

Por último, nos encontramos con el *software* Leica Cyclone 3DR. Con este programa llevamos a cabo la clasificación y limpieza de la nube de puntos resultante del escaneo, ofreciendo además una considerable cantidad de herramientas para el análisis del modelo digital. En este caso de estudio, Cyclone 3DR ha sido utilizado con una finalidad más, la de conjugar las nubes de puntos densas obtenidas mediante la tecnología LiDAR con la proveniente del proceso de fotogrametría aérea y terrestre.

### 7.1.2. Fotogrametría

En cuanto a la digitalización en tres dimensiones del yacimiento por medio de la fotogrametría, tal y como hemos mencionado anteriormente, se ha hecho uso tanto de la terrestre como la aérea, para así cubrir las estructuras por completo, desde todas las perspectivas posibles, y obtener un modelo sin huecos o con falta de información.

Para la fotogrametría aérea, el equipamiento empleado ha sido un UAV de la casa comercial DJI, el Phantom 4 Pro+. Este dron posee una batería de 6000 mAh, que se traduce en una duración máxima de vuelo, en condiciones óptimas, de 24 minutos. Ahora bien, lo más interesante de cara a la realización de los modelos fotogramétricos es la cámara integrada en este. La cámara de este UAV, el modelo FC6310, tiene un sensor de 1 pulgada CMOS, con 20 megapíxeles efectivos, con la que captura fotografías de 5472 píxeles de ancho por 3648 píxeles de alto.

Con respecto al equipamiento utilizado para la fotogrametría terrestre, en este caso se empleó una cámara fotográfica de la marca Canon, su modelo EOS 6D. Esta réflex DSLR (*Digital Single Lens Reflex*) posee un sensor CMOS de formato completo, o *full frame*, de 20,2 megapíxeles. La óptica montada en la cámara fue una Canon EF 24-70mm f/2.8L II USM, un objetivo de focal variable con una luminosidad considerable.

En lo que respecta al *software* empleado a lo largo de todo el proceso de levantamiento fotogramétrico del yacimiento de Torregarcía, contamos con dos programas distintos de la empresa Pix4D. El primero de ellos, Pix4Dcapture, es un *software* diseñado para la planificación y ejecución de misiones de vuelo automatizadas para el mapeo y modelado en tres dimensiones con aeronaves no tripuladas. El segundo de ellos es Pix4Dmapper, el *software* en el que han sido procesadas las fotografías obtenidas tanto con el Phantom 4 Pro+ por medio del Pix4Dcapture, como las fotografías terrestres, para conseguir obtener un modelo fotogramétrico final.

Sin embargo, si bien no es algo fundamental para el levantamiento digital en sí de Torregarcía, el equipamiento topográfico termina resultando esencial para poder georreferenciar el modelo en tres dimensiones. Dentro del equipamiento topográfico se ha combinado el uso de dos herramientas, nuevamente de la empresa alemana Leica: el equipo de GNSS (Sistema Global de Posicionamiento) CS14 y la Estación Total TS06 Plus.

## 7.2. Planteamiento del trabajo

Antes de comenzar con el levantamiento digital *in situ* de las estructuras, fue necesaria la planificación completa de las tareas a realizar en el sitio, atendiendo con especial atención a los siguientes factores:

- la morfología de las estructuras;
- las condiciones meteorológicas; y
- el contexto.

La morfología de las estructuras que se desean documentar digitalmente influye directamente en las técnicas que van a ser empleadas en el proceso. Dependiendo del tamaño de la estructura, de la extensión que ocupa, su complejidad morfológica y si resulta ser más o menos regular, puede ser más propicia la utilización de la tecnología LiDAR, la de la fotogrametría, o, como es el caso de Torregarcía, la combinación de ambas. Y es que no siempre ambas técnicas pueden ser aplicadas de igual manera.

Centrándonos en el aspecto puramente morfológico. Las estructuras presentes en Torregarcía poseen una morfología que podría ser considerada regular. Paramentos completamente rectos que se cortan perpendicularmente unos a otros, presentando una forma geométrica, por así decirlo, sencilla. Esto nos empujaría a decidimos por la aplicación única y exclusiva del escáner láser. Pues este tipo de tecnología, y el *software* que trae consigo para el posprocesado de los datos, se encuentra muy optimizada para estructuras que cumplen estos requisitos, ya que son productos diseñados para campos como el de la ingeniería civil o la arquitectura, donde este tipo de diseños y formas geométricas se reproducen de manera bastante generalizada. Sin embargo, tal y como vemos en la ortofoto del yacimiento (Fig. 7.5), se presenta una dificultad a la hora de emplear únicamente el BLK360, y es la gran compartimentación interna de las estructuras. En el caso de que nos decantásemos tan sólo por el empleo del escáner láser para la digitalización, el número de escaneos necesarios para obtener un modelo tridimensional completo de Torregarcía se vería necesariamente duplicado e, incluso, triplicado, ya que al menos se tendría que realizar un estacionamiento por cada una de las piletas que allí se encuentran, introduciendo el BLK360 en el interior de cada una de ellas. Pero, incluso, llevando a cabo este procedimiento, un estacionamiento por cada una de las piletas, no obtendríamos un modelo completo de estas, ya que el BLK360, del mismo modo que otros escáneres láser de la misma naturaleza, tiene una limitación, y es que en el lugar en el que se posiciona al realizar el escaneo, deja sin cubrir una circunferencia con un radio mínimo de 0,60 m de radio (dependiendo de la altura del escáner) sin escanear, por lo que el plano inferior de cada una de las piletas se quedaría sin cubrir, como consecuencia del punto ciego del aparato. Debido a esta limitación, resulta fundamental el empleo de la fotogrametría aérea para poder modelar el interior de las piletas.

Teniendo presente todo lo anteriormente expuesto, el escaneo láser fue utilizado para cubrir todas las caras