

# TecnOlivo E1.1 y E2.2

## Informe de especificación de la sensórica y control de la plataforma aérea

v 1.0

Emisor: UHU

Fecha: 17/09/2018

## 0. Resumen

---

En este entregable se describen las soluciones seleccionadas para la configuración de la plataforma aérea, tanto desde el punto de vista de la sensórica instalada, como del control de la misma. Además, también se describe el preprocesado de los datos obtenidos.

La plataforma aérea y su carga de pago se ha evaluado en la campaña 2018. Se han realizado amplios experimentos en olivares pertenecientes a ELAIA. Tras los mismos se ha demostrado la viabilidad de la solución propuesta, así como su precisión en la captura de datos.

# Informe de especificación de la sensórica y control de la plataforma aérea

## 1. Índice

0. Resumen .....	1
1. Índice .....	2
2. Plataforma aérea para monitorización remota del cultivo del olivo .....	3
2.1. Adaptación de la carga de pago .....	3
2.2. Sensores .....	5
2.2.1. Sensor térmico .....	5
2.2.2. Sensor multiespectral .....	6
3. Composición de imagen de mosaico general a partir de las imágenes parciales .....	8
4. Control y planificación de las misiones ...	10
5. Conclusiones .....	11

## 2. Plataforma aérea para monitorización remota del cultivo del olivo

Con el fin de acelerar el desarrollo de la plataforma aérea, la adecuación de la carga de pago y con el objetivo de no retrasar la realización de los experimentos de la primera campaña, se optó por utilizar como base un UAV comercial (DJI Matrice 100) que se adaptó a las necesidades del proyecto.



*Figura 1: DJI Matrice 100.*

Este RPAS (Remotely Piloted Aircraft Systems) tiene la ventaja de tener un diseño abierto, facilitando el fabricante tanto los planos de la estructura como una API que permite programarlo y modificarlo para ajustarlo a las necesidades del proyecto. La plataforma cuenta con puertos de expansión, tanto para los buses de comunicación como de alimentación, lo que facilita la instalación de los sensores en la misma. Cuenta con una controladora N1 de DJI, compatible con multitud de software de gestión y control.

### 2.1. Adaptación de la carga de pago

Se han tenido que enfrentar dos problemáticas principales en cuanto a la adaptación de la carga de pago a la plataforma:

- Alimentación de los sensores: Gracias a la disponibilidad de puertos de alimentación ha sido posible el uso de la batería propia del RPAS, sin necesidad de incluir alimentación separada. Se ha debido adaptar el voltaje disponible (22.2v de la batería LiHv) a los necesarios por parte del sensor. Esto se ha

llevado a cabo mediante BECs (Battery Eliminator Circuit) que se han integrado en la plataforma.

- Soporte físico y protección: La instalación de los sensores en la plataforma debe ser firme, pero de forma simultánea, aislar las vibraciones y aceleraciones asociadas al movimiento y operación del RPAS. Para ello se han seguido dos estrategias: la adquisición de kits de integración y el desarrollo de plataformas y soportes mediante diseño e impresión 3d.

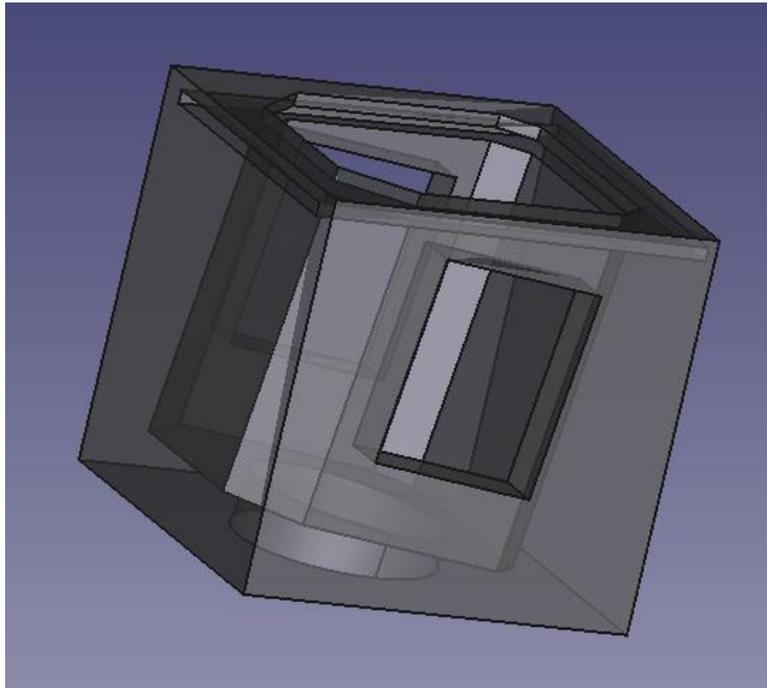


Figura 2: Soporte diseñado para instalar la cámara térmica (FLIR Vue Pro R) en la plataforma aérea.



Figura 3: Impresión 3d del soporte del sensor FLIR Vue Pro R.

El diseño de soportes ha permitido dotar a la plataforma aérea de soluciones plenamente adaptadas a las necesidades, así como la instalación conjunta de ellos de forma que no interfieran en su operación.



Figura 4: Plataforma aérea (DJI Matrice 100) con sensor térmico y espectral integrados como carga de pago.

## 2.2. Sensores

Para la correcta monitorización de los olivares se han seleccionado dos tipos de sensores: térmico (FLIR Vue Pro R) y multiespectral (Micasense RedEdge-M). mediante el uso de los mismos se pretende medir el estado hídrico de los olivos y monitorizar las necesidades nutricionales.

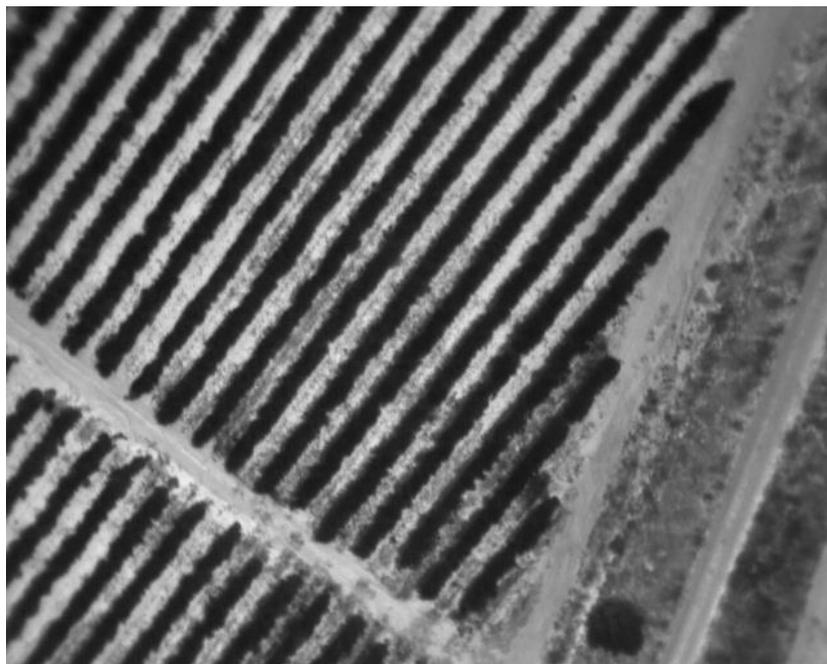
### 2.2.1. Sensor térmico

El FLIR Vue Pro R es un sensor térmico con capacidades radiométricas que cuenta con una resolución de 640 x 512 píxeles. Su alta resolución permite obtener una correspondencia de 15 cm por píxel en imágenes capturadas a 120m de altura. Sus reducidas dimensiones (5,7 x 4,4 cm) y peso contenido lo hacen ideal para su instalación en plataformas aéreas.



*Figura 5: Flir Vue Pro R. Sensor térmico radiométrico.*

Al tratarse de un sensor radiométrico, se asocia la temperatura a cada uno de los píxeles de la imagen capturada, lo que permite estudiar la relación entre la temperatura de la copa de los olivos y el estrés hídrico que presentan.



*Figura 6: Imagen térmica capturada en la campaña de 2018 sobre los olivares de ELAIA.*

### 2.2.2. Sensor multispectral

Para la captura de imágenes multispectrales se ha seleccionado el Micasense RedEdge-M. Este dispositivo está compuesto por 5 sensores, utilizándose de forma individual para cada una de las bandas espectrales de interés (azul, verde, rojo, *red edge* e infrarrojo cercano). Estos sensores tienen una adquisición de tipo *global shutter*, lo que evita distorsiones al realizar la captura en movimiento, que se ejecuta de forma sincronizada

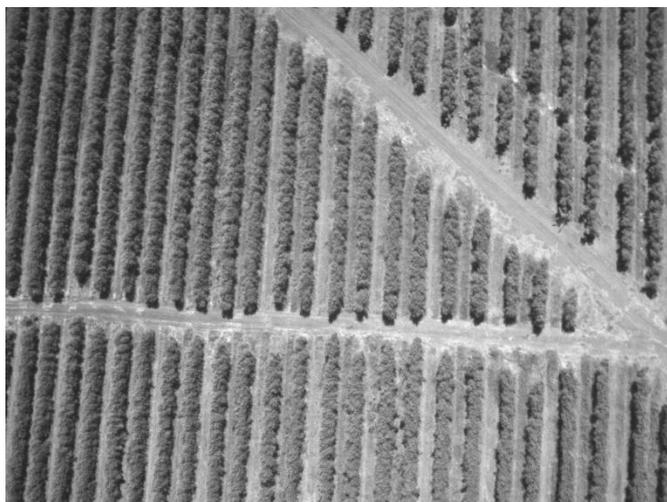
entre bandas, existiendo correspondencia pixel a pixel entre ellas. El tamaño del dispositivo de adquisición de imágenes es reducido (9,4 x 6,3 cm) con un peso total del conjunto de 180 g, lo que facilita su instalación en la plataforma aérea sin penalizar la autonomía de vuelo.

El sistema RedEdge-M está compuesto por el sensor de imagen, un receptor GNSS que permite el geoposicionamiento de las imágenes capturadas y un sensor de iluminación que permite obtener imágenes espectrales calibradas con respecto a la radiación solar incidente. Este sensor se debe colocar en la parte superior de la plataforma para poder medir de forma directa de la radiación solar, es por ello que se ha incluido una plataforma sobre un mástil para mejorar la calidad de recepción de la señal.



*Figura 7: Micasense Rededge-M instalada junto con el receptor GNSS y el DLS (de color rojo en la parte superior).*

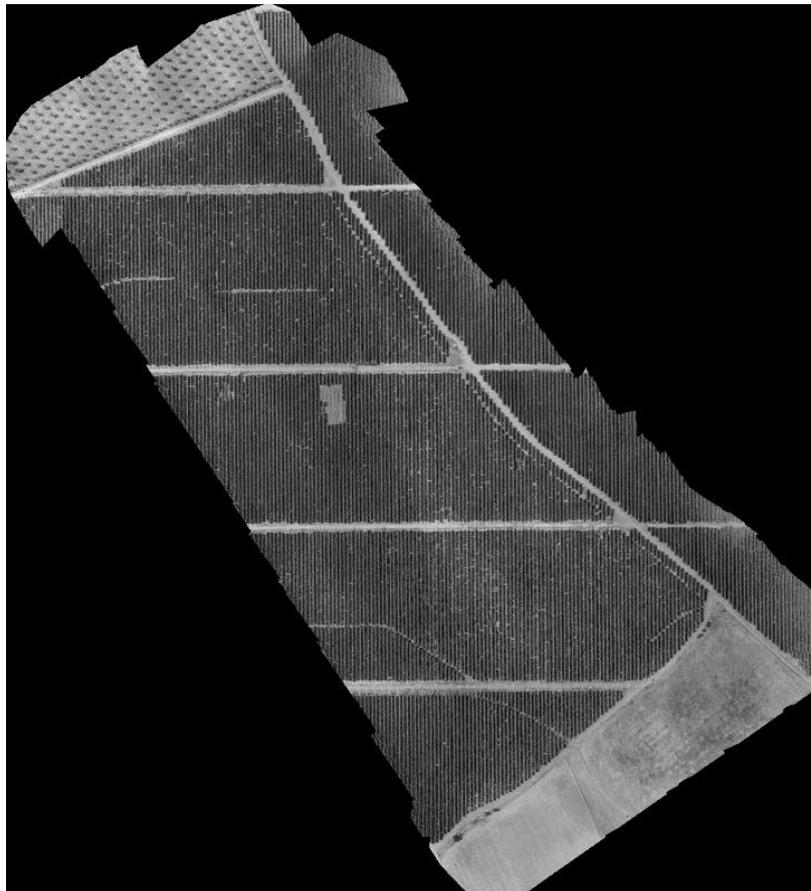
De forma similar a la cámara térmica, es necesario alimentar este sensor adaptando los niveles de tensión disponibles en la plataforma, por lo que se ha instalado un BEC para evitar la instalación de una batería adicional y su peso añadido.



*Figura 8: Imagen espectral (correspondiente al infrarrojo cercano) capturada en la campaña de 2018 sobre los olivares de ELAIA.*

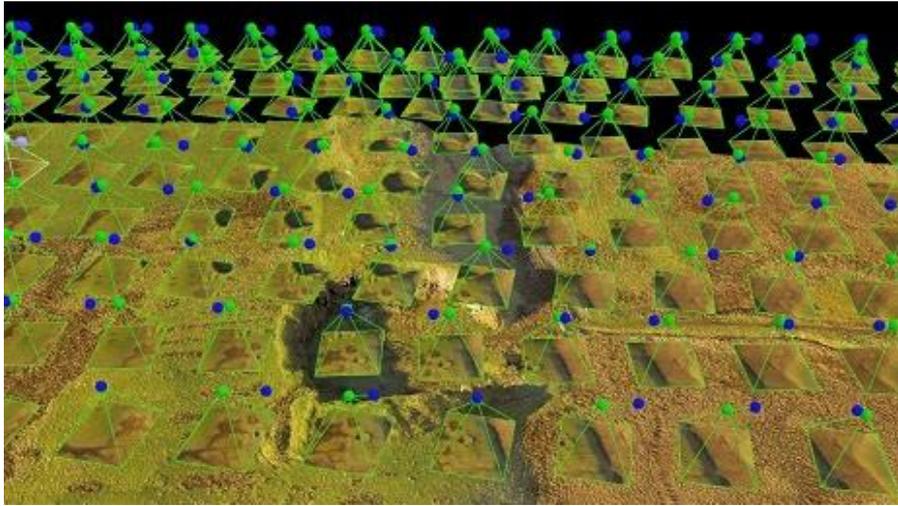
### 3. Composición de imagen de mosaico general a partir de las imágenes parciales

Los sensores instalados obtienen imágenes parciales de la superficie a estudiar. Aunque es posible obtener mayores superficies operando a mayor altura, esto redundaría en una menor resolución espacial (cada pixel corresponde a un área mayor) y por lo tanto pérdida de detalle. Con el fin de lograr una buena resolución espacial de superficies amplias de cultivo se ha optado por capturar una serie de imágenes y después componerlas en un mosaico mayor, que englobe toda la superficie a estudiar.



*Figura 9: Mosaico obtenido a partir de imágenes parciales capturadas en la campaña de 2018 sobre los olivares de ELAIA.*

La composición de las imágenes se realiza basándose en características extraídas de las mismas, junto con los datos de geoposicionamiento que adquiere el sensor. El software elegido ha sido Pix4D mapper, capaz de realizar de forma automatizada la composición de las imágenes e incluso compensar las variaciones de iluminación detectadas por el sensor DLS de la cámara multispectral.



*Figura 10: Proceso de composición del mosaico a partir de imágenes parciales.*

## 4. Control y planificación de las misiones

Al ser necesaria las capturas de múltiples imágenes parciales para cubrir las áreas a estudio, es necesario planificar cuidadosamente el recorrido que la plataforma va a realizar de forma que se sobrevuele la superficie de forma completa y con la superposición suficiente entre imágenes de forma que se puedan construir los mosaicos.

Se ha optado por una solución comercial, al haber disponibles aplicaciones que realizan esta tarea de forma completa y sencilla para el usuario, y por lo tanto no ser necesario invertir tiempo en el desarrollo de una solución propia.

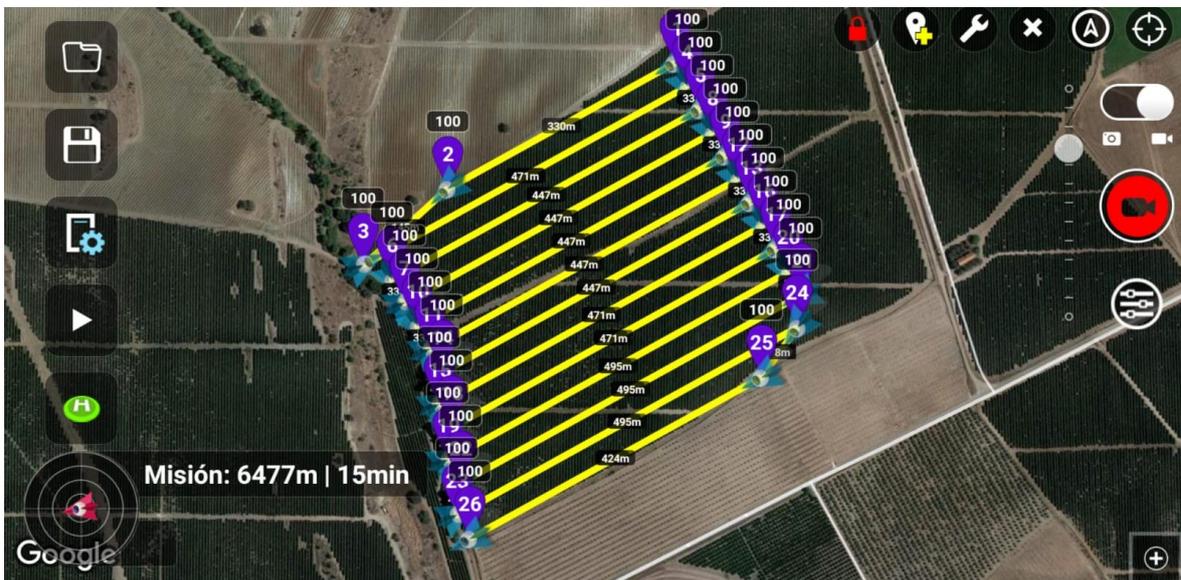


Figura 11: Planificación de ruta para cubrir toda la superficie a estudio en experimento realizado en la campaña 2018.

Se ha elegido el software Litchi, que es totalmente compatible con DJI Matrice 100, y que permite planificar la ruta en función del tiempo de vuelo máximo, el área a monitorizar, características de los sensores (la apertura, frecuencia máxima de captura, resolución) y de la plataforma aérea. Mediante este software también se puede realizar el control y supervisión en tiempo real durante el vuelo mediante la aplicación móvil compatible con dispositivos Android.

## 5. Conclusiones

Se ha priorizado la selección de soluciones disponibles comercialmente a la hora de integrar la plataforma aérea, tanto a nivel hardware, donde se ha optado por una aeronave de del fabricante DJI, como en los sensores, con soluciones de Micasense y FLIR. La integración de los sensores como carga de pago si ha debido diseñarse y adaptarse, lo que se ha logrado en un plazo de tiempo reducido y logrando las especificaciones necesarias.

El control y planificación de los vuelos también se ha solucionado mediante software comercial, lo que ha permitido realizar los experimentos en la primera campaña de forma satisfactoria. El procesado de los datos y especialmente la generación del mosaico con datos georreferenciados permite la obtención de datos de gran interés agronómico que son el objetivo del proyecto TecnOlivo.