

# JORNADA DIVULGATIVA DE LA OPERATIVA CON RPAS.

Enfocada hacia las actividades  
Industriales, Obra Pública, Obra Civil,  
Topografía, Gestión Agrícola y de  
Montes

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES



# Índice

RPAS\_ Tipos

Ratios Operacionales

Calidades

Costes de Operación

Aplicaciones en el sector técnico/tecnológico

# Breve descripción de equipos

DRON (RPAS)

Remotely Piloted Aircraft System

MULTICÓPTEROS



ALA FIJA

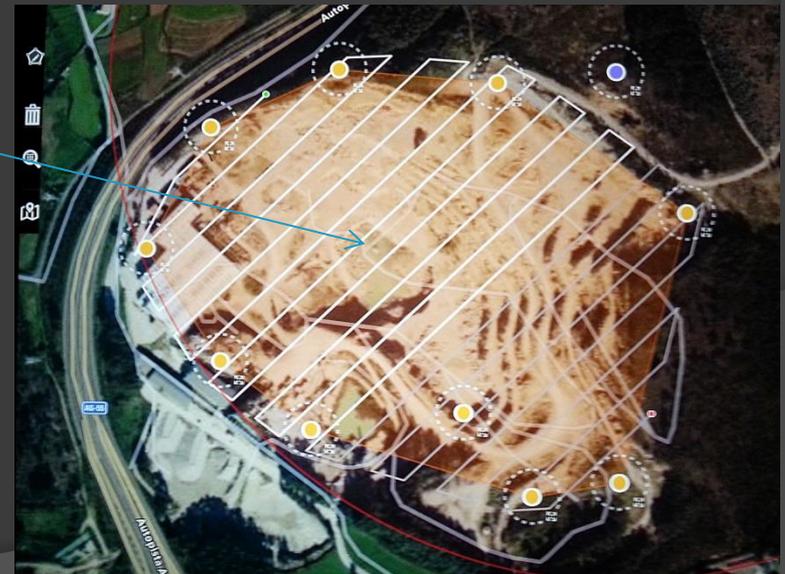


# Eficiencia. Ratios operacionales

## ✓ Tiempo de operación vs áreas cubiertas

Dada la versatilidad de los equipos, su diseño cada vez más compacto y el desarrollo de softwares de pilotaje, se pueden abarcar, dependiendo de si operamos con multicóptero o con un ala fija, superficies desde las 5 Ha para los primeros, hasta 120 Ha para los segundos.

Area:	4.73 hect
Distance:	2.51 km
Max Speed:	8.2 m/s
Duration:	6m 6s
Batteries:	1
Images:	91
Points:	218
Storage:	0.45 GB
Altitude:	60 m
Resolution:	2.6 cm/px



# Eficiencia. Ratios operacionales

## ✓ Tiempo de operación vs inspecciones realizadas

Son capaces de realizar misiones y captar imágenes en cantidades superior a las 300 fotografías por vuelo (duración aprox de vuelo 14 minutos), en el caso de multicóptero y cantidades más elevadas si operamos con ala fija (autonomía de vuelo 120 minutos) .



Vuelo realizado con ala fija

Superficie cubierta 44 Ha  
Imágenes capturadas 2015

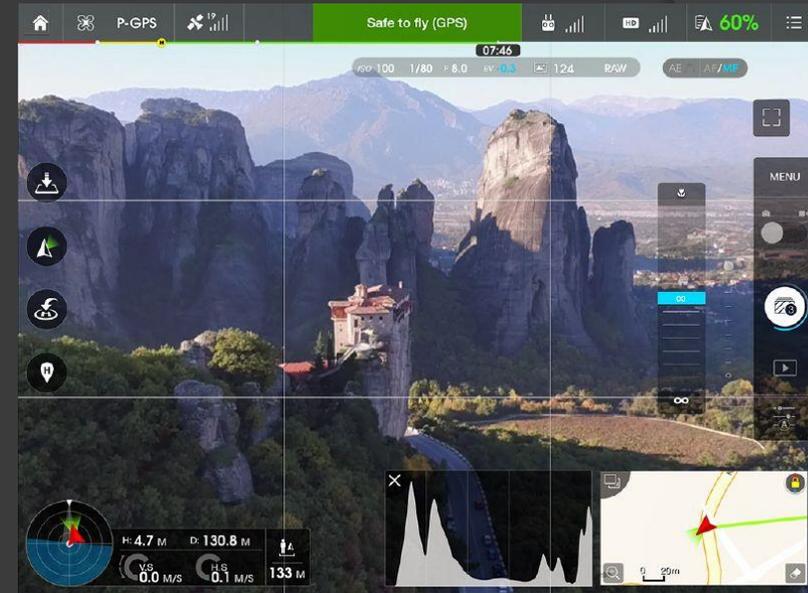
# Eficiencia. Ratios operacionales

## ✓ Tiempo de operación vs planificación

- ✓ La sensórica que incorporan los RPAS actuales conforma, junto con los softwares de operación, un sistema robusto y muy versátil que permite diseñar la operación en el propio lugar de vuelo.
- ✓ Podemos traer cargada la misión definida previamente en la oficina técnica, pero en el caso de que las circunstancias reales en el terreno precisasen ajustes o modificaciones, estas se pueden realizar de forma sencilla en el momento previo al vuelo. Como ejemplo de lo que referimos, citar aspectos tales como ajuste de alturas, velocidad de vuelo, % de solape de las imágenes, corrección de trayectorias.
- ✓ Toda la planificación de la misión y el vuelo es accesible desde el sistema de visionado, de tal forma que los responsables de las infraestructuras (clientes) pueden seguir en tiempo real el trabajo.



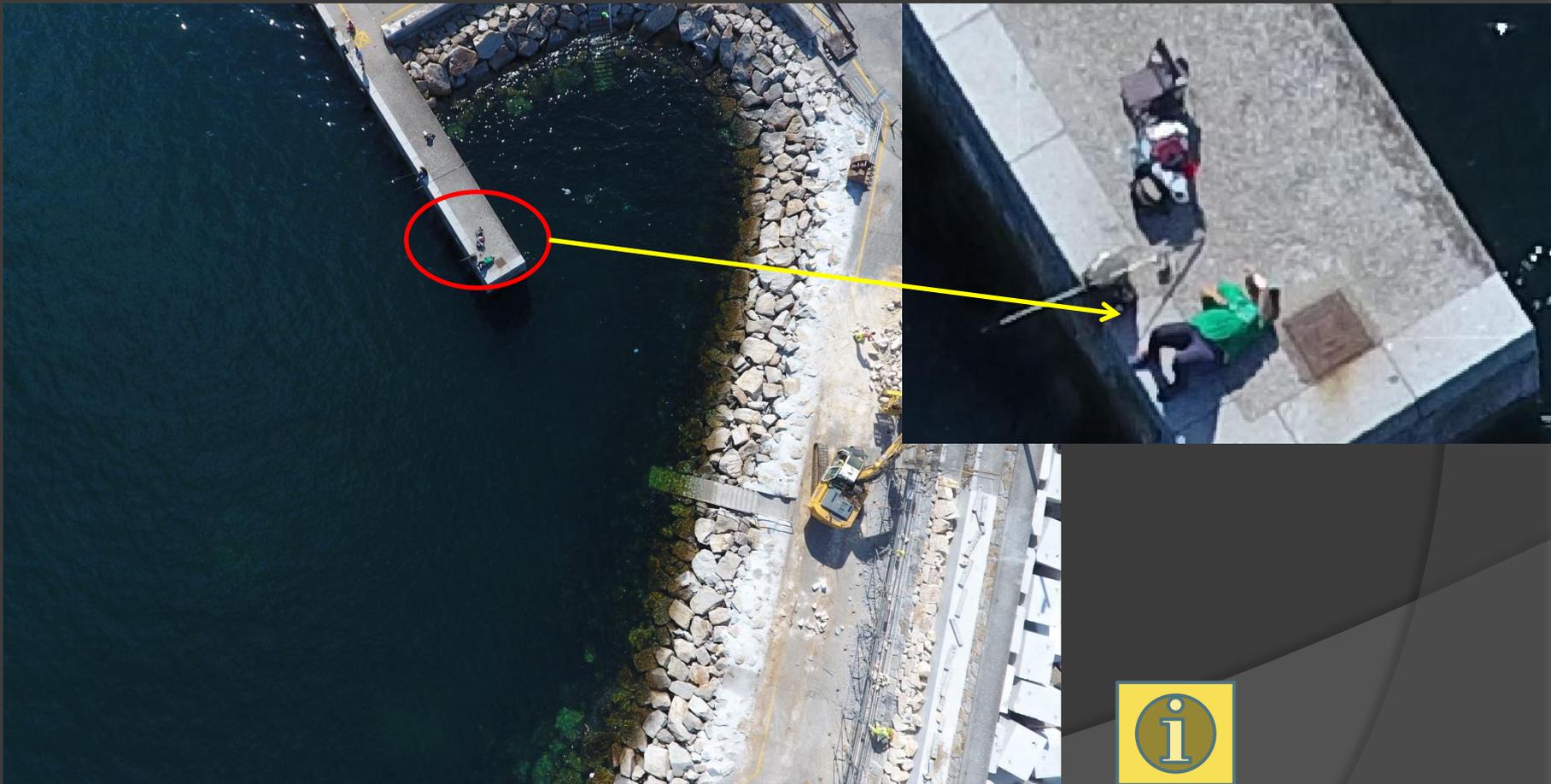
# Eficiencia. Ratios operacionales



# Calidad de grabación



# Calidad de grabación



# Precisiones

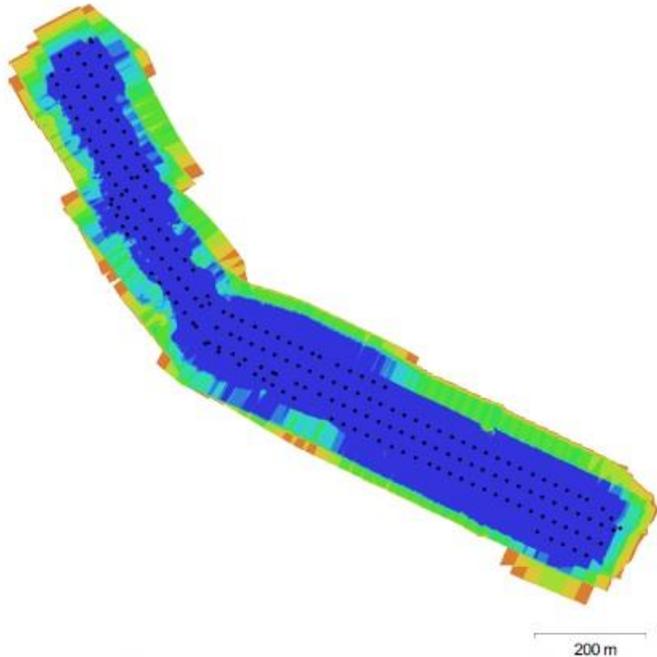


Fig. 1. Posiciones de cámaras y solapamiento de imágenes.

Número de imágenes:	201	Posiciones de cámara:	200
Altitud media de vuelo:	97.6 m	Puntos de enlace:	169,101
Resolución en terreno:	3.86 cm/pix	Proyecciones:	681,924
Superficie cubierta:	3.38e+05 m <sup>2</sup>	Error de reproyección:	1.03 pix

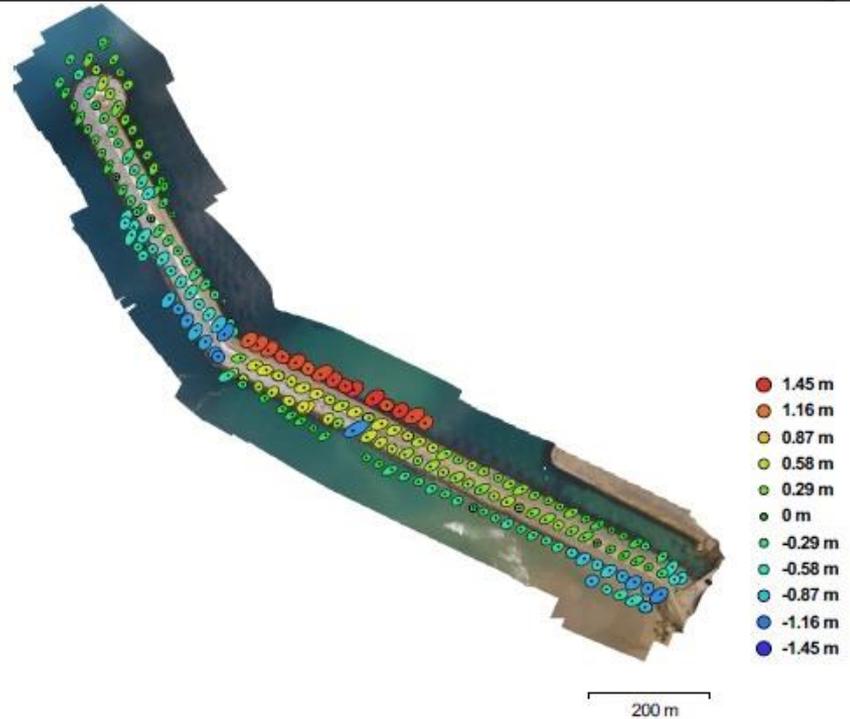


Fig. 3. Posiciones de cámaras y estimaciones de errores.

El color indica el error en Z mientras el tamaño y forma de la elipse representan el error en XY.  
Posiciones estimadas de las cámaras se indican con los puntos negros.

Error en X (m)	Error en Y(m)	XY error (m)	Error en Z(m)	Error compuesto
3.13062	2.53837	4.03039	0.601709	4.07506

Tabla 2. Errores medios de las posiciones de cámaras.

# Costes de operación

## ✓ Costes de Operación vs áreas cubiertas

Hemos visto en una diapositiva anterior, el rendimiento de los vuelos relativo a las áreas que se pueden cubrir.

Dependiendo del RPAS utilizado, podemos establecer el ratio de coste por unidad de superficie :

- ✓ Multicóptero aprox. 20 €/Ha
- ✓ Ala Fija aprox 6 €/Ha

# Costes de operación

## ✓ Costes de Operación vs presentación de resultados

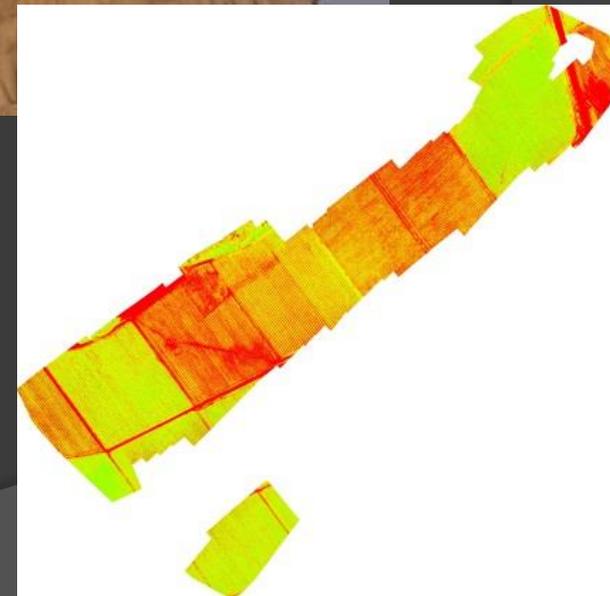
Trabajamos con softwares comerciales específicos para fotogrametría, modelado 3D y tratamiento de imagen multispectral.

Dependiendo del volumen de información que sea preciso procesar, podemos presentar resultados tras una media de 2 días de gabinete.  
Coste aprox 500 €.



# Aplicaciones

- ✓ Inspección.
- ✓ PRL.
- ✓ Medición:
  - ✓ Distancias, áreas, volúmenes
  - ✓ Termografía
  - ✓ Imagen Multiespectral
  - ✓ Calidad del aire



# Alcances operacionales

## PRL:

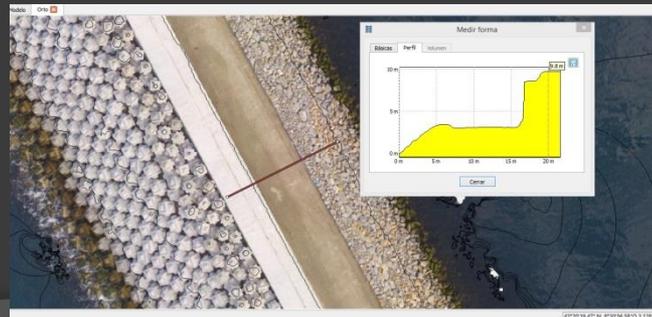
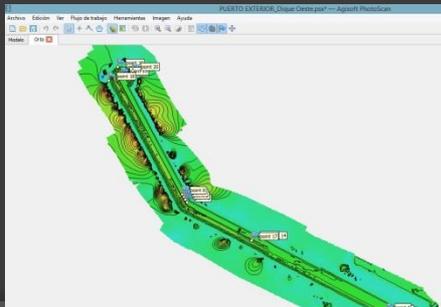
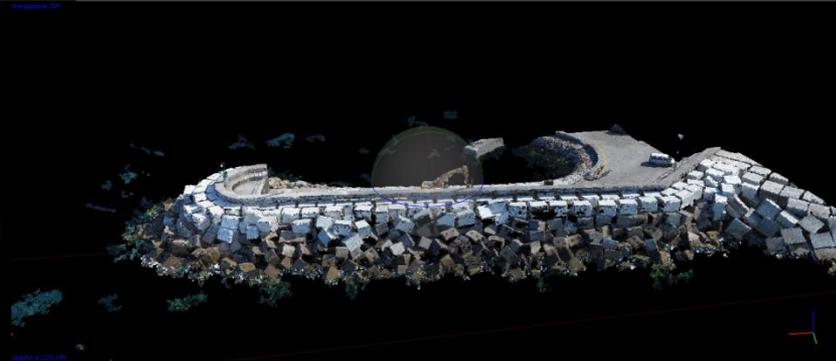
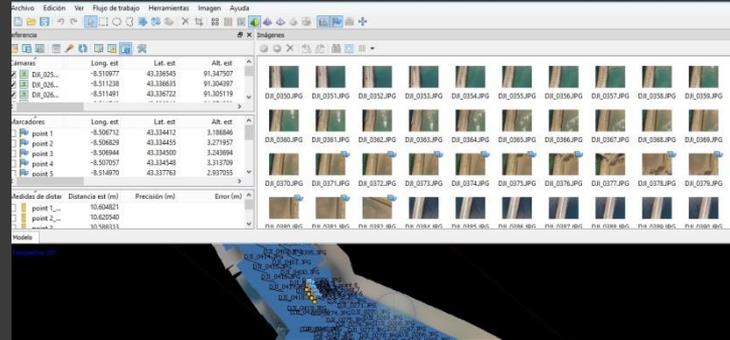
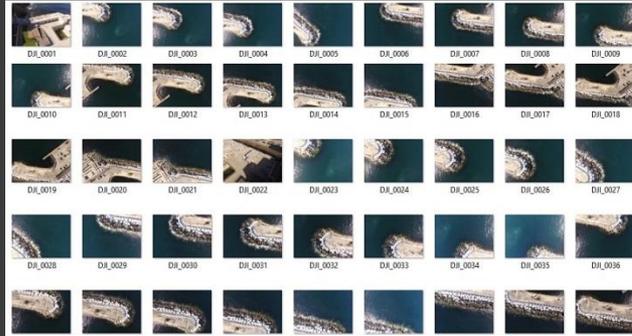
- ✓ Iberdrola pone en marcha en Burgos una experiencia piloto con un octocóptero que podría ser una realidad próximamente si los resultados son óptimos, evitaría una revisión en altura de un operario;  
<http://www.aepsal.com/los-drones-tambien-ayudan-a-la-prl/>
- ✓ Uso de nuevas Tecnologías en PRL: drones y robots colaborativos.  
<http://www.iaprl.org/blog/uso-de-nuevas-tecnologias-en-prl-drones-y-robots-colaborativos/>
- ✓ Cada vez es más frecuente la presencia de *drones* que supervisen la seguridad en las obras de altura, en grandes extensiones de superficie de trabajo (cultivos, ganadería, líneas eléctricas...) Su control a distancia y su videocámara, permiten la vigilancia continuada de rascacielos o zonas de trabajo que abarcan áreas extensas. Endesa ya lo está utilizando para supervisar sus líneas eléctricas en la Catalunya central y empresas como PrevenControl lo utilizan en la supervisión de obras e instalaciones de difícil acceso.;  
<http://prevenblog.com/los-robots-y-los-drones-nuevos-aliados-en-el-mundo-de-la-seguridad-y-la-salud/>

# Alcances operacionales

## ✓ Fotogrametría:

- ✓ Captación de imágenes;
  - realización de ortofotografías.
- ✓ Georeferenciación de imágenes en el SC que defina el cliente.
- ✓ Generación de nube de puntos de resolución alta
- ✓ Modelo 3D con resolución alta
- ✓ Elaboración del Modelo Digital de Elevaciones
- ✓ Ortomosaico con curvas de nivel
- ✓ Elaboración de informe;
  - Definición de hasta 25 marcadores de control georeferenciados
  - Mediciones particulares solicitadas por el cliente
  - Elaboración de perfiles de altura
- ✓ Entrega de archivos en extensiones susceptibles de procesarse en diferentes programas de cálculo y diseño. \*.las; \*laz, \*3ds, \*jpg, \*tiff, \*png, \*knz,
- ✓ Video de vuelo.

# Alcances operacionales



# Alcances operacionales

## ✓ Fotografía multiespectral

### Agricultura de Precisión (\*)

(\*) consiste en el manejo diferenciado de los cultivos a partir del conocimiento de la variabilidad existente en una explotación al objeto de mejorar el retorno económico y reducir el impacto ambiental.

A partir de imágenes (mapas de reflectancia) obtenidas en cinco bandas espectrales, somos capaces de definir una serie de índices que arrojan información relativa a aspectos tales como:

- ✓ Actividad fotosintética
- ✓ Cantidad de agua de la planta
- ✓ Consumo de nitrógeno

# Alcances operacionales

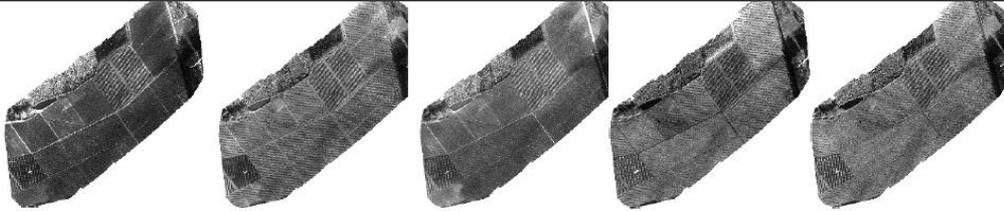


Figura 11. Mapa de reflectancia en longitudes de onda rojo, verde, azul, NIR y Red Edge para el vuelo 1



Figura 12. Mapa de reflectancia en longitudes de onda rojo, verde, azul, NIR y Red Edge para el vuelo 2

Índice	Fórmula	Breve descripción
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index $NDVI = \frac{(NIR - Red)}{(NIR + Red)}$	Existe una relación entre el NDVI y la productividad fotosintética. La capacidad de fotosíntesis del árbol depende de la cantidad de clorofila que absorbe la luz roja y la refleja en el infrarrojo cercano. El NDVI puede ser utilizado para evaluar el crecimiento de las áreas más extensas, con mayor o menor vigor o problemas de salud, cuando una herramienta de gran escala para prevenir enfermedades (como por ejemplo infecciones por hongos).
SPI	Structurally Independent Pigment Index $SPI = \frac{(NIR - Blue)}{(NIR + Red)}$	Es una medida del nivel de contenido de clorofila. Muy receptiva a cambios en la cantidad de agua y muy útil en casos de gran variabilidad de la cubierta vegetal. Varía entre 0 y 2, y la vegetación sana alcanza valores entre 1,5 y 2.
gNDVI	Green Normalized Difference Vegetation Index $gNDVI = \frac{(NIR - Green)}{(NIR + Green)}$	Es un índice más utilizado en áreas fuera del cultivo. Es definitivo, el gNDVI mide el "valor" de la planta o su actividad fotosintética y es uno de los índices más utilizados para determinar el consumo de agua y nutrientes por el árbol vegetal.
DVI	Difference Vegetation Index $DVI = NIR - Red$	Siendo, probablemente el índice de vegetación más sencillo, es sensible a la cantidad de vegetación y diferencia entre suelo y vegetación.
EVI	Enhanced Vegetation Index $EVI = 2.5 \frac{(NIR - Red)}{(NIR + Red + 1.5 * Blue + 1)}$	Es un índice de vegetación "optimizado" diseñado para mejorar la señal de la vegetación con mayor sensibilidad en regiones de mayor biomasa y un mejor control de la vegetación a través de un desdoblamiento de la señal de fondo de la copa y una reducción en las influencias de la atmósfera.
LAI	Leaf Area Index $LAI = 3.618 * EVI - 0.118$	Este índice se utiliza para medir la cobertura del follaje y para predecir el crecimiento y el rendimiento de los cultivos.
RDVI	Normalized Difference Vegetation Index $RDVI = \frac{(NIR - Red)}{(NIR + Red)}$	Resalta la vegetación sana.
GRVI	Green Ratio Vegetation Index $GRVI = \frac{NIR}{Green}$	Índice sensible a bases de fotometría en cultivos jóvenes debido a que la banda verde está más influenciada por cambios en la geometría de la hoja.
ORAVI	Optimized Ratio Vegetation Index $ORVI = 1.5 * (NIR - Red)$	Es un índice similar al NDVI, pero suprime los efectos del suelo. Inconveniente su uso con vegetación dispersa en donde el suelo se pueda
ORAVI	Optimized Ratio Vegetation Index $ORVI = (NIR + Red) * (1/3)$	

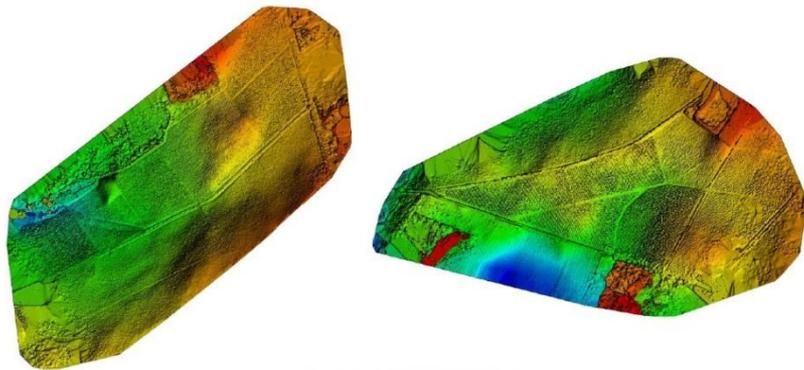


Figura 13. MDT de Vuelos 1 y 2

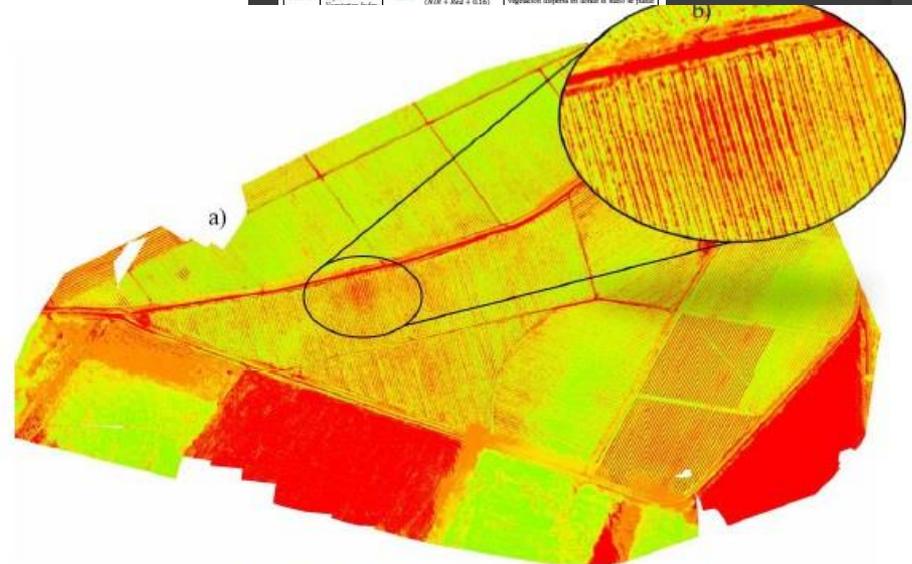


Figura 24. Vuelo 2 a) NDVI y b) detalle NDVI

# Nueva normativa aplicable al sector

## ✓ Nueva normativa española. Cambios importantes:

- ✓ Posibilidad de vuelos en ciudad, acotando zonas de trabajo por parte de la autoridad.
- ✓ Vuelo EBLOS, (Extended Visual Line Of Sight), mediante observadores.
- ✓ Posibilidad de efectuar vuelos nocturnos con autorización previa.

<https://drive.google.com/file/d/0Bx9h4LOj2ejdU1h3M3htZVE3d3M/view?usp=sharing>

# Resumen de capacidades

- ✓ Detección de stress hídrico en cultivos
- ✓ Optimización de tipología de cultivo en función de topografía y tipo de terreno
- ✓ Detección de stress nutricional en cultivos
- ✓ Información para manejo eficiente del agua
- ✓ Detección temprana de enfermedades y plagas en cultivos
- ✓ Índices relativos a calidad en cultivos. Indicadores de Vigor – NDVI
- ✓ Generación de inventarios de áreas de cultivos
- ✓ Supervisión de áreas fumigadas
- ✓ Información para tratamientos selectivos
- ✓ Documentación de patrimonio
- ✓ Detección de zonas de interés arqueológico
- ✓ Generación de modelos 3D
- ✓ Ortofotos de alta resolución
- ✓ Seguimiento de excavaciones
- ✓ Caracterización de elementos
- ✓ Documentación de fachadas

# Resumen de capacidades

- ✓ Nubes de puntos 3D
- ✓ Inspección de infraestructuras con sensores en el visible, térmico y multispectral:
  - ✓ Aerogeneradores
  - ✓ Torres y tendidos eléctricos
  - ✓ Centrales térmicas y nucleares
  - ✓ Presas
  - ✓ Huertos solares (detección de paneles averiados)
  - ✓ Instalaciones Termosolares
  - ✓ Carreteras
  - ✓ Ferrocarriles
  - ✓ Eficiencia energética
  - ✓ Telecomunicaciones
- ✓ Estudios medioambientales y de impacto
- ✓ Observación e investigación Meteorológica
- ✓ Gestión de espacios urbanos y naturales
- ✓ Monitorización de la evolución de parámetros medioambientales
- ✓ Detección de gases contaminantes
- ✓ Gestión de residuos
- ✓ Estudios de contaminación en general
- ✓ Mapas de vegetación, en superficie, altura de masa forestal...
- ✓ Mapas de accesibilidad con caminos, carreteras..
- ✓ Mapas de afecciones naturales
- ✓ Mapas de afecciones para proyectos, líneas eléctricas, puentes, vertederos...

# Gracias por su interés

## AerialWorks

---

Trabajos aéreos con RPAS



Registrada en la Agencia Estatal de Seguridad Aérea AESA



w w w . a e r i a l w o r k s . e s  
i n f o @ a e r i a l w o r k s . e s

i n d u s t r i a l