



nailos

Estudios
Interdisciplinarios
de Arqueología



3

Julio 2016
OVIEDO

NAILOS: Estudios Interdisciplinarios de Arqueología
Número 3
Oviedo, 2016
ISSN 2340-9126
e-ISSN 2341-1074

Asociación de
Profesionales
Independientes de la
Arqueología de
Asturias



Consejo Asesor

Esteban Álvarez Fernández
Universidad de Salamanca

Xurxo Ayán Vila
Universidad del País Vasco

Antonio Blanco González
Universidad de Valladolid

Belén Bengoetxea Rementería
Universidad del País Vasco

Carlos Cañete Jiménez
CCHS-CSIC

Enrique Cerrillo Cuenca
Investigador independiente

Miriam Cubas Morera
University of York

Ermengol Gassiot Ballbé
Universitat Autònoma de Barcelona

Alfredo González Ruibal
Incipit-CSIC

Francesc Xavier Hernández Cardona
Universitat de Barcelona

José María Martín Civantos
Universidad de Granada

Iván Muñiz López
Universidad Nacional de Educación a Distancia

Andrew Reynolds
University College London

Joseba Ríos Garaizar
Centro Nacional de Investigación sobre la Evolución Humana

Dídac Román Monroig
Universitat de Barcelona

José Carlos Sánchez Pardo
Universidade de Santiago de Compostela

Alfonso Vigil-Escalera Guirado
Universidad del País Vasco

Consejo Editorial

David Álvarez-Alonso
Universidad Nacional de Educación a Distancia

Valentín Álvarez Martínez
Arqueólogo

Luis Blanco Vázquez
Arqueólogo

Jesús Fernández Fernández
Universidad de Oxford / La Ponte-Ecomuséu

José Antonio Fernández de Córdoba Pérez
Arqueólogo

Alejandro García Álvarez-Busto
Universidad de Oviedo

Carlos Marín Suárez
Universidad de la República, Uruguay

Alejandro Sánchez Díaz
Arqueólogo

David González Álvarez
Secretario Incipit-CSIC/Durham University

Fructuoso Díaz García
Director Fundación Municipal de Cultura de Siero

naïlos

Estudios Interdisciplinares de Arqueología

ISSN 2340-9126
e-ISSN 2341-1074
C/ Naranjo de Bulnes 2, 2º B
33012, Oviedo
secretario@naïlos.org
www.naïlos.org

Naïlos nº 3. Julio de 2016
© Los autores

Edita:

Asociación de Profesionales Independientes de la Arqueología de Asturias (APIAA).
Hotel de Asociaciones Santullano.
Avenida Fernández Ladreda nº 48.
33011. Oviedo.
presidencia@asociacionapiaa.com
www.asociacionapiaa.com

Lugar de edición: Oviedo

Depósito legal: AS-01572-2013



CC BY-NC-ND 4.0 ES

Se permite la reproducción de los artículos, la cita y la utilización de sus contenidos siempre con la mención de la autoría y de la procedencia.

NAILOS: Estudios Interdisciplinares de Arqueología es una publicación científica de periodicidad anual, arbitrada por pares ciegos, promovida por la Asociación de Profesionales Independientes de la Arqueología de Asturias (APIAA)

Bases de datos que indizan la revista | Bielefeld Academic Search Engine (BASE); Biblioteca Nacional de España; CARHUS Plus+ 2014; Catàleg Col·lectiu de les Universitats de Catalunya (CCUC); Catalogo Italiano dei Periodici (ACNP); CiteFactor; Copac; Dialnet; Directory of Open Access Journals (DOAJ); Dulcinea; Elektronische Zeitschriftenbibliothek (EZB); Geoscience e-Journals; Interclassica; MIAR; NewJour; REBIUN; Regesta Imperii (RI); Sherpa/Romeo; Ulrich's-ProQuest; Worldcat; ZDB-network; CAPES; ERIH PLUS; ISOC; Latindex; SUDOC; SUNCAT



Otro útil dispositivo para fotografías en excavaciones arqueológicas

Another useful photography device in archaeological excavations

Pedro R. Moya-Maleno

Recibido: 27-7-2015 | Revisado: 24-2-2016 | Aceptado: 9-5-2016

Resumen

Se presenta y valora un dispositivo para fotografías cenitales de contextos arqueológicos de pequeña envergadura de fácil construcción y sencilla utilización. Nuestra experiencia de uso en excavación y el posterior procesado digital del material fotográfico constata una útil herramienta tanto para un registro arqueológico básico como para obtener recursos fotogramétricos y tridimensionales más avanzados.

Palabras clave: excavación arqueológica; fotografía arqueológica; fotogrametría; herramientas; Entorno Jamila

Abstract

This paper shows and ponders a DIY and user-friendly tool to employ in zenith photographs of small-scale archaeological contexts. Our experience in excavation and subsequent digital processing of photographic pictures displays a useful instrument. As well as helpful both for the basic archaeological records and for the advanced photogrammetric and three-dimensional resources.

Keywords: Archaeological excavation; Archaeological Photography; Photogrammetry; Tools; Entorno Jamila

1. Introducción

En una época en la que la tecnología digital está asentada y contrastada en los más diversos ámbitos del estudio y difusión del patrimonio histórico-arqueológico, la utilización de herramientas ingeniosas y de estrategias analógicas podría concebirse casi como un estancamiento prehistórico dentro de la propia Arqueología. Toda una arqueología de la Arqueología para los equipos más *trending*, valga la ironía.

La generalización de herramientas fotográficas de todo tipo y de técnicas de modelado tridimensional gracias a los avances electrónicos y el empuje informático de arquitectos, ingenieros o militares, entre otros, han revolucionado la Arqueología desde la recogida de datos en campo y el análisis de variables hasta en lo tocante a su utilización divulgativa (Dorrell 1994). Por los yacimientos y laboratorios circulan satélites, drones y otros UAV (*unmanned aerial vehicle*) como hexa/octocópteros o escáneres láser 3D que aportan fotografías aéreas –con calidad y distintos canales– y una documentación fotogramétrica capaz de recrear infinidad de modelos tridimensionales y realidades virtuales muy cercanas al terreno u objeto en cuestión (Angás y Serreta 2012; Forte 2014, 2015; Klein et al. 2012; Sauerbier y Eisenbeiss 2010).

Sin embargo, el día a día de proyectos modestos y la propia eficacia de equilibrar los objetivos científicos con los recursos existentes sigue conduciendo a disponer e idear herramientas y estrategias tan sencillas como efectivas (Fisher 2009; Quéau 1995). En este caso, se trata de desarrollar protocolos de fotografía cenital de calidad que también puedan servir, en caso de así proponerlo, para realizar modelos fotogramétricos y tridimensionales efectivos (Moya-Maleno et al. 2015; Serrano 2016; Waldhäusl y Ogleby 1994). Tal es así que el artificio que aquí presentamos no hace sino recoger una tradición de ingenio arqueológico más o menos sofisticado que ha servido para resolver la documentación fotográfica de contextos y materiales en campo. El hecho de que progresivamente sigan apareciendo otros nuevos, como trípodes con extensiones, cuadrípode (Fisher 2009:6s) o el de P. Serrano (2016) para fotogrametría de paramentos, incide en una necesidad que es respondida con ingenio y generosidad para con los compañeros de profesión.

Somos muchos los profesionales que nos hemos encaramado a camiones, árboles, roquedales o escaleras para poder obtener una instantánea con algo de perspectiva. Incluso se recomienda en manuales al uso (Fisher 2009:6). Tampoco son pocos los que se han lastimado o fracturado un miembro en tal acción (Figura 1). Así pues, en el caso de buscar los necesarios puntos de vista cenitales, una simple fotografía se convierte en una misión extremadamente peligrosa. Ante la convicción de conseguir tales planos ortogonales para la correcta documentación e interpretación de las dimensiones y proporciones de lo investigado, durante el último tercio del siglo XX se instalaron cámaras fotográficas en todo tipo de dispositivos, como el particular artificio propuesto por Alonso Zamora en 1984 (Figura 2).

El ingenio diseñado por Zamora consiste en un juego de tubos telescópicos, rótulas y disparador neumático que, a modo de caña metálica, permite tomar ortofotos desde una distancia de hasta 4 metros del firme y capturar un campo entre 4,68 y 13,8 m² en función del tipo de objetivo utilizado (Zamora 1984). Sin embargo, desconocemos por qué este artículo y útil herramienta, con cuyo espíritu nos sentimos identificados y el cual hemos querido homenajear el ti-

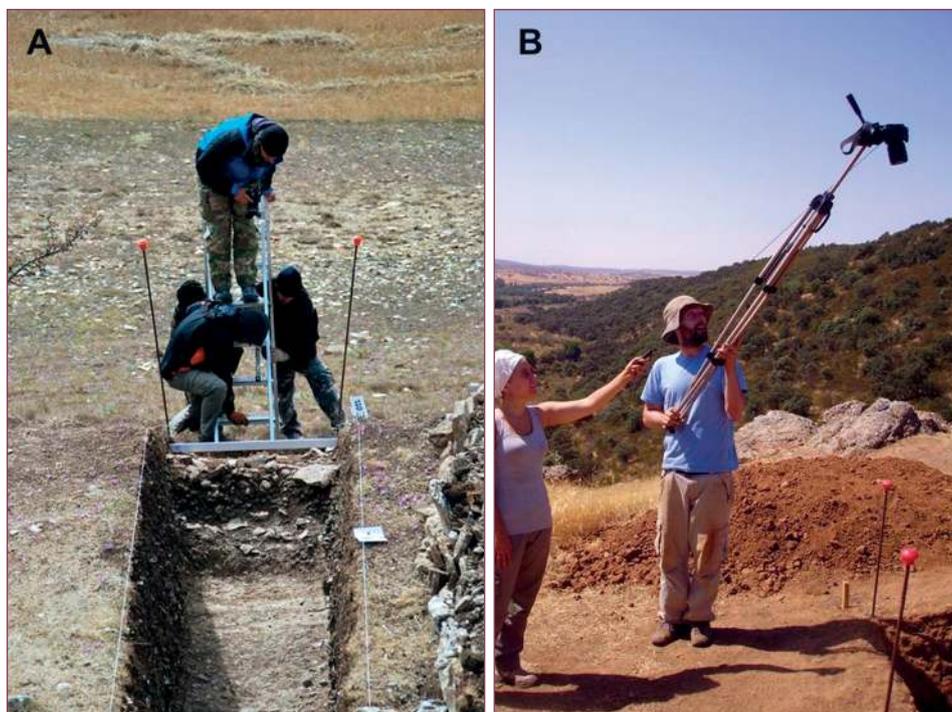
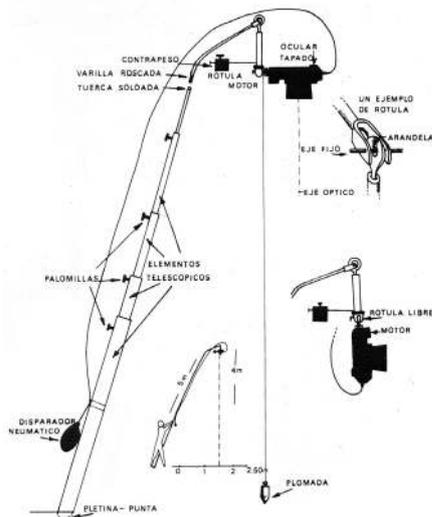


Figura 1. Buscando la ortofoto en A) el *oppidum* de Monte Bernorio (Pomar de Valdivia, Palencia), 2013, y b) en Los Castillos II (Higuera de la Serena, Badajoz), 2014. Imágenes cortesía de IMBEAC e Instituto de Arqueología-Mérida (CSIC-Junta de Extremadura).

tulo de este artículo, no llegó a tener el recorrido que cabría esperar.

Sea como fuere, el puesto en práctica por nosotros fue diseñado en 2004 buscando la horizontalidad y sistematizar con detalle el registro de los enterramientos de la necrópolis medieval de Peñaflor en Villanueva de los Infantes (Ciudad Real). Desde entonces dicho artilugio ha sido incorporado y utilizado recurrentemente en nuestro Proyecto Arqueológico 'Entorno Jamila' (Moya-Maleno 2013).

Figura 2. Herramienta de fotografía arqueológica diseñada por Alonso Zamora (1984:469, fig. 1).



2. El aparato

La herramienta se compone de dos módulos principales según la función de cada una de las partes –una activa y otra pasiva–, y estas, a su vez, están compuestas de elementos de distinta naturaleza y cometido (Figuras 3 y 4):

Barra fotográfica. Barra horizontal activa con cámara y ruedas:

- Barra de madera de sección rectangular de 5 cm y, en nuestro caso, de 3 m de longitud. Puede ser menor.
- Punto central con un agujero calado en el que se inserta el tornillo con palomilla fija al que va anclado, por el lado contrario, la base de la cámara fotográfica.
- La cámara a utilizar no tiene que tener ninguna característica especial ni preparación específica, más allá de la rosca de anclaje en su base y que el objetivo de la cámara se coloque apuntando al suelo. Sirven tanto réflex como compactas, si bien es preferible si tienen control remoto inalámbrico.
- Solo en el caso de que la cámara sea notablemente pesada y desestabilice la barra podrá instalarse en el lado opuesto a la cámara algún tipo de contrapeso en forma de placa metálica atornillada con la palomilla. También puede ponerse una cama de espuma de polietileno reticulado o similar para acolchar el asiento de la cámara.
- A un lado de este punto central y en la cara contigua que quedará hacia arriba, se sitúa un nivel de burbuja pequeño fijado, por ejemplo, con una brida a cada lado.
- A ambos lados del punto central y equidistantes a él hay una serie de agujeros, por ejemplo cada 10 cm, a fin de poder cambiar la posición de las ruedas.
- Los dos juegos de ruedas, uno a cada lado de la barra, se construyen con el rotor metálico o plástico de las poleas. El canal central y cóncavo de estas otrora poleas debe coincidir con el de la barra-carril por el que discurrirán (\varnothing 10-15 mm aprox.). Las ruedas quedan embutidas por su eje, dos a dos y en línea, en otra barra de madera de 20 cm de longitud y de 3 cm de sección, cual sección longitudinal de unos *bogies* ferroviarios. En el punto central de este elemento va calado e inserto verticalmente el tornillo con palomilla exenta que fija cada uno de estos *bogies* a cada lado de la barra principal.

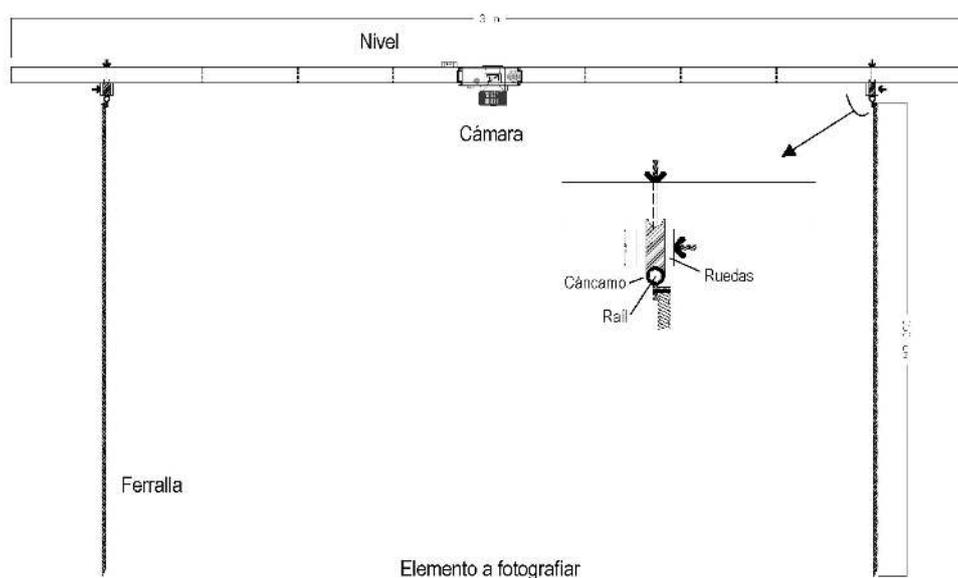


Figura 3. Esquema gráfico frontal de la barra fotográfica y detalle del montaje del carril.

Soporte. Soporte y carriles pasivos para el desplazamiento de la barra (Figura 4):

- Cuatro o seis varillas de acero corrugado –ferrallas– de $\varnothing 16$ mm y, en nuestro caso, de 150 cm, si bien pueden tener otras medidas. Uno de sus extremos está biselado o en punta y el contrario plano para facilitar el clavado.
- En la cúspide de cada ferralla se ancla un cáncamo cerrado cuyo diámetro $\varnothing 15$ mm aprox.– tiene que ser algo mayor que el de las barras que harán las veces de carril. Tanto si el cáncamo se suelda como si se fija fuerte con cinta adhesiva o bridas debe hacerse por fuera de la base superior de la ferralla para no deformarse al clavar esta en el suelo (Figura 3).
- Dos barras de metal huecas –de cortinas por ejemplo– de no más de 200-250 cm de longitud y de diámetro ajustado al de los cáncamos y al del canal de las ruedas de la barra $\varnothing 16$ mm aprox. Una barra de mayor longitud o maciza, además de ser difícilmente manejable, comba y pervierte el plano horizontal.

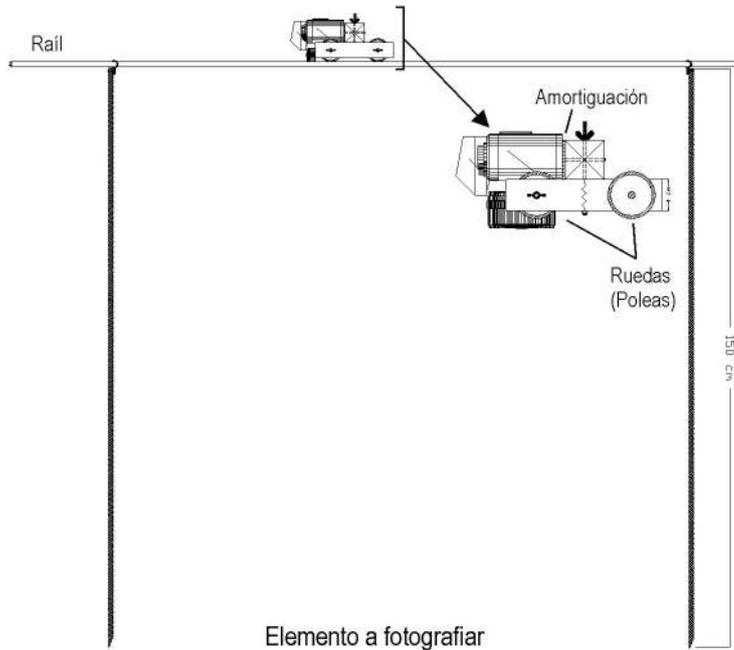


Figura 4. Esquema gráfico lateral y detalle del mecanismo rodador.

3. Manejo y utilidades

El sistema fotográfico ideado tiene la ventaja que puede emplear de forma integral, con sus partes activa y pasiva, así como utilizar sólo la barra fotográfica. Sea como fuere, la clave de su uso está en la ubicación de dicha barra longitudinal o transversalmente al elemento a fotografiar. De ello dependerá capturar mayor o menor área y que la referencia sea el eje central axial del mismo u otro.

3.1. Con soporte

La instalación de soportes es ideal para trabajos individuales y/o para tomar varios planos a la misma distancia (Figura 5).

Se ha de ser especialmente cuidadosos con la correcta instalación de los pilares y, por ende, con la dirección de los raíles. Además de procurar que las ferrallas no dañen estructuras arqueológicas y que incluso puede ser necesario asegurarlas con vientos, estas deben ir dispuestas pensando en que los carriles son paralelos y transversales a la barra fotográfica. Su colocación, por tanto, está en relación directa a cómo se ha decidido la toma y están instaladas en no más de 25 minutos. Los cáncamos deben estar a la misma cota, por lo que, aparte de

aproximaciones con flexómetro, la horizontalidad del sistema debe ser comprobada situando un nivel sobre cada uno de los rieles y sobre la barra fotográfica. Una forma rápida de verificar la idéntica cota es colocar la barra fotográfica –que lleva el nivel incorporado– directamente encima de la cabeza de las ferrallas y hacer las correcciones pertinentes antes de la instalación de los cáncamos. En este proceso se invierten unos 10 minutos.

En caso de existir desniveles muy pronunciados que impliquen penetrar mucho en el sustrato arqueológico basta con recurrir a ferrallas de distinta longitud.

La distancia entre las ferrallas de un mismo raíl tiene que buscar el equilibrio y la consistencia del carril y no es necesario que todas ellas formen un rectángulo perfecto. Simplemente no deben estar demasiado lejanas, lo cual combará el riel, ni cercanas, para que la barra no encuentre en los cáncamos topes a su deslizar. Lo que sí es importante es la equidistancia entre ambos raíles para la sujeción y recorrido perpendicular de la barra. Para ello, es fácil triangular la posición de las ferrallas y jugar con las posibilidades de cambiar los bogies de posición según las necesidades del terreno o del contexto arqueológico en cuestión. No hemos requerido engrasar los tubos-rieles ni los bogies.

Este tipo de sistema está indicado para la toma de fotografías a lo largo del eje que marcan los raíles, por ejemplo, en el caso de documentación fotogramétrica de alta precisión. La acción propia de disparar la fotografía no se debe hacer de forma directa, bien porque suele retratarse las extremidades inferiores del fotógrafo, bien porque al forzar los movimientos corre peligro el contexto arqueológico, el sistema, el equipo fotográfico y/o el arqueólogo mismo. Por ello, es preferible emplear el temporizador y, mejor todavía, el control remoto inalámbrico de los equipos digitales de hoy día. Antes de avanzar ni mover la barra fotográfica es recomendable tomar varias fotografías y visionar el resultado en la pantalla digital de la cámara.



Figura 5. Fotografía vertical transversal con el sistema de soporte de un enterramiento en la necrópolis medieval de Peñaflo (Villanueva de los Infantes, Ciudad Real) en 2004 (CEF 1, uf 8).

Toda vez que se ha acabado la sesión de fotografía el soporte no interfiere en el proceso de excavación porque, dejando las ferrallas, es desmontable y puede estar de nuevo operativo para la siguiente tanda de fotografías en apenas unos minutos. En el caso de interferir, no es menos que otros elementos de los que nos servimos en las excavaciones. Es más, la disposición de estas barras también puede servirnos para precisamente para enganchar las cintas métricas de uno o varios sistemas de dibujo, si bien hemos de no someter a las ferrallas a demasiadas tensiones ni exponerlas a posibles desviaciones (Figura 6).



Figura 6. Sistema de fotografía con barra y soporte instalado.

3.2. Sin soporte

La segunda de las formas de uso, la que prescinde del soporte, necesita del trabajo en equipo pero permite una eficaz y ágil forma de instantáneas a distinta altura y sin interferir en el subsuelo. De este modo es factible hacer tomas cómodas a una altura de hasta dos metros. Se ha demostrado muy útil, por ejemplo, a la hora de hacer un recorrido por los distintos enterramientos de una necrópolis (Figura 7).



Figura 7. Fotografía vertical longitudinal con este sistema de un enterramiento de la necrópolis medieval de Peñafior (Villanueva de los Infantes, Ciudad Real) en 2014 (CEF 2, uf 15).

En este proceder, dos personas serán las que sostengan la barra fotográfica; un tercero comprueba que la burbuja está nivelada, acciona el dispositivo de fotografía en cualquiera de las dos formas anteriormente expuestas y revisa sobre la marcha que la fotografía ha sido la idónea (Figura 8).



Figura 8. Fotografiando una fosa de inhumación en la necrópolis medieval de Peñafior (Villanueva de los Infantes, Ciudad Real), campaña de 2013.

De una forma u otra, entre los principales cuidados que se ha de tener en cuenta, ni que decir tiene, la atención a la cámara en los cambios de sistema y en los momentos de reposo. Se recomienda devolver el equipo fotográfico a sus estuches, fundas o protecciones, en primer lugar, porque la barra está diseñada para sujetar la cámara al aire y cualquier forma de apoyarla en tierra golpearía el objetivo. Por otra parte, de hallarse la barra en el suelo, un golpe inintencionado puede ser fatal para unos equipos fotográficos costosos, difícilmente reparables e imprescindibles para una campaña arqueológica.

En lo que a la barra en sí respecta, se recomienda almacenarla en sitio seco y reposando la parte central del eje en superficie sólida; en su defecto, colgada por dos puntos centrales. De otra forma, por ejemplo apoyada en los *bogies*, tenderá a deformarse y combarse por su parte central, tras lo cual quedará inutilizada. Por esta razón, también es interesante embalar los raíles y la madera en forma de haz para reforzar su consistencia mutuamente.

4. Contraste

A la luz de varias campañas utilizando este sistema de fotografía vertical hemos experimentado tanto sus luces como sus sombras. Entre las ventajas que aporta este aparato podemos señalar:

- Bajo coste y construcción: El precio de los materiales –barra de madera (c.1,5 €), acero corrugado (c.5 €), barras de cortina (c.8 €)– y el resto de útiles necesarios –impedimenta básica de cualquier arqueólogo (Figura 9)–, hacen que sea un dispositivo fotográfico fácilmente realizable de forma doméstica. Quizás solo las cajas de las ruedas necesitan de alguien más meticuloso. No obstante, el empleo exclusivo de la segunda modalidad –sin soporte– lo hace todavía más accesible.
- Fácil uso: La tecnología necesaria es simple y de fácil montaje. No necesita de la intervención de terceros artefactos ni el manejo de especialistas ajenos al equipo. Cualquier equipo fotográfico actual facilita esta herramienta.
- Operatividad: Se trata de un sistema versátil adaptable a distintas realidades laborales y orográficas, pues a mayor altura o pendientes se demuestra más versátil que los inestables trípodes o cuadrípode. Si se trabaja en solitario permite al arqueólogo controlar y generar un proceso de documentación exhaustivo. Si se trabaja en equipo permite desarrollar con igual calidad gran cantidad de trabajo.
- Resistente al viento: su esfera de trabajo a baja altura y al estar sustentado en soportes fijos o por humanos lo hacen bastante estable frente al viento.

- Área micro y meso: La posibilidad de usarlo a distintas alturas, combinado con el enfoque automático, el objetivo utilizado y el disparador a distancia de las cámaras digitales actuales, permite obtener desde fotografías de detalle de pequeños restos arqueológicos *in situ* hasta abarcar estructuras y unidades estratigráficas con una superficie en torno a los 3 m². Por ejemplo, utilizando un objetivo genérico de 50 mm a dos metros suelo se abarcan hasta 6,5 m² y se puede capturar más campo utilizando grandes angulares.
- Calidad de imagen: La imagen fotográfica simple y cenital goza de una textura más real al ojo humano que la que habitualmente se obtiene con superposiciones fotogramétricas, que por el propio ejercicio de mosaico y tamizado de colores tiende a texturas más propias de ilustración.

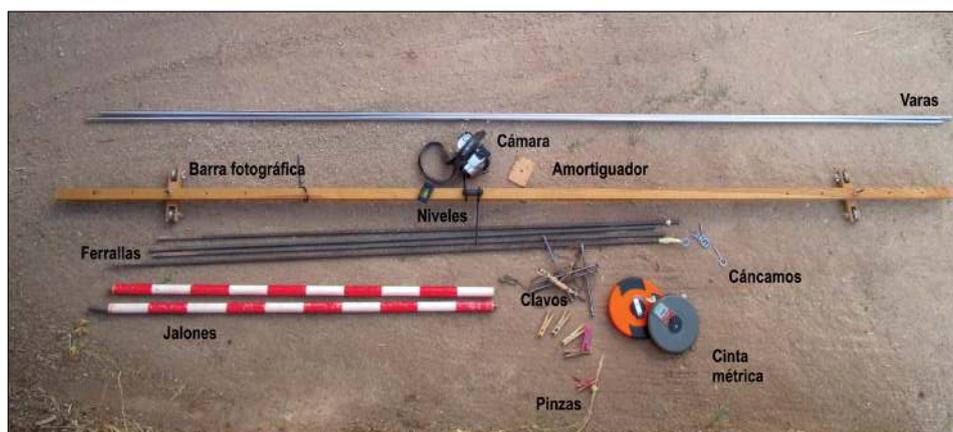


Figura 9. Herramientas y artefactos necesarios para la instalación del sistema con soporte.

Como es evidente, este sistema no es infalible y, todo lo contrario, debería ir incorporando algunas mejoras lógicas e irrenunciables. De hecho, a nadie se le debe escapar que tiene problemas intrínsecos a su propio diseño y a la naturaleza de sus elementos. A diferencia de otros artilugios, como el referido de Alonso Zamora, los cuadrípode o el de Pablo Serrano (2016) para fotografía vertical, el nuestro no es retráctil y tiene ciertamente una longitud considerable. Las dimensiones de las barras lo hacen de difícil transporte en vehículos pequeños y sin baca y su almacenamiento requiere de espacio suficiente para que no combe.

También pierde frente al de Zamora en lo referente al área que captura cenitalmente. Cualquier sistema de pértiga o cuadrípode, con entre 3,5 y 4,5 m, alcanza más campo que el que ciertamente puede obtenerse con el aquí planteado. Nuestra limitación está en la altura de las barras del soporte, en la primera modalidad, y en la de los individuos que las sujetan, en la segunda. Ello conlleva recurrir al ortomosaico en aquellas estructuras o contextos que excedan de la escena que puede captarse desde nuestro aparato. En este sentido, por tanto, habrá que empalmar digitalmente las distintas ortoimágenes para generar una nueva. Tal proceso, que bien podría sumar alguna acumulación de errores y deformaciones, ciertamente se minimiza al estar siempre en alturas no superiores a la de un brazo extendido ligeramente por encima de la cabeza.

En cuanto a los tipos de cámara y objetivos a utilizar, como se ha señalado, el sistema funciona tanto con compactas como con réflex. Estas últimas son, siempre que se cuente con distintos objetivos, las que pueden aportar más enfoques de un mismo elemento a través de la distancia focal: valores reducidos para captar encuadres panorámicos o valores elevados para hacer fotografías de detalle. Se trata de un buen recurso a tener en cuenta para lograr escenas cenitales de distinto rango y, en el caso de utilizarse para modelados 3D, tampoco afecta a su procesado con el ordenador siempre y cuando las tomas estén referenciadas e interconectadas entre sí.

No obstante, como es conocido en fotografía y fotogrametría, se recomienda interactuar con lentes de distancia focal fija, como la de 50 mm. La imagen que genera tiene el campo de visión y proporciones más parecidas a la de nuestros ojos. Esta ventaja se une al bajo peso de tales objetivos, unos ± 150 gr frente a los ± 520 gr de un 18-105 mm o los ± 600 gr de un 70-300 mm. Y es que la cuestión del peso de la cámara no es baladí en nuestro artefacto. La opción de uso manual sin soporte admite sin problemas ensamblar cualquier tipo de objetivo, por pesado que sea, a la cámara réflex; son las personas las que sujetan y equilibran el dispositivo con el nivel y sus muñecas. Por el contrario, ha de tenerse en cuenta que la utilización de un objetivo pesado en la versión del artilugio con soporte sí puede hacer peligrar la cámara y el contexto arqueológico que está fotografiando: la colocación lateral de la cámara en la barra y el peso hacia el suelo del objetivo genera una tensión en una parte de los *bogies* que hacen más inestable el sistema y que puede ser difícil de contrarrestar con otras condiciones adversas, como algo de viento o roces involuntarios.

Es obvio que hay otros muchos actores en la fotografía –apertura del diafragma, velocidad de obturación, etc.– que deben regularse y controlarse por el fotógrafo según las condiciones específicas del momento. Pero hemos de advertir una precisión más de la utilización de este sistema con o sin soporte relacionada con las fotografías a bajas velocidades: el sistema con soporte evita las vibraciones de la cámara que si la barra es sujeta sólo por los brazos de la modalidad más manual.

Igualmente es cierto que, de cara a un futuro o a usuarios más perfeccionistas, sería posible mejorar algunos mecanismos o implementar nuevos dispositivos. Este es el caso de los cáncamos, pues podrían soldarse a una especie de capuchones metálicos para formar una única pieza de quita y pon en la cúspide de la ferralla. De esta forma podría martillearse sin problema dicha barra cuando se están nivelando los rieles. Por otro lado, puede sustituirse el nivel de burbuja exento, habitual entre nuestros materiales de excavación y que sujetamos con bridas, por un triple nivel de cámara con zapata que se ancle al flash (6-12€), pero se trata de un gasto opcional que si cabe dificulta –por pequeño– la nivelación del ingenio. En última instancia, el control y visualización de la cámara por un dispositivo externo, como una tableta y una conexión inalámbrica entre ellas tipo wifi, permitiría obtener en cada disparo el encuadre deseado si necesidad de repetir la toma varias veces.

5. Conclusiones

Puesto que consideramos que la estrategia para afrontar un proyecto arqueológico siempre se debe regir por una correlación lógica entre lo buscadamente *mainstream* y los medios reales de los que se dispone, este tipo de alternativas responden a un consecuente equilibrio entre los mundos mecánicos y digitales para el logro de resultados, a todas luces, satisfactorios en los distintos campos de la investigación y difusión arqueológica (Moya-Maleno *et al.* 2015) (Figura 4).

El instrumento que aquí presentamos –faltaría más– no pretende sustituir todas las herramientas que nos está proporcionando la era digital y la revolución tecnológica ni suplir el dibujo arqueológico ni otros sistemas ideados con antelación, como los brillantemente propuestos por A. Zamora a inicios de los años 80 del siglo XX y otros posteriores. Tampoco contraponer las ventajas de una imagen cenital directa a la obtenida mediante fotogrametría. Todo lo contrario.

Una de las mayores ventajas que advertimos en el soporte compuesto que hemos desarrollado es la doble utilidad de sus instantáneas. En primer lugar, proporciona fotografías que pueden ser utilizadas en sí mismas, sin necesidad de fotogrametría, como documentos escalados y basados en *distancias reducidas*. Dichos parámetros son máximas para la aprehensión y representación de los contextos arqueológicos, y propias de cualquier documentación con pretensiones planimétricas. En nuestro caso son satisfechas con la constante búsqueda de la nivelación del aparato, ya sea en su utilización manual o con soporte. Es más, la fotografía ortogonal que obtenemos es ya en sí perfectamente mesurable desde cualquier programa de tratamiento de imagen ráster o vectorial al uso, más habituales estos en nuestros equipos que los destinados a fotogrametría. En segundo lugar, si bien es posible recrear fotogramétricamente tal pers-

pectiva cenital desde fotografías oblicuas, el contar con la que nosotros aportamos enriquece tal procesado 3D para la consecución de nuevas perspectivas.

Como hemos señalado, no se trata de contraponer un sistema «clásico» frente a otro «moderno», sino de enriquecer e integrar de forma sencilla ambas formas de investigación y representación del patrimonio arqueológico. Resultaría inútil comparar la inversión de tiempo que se debe realizar en nivelar los soportes con la que se dedica a procesar digitalmente una serie de fotografías para obtener fotogramétricamente el mismo plano cenital. Cada proceso requiere de una dedicación específica para obtener sus propios resultados y, en todo caso, el que nosotros proponemos aquí vale para los dos.

En definitiva, aunque nos separan treinta años del artículo y artilugio de Alonso Zamora, el que nosotros ahora presentamos demuestra que, tanto por escasez de medios o por adaptación de los mismos a los objetivos a cumplir en la práctica arqueológica, es posible alcanzar resultados de calidad en la documentación de testimonios arqueológicos, ya sea en sí misma o como información de base fotogramétrica para su procesado digital. ❁



Figura 10. Modelado digital 3D a partir de un enterramiento en la necrópolis medieval de Peñaflo (Villanueva de los Infantes, Ciudad Real) excavado en 2013 (CEF 2, uf 15). Modelo fotogramétrico 3D: David Vacas Madrid-PAEJ.

Bibliografía

- ANGÁS PAJAS, Jorge y SERRETA OLIVÁN, Alfredo (2012). «Métodos, técnicas y estándares para la documentación geométrica del patrimonio cultural». *Virtual Archaeology Review*, 3(5): 38-42.
- DORRELL, Peter G. (1994). *Photography in archaeology and conservation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- FISHER, Lisa Jayne (2009). *Guide 25. Photography for Archaeologists. Part I: Site specific record*. Dunbar: BAJR Practical Guide Series. Disponible en: www.bajr.org/BAJRGuides/25.%20Site%20Specific%20Photography/25PhotographyforArchaeologists.pdf. [Consultado el: 14.04.2016].
- FORTE, Maurizio (2014). «Virtual Reality, Cyberarchaeology, Teleimmersive Archaeology». En: REMONDINO, Fabio y CAMPANA, Stefano (eds.), *3D Recording and Modelling in Archaeology and Cultural Heritage. Theory and best practices*. Oxford: Archaeopress (British Archaeological Report; 2598), 113-127.
- FORTE, Maurizio (2015). «Cyberarchaeology: a Post-Virtual Perspective». En: GOLDBERG, David Th. y SVENSSON, Patrik (eds.), *Between Humanities and the Digital*. Cambridge/Londres: MIT Press, 295-310.
- KLEIN, Michael; VERMEULEN, Frank y CORSI, Cristina (2012). «Radiography of the Past - Three Dimensional, Virtual Reconstruction of a Roman Town in Lusitania». En: IOANNIDES, Marinos; FRITSCH, Dieter; LEISSNER, Johanna; DAVIES, Roos; REMONDINO, Fabio y CAFFO, Rosa (eds.), *Progress in Cultural Heritage Preservation. 4th international conference EuroMed 2012*. Berlín-Nueva York: Springer, 131-135.
- MOYA-MALENO, Pedro R. (2013). «El 'Entorno Jamila' (Villanueva de los Infantes, Ciudad Real): de la Iniciativa personal a un proyecto de gestión integral de la investigación arqueológica». En: ALMANSA, Jaime (ed.), *Arqueología Pública en España*. Madrid: JAS Arqueología, 351-374.
- MOYA-MALENO, Pedro R.; TORREJÓN VALDELOMAR, Juan; VACAS MADRID, D. y LOSA SÁNCHEZ, Rocío (2015). «Interoperabilidad de la fotogrametría en modelado 3D: documentación, investigación y difusión en el yacimiento de Jamila». *Virtual Archaeology Review*, 6(13): 51-64.
- QUÉAU, Philippe. (1995). *Lo Virtual. Virtudes y vértigos*. Barcelona: Paidós.
- SAUERBIER, Martin y EISENBEISS, Henri (2010). «UAVs for the documentation of archaeological excavations». En: MILLS, Jon P.; BARBER, David M.; MILLER, Pauline E. y NEWTON, Ian (eds.), *Close Range Image Measurement Techniques*. Newcastle upon Tyne: ISPRS, 526-531. (International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 38/5).
- SERRANO BASTERRA, Pablo (2016): «Inventos del TBO». En: *Pablo Serrano Basterra: Patrimonio Virtual*. Disponible en: <http://pabloserranobaster.wix.com/portfolio#!Inventos-del-TBO/colb/56e99a970cf282fc9b00cda6>. Entrada del 29.03.2016. [Consultado el: 29.03.2016].
- WALDHÄUSL, Peter y OGLEBY, Cliff (1994). «3x3 Rules for Simple Photogrammetric Documentation of Architecture». En: FRYER, John G. (ed.), *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*, 30/5. Melbourne: ISPRS, 426-429.
- ZAMORA CANELLADA, Alonso (1984). «Un útil sistema de fotografía para excavaciones arqueológicas». En: *Primeras Jornadas de Metodología de Investigación Prehistórica*. Soria 1981. Madrid: Ministerio de Cultura, 465-473.