este artículo sin recordar que «la posibilidad de que una industria emergente, necesaria e ilusionante termine antes de comenzar su andadura existe», y evitarlo debe ser, por encima de cualquier otra circunstancia, nuestro principal objetivo.

### Sobre el autor

#### Ricardo Huercio

*Piloto de líneas aéreas con cerca de 20 000 horas de vuelo y miembro del Colegio Oficial de Pilotos de la Aviación Comercial. Su carrera profesional comenzó en el Ejército del Aire y posteriormente, ya en el ámbito civil, ha volado en compañías como Hispania, Viva Air e Iberia. Es miembro de la Comisión de estudio y análisis de incidentes de tránsito aéreo.*

*Ha realizado distintos cursos y posee amplia experiencia sobre investigación de accidentes, análisis de riesgos y sistemas de gestión de seguridad.*

# VISITA NUESTRO NUEVO PORTAL



## [www.obrasurbanas.es](http://www.obrasurbanas.es)

**SUSCRIBETE** a nuestro Newsletter mensual

**Toda la información actualizada en el portal  
más completo del sector**

# Sobre el pilotaje y las aplicaciones de los drones

## *On drone piloting and applications*

Israel Quintanilla García, José Gil Donat, Juan Antonio Vila Carbó, Pedro Yuste Pérez, Antonio Botella Muñoz, Luis Vicente Galindo Sánchez, Antonio Molina Bueno, José Vicente Gil Llácer, José Manuel Martínez Ibáñez, Mario Poyo-Guerrero Lahoz, Ignacio Despujol Zabala

REVISTA **MAPPING**  
Vol. 24, 171, 30-33  
mayo-junio 2015  
ISSN: 1131-9100

### Resumen

En los últimos tiempos ha habido un crecimiento muy importante en la utilización de las aeronaves pilotadas por control remoto (drones). En un gran porcentaje se están utilizando por debajo de las posibilidades que ofrecen o en contra de la normativa que garantiza la seguridad de las operaciones. En este artículo se explica la situación actual y las perspectivas de futuro en cuanto a normativa y aplicabilidad de este tipo de aeronaves.

### Abstract

*In recent times, there has been a significant growth in the use of remotely piloted aircraft (drones). In a large percentage, they are being used below the possibilities they offer or against the regulations that guarantee the safety of operations. In this paper, the current situation and future possibilities in terms of regulations and applicability of this type of aircraft are explained.*

Palabras clave: RPAS, drones, pilotos, formación, aplicaciones.

Keywords: RPAS, drones, pilots, training, applications.

Diploma de Extensión Universitaria en Pilotaje de Sistemas de Aeronaves  
Tripulados por Control Remoto (RPAS)  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería Geodésica, Cartográfica y Topográfica  
Universitat Politècnica de València  
[iquinta@cgf.upv.es](mailto:iquinta@cgf.upv.es)

Recepción 03/06/2015  
Aprobación 10/06/2015

## 1. INTRODUCCIÓN

El término «dron» se utiliza genéricamente para designar cualquier aeronave que vuele sin un piloto a bordo. Puede abarcar desde un pequeño multicóptero de menos de 1 Kg de peso hasta un ala fija como el Global Hawk de casi 15 toneladas. Este tipo de aeronaves y su regulación no son nuevos. Al contrario de lo que se suele creer, están contempladas desde el año 1944 en el artículo 8 del Convenio sobre Aviación Civil Internacional y enmendado por la Asamblea de la OACI (ICAO, 2006): «Ninguna aeronave capaz de volar sin piloto volará sin él sobre el territorio de un Estado contratante, a menos que se cuente con autorización especial de tal Estado».

Históricamente se han utilizado muchos términos para referirse a ellas, como UAV, UAS o RPAS. La OACI (Organización de Aviación Civil Internacional), ha normalizado estos términos como primer paso para ayudar en la regulación (ICAO, 2011). Se consideran los siguientes acrónimos:

- UA      Unmanned aircraft
- UAS     Unmanned aircraft system(s)
- UAV     Unmanned aerial vehicle (término obsoleto)
- RPA     Remotely-piloted aircraft

- RPAS    Remotely-piloted aircraft system

Se define UA, o aeronave no tripulada, a cualquier aeronave que no lleve un piloto a bordo. Independientemente de si navega de manera autónoma o no. Igualmente se define RPA, o aeronave pilotada a distancia, como una aeronave no tripulada que tiene un piloto al mando. Las RPAs son, por lo tanto, un subconjunto de las UAs. En este contexto, OACI establece que: «Las funciones y responsabilidades del piloto remoto son fundamentales para la operación segura y predecible de la aeronave en sus interacciones con otras aeronaves civiles y con el sistema de gestión del tránsito aéreo (ATM). Las operaciones de aeronaves plenamente autónomas no se consideran en estas actividades, así como tampoco los globos libres no tripulados u otros tipos de aeronave que no pueden dirigirse en tiempo real durante el vuelo». (ICAO, 2011).

Por último, de acuerdo con el mismo artículo 8 del Convenio sobre Aviación Civil Internacional: «Cada Estado contratante se compromete a asegurar que los vuelos de tales aeronaves sin piloto en las regiones abiertas a la navegación de las aeronaves civiles sean controlados de forma que se evite todo peligro a las aeronaves civiles».



Figura 1. Práctica de vuelo con RPA de ala fija

## 2. FORMACIÓN DE PILOTOS

EASA (European Aviation Safety Agency) es la organización que gestiona la estrategia de seguridad en aviación a nivel europeo. Está preparando una normativa para regular el uso seguro de RPAS. La idea que dirige esta regulación es la de «Concepto de Operaciones». Según este concepto las reglas que se aplican son proporcionadas al riesgo de la operación. Cuanto más compleja sea la operación, mayor riesgo tendrá y más estrictas serán las normas. Se hace para, manteniendo el nivel de seguridad, fomentar el crecimiento de la industria. Como es lógico, los pilotos deberán estar capacitados para asumir la complejidad de los diferentes tipos de misiones, y es por eso que JARUS (Joint Authorities for Rulemaking on Unmanned Systems) está preparando las licencias que habilitarán a los pilotos de estas aeronaves.

De momento se prevé una clasificación en función del espacio aéreo en que se opere y de la distancia entre el piloto y la aeronave. Como primera aproximación a una división del espacio aéreo se puede considerar el espacio por debajo de los 500 pies sobre el suelo que marca el límite inferior para la aviación tripulada. Este es el espacio más seguro ya que la probabilidad de encontrarse con otra aeronave es baja. Por encima de los 500 pies los espacios aéreos en los que se considera la integración de RPAS son los espacios IFR y VFR. Estas siglas se corresponden con Instrument Flight Rules (Reglas de vuelo instrumental) y Visual Flight Rules (Reglas de vuelo visual). En los espacios aéreos IFR la separación entre aeronaves se gestiona desde un centro de control de tráfico aéreo, en los VFR se hace desde la cabina de la propia aeronave. Las dificultades técnicas para garantizar la seguridad en estos dos casos son muy superiores a las del caso anterior.

Respecto a la distancia entre el piloto y la aeronave hay que distinguir los siguientes casos:

- VLOS: El piloto mantiene el contacto visual con la aeronave.
- E-VLOS: Contacto visual extendido. El piloto está en contacto con un observador que mantiene contacto visual con la aeronave.
- BVLOS: Más allá del contacto visual.
- RLOS: El piloto mantiene contacto en línea directa por radio con la aeronave.
- BRLOS: La aeronave está fuera del alcance directo por radio y es necesario utilizar medios alternativos de comunicaciones, como relés o satélite.

La previsión es que todos estos casos se vayan integrando progresivamente en espacio aéreo no segre-



Figura 3. Prácticas de vuelo

gado. Se espera, por ejemplo, que en el espacio aéreo europeo se comiencen las primeras operaciones RLOS en espacio aéreo IFR en 2016, según el European RPAS Steering Group (ERSG, 2013).

## 3. DIPLOMA DE EXTENSIÓN UNIVERSITARIA EN PILOTAJE DE RPAS

En este contexto, La Universitat Politècnica de València, en colaboración con el Aeroclub de Castellón (E-ATO-072), ha creado el Diploma de Extensión Universitaria en pilotaje de sistemas de aeronaves tripulados por control remoto (RPAS) para preparar a profesionales que quieran llegar a la futura licencia de piloto remoto (RPL).

El curso consta de 320 horas de formación, que incluyen prácticas de simulador (básico y avanzado), vuelo con multirrotores y ala fija.

El objetivo es conocer las técnicas de pilotaje de RPAS, estudiando las materias necesarias para realizar una operación aérea segura: Normativa aeronáutica, Conocimiento general de las aeronaves (genérico y específico), Performance de la aeronave, Meteorología, Navegación e interpretación de mapas, Procedimientos operacionales, Comunicaciones (incluidos los conocimientos de servicios de tránsito aéreo y comunicaciones avanzadas) y Factores humanos para aeronaves civiles pilotadas por control remoto, de la misma manera que se exige para la obtención de una titulación de aeronave tripulada. Asimismo se realizan prácticas de vuelo en simulador e instrucción con RPAS en vuelo real en un campo de vuelo apropiado,

haciendo hincapié en los conocimientos y maniobras que el alumno debe dominar.

Todas las sesiones de instrucción tienen una estructura común:

En primer lugar se hace un briefing, que es una breve descripción de lo que va a ocurrir durante el vuelo o parte de él. En aviación no se concibe ninguna acción si no se realiza previamente un briefing.

En segundo lugar se repasan las listas de comprobación y los procedimientos a realizar. Al igual que en el caso anterior, en aviación no puede realizar ninguna acción si no existe un procedimiento oficial aprobado para realizarla. Las listas de comprobación nos recuerdan las acciones a realizar en los procedimientos previamente aprendidos e intentan eliminar el error durante el desarrollo de esos procedimientos.

Durante la sesión, tanto en el aula como en el campo de vuelo, se simulan las comunicaciones en todas las fases del vuelo.

La sesión acaba con un debriefing. Después de realizar la sesión de simulador o de vuelo real, se repasa brevemente cómo se ha realizado el vuelo. Se revisan los aciertos y los errores y se propone un plan de estudio para la siguiente sesión con el fin de corregir los errores producidos.

## 4. APLICACIONES

Asociado al diploma de pilotaje, se ha creado un Curso de Aplicaciones de Sistemas de Aeronaves no Tripuladas (Drones). Este curso está dirigido a estudiantes y profesionales de los ámbitos e ingenierías en geomática, agronómica, aeronáutica, forestal, civil, bienes culturales, turismo, periodismo, medio ambiente, etc. En general, cualquier disciplina en la que se puedan aplicar las diferentes técnicas de adquisición de datos con drones y su procesado. Se trata de un curso de 70 horas lectivas, repartidas en sesiones de 5 horas. Cada una de las sesiones está centrada en una de las aplicaciones y es impartida por expertos profesionales del sector.

En concreto, la planificación de sesiones para la edición que comienza el día 8 de Junio es la siguiente:

- Sesión 1: Presentación y normativa RPAS. Segmento aeronáutico: pilotaje, tipología y construcción de drones.
- Sesiones 2-3: Aplicaciones Geomáticas y sensores embarcados: Fotogrametría, Teledetección, Cartografía, Topografía.
- Sesión 4: Aplicaciones para construcción, inspecciones y movimientos de tierra

- Sesión 5-6: Aplicaciones para agricultura de precisión
- Sesión 7: Aplicaciones para prevención, gestión y análisis de incendios
- Sesión 8: Aplicaciones medioambiental e inspección de infraestructuras energéticas
- Sesión 9: Aplicaciones en bienes culturales, periodismo gráfico y turismo
- Sesión 10: Instituciones públicas: Búsqueda y Rescate (SAR)-Control de Tráfico-Control de Censos Cínicos-Seguridad y aplicaciones militares
- Sesión 11: Oportunidades y Modelos de Negocio
- Sesiones 12-13-14: Gestión del plan de vuelo, aplicaciones y vuelo de Aeronaves No Tripuladas comercializadas internacionalmente:
  - Trimble: UX5
  - Leica: Aibotix
  - Topcon: Sirius-Pro

## REFERENCIAS

- ERSSG, (2013). Roadmap for the integration of civil Remotely-Piloted Aircraft Systems into the European Aviation System.
- ICAO, (2006). Convenio Sobre Aviación Civil Internacional. Novena edición. Doc 7300/9
- ICAO, (2011). Sistemas de aeronaves no tripuladas. CIR 328,AN/190

### Sobre los autores

*El equipo de profesorado del Título Universitario de Pilotaje RPAS, está formado por Doctores Ingenieros que imparten su docencia en ingeniería Geomática e ingeniería Aeronáutica, Pilotos Comerciales, de Transporte de Líneas Aéreas y privados, constructores de drones y un ingeniero de Telecomunicación. Los profesores acumulan una amplia experiencia en horas de vuelo de aviación tripulada y no tripulada, así como en la construcción de aeronaves no tripuladas adaptadas a las características específicas de las operaciones aéreas, y sus líneas de investigación son navegación aérea por satélite (SBAS, GBAS), integración de RPAS en espacios aéreos no segregados, seguridad operacional, autopilotos y aplicaciones de drones en el mundo de la Geomática. Son autores de numerosas publicaciones relacionadas en estos ámbitos, tanto en revistas especializadas como de ponentes en congresos temáticos.*

# Usos y aplicaciones de los drones

## *Uses and applications of drones*

Juan Pablo Navarro Batet

REVISTA **MAPPING**

Vol. 24, 171, 34-38

mayo-junio 2015

ISSN: 1131-9100

### Resumen

El artículo es un resumen de la ponencia presentada sobre usos y aplicaciones de los drones por la Delegación Territorial de la Comunidad Valenciana y Murcia del Ilustre Colegio Oficial de Ingeniería Geomática y Topográfica en la Jornada sobre Normativa, Pilotaje y Aplicaciones de Aeronaves no Tripuladas (Drones) realizada en Valencia el 27 de febrero de 2015.

### Abstract

*The article is a summary of the Presentation about uses and applications of drones presented by the Territorial Delegation of Valencian Community and Murcia of the Colegio Oficial de Ingeniería Geomática y Topográfica in the Conference of RPAS (Drones) in Valencia the 27 February 2015.*

Palabras clave: Dron, aplicaciones, Geomática, Topografía, UAV, RPAS.

Keywords: Dron, aplicacions, Geomatics, Topography, UAV, RPAS.

Gerente Territorial de la Comunidad Valenciana y Murcia del  
Ilustre Colegio Oficial de Ingeniería Geomática y Topográfica  
[gerente.valencia@coit-topografia.es](mailto:gerente.valencia@coit-topografia.es)

Recepción 04/06/2015  
Aprobación 10/06/2015

## 1. INTRODUCCIÓN

La utilización de aeronaves no tripuladas o drones con fines militares tiene una larga trayectoria y en los últimos años estas tecnologías se están introduciendo para multitud de utilidades en el sector civil.

Aunque parecería que las aplicaciones o soluciones aportadas por los drones son bastante recientes, para los profesionales de la topografía y la geomática muchas de estas aplicaciones no son nada nuevas, dado que llevamos muchos años trabajando activamente en ellas mediante la utilización de otros sistemas de adquisición de datos.

Si vamos al término científico reciente de Geomática, que es el que define a grandes rasgos nuestra profesión en la actualidad, podemos ver en su definición que engloba al conjunto de ciencias y tecnologías de captura, procesamiento, análisis, interpretación, almacenamiento, modelización, aplicación y difusión de información digital geoespacial o localizada. Con el paso de los años, estas tecnologías de captura y procesamiento han evolucionado notablemente pero muchos de los fundamentos en los que se basan son bastante antiguos, como por ejemplo, el comienzo de la utilización de la fotogrametría con fines topográficos-cartográficos, que data del siglo XIX o la teledetección en los años 70 del siglo pasado.

En el presente artículo se repasan algunos ejemplos de las muchas aplicaciones que desarrollan profesionalmente los Ingenieros Técnicos en Topografía y Graduados en Ingeniería Geomática y Topografía mediante la utilización de drones en proyectos tanto nacionales como internacionales con fines divulgativos y de conocimiento, no entrando en temas técnicos en cuanto a equipos utilizados, software, proyectos de vuelo, metodologías, análisis, etc. dado que para ello habría que centrarse en un proyecto en particular y el objetivo de

la conferencia era exponer diversas de las aplicaciones utilizadas.

Existen otros muchos trabajos realizados por nuestros compañeros en otras áreas de actuación pero aquí se han expuesto solo algunos ejemplos de ellos.

## 2. USOS Y APLICACIONES DE LOS DRONES

Una de las aplicaciones básicas de la utilización de los drones para fines geomáticos es la realización de modelados 3D de la realidad física con el fin de poder ofrecer diversos productos derivados ya sean, MDS, MDT, ortofotografías, planos as built tras la restitución, etc.

Como ejemplo de este tipo de trabajos, tenemos el estudio de la situación actual de una vía de comunicación, como en el caso de la Autovía Ruta de la Plata A-66 km 345.5 en la que se realizan un par de vuelos nadir y un vuelo oblicuo para evaluar el cruce de dos vías de comunicación a distinto nivel.



Figura 2. Nubes de puntos - Autovía Ruta de la Plata A-66 – Autor: Aer3D



Figura 3. Ortofotografía de Cementerio - Autor: Cartodesia - Geobit



Figura 1. Algunas aplicaciones al uso de drones

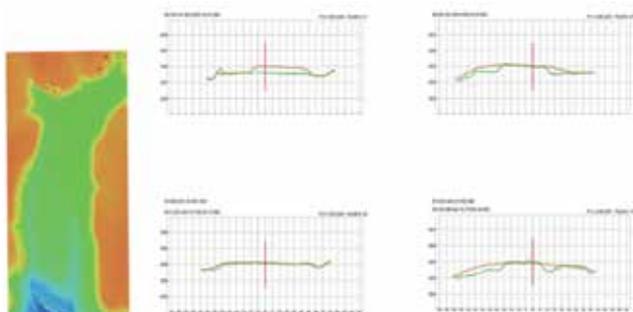


Figura 4. MDE y perfiles transversales de vertedero en Valladolid - Autor: Cartodesia - Geobit

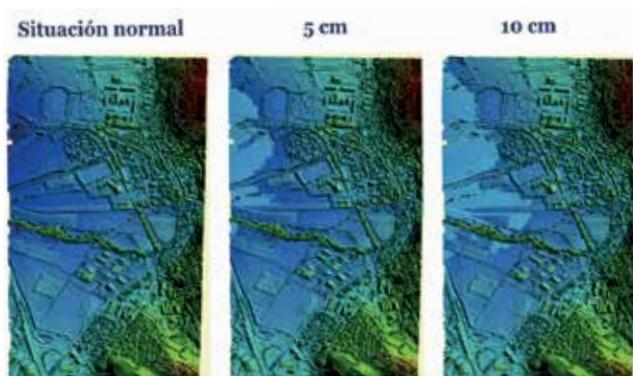


Figura 5. Estudio de inundaciones de la Ciudad de Thun (Suiza) - Autor: AIRDrone3D

Además de vías de comunicación, es de gran utilidad para el modelado y la realización de planos as built de grandes superficies, como el Cementerio de «Las Contiendas» en Valladolid en el que mediante la utilización de esta tecnología se ha obtenido un MDT y ortofotografía de 4 cm/píxel que es idónea para cualquier tipo de inventario o guía.

Cuando por temas de seguridad es recomendable estar presentes lo menos posible en una zona, podría llegar a ser bastante adecuado la utilización de aeronaves no tripuladas dado que si además añadimos la ventaja de la productividad con respecto a metodologías clásicas, estas soluciones pueden llegar a ser muy interesantes.

Por citar algún ejemplo de estos casos, tenemos el Vertedero de Residuos Industriales de Santovenia de Pisuerga en Valladolid en el que se han utilizado estas tecnologías para estudiar y monitorizar el estado de este, obteniendo ortofotografía, MDT, curvas de nivel y perfiles transversales.

En el caso de estudio de inundaciones también puede ser de gran utilidad la utilización de drones para crear un modelado 3D del terreno y de esta forma evaluar las zonas inundadas tras la subida del nivel del agua. Un ejemplo de este caso lo tenemos en un estudio de la Ciudad de Thun en Suiza en el que se ha



Figura 6. Estado actual de la montaña para estudio geológico - Autor: AIR-Drone3D



Figura 7. Seguimiento de vehículos - Autor: AIRDrone3D

generado un MDT y ortofotografía de las zonas de estudio para la posterior edición, simulación y acometido de actuaciones pertinentes según se requiera.

También para el estudio y prevención de catástrofes, se presenta el ejemplo de un estudio de corrimiento de tierras en la estación de esquí de Avoriaz, en los Alpes, en la que cuando hay nieve se suceden con frecuencia aludes y desprendimientos y era necesario realizar un modelado 3D de la zona para que fuera evaluado por un departamento de seguridad y estudios geológicos con el fin de observar la evolución de los sucesos y poder prever posibles peligros.

Aunque también, es utilizada la tecnología drone para vigilancia, monitorización y control de seguridad como el caso de las fuerzas y cuerpos de seguridad del Estado, particularmente la Guardia Civil para el seguimiento de vehículos. En este caso, como norma general, los equipos utilizados deben disponer de una autonomía de tiempo de vuelo bastante amplia y factores como la precisión del dato son menos importantes.

Otras de las aplicaciones de la utilización de drones es el modelado de canteras con el fin de evaluar la evolución, planificación y seguimiento de los trabajos de excavación en estas. Tras la obtención de nube de puntos dependiendo de las necesidades del cliente se podrán producir ortofotos, cartografía as built para el plan de labores y control de la explotación mediante restitución o la creación de modelados texturizados, entre otros productos.

Las ventajas principales de la utilización de estos equipos en minería a cielo abierto además de poder abarcar grandes superficies en un corto espacio de

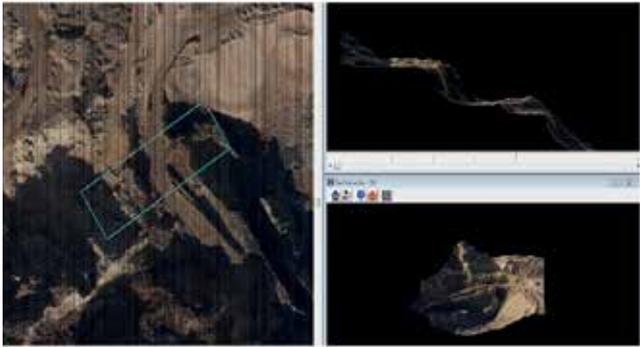


Figura 8. Modelado de canteras - Autor AIRESTUDIO Geoinformación Technologies

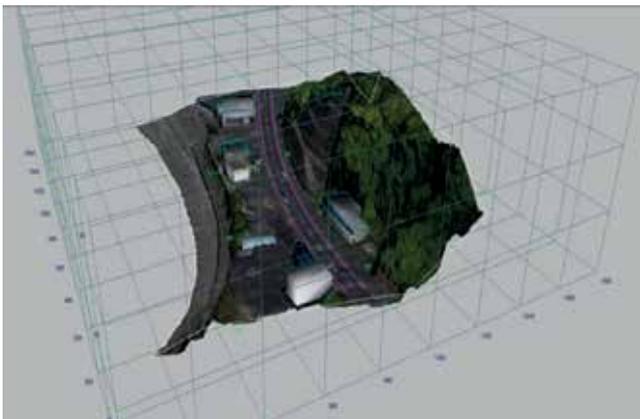


Figura 9. Modelo texturizado cantera - Autor: AIRESTUDIO Geoinformation Technologies

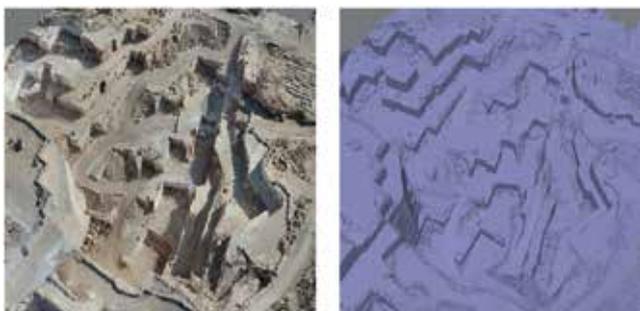


Figura 10. Modelado de canteras – Autor: AOT Topografía

tiempo tienen que ver con la seguridad ya que en muchas ocasiones se tratan de lugares de difícil acceso y no se pone en riesgo a personas.

También en la línea de minería a cielo abierto, la utilización de drones es muy útil para la cubicación de acopios en canteras o escombreras como puede observarse en el ejemplo siguiente:

Aunque el beneficio de utilizar estas tecnologías es claro en estas situaciones, es necesario poner en manifiesto que la realización de estos trabajos no solo se basa en hacer despegar el drone, tomar las fotografías, aterrizar, descargar los datos y procesarlos ya que además de un buen apoyo fotogramétrico y edición en algunos casos es nece-



Figura 12. MDT - Autor: AOT Topografía



Figura 13. MDS - Autor AOT Topografía

saria la utilización de otros equipos de adquisición de datos adicionales para que el producto final sea el que necesita el cliente.

Como ejemplo, podemos observar en las dos imágenes siguientes que no es lo mismo un MDT en el que hay un trabajo previo a la obtención de este, que un MDS obtenido de los datos brutos adquiridos en el vuelo y este último posiblemente no será de ninguna utilidad para nuestro cliente en muchos de los casos por lo que es necesario ver cuales son sus necesidades y adaptarnos a ellas.

De la misma forma que es utilizada la fotogrametría con cámaras equipadas en aeronaves tripuladas para la realización de cartografía catastral, también es posible la utilización de drones para estos fines.

Como último ejemplo, tenemos el catastro urbano de un distrito de Lima (Perú) que fue realizado utilizando aeronaves no tripuladas obteniendo unas precisiones bastante por debajo de las precisiones exigidas por la normativa catastral.

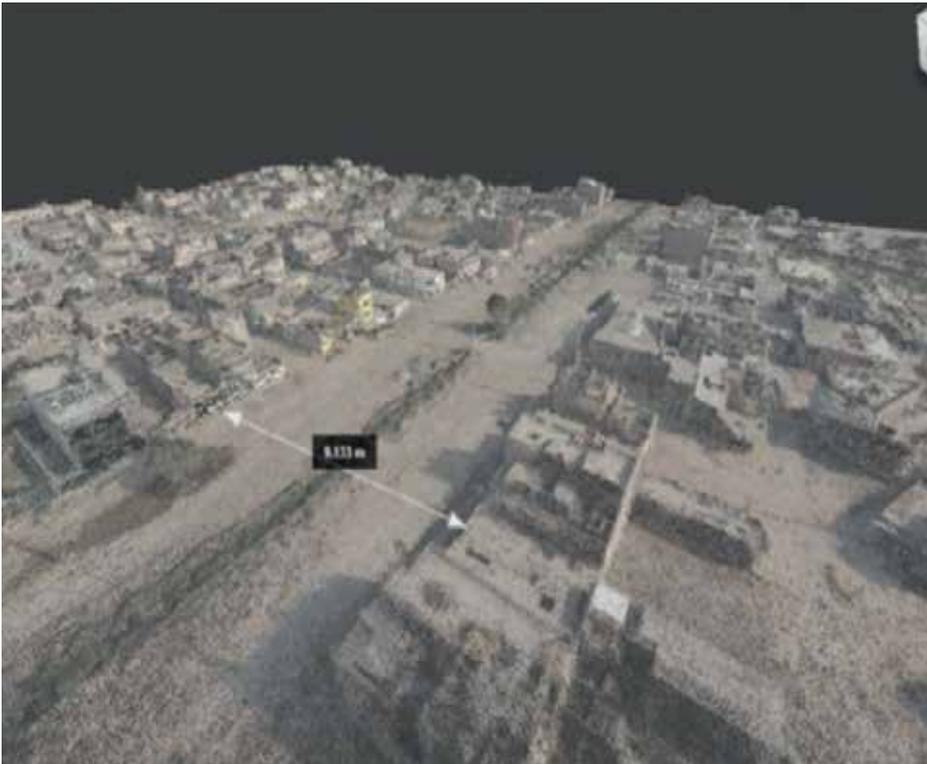


Figura 14. Nube de puntos cartografía catastral Lima (Perú) - Autor: Óscar Rodríguez Navas

### 3. CONCLUSIONES

Cada vez más, la utilización de drones está presente en multitud de trabajos de nuestros profesionales y dependiendo de los sistemas que integremos en estos podremos utilizarlo para unas u otras aplicaciones. Podemos montar distintos tipos de cámaras (hiperespectrales, multispectrales, infrarrojas o térmicas) y/o sistemas LIDAR que junto con los sistemas de posicionamiento de precisión GNSS y de aumentación SBAS permitirán multitud de usos. Es necesario destacar que gran parte de ellos se basan en la fotogrametría y la teledetección, de las que los profesionales de la geomática somos los expertos y por ello somos los profesionales idóneos para la explotación de estas tecnologías y ofrecer servicios profesionales de calidad adaptados a las necesidades de cualquier tipo de cliente.

Nuestros profesionales trabajan de forma directa o indirecta en multitud de áreas tanto en proyectos nacionales e internacionales en las que es necesario profesionales de la captura, procesamiento y análisis de datos geoespaciales.

Podemos destacar entre ellas la agricultura de precisión, la cartografía, topografía y observación de la tierra, la geología, la inspección del estado de infraestructuras o la investigación y otras ciencias, como climatología, biología y arqueología así como para temas medioambientales, peritajes, actuación en situaciones

de emergencia y vigilancia, monitorización y control de seguridad.

## AGRADECIMIENTOS

Desde la Delegación Territorial de la Comunidad Valenciana y Murcia del Ilustre Colegio Oficial de Ingeniería Geomática y Topográfica queremos agradecer a todas las empresas y compañeros que han colaborado activamente en que la presentación realizada en la jornada y este artículo hayan sido posibles:

- Óscar Rodríguez Navas, Col. 7.053 del C.O.I.G.T. (Madrid).

- Cartodesia Ingeniería Geomática y Topografía - Fernando

Martín, Col. 5.1.53 del C.O.I.G.T. (Valladolid). GEOBIT - AOT Topografía - Sebastián Bastida, Col. 4.517 del C.O.I.G.T. (Murcia).

- AIRESTUDIO Geoinformation Technologies - Lorenzo Díaz. (Vizcaya - Bizkaia).

- Airdrone 3D - José Marcos Pérez, Col. 5.047 del C.O.I.G.T. (Las Palmas).

- AER3D - Francisco Javier Robledillo, Col. 3.951 del C.O.I.G.T. (Salamanca).

### Sobre el autor

#### Juan Pablo Navarro Batet

Gerente de la Delegación Territorial de la Comunidad Valenciana y Murcia y miembro del área de Comunicación-Difusión del Ilustre Colegio Oficial de Ingeniería Geomática y Topográfica. Ha sido revisor técnico de trabajos profesionales y participado en múltiples proyectos dentro del COIGT. Cursó Ingeniería Técnica en Topografía e Ingeniería en Geodesia y Cartografía en la Universidad Politécnica de Valencia especializándose en Gestión de la Información Geográfica en la Universidad de Cranfield.



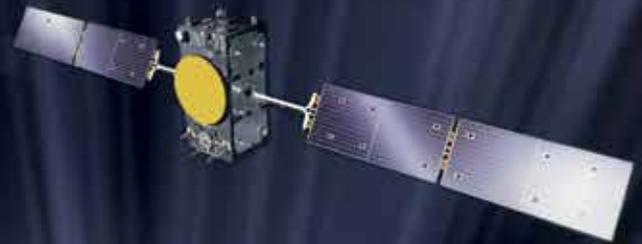
Universidad Politécnica de Valencia  
Universidad Politécnica de Madrid



# PROGRAMA DE DOCTORADO

Interuniversitario  
en

# INGENIERIA GEOMÁTICA



Modelización y Geo-computación  
Geodesia y Geofísica  
Observación del Territorio, Cartografía  
y Aplicaciones Medioambientales

# Teledetección aerotransportada: caso de estudio de la agricultura de precisión

REVISTA **MAPPING**  
Vol. 24, 171, 40-43  
mayo-junio 2015  
ISSN: 1131-9100

*Airborne remote sensing: precision agriculture  
case of study*

Juan Barba Polo, Javier Sanchis Muñoz

## Resumen

La teledetección aerotransportada permite a las empresas explotar las posibilidades de negocio en el campo de la Agricultura de Precisión (AP) con la aplicación de las nuevas tecnologías de sensores multiespectrales, hiperespectrales, LIDAR y térmicos aerotransportados. La introducción de los Sistemas Aéreos Pilotados de Forma Remota (RPAS) ha extendido enormemente el uso de las aplicaciones de la teledetección a la agricultura dándole una segunda oportunidad tras su limitada introducción con productos satelitales.

## Abstract

*Airborne remote sensing allows companies to exploit business opportunities in the field of Precision Agriculture (PA) with the application of the multispectral, hyperspectral, LIDAR and thermal new airborne sensor technologies. The Remotely Piloted Aircraft systems (RPAS) introduction has greatly extended the use of remote sensing applications in agriculture giving it a second chance after his limited introduction with satellite products.*

Palabras clave: teledetección, RPAS, GNSS, satélite, agricultura, sensores, maquinaria, big data.

Keywords: remote sensing, RPAS, GNSS, satellite, agriculture, sensors, machinery, big data.

Director, Galileo Geosystems S.L.  
[juan@galileogeosystems.com](mailto:juan@galileogeosystems.com)  
Ingeniero, Galileo Geosystems S.L.  
[javier@galileogeosystems.com](mailto:javier@galileogeosystems.com)

Recepción 17/04/2015  
Aprobación 05/05/2015

## 1. INTRODUCCIÓN

Galileo Geosystems S.L. (GG) es una empresa española especializada en la obtención y análisis de información geográfica. Con soluciones tecnológicas avanzadas para campos como la minería, ingeniería civil, medio ambiente o la agricultura entre otros. Actualmente presta sus servicios a nivel nacional como internacional con oficinas en centro Europa y Sudamérica. Centrándonos en el caso de estudio de la AP, desde el año 2008 estamos acompañando a productores y asesores en la toma de decisiones sobre sus campos de cultivo con aplicaciones para determinar el estado de salud de las plantas, rendimientos, contenidos de nutrientes como el nitrógeno o agua entre otros componentes. Todo ello a partir del análisis de imágenes multispectrales provenientes de imágenes satelitales o de nuestros vuelos en avionetas tripuladas o RPAS que pueden analizarse conjuntamente con otros sensores en el suelo, planta, datos de estaciones meteorológicas o muestreos de campo conformando una parte muy importante del análisis del «big data» agrícola. Nuestros mapas pueden dar lugar a los mapas de prescripción con los que realizar Aplicaciones Variables de Producto (AVP), los cuales pueden ser utilizados por la maquinaria agrícola de precisión, reduciendo costes de fertilización, riegos y tratamientos a la vez que mejoramos la calidad final del producto.

## 2. MATERIAL Y MÉTODO

Las aplicaciones de la teledetección para la gestión agrícola tiene por objeto proporcionar a partir de la información espectral, los parámetros del estado de los cultivos, su clasificación, contabilización, previsiones de rendimiento, la gestión de determinadas enfermedades y plagas, estimaciones de biomasa o la concentración de nutrientes entre otros.



Figura 1. RPAS de diseño y fabricación propia junto con diferentes modelos de sensores multispectrales (Periódico El Mundo)

Fruto de la participación en diferentes proyectos de I+D+i nacionales y europeos, la empresa ha desarrollado y validado una metodología de análisis basada principalmente en técnicas de «machine learning» que va más allá de las tradicionales aplicaciones agronómicas basadas en los análisis de índices de imágenes, generando con esta relaciones robustas entre la propia imagen y las muestras de campo para aplicaciones para estudios de enfermedades o mapas de concentración de elementos e incluso de grados brix (viticultura) entre otras nuevas aplicaciones.

Los temas críticos tales como la resolución espacial y espectral óptima, y la resolución temporal, son los principales factores que limitan la utilidad de los productos obtenidos por sensores remotos ya sean satelitales o aerotransportados tripulados/ RPAS, donde además de una buena estimación de los costes de adquisición deben de sopesarse la idoneidad al cultivo y los resultados esperados.

Debe estudiarse para cada caso la solución más idónea para los resultados esperados, utilizando en el caso de las plataformas aéreas como los RPAS sensores multispectrales, térmicos e hiperspectrales. Debido al elevado número de hectáreas y diversidad de cultivos analizados cada año en Europa y Latinoamérica muchos productores de sensores nos eligen como testadores de sus productos antes de lanzarlos al mercado.

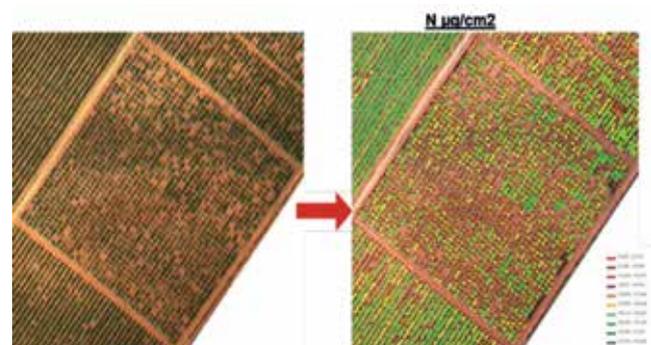


Figura 2. Extracción de información de las imágenes (Elaboración propia ©Galileo Geosystems S.L.)

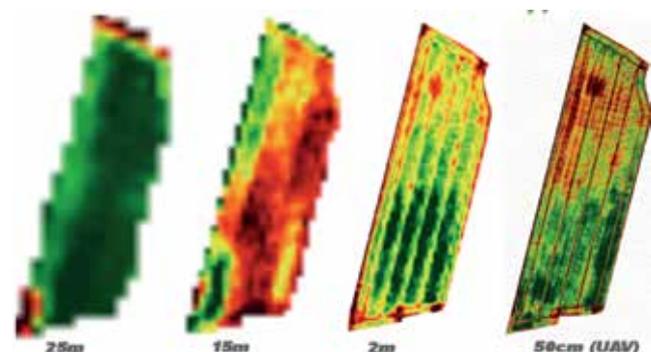


Figura 3. Importancia de la resolución/elección de plataforma (Elaboración propia, ©Galileo Geosystems S.L.)

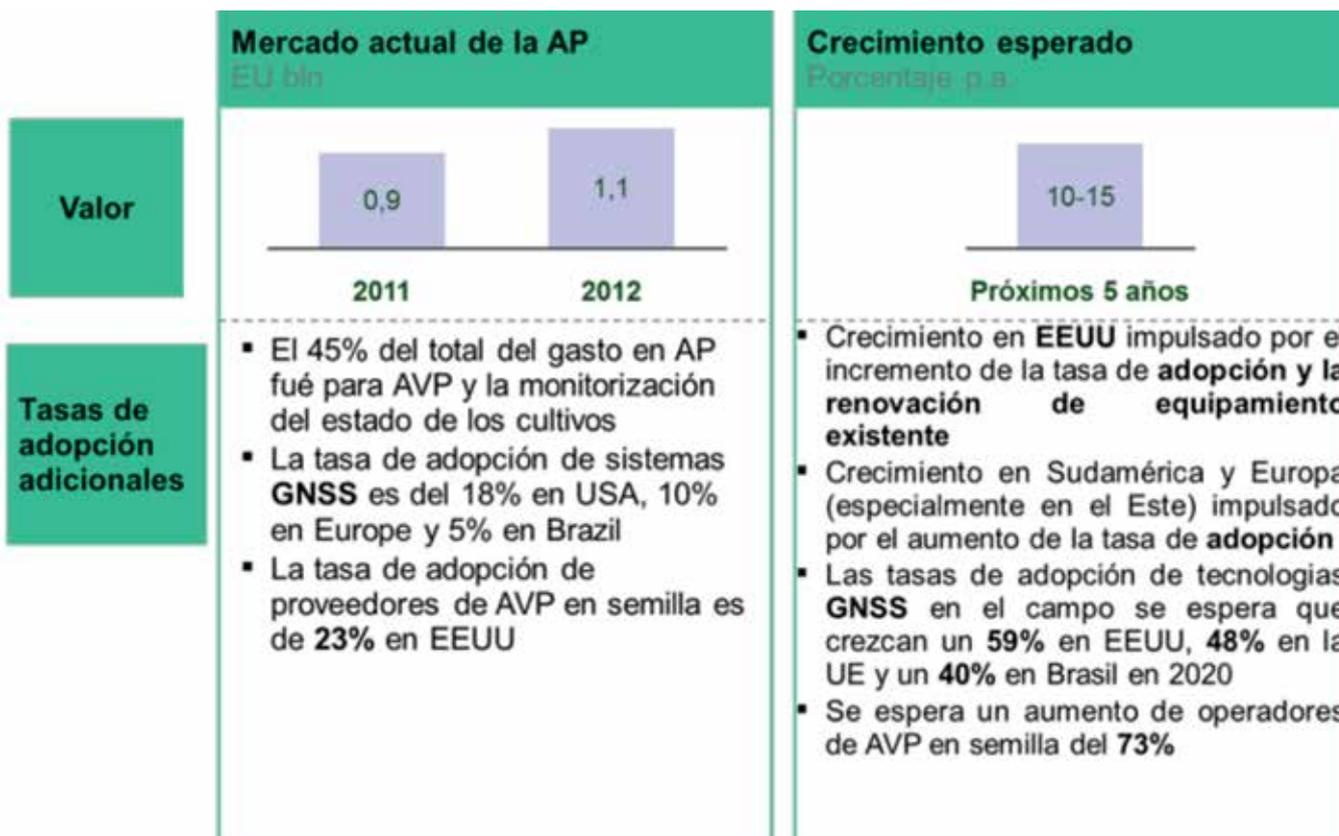


Figura 4. Análisis del mercado. (Research and Markets,2013)

	Descripción	Ejemplos de cultivos
<b>Uso variable de fertilizantes</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>El conocimiento punto-a-punto del estado del cultivo, permite a los productores aplicar la <b>cantidad óptima</b> de fertilizante en cada punto, incrementando la <b>productividad</b> y <b>reduciendo</b> el uso de fertilizantes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Casi todos los cultivos (viñedo, frutales, patata,...)</li> </ul>
<b>Uso variable de agroquímicos y riego</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Basándonos en las medidas del estado de los campos de cultivo, el productor puede gestionar una aplicación variable de <b>agroquímicos</b> y del <b>riego</b> para <b>reducir su uso</b> y por lo tanto su coste</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Patatas</li> </ul>
<b>Uso variable de la siembra (semillas)</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>El conocimiento punto-a-punto del estado del campo en la anterior temporada proporciona al agricultor una valiosa información para la distribución variable de sus semillas en el campo de cultivo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Casi todos los cultivos</li> </ul>

Figura 5. Los mapas de AVP son claves en el negocio. (Elaboración propia, ©Galileo Geosystems S.L.)



Figura 6. Ciclo de vida del producto. (Elaboración propia, ©Galileo Geosystems S.L.)

### 3. RESULTADOS

En los últimos años se está produciendo un incremento considerable en la tasa de adopción de la Agricultura de Precisión por parte de los agricultores más profesionalizados y con mayor penetración de las tecnologías en su modelo de negocio. De hecho se espera que a nivel global mueva 3 721.27 millones de dólares para 2018, (Research and Markets, 2013).

El mercado está en pleno desarrollo donde los servicios son valorados y demandados por grandes productores y multinacionales agroalimentarias con una capacidad de negociación notable por la cantidad de superficies de cultivos que manejan. El uso de la teledetección aerotransportada para la agricultura de precisión va íntimamente ligado al grado de implantación de la geolocalización GNSS en las maquinarias agrícolas.

Abajo vemos un ejemplo de cómo nuestros clientes se benefician de los productos derivados proporcionados para implementar acciones que añadan valor a su producción o reduzcan tangiblemente el coste de insumos.

### 4. CONCLUSIONES

Los servicios que se pueden llevar a cabo con la teledetección aerotransportada en la AP no están limitados a un número de cultivos sino que están abiertos a un amplio abanico de estos, quedando todavía muchas utilidades por explorar gracias por ejemplo a nuevos sensores aéreos o el análisis cruzado con datos de sensores terrestres y la aplicación de análisis big data y de inteligencia artificial en la agricultura.

### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a diferentes organismos como CDTI, Generalitat Valenciana o IVACE el apoyo prestado para el desarrollo de muchos de los productos que hoy comercializamos. Del mismo modo agradecemos la colaboración de universidades como la Universidad Politécnica de Valencia y en especial al profesor Israel Quintanilla, así como la Universidad de Valen-

cia. Agradecemos también el apoyo que nos presta la compañía Ceteck Tecnológica S.L. con su tecnología única y puntera de análisis de «big data», «inteligencia artificial» y sensores agrícolas. Por último agradecemos a todos nuestros clientes, proveedores y partners el apoyo y feedback que recibimos para ir mejorando y ser mejores día a día.

### REFERENCIAS

Research and Markets, (2013). Precision Farming Market by Technology, Components & Applications - Global Forecast & Analysis 2013 – 2018. Dublin: Research and Markets.

#### Sobre los autores

##### Juan Barba Polo

Ingeniero en Geodesia y Cartografía, Ingeniero Técnico en Topografía y Máster en Administración de Empresas (MBA). Actualmente es responsable de desarrollo de empresas como Galileo Geosystems S.L., la cual presta servicios de ingeniería geomática en varios países europeos y de Latinoamérica. A su vez ha participado en diferentes proyectos de I+D+i de diferentes programas y organismos como FP7/HZ2020, Eurostars o ESA, siendo a la vez elegido experto evaluador en varios de estos programas y similares. Es presidente de la sociedad sin ánimo de lucro GEREDIS dedicada al fortalecimiento y difusión de la Geomática, las TICs y la Energía, habiendo participado como experto externo en misiones ONU (Office for Outer Space Affairs). En 2009 ganó un premio regional de la competición Galileo Masters y es piloto de RPAS (RD 8/2014).

##### Javier Sanchis Muñoz

Ingeniero Electrónico e Ingeniero Técnico de Telecomunicaciones y piloto de RPAS (RD 8/2014). Actualmente desarrolla su actividad profesional como ingeniero de aplicaciones de Galileo Geosystems en el ámbito del procesado de imágenes, la teledetección y el diseño de sistemas electrónicos. También forma parte de la sociedad sin ánimo de lucro GEREDIS cuyo objetivo es el fomento y la difusión de la Geomática, las TICs y la gestión energética. Ha trabajado en proyectos de calibración y validación de productos de teledetección financiados por la Agencia Espacial Europea (ESA). Entre 2005 y 2007 codirigió el proyecto UTBI para el estudio de la radiación de fondo, tras haber ganado junto con su equipo el «SUCCESS Student Contest/Special Opportunities» de la ESA. Este proyecto fue galardonado con el premio «Hans Von Muldau» al mejor proyecto en equipo de la International Astronautical Federation (IAF).

# Trimble UX5 Aerial Imaging Solution

## Trimble UX5 Aerial Imaging Solution

Dr. Peter Cosyn<sup>(1)</sup>, Rob Miller<sup>(1)</sup>, Alicia Llorens<sup>(2)</sup>, Julio del Río Lorenzo<sup>(3)</sup>

REVISTA **MAPPING**  
Vol. 24, 171, 44-49  
mayo-junio 2015  
ISSN: 1131-9100

### Resumen

El uso de sistemas aéreos no tripulados (UAS por sus siglas en inglés) para el cartografía por fotogrametría aérea, proporciona a topógrafos y demás profesionales de la geoinformación una herramienta revolucionaria para la adquisición de datos, tarea que era antaño exclusiva de los grandes especialistas en fotogrametría. Trimble ha creado el estándar con «Aerial Imaging Solutions», simplificando un proceso que era antes complejo y muy largo. «Aerial Imaging Solutions» permite a topógrafos y especialistas de la geoinformación, obtener grandes cantidades de datos (varios kilómetros cuadrados) en muy poco tiempo (menos de una hora) desde un lugar seguro para su uso en diversas aplicaciones - rápido, seguro y flexible.

El sistema «UX5 Aerial Imaging Solution» de Trimble es una herramienta ideal e innovadora que puede ser utilizada para la topografía, minería, industria de petróleo y gas, así como en aplicaciones ambientales (tales como monitorización de catástrofes naturales), mediciones topográficas, monitorización de progreso, cálculo de volúmenes, análisis de desastres y construcciones y muchas otras aplicaciones.

### Abstract

The use of unmanned aircraft systems (UAS for its acronym in English) for aerial photogrammetry mapping, provides a revolutionary tool for data acquisition to surveyors and other professionals in the geoinformation, a task that was formerly exclusive to the large specialists in photogrammetry.

Trimble has created an "Aerial Imaging Solutions" standard to simplifying a process that was once complex and very long. The "Aerial Imaging Solutions" allows obtain large amounts of data (several square kilometers) in a very short time (less than one hour), from a safe place for use in various applications - fast, secure and flexible to surveyors and geoinformation specialists.

The "UX5 Aerial Imaging Solution" Trimble system is an ideal and innovative tool that can be used for surveying, mining, oil and gas industry as well as in environmental applications (such as monitoring natural disasters), surveying measurements, monitoring progress, volume calculation, disaster and constructions analysis and many other applications.

**Palabras clave:** UX5 Aerial Imaging Solution, Trimble, Topografía, Cartografía, Fotogrametría.

**Keywords:** UX5 Aerial Imaging Solution, Trimble, Topography, Cartography, Photogrammetry.

<sup>(1)</sup>Trimble Survey, Westminster, CO, EE.UU.

<sup>(2)</sup>Technical Product Enginner. Gatewing, a Trimble Company  
[lla@gatewing.com](mailto:lla@gatewing.com)

<sup>(3)</sup>Delegado de Ventas. Al-Top Topografía S.A.  
Distribuidor Oficial Trimble  
[jdelrio@al-top.com](mailto:jdelrio@al-top.com)

Recepción 16/04/2015  
Aprobación 08/05/2015

## 1. INTRODUCCIÓN

La imagen digital es una tecnología en rápida expansión y de gran valor para los profesionales de la geoinformación. Las imágenes a menudo se utilizan para visualizar las condiciones del sitio de trabajo, revisar mediciones y observaciones, medir puntos y características del terreno y crear los productos finales bidimensionales y tridimensionales. En algunos casos, las propias imágenes pueden ser el producto final deseado. Las imágenes se pueden realizar tanto desde una perspectiva terrestre como aérea. Ambas tienen ventajas para determinadas aplicaciones. La perspectiva aérea es óptima para documentar y medir grandes áreas, mientras que la perspectiva terrestre es ideal para documentar y medir estructuras verticales, tales como edificios y puentes. Debido a que muchos sitios tienen una combinación de objetos horizontales y verticales que deben ser medidos, existe una gran ventaja en poder medir y fusionar las dos perspectivas.

Trimble se enorgullece de ser líder en innovación. Estableciendo siempre nuevos estándares para mejorar la eficiencia y las prestaciones de nuestros usuarios, estamos orgullosos de poder añadir más variedad y calidad a nuestro abanico de productos ofreciendo la primera y única «Aerial Imaging Solution», diseñada específicamente para topógrafos y profesionales de la geoinformación. El sistema está compuesto por el Trimble UX5 Aerial Imaging Rover (Vehículo de Fotogrametría Aérea) para la adquisición de imágenes aéreas; Trimble Access™ Aerial Imaging para la planificación de la misión, ejecución de los controles previos y supervisión del vuelo, y por último Trimble Business Center Photogrammetry module para el procesamiento de imágenes aéreas y la creación de los productos finales. Este documento analiza la solución de Trimble para cartografía por fotogrametría aérea mediante UAS y cómo ésta simplifica la generación de productos finales, siendo así la mejor solución para cualquier proyecto que requiera de topografía o mapeo.

## 2. METODOLOGÍA PARA LA ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

El éxito de la cartografía por fotogrametría aérea se basa sobre todo en la planificación de los vuelos y las prestaciones deseadas. Las fases típicas para la adquisición de imágenes son:

- Planificación de la misión: en la oficina (y en el campo) los usuarios pueden definir la zona de la misión, añadir mapas de fondo y, si fuera necesario, definir zonas a evitar. El software calcula el tiempo total de vuelo necesario para cubrir la zona de la misión y permite al usuario dividir la zona en varios vuelos cuando sea necesario debido al

tamaño de la zona.

- Planificación del vuelo: para cada vuelo, el piloto identifica la dirección del viento, la ubicación del lanzamiento y el lugar de aterrizaje, por lo que la duración del vuelo se re-calcula en base a las condiciones de campo en el momento del vuelo. A continuación, se monta el lanzador y se completa la lista de comprobaciones previas al vuelo para asegurarse de que el sistema está listo para volar.
- Operación de vuelo: después de lanzar el Trimble UX5 Aerial Imaging Rover, el vuelo se controla con la estación de control en tierra. No hay intervenciones manuales requeridas a menos que el usuario desee (o necesite) cancelar el vuelo. Después de que el Trimble UX5 Aerial Imaging Rover aterrice, se completa la lista de verificación posterior al vuelo para transferir los datos al ordenador.
- Análisis: este proceso permite una comprobación de la integridad de los datos. Se asegura que el usuario se dirige confiado a casa con datos que puedan generar su producto final.

## 3. PRODUCTOS

Ortofotos, curvas de nivel, modelos tridimensionales (3D), nubes de puntos, modelos digitales de superficie (DSM por sus siglas en inglés) y mapas de características pueden ser fácilmente creados en Trimble Business Center a partir de imágenes aéreas. Trimble ha creado



Figura 1. Planificación de una misión con Trimble Access



Figura 2. Operación de una misión con Trimble Access

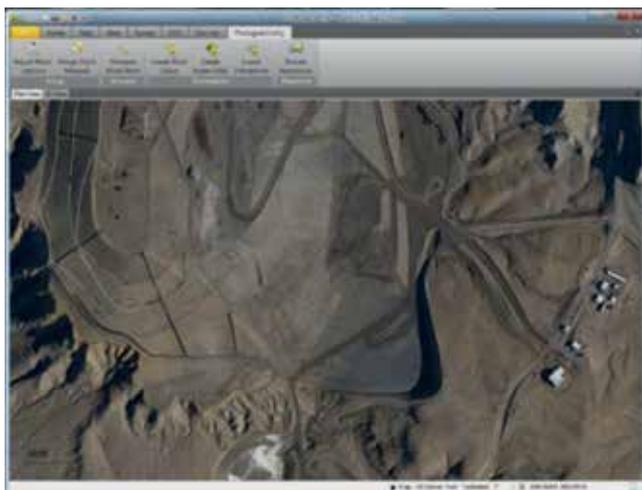


Figura 3. Ortofoto generada con el módulo de Fotogrametría de Trimble Business Center

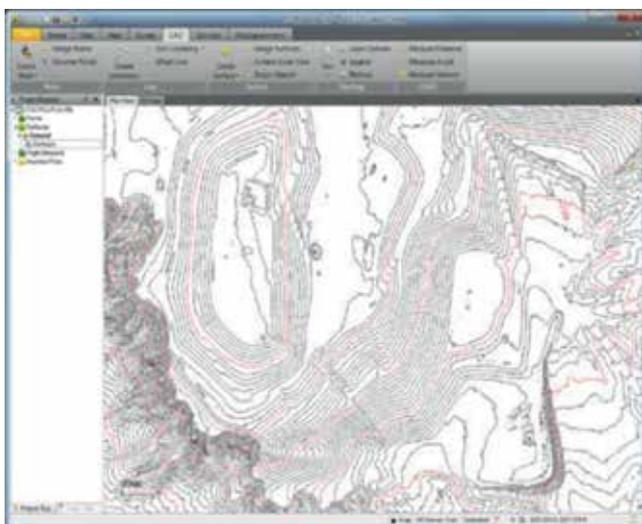


Figura 4. Mapa de curvas de nivel generado con el módulo de Fotogrametría de Trimble Business Center

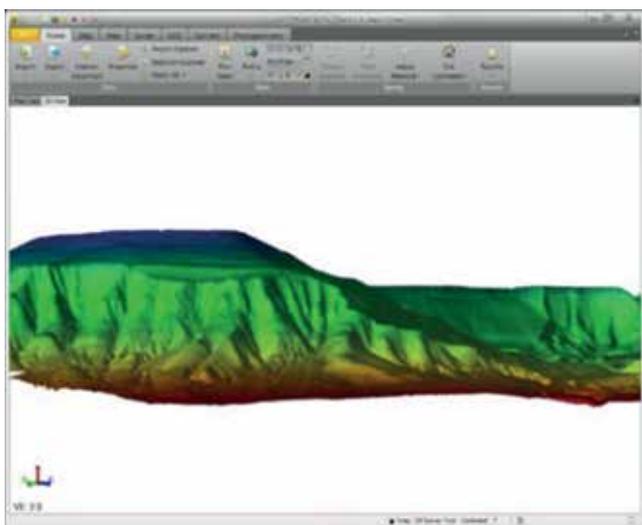


Figura 5. Imagen de elevaciones en 3D generada con el módulo de Fotogrametría de Trimble Business Center

un nuevo estándar para el procesamiento de imágenes aéreas mediante la incorporación de más de 30 años de experiencia en fotogrametría de Inpho, una solución de software de Trimble, con flujos de trabajo optimizados en el módulo de Fotogrametría de Trimble Business Center recientemente lanzado.

Además de producir los productos fotogramétricos típicos de Trimble Business Center, los datos de «Aerial Imaging» se pueden combinar con los productos de «Trimble Spatial Imaging», como las estaciones totales de Trimble y láser escáneres 3D de Trimble, para una solución única en el mercado. Las ortofotos se utilizan principalmente para crear imágenes a escala de un sitio y poder realizar mediciones sobre estas, pero este tipo de datos no se puede utilizar para medir las estructuras verticales, tales como edificios o puentes.

Sin embargo, mediante la combinación de datos obtenidos con la tecnología de vanguardia de visualización de Trimble, tal como el Trimble UX5 Aerial Imaging Rover, Trimble VX Spatial Station y Trimble TX5 3D Laser Scanner, el usuario puede visualizar su proyecto desde múltiples perspectivas, medir puntos de las imágenes y crear modelos 3D de la infraestructura y el terreno.

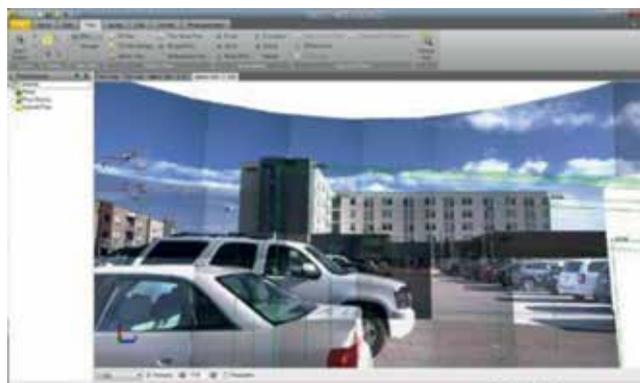


Figura 6. Imagen Panorama en Trimble Business Center, tomada con el Trimble VX Spatial Station



Figura 7. Nube de puntos coloreada en Trimble RealWorks, tomada con el Trimble TX5 3D Laser Scanner

## 4. CALIDAD DE IMAGEN Y RENDIMIENTO

La calidad de los productos finales depende de la calidad del equipo fotogramétrico utilizado. El innovador Trimble UX5 Aerial Imaging Rover ha sido diseñado para seguir las últimas novedades en el mercado de las cámaras digitales, lo que garantiza una calidad de imagen óptima con la máxima precisión fotogramétrica.

Trimble ha seleccionado la cámara sin espejo de Sony NEX-5R debido a su sensor de gran tamaño APS-C (CMOS) que cuenta con 16.1 megapíxeles. Mientras que el sensor de 1/1.7" de la cámara Ricoh IV GRD utilizada en el Gatewing X100 ya era 1.5 veces mayor que otras cámaras compactas disponibles en el mercado, el área de superficie del sensor Sony NEX-5R es casi 9 veces mayor que la Ricoh GRD IV. Además del aumento significativo en el número de píxeles, el tamaño de cada píxel individual con la Sony NEX-5R es más de 5 veces mayor que con la Ricoh GRD IV.

Este tamaño de píxel, líder en su clase, es importante ya que permite un fuerte aumento de la sensibilidad a la luz, rango dinámico y relación señal-ruido lo que reduce drásticamente el ruido incluso en valores altos del ISO. Combinado con la determinación del ISO mucho más corto que el de una cámara compacta, permite al usuario utilizar una velocidad de obturación fija y una ISO ajustada automáticamente que oscila entre 100 y 3200, produciendo imágenes nítidas y ricas en contraste con un brillo constante, incluso en condiciones de luz adversas y cambiantes, así como en zonas de sombra. Esto elimina la necesidad de los usuarios de juzgar el brillo y tener que ajustar manualmente la velocidad de obturación y el ISO a un valor fijo durante el vuelo.

Desde un punto de vista fotogramétrico, la mayor ventaja de la cámara usada en el UX5 Trimble en comparación con el uso de las cámaras compactas usadas en Aerial Imaging Rovers es la lente exterior. Un objetivo externo inherente ofrece una geometría interna más estable que resulta en una calibración de la cámara más fiable que la de un objetivo retráctil. Para el UX5, ha sido elegido un objetivo ligero Voigtländer de 15 mm de longitud focal fija con enfoque mecánico y anillo de apertura.

Para aumentar aún más la estabilidad de la geometría interna, un adaptador personalizado ha sido diseñado por Trimble para reemplazar la cámara estándar y montajes del objetivo, que permiten movimientos de rotación del punto principal, por un adaptador montado con un tornillo de dos partes.

Además, el objetivo está equipado con un tornillo



Figura 8. Sony NEX-5R camera y Voigtländer lens

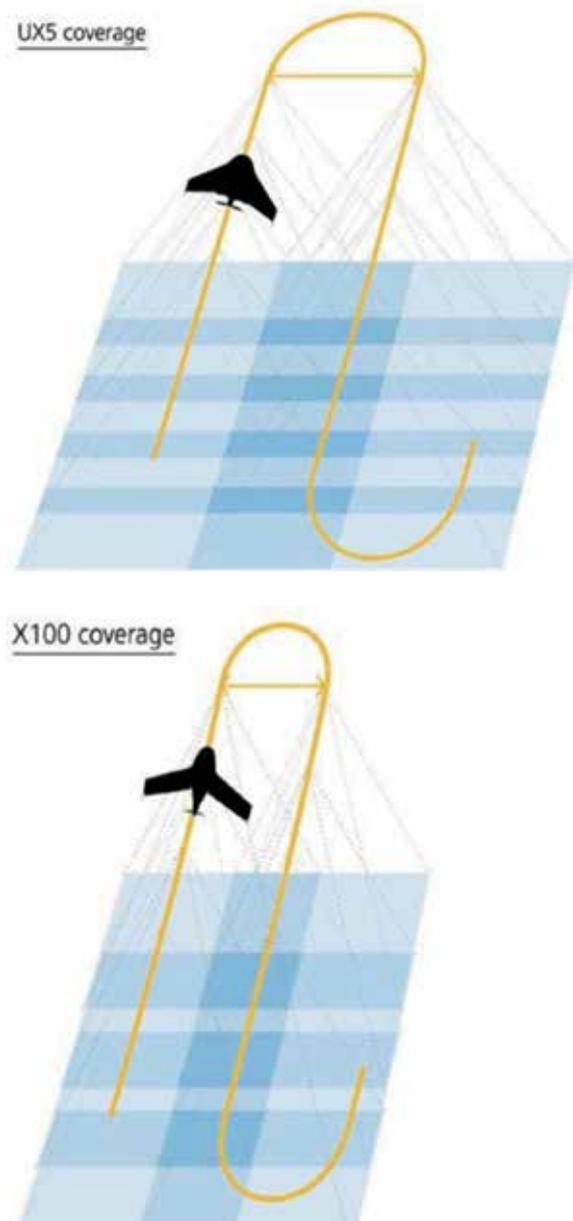


Figura 9. Comparación entre la cobertura del X100 y la del UX5



Figura 10. Vista completa del UX5



Figura 11. Placa de vientre del Trimble UX5 con cámara

de bloqueo que fija el enfoque en la posición recomendada por el fabricante. Esta posición se fija mediante un colimador durante la producción, garantizando no sólo imágenes nítidas a cualquier altura de vuelo dentro del rango recomendado (75 a 5000 m), sino también una longitud focal más estable a lo largo de todos los proyectos. La mejora de la estabilidad de la cámara se traduce directamente en una mayor precisión de los productos finales.

Montado en la parte frontal del sensor APS-C, la longitud focal expresada como 35 mm, que equivale a 22.5 mm en la cámara del UX5 lo que genera un amplio campo de visión. Esto significa que, a una altura de vuelo de 150 m, el Trimble UX5 produce una huella de imagen de 235 m por 157 m, que es un 40% más grande que otros UAS. La combinación de este campo de visión con el aumento de la velocidad de obturación genera un mayor tamaño de superposición de las imágenes que otros sistemas, lo que resulta en una mayor precisión del DSM que se genera a partir de las fotos. La combinación de estos avances fotogramétricos significa que el Trimble UX5 puede cubrir 50- 75% más de área por hora de vuelo de la X100 y la mayoría de otros productos UAS a la misma altura de vuelo. Esto se traduce en una mayor eficiencia en el trabajo, así como en una reducción de los costes operativos.

A una altura de vuelo de 150 m, el Trimble UX5 produce una Distancia Equivalente Terrestre (GSD por sus siglas en inglés) de

4.8 cm. Además, el Trimble UX5 es capaz de volar a una altura mínima de 75 m sobre el nivel del suelo

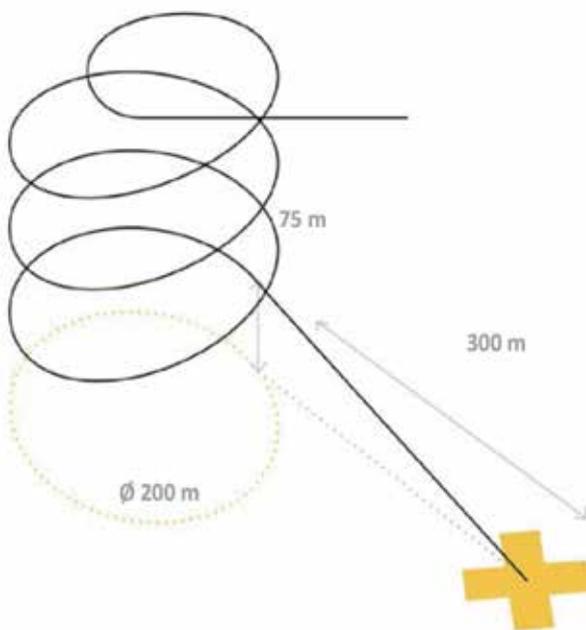


Figura 12. Imagen del patrón de aterrizaje UX5

alcanzando el valor de

2.4 cm de GSD. Volando a una altura tan baja se requiere de mayor velocidad del obturador de la cámara para prevenir el desenfoque de movimiento hacia adelante. No obstante, la cámara Sony NEX-5R utilizada en el Trimble UX5 es capaz de usar los valores ISO más altos necesarios para compensar la oscuridad resultante de las velocidades de obturación más rápidas, manteniendo el ruido a niveles aceptables para aplicaciones fotogramétricas

## 5. DISEÑO FIABLE Y ROBUSTO

El nuevo Trimble UX5 Aerial Imaging Rover se basa en estándares establecidos por su predecesor, el primer vehículo de fotogrametría aérea en el mercado, el Gatewing X100. Las principales características del Gatewing X100 también están disponibles en el Trimble UX5, como la capacidad de vuelo en cualquier condición climática. Superando el diseño de la estructura del avión, el Trimble UX5 se convierte en un dispositivo de gran uso, todo terreno, con la máxima precisión y calidad de imagen disponible.

El Trimble UX5 Aerial Imaging Rover se basa en un método de producción patentado por Trimble. La estructura base consiste en un esqueleto de carbón situado en el interior del cuerpo de polipropileno expandido. El esqueleto garantiza firmeza y rigidez, mientras que el cuerpo-espuma tiene una excepcional resistencia a la presión y sin «efecto memoria», lo que significa que recupera su forma original después del impacto. El foam exterior protege la electrónica interna sobre el impacto y reduce la probabilidad de cualquier daño (físico) en caso de un incidente.

El Trimble UX5 tiene una esperanza de vida más larga que la de muchos otros aviones similares y se considera muy adecuado para un uso intensivo. El nuevo diseño del cuerpo produce un avión más rígido sin comprometer la eficiencia del vuelo. Las piezas utilizadas en el montaje del motor, la caja que para la electrónica de vuelo (también llamada 'eBox') y los servos, están todos ellos hechos de plástico resistente al impacto. Las piezas de fibra compuesto parte de los alerones y las partes móviles y fijas para el borde de las alas, son ligeras y tienen una estructura interna matriz que absorbe la energía. Las aletas verticales están hechas de un material compuesto que permite su flexión en una dirección para absorber la energía durante los aterrizajes más duros. Además, la placa de vientre del Trimble UX5 está especialmente diseñada para absorber la energía del impacto durante el aterrizaje, así como para reducir

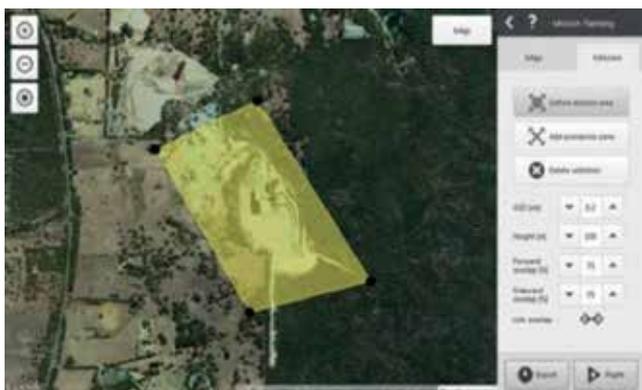


Figura 13. Aplicación Trimble Access

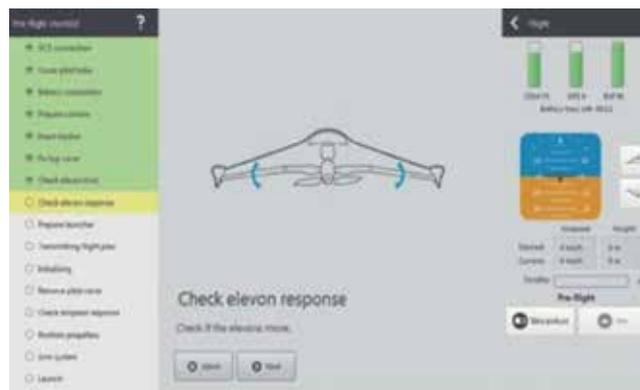


Figura 14. Control previo al vuelo

la abrasión que pueda causar el aterrizaje en un terreno áspero como rocas o asfalto.

Debido a su resistente estructura y a la absorción de energía, el mantenimiento del Trimble UX5 es muy sencillo. El Trimble UX5 ofrece a sus operarios un diseño fácil de usar, con piezas reemplazables como servos, alerones verticales y hélices. El material usado para el cuerpo es muy duradero e ideal para terrenos difíciles. Algunos usuarios serán capaces de trabajar con tan sólo un cuerpo durante años. Este alto nivel de resultados de durabilidad con tan bajo nivel de costos y operaciones de mantenimiento del Trimble UX5 lo convierten en un sistema muy favorable para el uso frecuente (diario o semanal).

## 6. ATERRIZAJES PRECISOS

El Trimble UX5 comienza su fase final de aterrizaje a una altura de 75 metros sobre el nivel del suelo (AGL por sus siglas en inglés) a tan solo 200 metros de la ubicación de destino designado. El aterrizaje se realiza, de media, dentro de un círculo de 10 m de radio desde la ubicación designada. Casos que duplican este valor son extremadamente raros.

Un aterrizaje tradicional para un vehículo de fotografía aérea tiene limitaciones que deben ser considerados y abordados: la pendiente de planeo y la velocidad de aterrizaje. Un avión eficiente con buen alcance y cobertura tiene una desventaja sobre un avión que consume una gran cantidad de energía para mantenerse en el aire: el ángulo de planeo es bastante pequeño. Una pendiente más pronunciada sería bastante para reducir este desplazamiento, pero daría lugar a una velocidad de aproximación más alta.

El Trimble UX5 ha sido diseñado para superar las limitaciones de un aterrizaje tradicional añadiendo un método de control avanzado y mejorando la medición de la altura que resulta en aterrizajes precisos y pre-

decibles. El método de control avanzado incluido en el Trimble UX5 es una inversión del avance o empuje durante el aterrizaje. Durante la inversión del empuje, la dirección del motor y las hélices se invierten. Esto tiene el mismo efecto que el uso de una hélice en dirección opuesta. Al invertir el empuje, la hélice comienza a estirar aire en lugar de empujarlo. Esto le permite al avión contrarrestar el aumento de velocidad que adquiere debido a la alta pendiente que lleva durante el aterrizaje.

Inversión de empuje (o también llamado «empuje invertido») permite un método de control avanzado que se basa en el cambio de la hélice de avance a velocidad inversa. Esto desafía la aerodinámica, la electrónica y algoritmos de control. Desafía a la aerodinámica porque la aplicación de un pulso de empuje inverso puede resultar en efectos de parada en alas y alerones. Desafía a la electrónica porque tener un control suave de avance a retroceso es difícil para el regulador electrónico de velocidad (ESC por sus siglas en inglés). Y por último, desafía algoritmos de control porque tiene que hacer frente a los límites establecidos por la aerodinámica, el controlador electrónico de velocidad y el comportamiento no lineal debido a la asimetría en el modo inverso y hacia adelante. Una hélice que gira en el modo invertido no solo proporciona empuje sino que también fuerzas y efectos aerodinámicos que deben ser monitorizados y controlados.

## 7. CONTROLES AUTOMÁTICOS Y FLUJOS DE TRABAJO MEJORADOS

El nuevo módulo de imágenes aéreas de Trimble Access es un software para la planificación de las misiones de Trimble, la realización de controles previos al vuelo

y vuelos de monitoreo - todo con flujos de trabajo intuitivos que garantizan resultados fiables así como la seguridad de las personas involucradas.

Módulo de imágenes aéreas de Trimble Access ofrece planificar la misión tanto en la oficina como en la Estación de Control de Tierra (GCS por sus siglas en inglés). El área del proyecto y zonas a evitar se dibujan sobre una interfaz de mapa estándar. La altura de vuelo sobre el nivel del suelo (AGL por sus siglas en inglés), la Ground Sample Distance (GSD por sus siglas en inglés) y la superposición de fotos se definen y, automáticamente, Trimble Access calcula el número de vuelos, el patrón de vuelo y la duración del vuelo. Asimismo el programa propone los lugares de despegue y aterrizaje y entonces el proyecto es llevado al campo para el vuelo.

En el campo, el operador es guiado paso a paso a través de las secuencias pre y post-vuelo con listas de verificación digitales. Muchos de los controles requeridos para el Trimble UX5 son verificados automáticamente por el software y, a veces, se procesan en segundo plano (rutinas de auto-verificación) y no requieren ninguna interacción por parte del operador. Esto hace que el proceso de preparación (antes del lanzamiento) y la recuperación de datos (después del aterrizaje) sea fácil, rápida y fiable.

Con estas listas de verificación digitales asistidas, es imposible para el operador olvidarse o pasar por alto un paso crítico, asegurando así vuelos fiables y seguros. El software también requiere que el operador siga un procedimiento fijo posterior al vuelo para la descarga de los datos y la verificación de los datos. Esto garantiza que el usuario no salga del campo con un conjunto de datos que es incompleto o inconsistente.

Algunos ejemplos de las comprobaciones automatizadas previas al vuelo son:

- Conexión batería y estado
- Conexión Estación de Control de Tierra y estado
- Auto-Comprobación Avión (cuando se arma el sistema)
- Comprobación disparo cámara
- Comprobación respuesta de elevons
- Comprobación sensor y GPS

## 8. CONCLUSIÓN

El Trimble UX5 Aerial Imaging Solution establece un nuevo estándar en la precisión, robustez y rendimiento para la cartografía fotogramétrica aérea. El rendimiento de imagen del Trimble UX5 Aerial Imaging Rover y los flujos de trabajo optimizados de Trimble Business

Center Photogrammetry permite la creación de entregables profesionales con una precisión y calidad sin precedentes. Los costes de adquisición de datos se reducen drásticamente en comparación con la recogida del mismo nivel de detalle utilizando los métodos y tecnologías tradicionales.

Lo que antes estaba reservado para los grandes especialistas en fotogrametría ahora ya está disponible para una gran variedad de aplicaciones geoespaciales. La innovación de Trimble en fotografía aérea ahora se puede utilizar para generar entregables muy detallados y útiles por sí, sin embargo, mediante el acoplamiento de la tecnología UAS con otras de nuestras tecnologías, tales como GNSS, estaciones totales de formación de imágenes y escáneres láser 3D, Trimble ofrece una manera sin precedentes para visualizar y medir el mundo.

**Referencia [www.trimble.com/uas](http://www.trimble.com/uas)**

### Sobre los autores

#### Trimble

*Es un líder innovador de la tecnología del Sistema de Posicionamiento Global (GPS). Además de ofrecer componentes GPS avanzados, Trimble incrementa las posibilidades del GPS con otras tecnologías de posicionamiento así como también con comunicaciones inalámbricas y software para crear soluciones completas para el cliente. Estas capacidades únicas y la presencia de Trimble en el mundo entero colocan a la Compañía en una posición de crecimiento en aplicaciones emergentes entre las que se incluyen la topografía, la navegación en automóviles, el guiado de maquinaria, el seguimiento de elementos, las plataformas inalámbricas y la infraestructura de telecomunicaciones.*

#### AI-Top Topografía

*Provee de soluciones en el campo de la topografía, geodesia, construcción civil y edificación que permite a los profesionales de cada campo utilizar la más alta tecnología para facilitar su trabajo. Es distribuidor oficial de TRIMBLE (Survey) y SPECTRA PRECISION (Construcción) con su amplia gama de productos GPS, Estaciones Totales Robóticas, Scanner 3D, tratamientos de la imagen 3D, software específicos, sistemas de control de maquinaria 2D, amplia gama de niveles láser para maquinaria, construcción civil, edificación y una completa gama de accesorios que cubre todas las necesidades de los sectores referidos.*

# Hexacopter Aibotix X6 V2 para inspecciones de infraestructuras

*Hexacopter Aibotix X 6 V2 for infrastructure inspections*

Ángel Herranz Casado, Rodrigo García Roldán

REVISTA **MAPPING**  
Vol. 24, 171, 52-55  
mayo-junio 2015  
ISSN: 1131-9100

## Resumen

El siguiente artículo describe las principales características del Aibotix X6 V2 de Leica Geosystems en tareas de inspección de infraestructuras civiles; puentes, viaductos, presas, pilones, torres eléctricas, molinos de vientos, etc.

## Abstract

The following article describes the main features of Aibotix X6 V2 Leica Geosystems in inspection tasks of civilian infrastructure; bridges, viaducts, dams, pylons, electrical towers, windmills, etc.

Palabras clave: Aibotix, RPAS, seguridad, inspección, infraestructuras, sensores

Keywords: Aibotix, RPAS, security, inspection, infrastructures, sensors.

Gerente Comercial Leica Geosystems  
[angel.herranz@leica-geosystems.com](mailto:angel.herranz@leica-geosystems.com)  
Director Técnico Láser Escáner  
[rodrigo.garcia@leica-geosystems.com](mailto:rodrigo.garcia@leica-geosystems.com)

Recepción 08/06/2015  
Aprobación 23/06/2015

## 1. INTRODUCCIÓN

Con el tiempo, los efectos de la naturaleza y el hombre hacen que las distintas infraestructuras construidas se deterioren. Debido a este deterioro, la más pequeña de las grietas y / o corrosión de vigas metálicas pueden provocar serios problemas estructurales. A priori esto puede pasar desapercibido, ya que se encuentran, a menudo, en lugares inaccesibles y difíciles de ver.

Una inspección periódica de las zonas críticas es esencial, tanto para el mantenimiento preventivo como para el futuro de dicha infraestructura. Algunos de los métodos convencionales de inspecciones, para que su realización sea exhaustiva, pueden ser peligrosos, requiriendo a menudo andamios, sistemas de sujeción y profesionales en trabajos en altura u otros elementos auxiliares que obligan a interferir con el funcionamiento normal de la infraestructura (cortes de tráfico).

Es por ello que el Aibotix X6 V2 se presenta como una herramienta segura, con un alto rendimiento y un elevado grado de flexibilidad para realizar dichas tareas.

## 2. OBJETIVO

El objetivo de estos trabajos es inspeccionar cualquier tipo de infraestructura convencional con una plataforma aérea inteligente sin afectar el funcionamiento normal de dichas infraestructuras, al tiempo que se contempla una reducción o eliminación de los riesgos producidos por los métodos convencionales, tales como helicópteros, andamios, grúas, trabajos en altura, etc

Disponer de un sistema que permita visualizar los elementos a distancias francamente pequeñas, supone claramente una reducción de costes y de riesgos, lo cual convierte a esta herramienta en indispensable para este tipo de trabajos. Disponer de un sistema no



Figura 1. Aibotix X6 V2



Inspección dentro de un pilono



Inspección de presas



Inspección de líneas eléctricas



Inspección de molinos de vientos



Inspección de puentes



Inspección de sistemas solares

Figura 2. Trabajos realizados con Aibotix X6 V2

tripulado equipado con una carcasa de protección de las hélices, permite trabajar con condiciones atmosféricas más agresivas (vientos de hasta 10 nudos) ya que esta protección permite chocar con la estructura sin correr ningún riesgo de accidente.

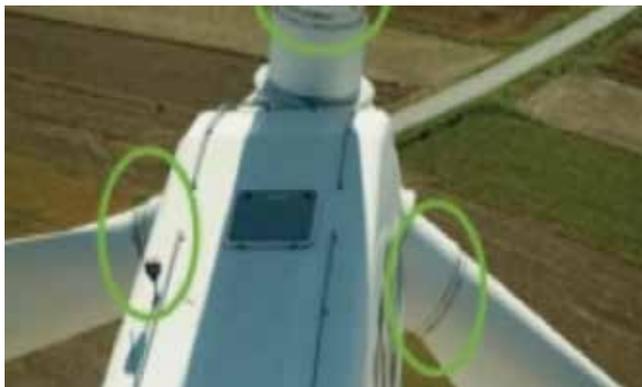
Por otro lado la capacidad de integración de sensores embarcados y sincronizados con el control en tierra, permiten un análisis detallado, no limitado a la simple visualización del elemento (termografía, sen-

sor de ruidos, laser scanner, etc.)

Este dispositivo dispone de la capacidad de posicionar la cámara en la parte superior del RPA, de modo que es posible inspeccionar elementos posicionados exactamente en la parte superior del RPA.

### 3. CONCLUSIONES

Disponer de un vehículo no tripulado como el Ai-



Inspección de presas



Inspección de molinos de vientos



Inspección de sistemas solares

Figura 3. Productos obtenidos

botix X6 V2 permite trabajar:

- Más cerca de la estructura a inspeccionar, al disponer de elementos de seguridad (chasis de protección, telemetría, sensores de proximidad, barómetro, GPS, etc).
- Con más información, al disponer de la posibilidad de embarcar todo tipo de sensores.
- Más días al tener menos limitaciones de ambien-

- tales de trabajos que otros sistemas de medición y que otros sistemas similares de otras marcas.
- Usar herramientas avanzadas de planificación y vuelo manual.
- Minimizando al máximo los riesgos que implican este tipo de trabajos, al trabajar, analizar y tomar decisiones en remoto.
- Justo debajo de la estructura, gracias a la posibilidad de colocar la cámara sobre el RPA, incluso es posible inspeccionar estructuras en interiores.
- Reduciendo los costes debido a los menores costos de personal y funcionamiento.
- Reduciendo de tiempos de inspección.
- Mejorando la calidad de los datos obtenidos, debido a las imágenes de alta resolución.
- Obteniendo información que de otra manera, sería prácticamente imposible de obtener.

### **Sobre los autores**

*Leica Geosystems S.L. es una filial de la empresa suiza Leica Geosystems AG, reconocida en el mundo entero por la fabricación de instrumentos y sistemas de medición de la más alta calidad. Leica Geosystems, s.l., con su sede central en Barcelona, dispone de oficinas de venta en Madrid, Sevilla, Bilbao y Valencia, y de una amplia red de distribuidores autorizados en toda la Península y Canarias.*

*Su plantilla de profesionales integra un equipo de Ventas y Soporte compuesto por Ingenieros Técnicos en Topografía y un Servicio Técnico altamente experimentado, que ofrece asistencia desde Madrid, Barcelona, Sevilla y Valencia. Gracias a ello, Leica Geosystems le ofrece la posibilidad de encontrar todas sus necesidades de medición bajo un único techo, desde un clavo de señalización hasta un sistema de guiado para la construcción de un túnel, ayudándole a encontrar la solución más completa. Para encontrar la mejor solución de su problema de medición, Leica Geosystems posee reconocidos y experimentados técnicos dispuestos a desarrollar cualquier tipo de aplicación en el campo de la Topografía, Catastro, Ingeniería Civil, Control y Guiado de Maquinaria, Levantamientos batimétricos, Cartografía, GIS, Control Dimensional, Medición Industrial, etc.*

# Fotogrametría con drones (aviones) sin puntos de apoyo

*Photogrammetry with rpa (aircrafts) without ground  
control points*

Javier Peñafiel de Pedro, Oscar García Uriarte

REVISTA **MAPPING**  
Vol. 24, 171, 56-59  
mayo-junio 2015  
ISSN: 1131-9100

## Resumen

La creación de modelos digitales, nubes de puntos con tecnología de drones, ortofotos, cada día es más sencillo de obtener gracias a los desarrollos de los software de generación de este tipo de información. De hecho, todos los desarrollos de este tipo de hardware, han ido en función de que los algoritmos han ido avanzando. Los desarrollos de los drones han ido incrementando su funcionalidad, como el autopilot, software de planificación de vuelos, autonomía, empujados por este tipo de software. Las ventajas de los drones con ala fija con respecto a los helicópteros UAV, es clara; autonomía. De hecho consideramos que son sistemas complementarios, ya que el rendimiento puede ser de hasta 10 veces mayor con ala fija que con helicópteros UAV. Si adicionalmente eliminamos el trabajo de levantamiento de puntos de apoyo, el tiempo de ejecución de este tipo de tecnologías se reduciría en un 50%.

## Abstract

Creating digital models, point clouds, orthophotos, with RPA'S technology every day is easier to obtain thanks to the developments of the software generating such information. In fact, all of these developments have been hardware based algorithms have progressed. The developments of the RPA's have been increasing their functionality, such as autopilot, flight planning software, autonomy, driven by this type of software. The advantages of fixed-wing drones regarding UAV helicopters is clear; autonomy. In fact we believe are complementary systems, and performance can be up to 10 times higher than fixed wing UAV helicopters. If further eliminate work ground control points runtime support for these technologies would be reduced by 50%.

**Palabras clave:** Fotogrametría, RPA, drones, autopilot, Aviones UAV, helicópteros UAV, puntos de control, autonomía, rendimiento, GSD.

**Keywords:** Photogrammetry, RPA's, drone, UAV helicopters, UAV Aircrafts, Ground control points, autopilot, autonomy, performance, GSD.

Topcon Positioning Spain  
jpenafiel@topcon.com  
Topcon Positioning Spain  
oguriarte@topcon.com

Recepción 19/06/2015  
Aprobación 23/06/2015

## 1. INTRODUCCIÓN

Después de haber realizado, en este último año numerosos vuelos con el sistema Sirius Pro de Mavinci, hemos sacado unas conclusiones demoledoras. Aunque las limitaciones legales impuestas por las agencias de seguridad área nacionales, como ejemplo en España, 400 pies de altura y 500 de distancia para operar con drones, impiden hacer unas pruebas exhaustivas en nuestro país, decidimos hacerlas en otros países sin este tipo de restricciones, siempre y cuando se mantuviesen los niveles de seguridad razonables, y realizando siempre vuelos visuales. El último vuelo realizado en el mes de mayo de 2015, se tomó imágenes con un GSD de 3 cms cubriendo 92 ha por cada vuelo, con un total de 5 vuelos, haciendo más de 450 hectáreas. Las distancias máximas fueron realizadas a 1.3 km de distancia desde donde se operaba el avión. En total en 6 horas y media se realizaron las 450 hectáreas, incluidos, los desplazamientos a nuevos puntos de referencia. El tiempo efectivo de vuelo total fue de 3 horas. Todos los datos fueron chequeados en el propio campo, asignando coordenadas a los focos y orientación de las imágenes, para poder comprobar que el solape y recubrimiento del trabajo era óptimo para obtener resultados satisfactorios.

## 2. HERRAMIENTAS UTILIZADAS

MAVinci SIRIUS pro es un sistema integrado para conseguir fotografías verticales y oblicuas de alta calidad, el cual entrega ortofotos y modelos tridimensionales de elevación con precisiones de hasta 5 cm (dependiendo del GSD, incluso 2 cm) sin necesidad de implantar puntos de control sobre el terreno. El GSD de imágenes, varían los rangos desde 1.6 a 20 cm. Gracias a la combinación de la sincronización precisa de tiempo desde los receptores GNSS de Topcon con precisión centimétrica, observables de L1/L2 GPS/GLONASS y receptores RTK. Este sistema tan robusto con una solución única en el mercado, está testada en numerosas empresas y trabajos de distinta factura, ayuda a realizar los proyectos mucho mayores y de una manera rápida.



Figura 1. Esquema del sistema con base externa

### 2.1 Descripción del MAVinci

#### Célula

- Fuselaje, semialas, estabilizadores vertical y horizontal y superficies de control fabricados en Elapor.
- La superficie alar (dos semialas) y los estabilizadores vertical y horizontal son desmontables.
- Carece de tren de aterrizaje. Aterrizaje sobre la panza.
- 1 Hélice plegable de 15" x 8".
- Planta motriz y energía
- 1 motor eléctrico brushless, marca himax, modelo C4220-0510
- Batería Lipo 5S (18,5V), con una capacidad de 5300mAh

#### Aviónica

- Autopilot MAVinci
- IMU integrado en el autopilot con 9 grados de libertad
- Brújula integrada en el autopilot
- Unidad GNSS RTK TOPCON B-110

#### Estación Tierra

- Emisor para control remoto marca Futuba, modelo T145G
- Plataforma MS-Windows, programa MAVinci Desktop
- Estación Base Sirius Pro
- MAVinci Connector (enlace con el PC WLAN)

#### Masa máxima al despegue (MTOM)

- 3.300 Gramos

#### Masa al despegue con carga estándar (Sistema de Imagen Aérea SIRIUS)

- 2.700 Gramos

#### Autopilot MAVinci

- Dimensiones: 84 mm x 55 mm x 40 mm.
- Masa: 66 gr.
- IMU integrada de 9 grados de libertad (DOF).
- Rango admisible de tensiones eléctricas: 8 ~ 30 V.
- Consumo eléctrico: 4 W máximo.
- Sistema de monitorización de voltaje y temperatura.
- Protección contra sobrecarga y cortocircuito.
- Receptor GPS de 4 Hz, con posibilidad de conexión de una segunda unidad.

#### Salida de telemetría

- Dimensiones: 84 mm x 55 mm x 40 mm.
- Masa: 66 gr.
- IMU integrada de 9 grados de libertad (DOF).
- Rango admisible de tensiones eléctricas: 8 ~ 30 V.
- Consumo eléctrico: 4 W máximo.
- Sistema de monitorización de voltaje y temperatura.
- Protección contra sobrecarga y cortocircuito.
- Receptor GPS de 4 Hz, con posibilidad de conexión de una segunda unidad.

#### Receptor GNSS Topcon B110

- Dimensiones: 40 mm x 55 mm x 10 mm
- Masa: 20 gr.
- Rango admisible de tensiones eléctricas: 3,4 V ~ 4,5 V.

## 2.2. Características

- Ahorra tiempo y trabajo más eficientemente, gracias a la autonomía y a la inclusión de un receptor GPS/Glonass
- Se alcanzan precisiones absolutas de 2-5 cm (dependiendo del GSD) sin necesidad de tomar puntos de control sobre el terreno, en áreas de difícil acceso.
- GSD desde 1.6 a 20 cm
- MAVinci connector actúa como una estación de referencia RTK, y no es necesaria ninguna base de referencia adicional
- Receptor GNSS TOPCON de 100 Hz de latencia, incorporada en él
- Doble frecuencia L1/L2
- Doble constelación GPS/GLONASS
- El sistema RTK está completamente integrado

## 3. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO

### 3.1. Plan de vuelo

Teniendo ubicada la zona de trabajo en Google Earth, se realizó el perímetro que queríamos levantar, como área de interés. Seleccionando el GSD de 3cm y los parámetros de recubrimiento (85% longitudinal y 65% transversal) el Mavinci Desktop calcula automáticamente las pasadas, tiempo de vuelo, dividiendo el trabajo en los distintos vuelos teniendo en cuenta la autonomía del avión, en términos de batería.

Con estos parámetros y la superficie total a cartografiar (569 ha), quedó resultante, 7 vuelos distribuidos homogéneamente.

### 3.2. Flujo de trabajo con UAV de Mavinci

- Se posiciona la estación de referencia RTK sobre un punto de coordenadas conocidas, aunque también se pueden calcular posteriormente. Se introducen en el MAVinci Desktop y trasladará todas las coordenadas de los fotocentros, teniendo en cuenta las nuevas coordenadas de la estación de referencia.
- No es necesario medir los puntos de control sobre el terreno, lo que supone, en la mayoría de los casos más del 50% del tiempo del trabajo solo para este menester, con el consiguiente ahorro en coste económico para el proyecto. También tenemos que tener en cuenta donde se ejecuta el trabajo, y si es posible acceder a todos los puntos de control, cosa que incluso haría inabordable el trabajo. Sin suficientes puntos de control tendríamos un gran problema de precisión, si los requerimientos de precisión del trabajo son altos.
- Una vez el avión se encuentra en tierra transferimos los photo-logs y las fotografías, para calcular la posición precisa de los fotocentros.
- Se exportan todas las fotografías a un programa de cálculo de ortofotos, modelo digital, y creación de nubes de pun-



Figura 2. MAVinci SIRIUS pro

tos. En nuestro caso utilizamos Photoscan de Agisoft.

En el caso particular que nos aborda, se tomaron imágenes con un GSD de 3 cm. El primer día con un recubrimiento longitudinal del 85% y transversal 65%, cubriendo 92 ha por cada vuelo, con un total de 5 vuelos, haciendo más de 450 hectáreas. Las distancias máximas fueron realizadas a 1.3 km. de distancia desde donde se operaba el avión y se encontraba la estación de referencia GNSS. Total, en 6 horas y media se realizaron las 450 hectáreas, incluidos, los desplazamientos a nuevos puntos de referencia, descarga de los photo-logs, imágenes, chequeo del recubrimiento del vuelo y calidad del posicionamiento de las imágenes. El tiempo efectivo de vuelo total fue de 3 horas. Todos los datos fueron chequeados en el propio campo, asignando coordenadas a los fotocentros y orientación de las imágenes, para poder comprobar que el solape y recubrimiento del trabajo era óptimo para obtener resultados satisfactorios. El segundo día se realizó el resto de los vuelos, teniendo en cuenta, los mismos criterios de recubrimiento y GSD. En total 2 vuelos más, uno de 88.2 ha y otro más de 35.3 ha con una duración de 1.5 horas. En total se cubrieron 569 ha en 4.5 horas de vuelo.

Una vez realizadas todas estas operaciones y obteniendo 7996 imágenes georreferenciadas con el cálculo preciso de los fotocentros de cada imagen, se realiza el cálculo completo del nube de puntos, modelo digital, y ortofoto con el Photoscan de Agisoft. La duración del cálculo de estos tres productos, se realizó en 18 horas por vuelo. Reseñar, que para que los resultados del modelado sean perfectos, y los algoritmos de

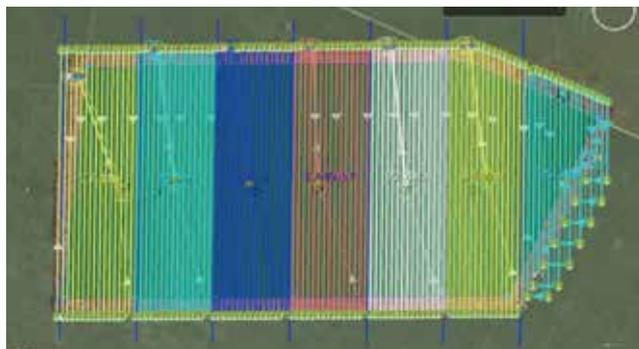


Figura 3. Plan de vuelo con Mavinci Desktop

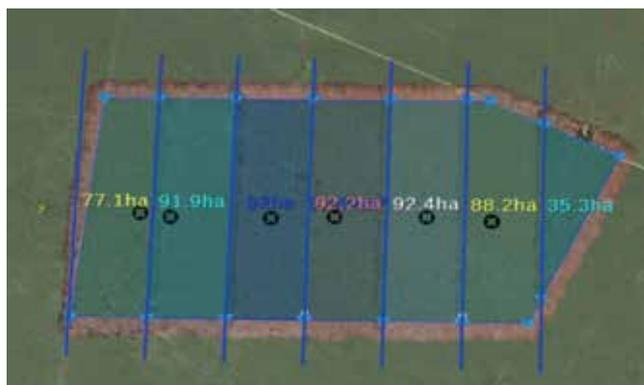


Figura 4. Flujo de trabajo

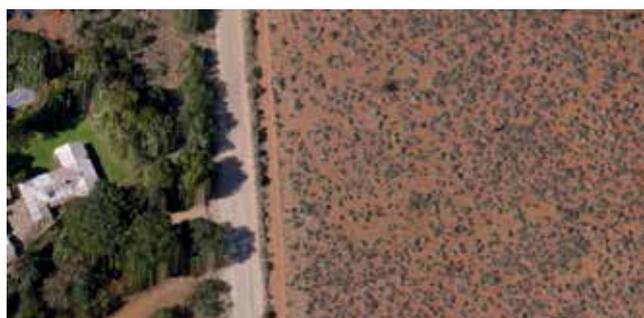


Figura 5. Imagen obtenida



Figura 6. Trabajos realizados en una mina a cielo abierto

la correlación alcancen resultados óptimos, las condiciones de luminosidad deben ser las mejores posibles y evitar días con poca luminosidad. A continuación adjuntamos una imagen del modelo realizado para el vuelo número 7.

Los puntos de control métrico han resultado denotar una precisión inferior a los 5 centímetros.

A continuación mostramos otro ejemplo de una mina a cielo abierto, que muestra unos resultados más patentes dado que existe más desnivel.

## 5. CONCLUSIONES

El uso de estos equipos supone un cambio en la metodología de trabajo similar al que supuso en su momento el GPS. Esto es debido a varios factores: el altísimo rendimiento en campo que ofrecen estos equipos, la calidad y el nivel de deta-

lle de los datos capturados y también a la facilidad, comodidad y seguridad del proceso. El uso de un receptor GNSS dando posiciones precisas a los fotoscentros de cada fotografía realizada durante el vuelo, es sin duda un gran avance que marca un punto de inflexión en el uso de los Drones para cartografía. Gracias a ello los puntos de apoyo quedan relegados a puntos de chequeo. Debido a esto se reduce la cantidad de puntos medidos sobre el terreno y su uso es totalmente redundante pues solo se usan como puntos de comprobación. Debido al gran rendimiento de los drones de ala fija los multicopteros quedan totalmente relegados dentro del ámbito de la cartografía, a las zonas que no son accesibles para el ala fija.

## REFERENCIAS

- <http://www.mavinci.de/en/siriuspro> Fecha de Consulta: Junio 2015
- <http://topconpositioning.blogspot.com.es/2015/01/con-el-nuevo-uav-de-mavinci-con-gps-rtk.html> Fecha de Consulta: Junio 2015
- <https://www.topconpositioning.com/software/mass-data-collection/mavinci-desktop> Fecha de Consulta: Junio 2015

### Sobre los autores

#### Javier Peñafiel de Pedro

Ingeniero Técnico en Topografía, MBA e Graduado en Ingeniería en Geomática. Desarrollo su experiencia profesional en Leica Geosystems con responsabilidades técnicas y comerciales, en Temas de GPS, Estaciones de referencia GPS permanentes, sistemas de auscultación automática. Posteriormente, creó una empresa dedicada a la Auscultación Geotécnica y proyectos especiales, dentro de la Geomática e Ingeniería Civil. Actualmente es el responsable comercial de Topcon Positioning Spain. Ha intervenido como profesor en numerosos cursos de postgrado de sistemas de posicionamiento espacial en colegios profesionales y Universidades, así como cursos de Auscultación Geotécnica.

#### Oscar García Uriarte

Ingeniero Técnico en Topografía y Máster en Ingeniería Geodésica, especializada en adquisición y procesamiento de datos geomáticos. Actualmente es la responsable de soporte técnico de Topcon Positioning Spain para España. Se ha especializado en las nuevas tecnologías de toma masiva de datos, como los sistemas Mobile Mapping, Laser Escáner, UAV, habiendo adquirido una gran experiencia en sistemas de posicionamiento por satélite y sistemas inerciales.

# Drone Scouts Ice Conditions for Whalers



Before spring whaling can even start up on the North Slope, crews and other community members chip away at the sea ice to make miles-long trails to open water, and hopefully, to whales. The process is done with hand tools — mostly ice picks — taking days or weeks, and is very labor intensive. So when researchers at the University of Alaska Fairbanks offered to fly a small, unmanned aircraft over the ice in hopes of finding the safest, most efficient routes to open leads, whaling captains in Barrow were all for it. In April, a Ptarmigan — a small hexacopter designed and built by a UAF engineering student — was launched and flown in a grid pattern 400 feet over a section of ice about 2,600 feet by 600 feet. After the flights, a technique

pioneered at UAF's Geophysical Institute called structure from motion, the data was used to create an accurate three-dimensional map of the surface. The result was a topographic map of sorts that allowed whalers to take a closer look at ice conditions and find the best routes to open leads and the whales that show up there. The aircraft was not used to locate whales. «This technique is something that's been pioneered here at UAF, especially in areas like ice and snow,» said Dyré Oliver Dammann, a doctoral student who, along with Eyal Saitet, a staff member for the Alaska Center for Unmanned Aircraft Systems Integration and masters student in remote sensing, came up with idea to map the ice using the hexacopter. The aircraft was designed and

built by UAF electrical engineering student Ben Nubar and is particularly useful for brief flights and experimenting with new instruments.

For this spring's season, which is still going strong, these 3D maps were available to crews online and for download onto phones or other devices, and were also offered as hard copies of the resulting maps. «We provided what we call a digital elevation model, that shows where the large ridges are and

where the smooth areas are,» Dammann said. «From that, (they) can immediately identify potential risks». Researchers and scientists at UAF have been working in the Arctic for years studying sea ice, climate, and creatures big and small, but they felt it was time to contribute something back directly to the people of region. Something that would be beneficial to the local population, Dammann said. «Researchers should always aim to give something back to the community,» he said. «We've been trying to understand sea ice and dynamics that are relevant for larger aspects such as climate change, but we're also very interested in conducting research that has a direct implication for people that live there.» Whalers, or hunters in general,



that use the sea ice already know a lot about how the ice behaves during spring break up and scientists rely on local knowledge when conducting research there. «So we were trying to provide something that they can learn from that they couldn't otherwise do,» Dammann said. «It's a really great relationship». UAF started mapping whaling trails in the ice about seven years ago to help captains and their crews by identifying not only safer routes, but also more efficient routes, thus saving time and money. «Then we approached them about flying an unmanned aircraft over and actually get the topography of the ice ... and they said they were all for that».

April's flight and the subsequent maps were a test to see how the aircraft worked and what might need to be tweaked to get more useful information for the crews. A GPS unit and a high-quality camera were fixed to the copter, which was flown by an experienced helicopter pilot. The experiment was delayed a few times while the aircraft's batteries had

to be replaced, something that Dammann and his colleagues are hoping to alleviate next year when they try the flight again with a fixed-wing aircraft.

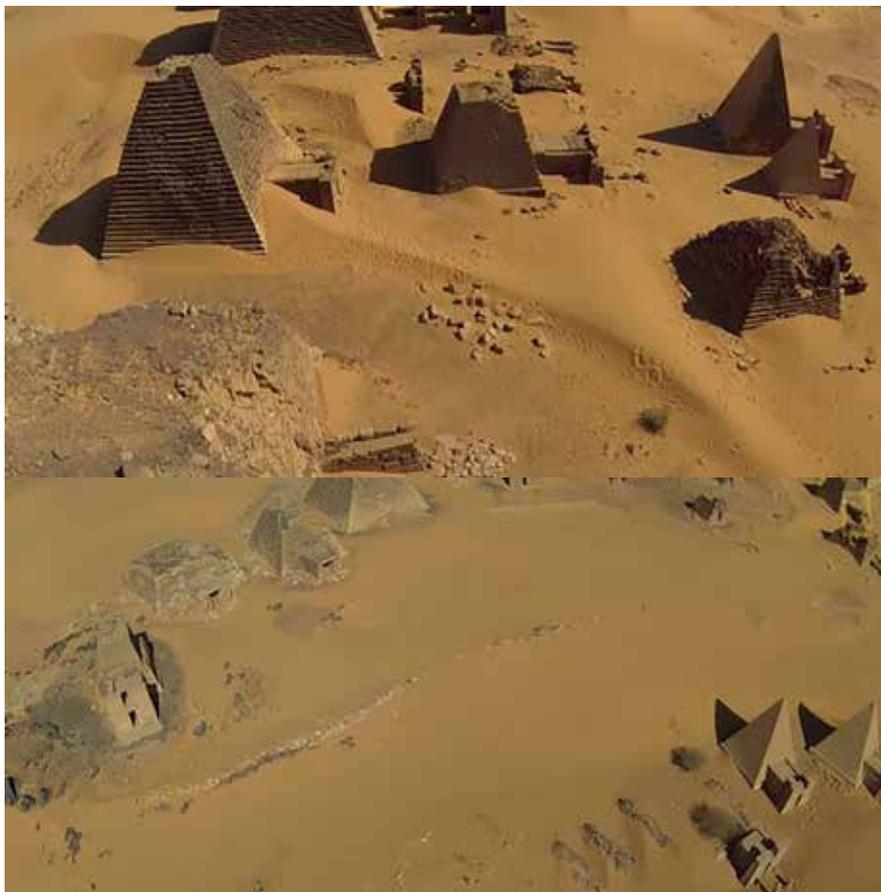
This project is a collaborative effort between UAF and the Native Village of Barrow. In 2007, the sea ice group from UAF installed a radar and a webcam to provide an uninterrupted view of the ice and while these provide important information to both scientists and locals, the view

from the side and the resolution at a distance limit their usefulness. Satellite data is also available, but is cost prohibitive. This new method offers higher-quality and more detailed models for the crews to use when scoping out the routes early in the season. It is not uncommon for crews to get stranded on ice that has broken off from landfast ice during wind events or a change in currents. This project might help protect those working out on the ice by identifying more fragile areas. So far, the feedback has been encouraging, said UAF public information officer Sue Mitchell. «They were very pleased with it,» she said of the whaling crews. «They're looking forward to doing more next year and looking forward to using (an aircraft) that has a longer operating time. «This was a pilot project to see if it would work».

**Via: Barbara J. Johnson**  
**Source: <http://www.thearctic-sounder.com>**



## Amazing Drone Footage of Nubian Pyramids



In a melding of modern-day technology and 3,000-year-old artifacts, a team supported by National Geographic is getting some of the first glimpses into ancient pyramids, temples, and burial sites sprawled across the Sudanese desert.

The part of the site that draws the most attention is the underground burial chamber of a Nubian king who conquered Egypt in 715 B.C., but today the action is far above ground as National Geographic engineer, Alan Turchik, flies a remote-controlled quadcopter camera over the site to gain a broader perspective of the area.

«The best part with the helicopter is I can fly over and gain this con-

nection between all the other burial sites, between the pyramid and the temple, and get an understanding of what that is from the air,» says Turchik.

Turchik is part of an expedition led by National Geographic grantee, Geoff Emberling, the first archaeologist to visit the site in El Kurru, Sudan, in almost 100 years.

On the ground, Emberling is also using cutting edge technology—a remote controlled robot—to excavate caves where no modern human has gone before, but good old-fashioned manual labor proves most effective in breaking through years' worth of sand, dirt, and rocks. After removing about 250

tons of debris from the site, the team uncovers many artifacts from millennia ago, but Emberling is still left with many questions about the cryptic site.

The mystifying ruins date back to the kingdom of Kush, an empire that lasted for over 2000 years before its disappearance around 300 A.D.

«You don't really know what happened in the past, and to be able to investigate that ... it's like you're a detective,» says Turchik, explaining how the excavations slowly chip away at the mystery surrounding this ancient culture.

All will be revealed in the film, *Black Pharaohs*, which was produced in conjunction with the expedition and is airing on PBS.

To learn more about the excavation at El Kurru, dig through Geoff Emberling's posts on the National Geographic Explorers Journal blog and read "Black Pharaohs" from National Geographic magazine.

**Posted by Nora Rappaport of National Geographic Society in Explorers Journal**





Estas VI Jornadas se desarrollan a lo largo de tres días, del 4 al 6 de noviembre, en la ciudad de Sevilla, e incluyen la realización de talleres, presentaciones y un espacio técnico con exposiciones de una amplia variedad de empresas relacionadas con todo este campo de actividad.

Las sesiones técnicas estarán compuestas por las comunicaciones presentadas bajo el lema:

**«Interoperabilidad y armonización: compartiendo conocimiento y fomentando innovación»**

Los temas sobre los que deberán versar las comunicaciones son:

- Implementación y Seguimiento de la Directiva Inspire
- Políticas de datos y licencias. Datos abiertos
- Implementación de servicios
- Interoperabilidad de conjuntos de datos espaciales
- Gestión de metadatos y catálogos
- Aplicaciones web y móviles en las IDE
- Desarrollos e innovación tecnológica
- Las IDE en las Ciudades inteligentes
- Semántica y datos enlazados
- Proyectos IDE en la Administración y el sector privado
- IDE, Neocartografía y cooperación
- Formación y difusión
- Impacto y análisis coste/beneficio

El plazo de presentación de resúmenes y calendario de fechas a tener en cuenta es:

- 15 de septiembre 2015: fecha límite de recepción de resúmenes
- 29 de septiembre 2015: finaliza la evaluación de resúmenes y se comunica la aceptación como ponencia oral
- 26 de octubre 2015: fecha límite de recepción de artículos
- 2 de noviembre 2015: fecha límite de recepción de artículos para la presentación (PPT, ODP, PDF)

# DJI anuncia el lanzamiento de Matrice 100 el dron programable y el sistema Guidance de detección de obstáculos

La empresa constructora de drones DJI ha anunciado el desarrollo de dos nuevas tecnologías que podrían ser un nuevo paso en la tecnología de RPAS- El Matrice 100 y Guidance, sistema de detección de obstáculos.

El Matrice 100 es el primer proyecto de SDK abierto de DJI, pensado para el desarrollo de hardware y software para drones y su posterior testeo. El sistema viene con todo lo necesario para volar con un tiempo de ensamblaje mínimo, y sin necesidad de programación antes del despegue.

Con múltiples puertos de comunicación, líneas de alimentación, y ranuras de expansión, los periféricos pueden ser ensamblados fácilmente en el chasis teniendo acceso a los datos de vuelo y control. El Matrice 100 puede volar aproximadamente 20 minutos con 1kg de carga útil, aunque puede ser configurado con una segunda batería, alcanzando tiempos de vuelo de 40 minutos, si se disminuye la carga.

«El Matrice 100 es una plataforma a la que se le puede añadir con facilidad sensores y equipamiento, abriendo las posibilidades de cómo usar material aeronáutico en la industria» decía el CEO de DJI Frank Wang durante la conferencia de prensa. «No podemos esperar a ver cómo los desarrolladores utilizarán esta plataforma para investigaciones en agricultura, inspección, búsqueda y rescate y muchos más cam-

pos».

DJI también anunció hoy el sistema Guidance, el primer prototipo de la compañía de un sistema de detección de colisiones para plataformas aéreas. Usando un array de sensores ultrasónicos y cámaras estereoscópicas montadas en la parte delantera, trasera, derecha, izquierda e inferior del aparato, Guidance identifica cuando éste se acerca a objetos (a una distancia configurable) hasta un rango de 20 metros, previniendo acercarse a ellos y manteniendo el vuelo nivelado a una altura con precisión centimétrica.

El Matrice 100 y el sistema Guidance estarán disponibles en precompra por 3.599 € y 1.099 € respectivamente. Se prevee que los envíos comiencen a finales de junio. Dado al carácter de investigación y desarrollo de estos sistemas, se ofrece un descuento a las instituciones académicas.

Fuente: <http://rpas.upv.es/>



## Drone being developed to fly autonomously inside Fukushima reactor buildings

A drone is being developed to survey the interior of reactor buildings at Tokyo Electric Power Co's Fukushima No. 1 plant.

The unmanned aircraft will use lasers to detect and avoid obstacles in flight and will be able to land to replace its batteries in the absence of an operator.

A test flight was completed at the plant's No. 5 reactor building, which escaped severe damage in the March 2011 nuclear disaster.

It is not known when the meter-wide hexacopter will be ready to begin inspections inside the buildings housing the No. 1 to No. 3 reactors, which suffered meltdowns, but the team behind it is confident the drone will have a role to play.

«The time will certainly come when drone technology will be of help», said a member of the development team.

The drone is the work of Autonomous Control Systems Laboratory Ltd., a university-based venture headed by Kenzo Nonami, a professor at Chiba University.

The six-propeller drone is equipped with a camera, an instrument to measure radiation levels, and a dust collector.

The aircraft is different from conventional drones in that it can detect walls and other obstacles by laser, even when inside a reactor building, where GPS would not work and where radiation doses may be too high for humans.

The information gathered during a survey flight is converted into three-dimensional data in real time, enabling the production of images of damaged walls and dangling piping, for instance.

The lab has also developed an instrument for automatic battery replacement to eliminate the risk of plant workers being exposed to radiation during battery changes.

When the power begins to run low, the drone automatically lands on a «heliport» on the flatbed of a truck and loads itself with a new battery. This will enable it to prolong its mission.

In the demonstration test at the plant's No. 5 reactor building, the drone was used to carry out an inspection from the first floor to the fifth floor, where a pool for spent fuel is located. The test proved the aircraft's ability to shoot video and measure radiation levels.

Nonami started developing the drone soon after the March 2011 nuclear crisis began, anticipating that there would be demand for a flying robot in what is shaping up to be a decades-long cleanup.

«Once the work shifts to the stage of removing melted nuclear fuel from damaged reactors, radiation doses are expected to rise in the work areas», Nonami said.

«I think the drone will be useful as it can be sent to measure radiation levels and contribute to giving the highest priority to human safety».

**Fuente: The Japan Times**



## Eclipse 6NV: un dron luminescente para inspecciones técnicas en entornos oscuros

El acceso a las inspecciones técnicas utilizando drones está ampliándose gradualmente y por ello las compañías están adaptando sus productos constantemente y evolucionando las soluciones que ofrecen, pues se van enfrentando a nuevos retos de manera constante.

Uno de estos casos es el de DRO-NAVIA, una empresa especializada en la construcción de drones que se ha puesto por objetivo la puesta en marcha de una RPA que genere luz para moverse en entornos oscuros, pero sin consumo de energía eléctrica. El nombre código de producto es ECLIPSE 6NV (NV por visión nocturna / Night Vision).

El presidente de DRO-NAVIA, Ludovic Pelletay, explica que fue a través de conversaciones con inversoras que fueron conscientes de los problemas con los que se encuentran los drones al revisar zonas oscuras. Por este motivo se pusieron manos a la obra para usar materiales luminescentes en el aparato con poco peso y gran emisión de luz

sin consumo eléctrico.

Los silos de grano, edificios cerrados, túneles o tuberías de gran diámetro, son lugares donde los drones tradicionales fracasan en sus operaciones. Si para iluminarlos se usaran LEDs, el consumo de energía se dispararía y la autonomía del RPA se reduciría notablemente. Es por ello que el uso de materiales luminescentes puede servir para mantener los aparatos a la vista a pesar de la oscuridad, sin que ello suponga consumo eléctrico alguno.

Además, DRO-NAVIA también ha desarrollado «Scan térmica», un sistema que combina un sensor térmico y un sensor de vídeo de alta definición para crear imágenes térmicas de imágenes infrarrojas.

El dron está equipado, además, con protectores de hélice extraíbles para protegerlo en caso de contacto con paredes, brazos plegables para optimizar su ergonomía y un tren de aterrizaje retráctil.

**Fuente: <http://rpas.upv.es/>**



## Diploma de extensión universitaria en pilotaje de sistemas de aeronaves tripulados por control remoto (RPAS)

### Página Web

<http://rpas.upv.es>

### Fechas de inicio y fin

Del 15/09/15 al 30/01/16

### Fecha de matrícula

Desde 8/07/2015 hasta inicio de curso o fin de plazas

### Duración

320 horas presenciales,  
32 Créditos ECTS

### Lugar de Impartición

Formación Teórica.  
ETSID-UPV: Aula Air Nostrum.  
Aulas del CFP  
Formación Práctica-Instrucción.  
Simulador Básico y Avanzado: Hangar de la ETSID-UPV  
Instrucción en vuelo: Trinquet UPV y Pabellón Polideportivo UPV  
VALÈNCIA

### Objetivos

El Diploma de Extensión Universitaria en Pilotaje de Sistemas de Aeronaves Tripulados por Control Remoto (RPAS) ofrece una amplia formación al alumno en las técnicas de pilotaje de RPAS, tanto en su componente teórica, como en la práctica. Para ello, el alumno será formado en las materias necesarias para realizar una operación aérea segura: Normativa aeronáutica, Conocimiento general de las aeronaves (genérico y específico), Performance de la aeronave, Meteorología, Navegación, Procedimientos operacionales, Comunicaciones (incluidos los conocimientos de servicios de tránsito aéreo y comunicaciones avanzadas) y Factores humanos para aeronaves civiles pilotadas

por control remoto (RPAS), de la misma manera y al mismo alcance técnico, que se exige para la obtención de una titulación de aeronave tripulada. Asimismo, se realizarán prácticas de vuelo en simulador básico y avanzado, e instrucción con RPAS en vuelo real en un campo de vuelo apropiado, haciendo hincapié en los conocimientos y maniobras que el alumno debe dominar.

### Horario

TARDE

Formación Teórica: Miércoles, jueves y viernes: 16:00-20:00  
Formación Práctica-Instrucción: Simulador Básico y Avanzado: Miércoles de 9:00-11:00.  
Instrucción en vuelo: Miércoles de 12:00-14:00

### Precio

2.500 €  
2.500 euros - Público en general  
1.900 euros - Miembros UPV (PDI, PAS, alumnos UPV, miembros alumni UPV, socios de deportes UPV)  
1.900 euros - Empresas que colaboran y/o apoyan la propuesta  
Fraccionamiento del pago en 3 plazos.

## Endesa despliega 14 drones para revisar las líneas eléctricas en

## España

La compañía está formando a pilotos de estos aparatos aéreos no tripulados.

Los «minidrones» se preparan para conquistar el cielo

Endesa ha desplegado 14 drones para revisar las líneas eléctricas en España, unas prácticas que ya estaba realizando en Cataluña. En concreto, estos aparatos aéreos no tripulados operarán ahora en Andalucía, Aragón, Baleares y Canarias y servirán como complemento a las inspecciones en helicóptero, según informó la compañía en un comunicado.

Los drones cuentan con cámaras de alta resolución y termográficas, pesan unos cuatro kilos y miden unos 75 centímetros de diámetro, contando las aspas. Despegan y aterrizan por sí solos mediante propulsión eléctrica y son capaces de mantener la posición y la altura de forma automática gracias a un GPS.

«La utilización de los drones permite agilizar las inspecciones, ya que, al evitar el trabajo de los técnicos sobre la red, no se tiene que cortar el suministro. Además, mejora la calidad y continuidad del servicio al mismo tiempo que ofrece mayor seguridad a los trabajadores que realizan las inspecciones», señala Endesa.

La compañía está ahora formando a pilotos de los siete nuevos drones,



Unos operarios de Endesa supervisan los trabajos de comprobación de un dron

que se añaden a los siete que entraron en funcionamiento en Cataluña desde 2013 y que, según la eléctrica, está dando buenos resultados gracias a que las grabaciones resultantes son de buena calidad.

Además, la empresa tiene previsto participar en proyectos de desarrollo de esta tecnología, que permitan hacer trabajos ligeros equipando a los drones con brazos robóticos. Endesa también utiliza drones en los corredores de seguridad que se encuentran ubicados debajo y a los lados del tendido eléctrico.

Fuente: <http://economia.elpais.com>

## La NASA prueba un sistema de drones compatible con vuelos civiles

La NASA está trabajando en un nuevo sistema que permitirá desarrollar los primeros vehículos aéreos autónomos para operar en espacio aéreo civil. Para lograrlo comenzará a probar una nueva tecnología que le permitirá a estos drones evitar colisiones con más precisión que nunca.

La ambición largo plazo de la NASA con este proyecto es la de lograr dar vida a los primeros vehículos aéreos no tripulados (UAV) volando en espacio civil y comercial. Para ello comenzará a probar un nuevo siste-

ma mejorado de «detección y evasión» que han implementado en su dron de investigación llamado «Ikhana», el cual se encontrará con otros aviones y drones en su trayectoria, lo que pondrá a prueba su capacidad de reacción y evasión de obstáculos en medio de un vuelo.

Además, en la segunda fase de pruebas la NASA probará su sistema en un avión Beechcraft T-34 el cual estará equipado con un módulo de control y uno de comunicaciones para maniobrar y comunicarse con la torre de control aéreo sin necesidad de la intervención de ningún piloto humano.

En diferentes ocasiones, sobre todo después de grandes tragedias como el accidente de Germanwings en el que murieron unas 150 personas, se ha hablado de que en algún momento los aviones comerciales optarán por usar «pilotos robots» en lugar de seres humanos. Aunque es una propuesta bastante radical y todavía falta mucho tiempo antes de que la tecnología esté lista para tal cambio, la NASA con este nuevo sistema da un paso más allá, proponiendo la convivencia de aviones comerciales llenos de pasajeros, y UAVs en el mismo espacio aéreo, algo que hoy en día supone un riesgo tan grande que ningún gobierno está dispuesto a tomar. Al menos por ahora.

Fuente: <http://es.gizmodo.com>  
Eduardo Marin



## Drones para el desarrollo

**Mediante vuelos de carga medianos hacia muchas comunidades aisladas, estos aparatos pueden salvar vidas y crear empleos.**

En los últimos años, los vehículos aéreos no tripulados (VANT) han sido un tema corriente en la imaginación y pesadillas de personas en todo el mundo. En abril, la armada de los Estados Unidos anunció un programa experimental llamado Locust, (Low-Cost UAV Swarming Technology, tecnología de bajo costo de vehículos aéreos no tripulados, en español); que de acuerdo a autoridades «abrumaría autónomamente al enemigo» y por ende ofrecería a marineros y marines una ventaja táctica decisiva. Con un nombre y misión como esos —y dada la histórica irregular ética de guerra con drones— no sorprende que a muchos les incommode una continua proliferación de robots voladores.

Sin embargo, el cielo seguirá usándose para volar. A diario, más de tres millones de personas están en el aire. Cada asentamiento humano importante de nuestro planeta está conectado a otro mediante transporte aéreo. DJI, el fabricante chino de VANT quiere un inventario con una valoración de 10.000 millones de dólares. Los drones de carga crecerán dentro de una industria más grande en los próximos años, sencillamente porque sin el peso de humanos y respectivos sistemas de apoyo vitales, volarán a un costo más asequible pero igual de rápido y seguro.

En países ricos, el interés temprano en drones de carga se ha centrado en el último eslabón de los minúsculos. Sin embargo, las oportunidades más importantes se encuentran en los medianos

para volar en los países más pobres. Alrededor de 800 millones de personas en todo el mundo tienen acceso limitado a servicios de emergencia, y esto no cambiará en el futuro cercano porque no habrá suficiente dinero para crear comunicaciones terrestres que conecten lugares. Mediante vuelos de carga medianos hacia muchas comunidades aisladas, los drones pueden salvar vidas y crear empleos.

Los drones de carga incorporan lo que el presidente del Banco Mundial, Jim Yong Kim, llama la «ciencia del servicio de reparto». Sabemos lo que tenemos que repartir: las soluciones para muchos de nuestros problemas más urgentes ya existen. La pregunta es ¿cómo?

Para responder esta cuestión, muchos especialistas en los temas humanitarios, de robótica, de logística, así como arquitectos y otros decidieron unirse en una nueva iniciativa llamada Línea roja (Red Line), consorcio con sede en Suiza que tiene el objetivo de acelerar el desarrollo de drones de carga y construir aerodrones en África.

Suena tecnológicamente utópico, o al menos como un enorme

desperdicio de recursos. Después de todo, la experiencia de las organizaciones de desarrollo más exitosas sugiere que debemos tomar con escepticismo el poder de la tecnología avanzada en lograr un cambio sustancial en las vidas de los más pobres. Sí, la reducción constante del costo de procesar poder crea nuevas formas de eficiencia, en particular los teléfonos inteligentes y la conectividad sky-fi relacionada. Sin embargo, los gadgets son sobre todo llamativos. Lo que sí da resultados es el tipo de cosas no llamativas y de precio asequible, como formación de profesores, servicios de salud a la comunidad y pasantías.

***Aunque los drones de carga nunca sustituirán al transporte terrestre, sí pueden garantizar que bienes y servicios lleguen a donde se necesita***

Es por ello que muchos expertos en desarrollo favorecen la «innovación frugal» en lugar de la tecnología. La ONG de desarrollo más grande del mundo, BRAC, con sede en Bangladesh, tiene inscritos 1,3 millones de niños en escuelas uniaula y rara vez hay alguna

computadora portátil a la vista.

Así pues, ¿por qué ver con optimismo las perspectivas de los drones de carga? Silicon Valley tiene una voz de peso cuando se trata de la palabra «perturbar», pero una de las razones para estar a favor de los drones de carga es que precisamente no causan perturbaciones.

En cambio, pueden aumentar las redes existentes de regiones remotas de África, Asia y América Latina donde la pobreza y las enfermedades son persistentes, las distancias son enormes y los caminos nunca se construyen.

Los drones de carga son particularmente adecuados para el llamado modelo de reparto local-agente. Las empresas y organizaciones han mostrado que en lugares de difícil acceso en África y Sur de Asia, las mujeres formadas como microempendedoras a menudo están mejor posicionadas para entregar bienes y servicios a sus poblados, incluso si tienen poca preparación formal y poca alfabetización. La comunidad de trabajadores de la salud de BRAC, por ejemplo, se dedica a un modelo de microfranquicia y obtiene ingresos de las ganancias de ventas de productos básicos como medicamentos contra parásitos, malaria y métodos de contracepción.

Aunque los drones de carga nunca sustituirán al transporte terrestre, sí pueden garantizar que bienes y servicios vitales lleguen a donde se necesitan. Los teléfonos celulares tuvieron éxito en África porque la tecnología era mucho más asequible que las inversiones en infraestructura de telecomunicaciones terrestre. Como los teléfonos celulares, los drones de carga pueden resultar ser el producto más extraordinario: un gadget que trabaja para aquellos que más lo necesitan.



Un dron sobrevuela Brooklyn

Fuente: <http://www.elpais.com>

## International Workshop on Image and Data Fusion (iwidf2015)

**IWIDF 2015** The 2015 International Workshop on Image and Data Fusion  
21-23 July 2015, Kona, Hawaii, USA

**21-07-2015 / 23-07-2015**

- **Kona, Hawaii**
- **Contact:** iwidf2015@casm.ac.cn
- **Website:** <http://iwidf2015.casm.ac.cn>

## 13th South East Asian Survey Congress (SEASC 2015)



**28-07-2015 / 31-07-2015**

- **Marina Bay Sands, Singapore**
- **Contact:** [mj@seasc2015.org.sg](mailto:mj@seasc2015.org.sg)
- **Website:** <http://www.seasc2015.org.sg/index.html>

## UAV-g Conference 2015



**30-08-2015 / 02-09-2015**

- **Toronto, Canadá**
- **Contact:** [uavg2015@yorku.ca](mailto:uavg2015@yorku.ca)
- **Website:** <http://www.uav-g-2015.ca/>

## 2nd Annual GIS Forum MENA



**06-09-2015 / 08-09-2015**

- **Abu Dhabi, Emiratos Árabes Unidos**
- **Contact:** [enquiry@iqpc.ae](mailto:enquiry@iqpc.ae)
- **Website:** [www.gisforummena.com](http://www.gisforummena.com)

## 55th Photogrammetric Week



**07-09-2015 / 11-09-2015**

- **Stuttgart, Alemania**
- **Contact:** [info@ifp.uni-stuttgart.de](mailto:info@ifp.uni-stuttgart.de)
- **Website:** <http://www.ifp.uni-stuttgart.de/phowo/index.en.html>

## InterDrone



**09-09-2015 / 11-09-2015**

- **Las Vegas, Estados Unidos**
- **Contact:** [dlyman@bzmedia.com](mailto:dlyman@bzmedia.com)
- **Website:** <http://www.interdrone.com/>

## INTERGEO 2015

**INTERGEO®**

Kongress und Fachmesse für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement

Stuttgart, 15. bis 17. September 2015

**15-09-2015 / 17-09-2015**

- **Stuttgart, Alemania**
- **Contact:** [dkatzer@hinte-messe.de](mailto:dkatzer@hinte-messe.de)
- **Website:** <http://www.intergeo.de/>

## SPIE Remote Sensing 2015



**21-09-2015 / 24-09-2015**

- **Toulouse, Francia**
- **Contact:** <http://spie.org/spieremotesensing>
- **Website:** <http://spie.org/spieremotesensing>

## 1. Información general

MAPPING es una revista técnico-científica que tiene como objetivo la difusión y enseñanza de la Geomática aplicada a las Ciencias de la Tierra. Ello significa que su contenido debe tener como tema principal la Geomática, entendida como el conjunto de ciencias donde se integran los medios para la captura, tratamiento, análisis, interpretación, difusión y almacenamiento de información geográfica, y su utilización en el resto de Ciencias de la Tierra. Los trabajos deben tratar exclusivamente sobre asuntos relacionados con el objetivo y cobertura de la revista.

Los trabajos deben ser originales e inéditos y no deben estar siendo considerados en otra revista o haber sido publicados con anterioridad. MAPPING recibe artículos en español y en inglés. Independientemente del idioma, todos los artículos deben contener el título, resumen y palabras claves en español e inglés.

Todos los trabajos seleccionados serán revisados por los miembros del Consejo de Redacción mediante el proceso de «Revisión por pares doble ciego».

Los trabajos se publicarán en la revista en formato papel (ISSN: 1131-9100) y en formato electrónico (eISSN: 2340-6542).

Los autores son los únicos responsables sobre las opiniones y afirmaciones expresadas en los trabajos publicados.

## 2. Tipos de trabajos

- **Artículos de investigación.** Artículo original de investigaciones teóricas o experimentales. La extensión no podrá ser superior a 8000 palabras incluyendo resumen, tablas y figuras, con un máximo de 40 referencias bibliográficas. Cada tabla o figura será equivalente a 100 palabras. Tendrá la siguiente estructura: título, resumen, palabras clave, texto (introducción, material y método, resultados, discusión y conclusiones), agradecimientos y bibliografía.
- **Artículos de revisión.** Artículo detallado donde se describe y recopila los desarrollos más recientes o trabajos publicados sobre un determinado tema. La extensión no podrá superar las 5000 palabras, incluyendo resumen, tablas y figuras, con un máximo de 25 referencias bibliográficas.
- **Informe técnico.** Informe sobre proyectos, procesos, productos, desarrollos o herramientas que no supongan investigación propia, pero que sí muestren datos técnicos interesantes y relevantes. La extensión máxima será de 3000 palabras.

## 3. Formato del artículo

El formato del artículo se debe ceñir a las normas

expuestas a continuación. Se recomienda el uso de la plantilla «Plantilla Texto» y «Recomendaciones de estilo». Ambos documentos se pueden descargar en la web de la revista.

- A. Título.** El título de los trabajos debe escribirse en castellano e inglés y debe ser explícito y preciso, reflejando sin lugar a equívocos su contenido. Si es necesario se puede añadir un subtítulo separado por un punto. Evitar el uso de fórmulas, abreviaturas o acrónimos.
- B. Datos de contacto.** Se debe incluir el nombre y 2 apellidos, la dirección, el correo electrónico, el organismo o centro de trabajo. Para una comunicación fluida entre la dirección de la revista y las personas responsables de los trabajos se debe indicar la dirección completa y número de teléfono de la persona de contacto.
- C. Resumen.** El resumen debe ser en castellano e inglés con una extensión máxima de 200 palabras. Se debe describir de forma concisa los objetivos de la investigación, la metodología empleada, los resultados más destacados y las principales conclusiones.
- D. Palabras clave.** Se deben incluir de 5-10 palabras clave en castellano e inglés que identifiquen el contenido del trabajo para su inclusión en índices y bases de datos nacionales e internacionales. Se debe evitar términos demasiado generales que no permitan limitar adecuadamente la búsqueda.
- E. Texto del artículo de investigación.** La redacción debe ser clara y concisa con la extensión máxima indicada en el apartado «Tipos de trabajo». Todas las siglas citadas deben ser aclaradas en su significado. Para la numeración de los apartados y subapartados del artículo se deben utilizar cifras arábigas (1. Título apartado; 1.1. Título apartado; 1.1.1. Título apartado). La utilización de unidades de medida debe seguir la normativa del Sistema Internacional.

El contenido de los **artículos de investigación** puede dividirse en los siguientes apartados:

- **Introducción:** informa del propósito del trabajo, la importancia de éste y el conocimiento actual del tema, citando las contribuciones más relevantes en la materia. No se debe incluir datos o conclusiones del trabajo.
- **Material y método:** explica cómo se llevó a cabo la investigación, qué material se empleó, qué criterios se utilizaron para elegir el objeto del estudio y qué pasos se siguieron. Se debe describir la metodología empleada, la instrumentación y sistemática, tamaño de la muestra, métodos estadísticos y su justificación. Debe presentarse de la forma más conveniente para que el lector comprenda el desarrollo de la investigación.

- **Resultados:** pueden exponerse mediante texto, tablas y figuras de forma breve y clara y una sola vez. Se debe resaltar las observaciones más importantes. Los resultados se deben expresar sin emitir juicios de valor ni sacar conclusiones.
- **Discusión:** en este apartado se compara el estudio realizado con otros que se hayan llevado a cabo sobre el tema, siempre y cuando sean comparables. No se debe repetir con detalle los datos o materiales ya comentados en otros apartados. Se pueden incluir recomendaciones y sugerencias para investigaciones futuras.  
En algunas ocasiones se realiza un único apartado de resultados y discusión en el que al mismo tiempo que se presentan los resultados se va discutiendo, comentando o comparando con otros estudios.
- **Conclusiones:** puede realizarse una numeración de las conclusiones o una recapitulación breve del contenido del artículo, con las contribuciones más importantes y posibles aplicaciones. No se trata de aportar nuevas ideas que no aparecen en apartados anteriores, sino recopilar lo indicado en los apartados de resultados y discusión.
- **Agradecimientos:** se recomienda a los autores indicar de forma explícita la fuente de financiación de la investigación. También se debe agradecer la colaboración de personas que hayan contribuido de forma sustancial al estudio, pero que no lleguen a tener la calificación de autor.
- **Bibliografía:** debe reducirse a la indispensable que tenga relación directa con el trabajo y que sean recientes, preferentemente que no sean superiores a 10 años, salvo que tengan una relevancia histórica o que ese trabajo o el autor del mismo sean un referente en ese campo. Deben evitarse los comentarios extensos sobre las referencias mencionadas.  
Para citar fuentes bibliográficas en el texto y para elaborar la lista de referencias se debe utilizar el formato APA (*American Psychological Association*). Se debe indicar el DOI (*Digital Object Identifier*) de cada referencia si lo tuviera. Utilizar como modelo el documento «**Como citar bibliografía**» incluido en la web de la revista. La exactitud de las referencias bibliográficas es responsabilidad del autor.
- **Curriculum:** se debe incluir un breve curriculum de cada uno de los autores lo más relacionado con el artículo presentado y con una extensión máxima de 200 palabras.

En los **artículos de revisión e informes técnicos** se debe incluir título, datos de contacto, resumen y palabras claves, quedando el resto de apartados a consideración

de los autores.

**F. Tablas, figuras y fotografías.** Se deben incluir solo tablas y figuras que sean realmente útiles, claras y representativas. Se deben numerar correlativamente según la cita en el texto. Cada figura debe tener su pie explicativo, indicándose el lugar aproximado de colocación de las mismas. Las tablas y figuras se deben enviar en archivos aparte, a ser posible en fichero comprimido. Las fotografías deben enviarse en formato JPEG o TIFF, las gráficas en EPS o PDF y las tablas en Word, Excel u Open Office. Las fotografías y figuras deben ser diseñadas con una resolución mínima de 300 pixel por pulgada (ppp).

**G. Fórmulas y expresiones matemáticas.** Debe perseguirse la máxima claridad de escritura, procurando emplear las formas más reducidas o que ocupen menos espacio. En el texto se deben numerar entre corchetes. Utilizar editores de fórmulas o incluirlas como imagen.

#### 4. Envío

Los trabajos originales se deben remitir preferentemente a través de la página web <http://www.mappinginteractivo.es> en el apartado «**Envío de artículos**», o mediante correo electrónico a [info@mappinginteractivo.es](mailto:info@mappinginteractivo.es). El formato de los archivos puede ser Microsoft Word u Open Office y las figuras vendrán numeradas en un archivo comprimido aparte.

Se debe enviar además una copia en formato PDF con las figuras, tablas y fórmulas insertadas en el lugar más idóneo.

#### 5. Proceso editorial y aceptación

Los artículos recibidos serán sometidos al Consejo de Redacción mediante «**Revisión por pares doble ciego**» y siguiendo el protocolo establecido en el documento «**Modelo de revisión de evaluadores**» que se puede consultar en la web.

El resultado de la evaluación será comunicado a los autores manteniendo el anonimato del revisor. Los trabajos que sean revisados y considerados para su publicación previa modificación, deben ser devueltos en un plazo de 30 días naturales, tanto si se solicitan correcciones menores como mayores.

La dirección de la revista se reserva el derecho de aceptar o rechazar los artículos para su publicación, así como el introducir modificaciones de estilo comprometiéndose a respetar el contenido original.

Se entregará a todos los autores, dentro del territorio nacional, la revista en formato PDF mediante enlace descargable y 1 ejemplar en formato papel. A los autores de fuera de España se les enviará la revista completa en formato electrónico mediante enlace descargable.

# Suscripción a la revista MAPPING

## Subscriptions and orders

### Datos del suscriptor / Customer details:

Nombre y Apellidos / Name and Surname: \_\_\_\_\_  
Razón Social / Company or Institution name: \_\_\_\_\_ NIF-CIF / VAT Number: \_\_\_\_\_  
Dirección / Street address: \_\_\_\_\_ CP / Postal Code: \_\_\_\_\_  
Localidad / Town, City: \_\_\_\_\_ Provincia / Province: \_\_\_\_\_  
País - Estado / Country - State: \_\_\_\_\_ Teléfono / Phone: \_\_\_\_\_  
Móvil / Mobile: \_\_\_\_\_ Fax / Fax: \_\_\_\_\_  
e-mail: \_\_\_\_\_ Fecha / Order date: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

### PAPEL

**SUSCRIPCIÓN ANUAL / SUBSCRIPTION:**

- España / Spain : 60€
- Europa / Europe: 90€
- Resto de Países / International: 120€

Precios de suscripción por año completo 2015 (6 números por año) *Prices year 2015 (6 issues per year)*

**NÚMEROS SUELTOS / SEPARATE ISSUES:**

- España / Spain : 15€
- Europa / Europe: 22€
- Resto de Países / International: 35€

Los anteriores precios incluyen el IVA. Solamente para España y países de la UE *The above prices include TAX Only Spain and EU countries*

### DIGITAL

**SUSCRIPCIÓN ANUAL / ANNUAL SUBSCRIPTION:**

- Internacional / International : 25€

Precios de suscripción por año completo 2015 (6 números por año) en formato DIGITAL y enviado por correo electrónico / *Prices year 2015 (6 issues per year)*

**NÚMEROS SUELTOS / SEPARATE ISSUES:**

- Internacional / International : 8€

Los anteriores precios incluyen el IVA. Solamente para España y países de la UE *The above prices include TAX Only Spain and EU countries*

### Forma de pago / Payment:

Transferencia a favor de eGeoMapping S.L. al número de cuenta CAIXABANK, S.A.:

**2100-1578-31-0200249757**

Bank transfer in favor of eGeoMapping S.L., with CAIXABANK, S.A.:

**IBAN nº: ES83-2100-1578-3102-0024-9757 (SWIFT CODE: CAIXAESBXXX)**

### Distribución y venta / Distribution and sale:

Departamento de Publicaciones de eGeoMapping S.L.

C/ Linneo 37. 1ºB. Escalera central. 28005-Madrid

Tels: (+34) 91 006 72 23; (+34) 655 95 98 69

e-mail: [info@mappinginteractivo.es](mailto:info@mappinginteractivo.es)

[www.mappinginteractivo.es](http://www.mappinginteractivo.es)

Firma \_\_\_\_\_

Visión instantánea en su lugar de trabajo +++



+++ CONSTRUCCIÓN · AGRICULTURA · MINERIA +++



Alta precisión y fotografías aéreas  
precisas utilizando GNSS RTK  
para ahorrar tiempo.

[www.topconpositioning.es](http://www.topconpositioning.es)

MINISTERIO DE FOMENTO  
INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL  
CENTRO NACIONAL DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

# cartografía digital



Oficina central y comercialización:  
General Ibáñez de Ibero, 3 • 28003 MADRID  
Teléfono: +34 91 597 94 53 • Fax: +34 91 553 29 13  
e-mail: [consulta@cnig.es](mailto:consulta@cnig.es)

CENTRO DE DESCARGAS DE DATOS

<http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp>

BASE CARTOGRÁFICA NUMÉRICA (BCN 1000, 50, 200, 25),

MAPA TOPOGRÁFICO NACIONAL (MTN50,25),

MODELO DIGITAL DEL TERRENO (MDT1000, 200, 25),

LÍNEAS LÍMITE, BASE DE DATOS DE POBLACIÓN, MAPA DE USOS DEL SUELO,  
ATLAS NACIONAL DE ESPAÑA, CARTOGRAFÍA TEMÁTICA.