



LABORATORIO DE DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DEL PATRIMONIO
Grupo de Investigación en Patrimonio Construido -GPAC- (UPV/EHU)



UPV EHU

Aulario de las Nieves, edificio de Institutos Universitarios
C/ Nieves Cano 33, 01006 Vitoria-Gasteiz (España-Spain).

Tfno: +34 945 013222 / 013264

e-mail: ldgp@ehu.es web: <http://www.ldgp.es>

ARCHIVO DEL LABORATORIO DE DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DEL PATRIMONIO

ARCHIVE OF THE LABORATORY FOR THE GEOMETRIC
DOCUMENTATION OF HERITAGE

Sección de memorias / **Reports section**

40-3

Información general / General information		
ELEMENTO:	A_Llodio_Yermo	:ELEMENT
TITULO:	Documentación geométrica para la puesta en valor y difusión social del Santuario de Santa María del Yermo (Laudio/Llodio, Álava). Campaña 2017	:TITLE
FECHA:	diciembre 2017 / December 2017	:DATE
NUMERO:	LDGP_mem_040-3	:NUMBER
IDIOMA:	español / Spanish	:LANGUAGE

Resumen	
TITULO:	Documentación geométrica para la puesta en valor y difusión social del Santuario de Santa María del Yermo (Laudio/Llodio, Álava). Campaña 2017.
DESCRIPCION GEOMÉTRICA:	La iglesia de Santa María tiene una planta de unos 22x18 metros y cuenta con tres pórticos (sur, oeste y norte) así como una espadaña exenta. Adyacente al sudeste se encuentra la ermita de Santa Lucía. La excavación de esta campaña se centró en el final del intercolumnio de la nave sur junto a la puerta de acceso, de unos 6 x 3 metros que extienden las excavaciones realizadas en la campaña anterior.
DOCUMENTACION:	La documentación de las excavaciones se ha realizado mediante topografía clásica para la identificación de los perímetros de las unidades estratigráficas y fotogrametría para la generación de modelos 3D con textura fotográfica de cada nivel de excavación. .
TECNICAS:	topografía, fotogrametría
PRODUCTOS:	<ul style="list-style-type: none"> • Modelos tridimensionales mallados con texturas fotográficas. • Planos en planta. • Ortoimágenes.
DESCRIPTORES NATURALES:	santuario, arqueología, imaginería
DESCRIPTORES CONTROLADOS:	(Procedentes del Tesouro UNESCO [http://databases.unesco.org/thessp/]) Patrimonio Cultural, Edificio religioso, Reconocimiento Topográfico, Fotogrametría

Abstract	
TITLE:	Geometric documentation for valuing and extending the social use of "El Yermo" Sanctuary (Laudio/Llodio, Álava, Spain). Year 2017.
GEOMETRIC DESCRIPTION:	The church of Santa María has a plan of around 22 by 18 metres and counts on three porticos (north, west and south) and a free-standing bell gable. Adjacent to this building on the southeast side is Santa Lucía's shrine. The excavation of this campaign focused on the end of the intercolumn of the south aisle next to the access door, it has about 6 x 3 meters that extend the excavations carried out in the previous season.
DOCUMENTATION:	The documentation of the excavation was done with conventional surveying equipment (total station) for the line drawing of the unities and photogrammetry in order to obtain a 3D model with photographic texture of each level.
METHODOLOGIES:	surveying, photogrammetry
PRODUCTS:	<ul style="list-style-type: none"> • 3D models (meshed with photographic textures). • Plans. • Orthoimages.
NATURAL KEYWORDS:	sanctuary, archaeology, statuary
CONTROLLED KEYWORDS:	(From the UNESCO's thesaurus [http://databases.unesco.org/thesaurus/]) Cultural Heritage, Religious buildings, Surveying, Photogrammetry

Localización / Placement		
ELEMENTO PATRIMONIAL:	Santuario del Yermo (Laudio/Llodio)	:HERITAGE ELEMENT
MUNICIPIO:	Laudio/Llodio, Álava, España/Spain (Getty TGN: 7307306)	:MUNICIPALITY
COORDENADAS:	EPSG:4326 WGS84/LatLong 43.17187,-2.97168	:COORDINATES

Equipo de trabajo / Staff		
EQUIPO:	Álvaro RODRÍGUEZ MIRANDA José Manuel VALLE MELÓN	:STAFF

Derechos / Rights		
DERECHOS:	<p>Está permitido citar y extraer el texto, siempre que la fuente sea claramente identificada (respecto a la consideración de “no comercial” ver el apartado “otros derechos”). / Permission is granted to quote and take excerpts from this text, provided that the source of such material is fully acknowledged (for the “non commercial” label see below in “others rights”).</p> 	:RIGHTS
OTROS:	<p>Esta memoria de actuación corresponde a un trabajo encargado por una institución o empresa que retiene los derechos de explotación de la información aquí contenida y a quienes habrán de dirigirse todos aquellos interesados en ampliar la información aquí contenida, recabar datos adicionales o hacer uso comercial de los datos expuestos. / This report gives an overview of a commissioned work; therefore, their use for commercial purposes may be an infringement of the promoters rights. You are asked to contact the promoters in case you need either further information or to obtain commercial rights.</p>	:OTHERS

Renuncia de responsabilidad / Disclaimer		
DESCARGO:	<p>El uso de la información contenida en este documento se hará bajo la completa responsabilidad del usuario.</p> <p>La publicación se ha realizado conforme a los fines docentes y de investigación del Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio del Patrimonio de la UPV/EHU y en función de los derechos que corresponden al Laboratorio como autor del contenido. El Laboratorio se compromete a retirar del acceso público tanto este documento como cualquier otro material relacionado en el caso de que los promotores consideren que menoscaban sus derechos de explotación. /</p> <p>The use of the information contained in this document will be under the exclusive responsibility of the user.</p> <p>The aim of this publication is to fulfill the academic goals and research expected from the Laboratory for the Geometric Documentation of Heritage (UPV/EHU) concerning its scientific outcomes. Nevertheless, the Laboratory is bound to the respect of promoters’ commercial rights and will take away the contents which are considered against these rights.</p>	:DISCLAIMER

Reutilización / Re-use

REUTILIZACION:	<p>Los siguientes términos corresponden al Real Decreto 1495/2011, de 24 de octubre por el que se desarrolla la Ley 37/2007, de 16 de noviembre, sobre reutilización de la información del sector público, para el ámbito del sector público estatal.</p> <p>"Son de aplicación las siguientes condiciones generales para la reutilización de los documentos sometidos a ellas:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Está prohibido desnaturalizar el sentido de la información.2. Debe citarse la fuente de los documentos objeto de la reutilización. Esta cita podrá realizarse de la siguiente manera: "Origen de los datos: [órgano administrativo, organismo o entidad del sector público estatal de que se trate]".3. Debe mencionarse la fecha de la última actualización de los documentos objeto de la reutilización, siempre cuando estuviera incluida en el documento original.4. No se podrá indicar, insinuar o sugerir que la [órgano administrativo, organismo o entidad del sector público estatal de que se trate] titular de la información reutilizada participa, patrocina o apoya la reutilización que se lleve a cabo con ella.5. Deben conservarse, no alterarse ni suprimirse los metadatos sobre la fecha de actualización y las condiciones de reutilización aplicables incluidos, en su caso, en el documento puesto a disposición para su reutilización." <p style="text-align: center;">/</p> <p>The following terms come from the Royal Decree 1495/2011, of 24th October 2011, whereby the Law 37/2007, of November 16, on the re-use of public sector information, is developed for the public state sector.</p> <p>"The following general terms shall apply to all re-usable document availability methods:</p> <ol style="list-style-type: none">1. The information must not be distorted.2. The original source of re-usable documents must be cited.3. The date of the latest update of re-usable documents must be indicated when it appears in the original document.4. It must not be mentioned or suggested that the public sector agencies, bodies or entities are involved in, sponsor or support the re-use of information being made.5. Metadata indicating the latest update and the applicable terms of re-use included in re-usable documents made available by public agencies or bodies must not be deleted or altered."	:RE-USE
----------------	--	---------

Estructura / Framework		
ID PERMANENTE:	http://hdl.handle.net/10810/32114	:PERMANENT ID
ESTRUCTURA:	<ul style="list-style-type: none"> • ldgp_mem040-3_Llodio_Yermo.pdf: este documento (incluye la memoria y los planos) / this document (report and plans included). • LDGP_YER2017_fot_yermo??.jpeg: 4 fotografías de documentación / 4 pictures for documentation purposes. • LDGP_YER2017_panoramica_yermo??.jpeg: 3 fotografías panorámicas / 3 panoramic pictures. 	:FRAMEWORK

Cita completa recomendada / Recommended full citation		
CITA:	Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio (Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU) –LDGP-. <i>Documentación geométrica para la puesta en valor y difusión social del Santuario de Santa María del Yermo (Laudio/Llodio, Álava). Campaña 2017</i> . 2017.	:CITATION

Comentarios / Feedback		
NOTA:	<p>Este documento forma parte del contenido generado en el Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio de la UPV/EHU y ha sido publicado con fines docentes y/o de investigación, atendiendo a los objetivos del Laboratorio. Es muy importante para nosotros conocer la utilidad del material suministrado a los usuarios finales así como las posibilidades de mejora en el servicio que podemos realizar; por lo tanto, agradecemos cualquier comentario o sugerencia que nos quiera hacer llegar, para lo cual, ponemos a su disposición nuestra dirección de correo electrónico ldgp@ehu.es /</p> <p>This document is part of the content generated by the Laboratory for Geometrical Documentation of Heritage (UPV/EHU). It was published for teaching purposes and research, in relation with the goals of the Laboratory. Feedback about the real utility of this information is most important for us, therefore, we appreciate any comment or suggestion for improvements (please, do refer to the following e-mail address: ldgp@ehu.es).</p>	:NOTE

Documentación geométrica para la puesta en valor y difusión social del Santuario de Santa María del Yermo (Laudio/Llodio, Álava). Campaña 2017

Vitoria-Gasteiz, diciembre de 2017



Equipo:

Álvaro Rodríguez Miranda
José Manuel Valle Melón



LABORATORIO DE DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DEL PATRIMONIO
Grupo de Investigación en Patrimonio Construido - GPAC (UPV/EHU)



Centro de Investigación Micaela Portilla
Justo Vélez de Elorriaga, 1 - 01006 Vitoria-Gasteiz (Álava).
Tfno: +34 945 013222 / 013264
e-mail: ldgp@ehu.es web: <http://www.ldgp.es>



UPV EHU

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN.....	3
2.- OBJETIVOS.....	6
3.- LOCALIZACIÓN.....	7
4.- DESARROLLO DE LOS TRABAJOS	8
4.1.- Esquema de trabajo	8
4.2.- Trabajos de campo	9
4.2.1.- Red topográfica, volumétrico y apoyo fotogramétrico	9
4.2.2.- Registro fotográfico	11
4.2.3.- Pruebas de documentación realizadas en el Museo Diocesano de Arte Sacro	13
4.3.- Trabajos de gabinete.....	15
4.3.1.- Dibujo de los datos obtenidos por topografía: modelo volumétrico y apoyo fotogramétrico	15
4.3.2.- Clasificación y de las fotografías	16
4.3.3.- Modelado 3D con textura fotográfica de elementos representativos	19
4.3.4.- Productos derivados del modelo 3D.....	24
4.3.5.- Modelo CAD de la excavación y planos	26
5.- CONTENIDO DEL CD	29
ANEXOS	30
Anexo I: Instrumental empleado.....	31
Anexo II: Reseñas de la red topográfica.....	37
Anexo III: Reseñas de los puntos de apoyo.....	46
Anexo IV: Visualización de panoramas esféricos	47
PLANOS.....	49

1.- INTRODUCCIÓN

El presente informe recoge los trabajos de documentación geométrica realizados durante la campaña 2017 de excavaciones arqueológicas desarrolladas en el entorno del Santuario del Yermo (Laudio/Llodio, Álava). Estos trabajos se integran dentro del proyecto denominado “Puesta en Valor y Difusión Social del Santuario de Santa María del Yermo, Santa Lucía y su entorno”¹ que lleva realizándose desde el año 2015.

Los trabajos topográficos de las campañas anteriores establecieron una red de referencia enlazada con la cartografía oficial (UTM-ETRS89), lo que ha permitido ir generando modelos tridimensionales de las diferentes fases de las excavaciones en un sistema común de coordenadas, posibilitando así su análisis conjunto.

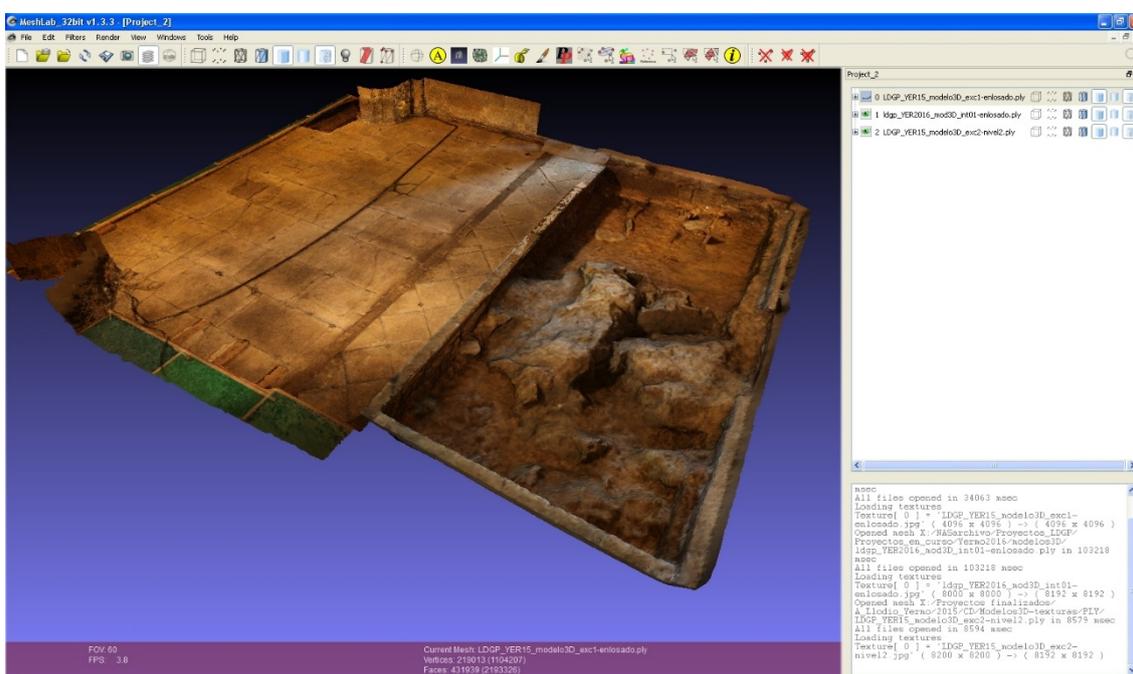


Fig. 1.- Vista conjunta del modelo final de las excavaciones de la campaña 2015 junto con el modelo inicial de la campaña 2016 (enlosado).

Además de la representación del avance de las excavaciones, en las campañas previas se realizaron trabajos de modelado 3D de varios elementos muebles de especial interés (como una talla de la virgen, el altar o la pila bautismal), así como una ortoimagen del retablo mayor.

¹ Cuyo investigador principal es el Catedrático de Arqueología Medieval de la Universidad del País Vasco UPV/EHU, D. Agustín Azkarate Garai-Olaun. Dicho proyecto cuenta con la participación de los departamentos de Geografía, Prehistoria y Arqueología (Prof. Sergio Escribano Ruiz), Historia del Arte y Música (Prof. Fernando Bartolomé García) e Ingeniería Minera y Metalúrgica y Ciencias de los Materiales (Prof. José Manuel Valle Melón).



Fig. 2.- Panel del retablo mayor correspondiente a la «Huida a Egipto», modelado en la campaña 2016.

Respecto a las excavaciones en el interior del templo, en los años anteriores se ha venido actuando en el tramo de los pies. Para la presente campaña, se planteó continuar con el tramo sur contiguo a la zona ya estudiada.

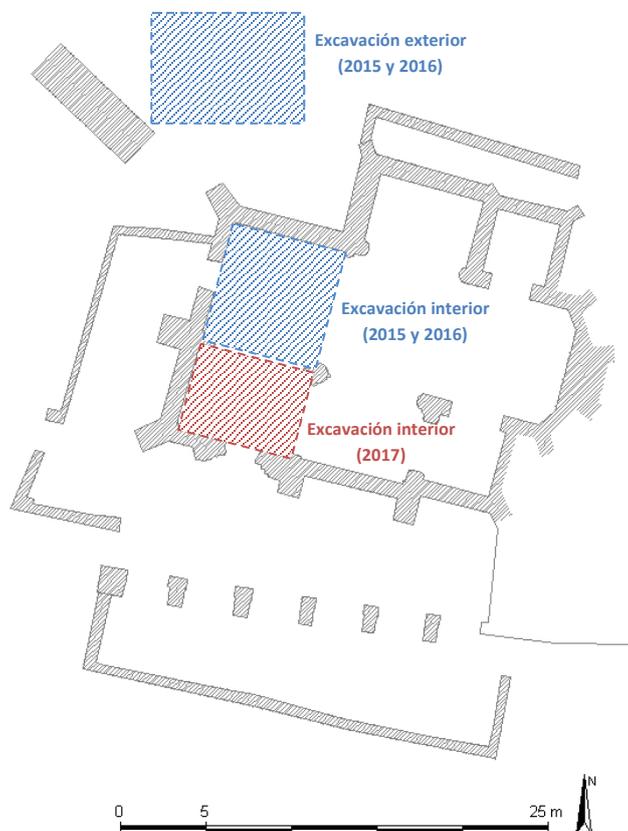


Fig. 3.- Zonas excavadas en las campañas anteriores y área de excavación para el presente año.

Por otro lado, los informes completos de los trabajos topográficos correspondientes a las dos campañas anteriores están disponibles en el repositorio institucional de la Universidad del País Vasco (ADDI).



Fig. 4.- Registros del repositorio ADDI con la información sobre los trabajos topográficos desarrollados en el Yermo durante las campañas 2015 (<http://hdl.handle.net/10810/17466>) y 2016 (<http://hdl.handle.net/10810/24487>).

2.- OBJETIVOS

Como se ha indicado, el objetivo general consiste en la documentación de las excavaciones de la presente campaña y su integración con la información obtenida en años anteriores de forma que pueda trabajarse de forma conjunta.

De forma más concreta, este objetivo se desglosa en las siguientes actividades:

- a) Revisión de la red de referencia empleada en las campañas anteriores, procediendo a su recuperación y ampliación en el caso de que fuera necesario.
- b) Documentación de las excavaciones arqueológicas. Se generarán modelos tridimensionales con textura fotográfica de los momentos de las excavación que se consideren de interés para reconstruir la evolución histórica del conjunto y reflejar asimismo las fases de excavación. Estos modelos se obtendrán por métodos fotogramétricos apoyados de medidas topográficas con estación total.
- c) Los modelos servirán también como base para la generación de ortoimágenes que se integrarán en la cartografía general del yacimiento. Por otro lado, en campo se documentarán las unidades estratigráficas mediante su perímetro y puntos de cota que permitan definir su superficie, esta representación vectorial de cada UE se incluirá también en el fichero CAD del yacimiento.
- d) Realización de pruebas de documentación de dos elementos muebles destacados (cruz procesional y cáliz) que se encuentran depositados en el Museo Diocesano de Arte Sacro de Vitoria-Gasteiz. En este caso se trata de elementos de gran dificultad de modelado debido a sus dimensiones, geometría y materiales, por este motivo, lo que se plantea es realizar una serie de pruebas con el fin de establecer una metodología que permita su documentación en una fase posterior.
- e) Archivo de la información utilizando formatos estándar que permitan su reutilización a lo largo del tiempo.

3.- LOCALIZACIÓN

El conjunto del Santuario del Yermo se encuentra al norte del casco urbano de Laudio/Llodio, a unos 5 km por carretera ascendiendo 350 metros en la ladera sur del monte Kamaraka. Está compuesto por la iglesia de Santa María (siglo XV), a la que se anexa la ermita de Santa Lucía, que es la que popularmente da nombre al paraje. Asimismo, existen varios edificios en el entorno como una venta, la casa cural o el humilladero de San Antonio. Las coordenadas UTM-huso 30 en el sistema de referencia ETRS89 son X=502.300 e Y=4.779.900 (que corresponden con las coordenadas geográficas: 43°10'18,7"N 2°58'18,1"O).

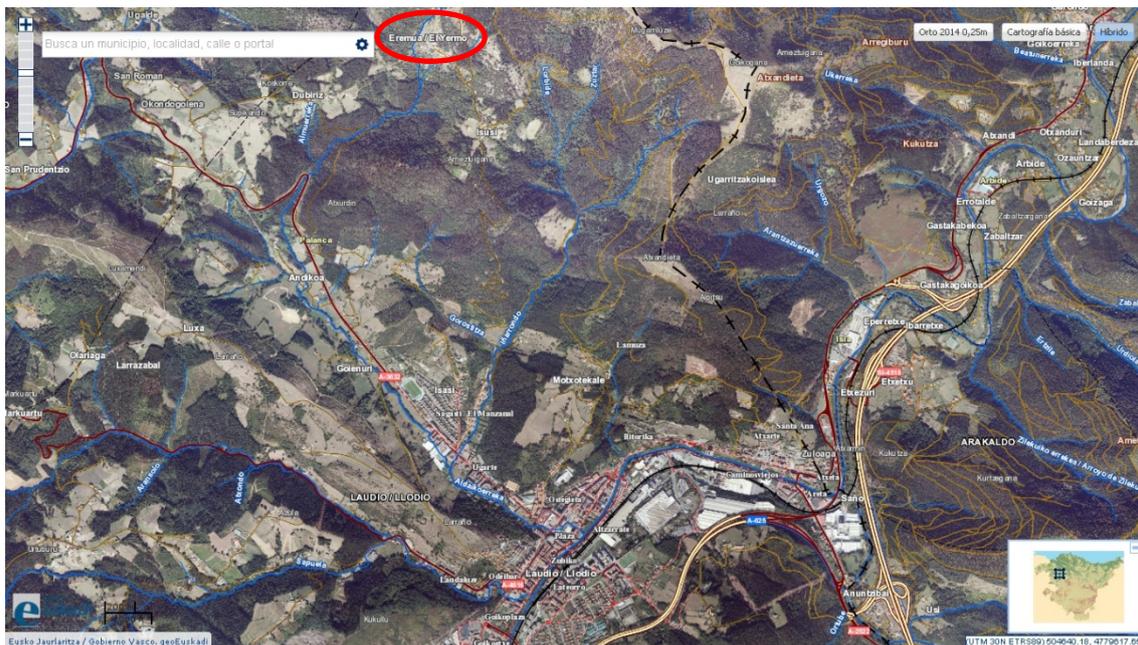
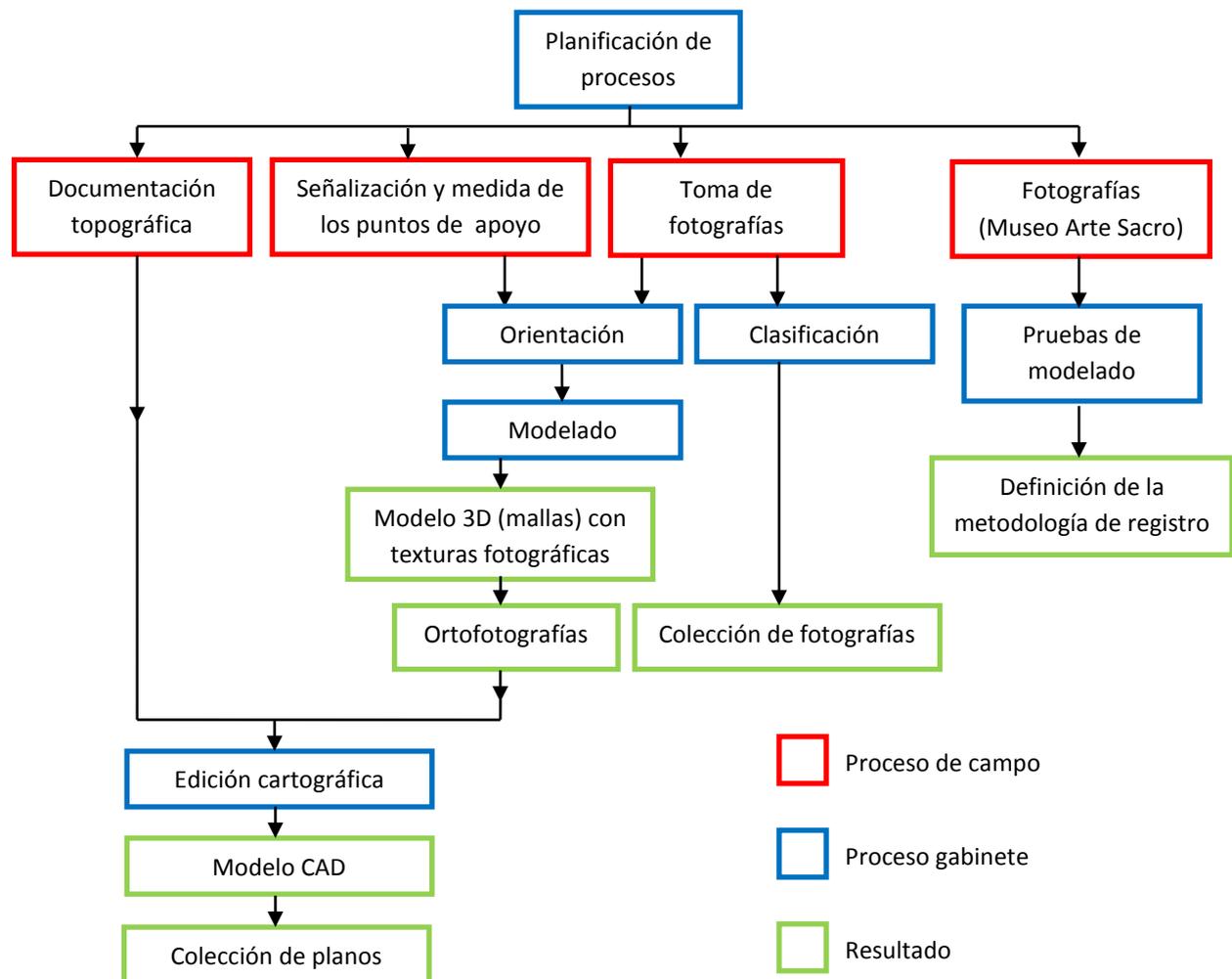


Fig. 5.- Imagen de localización del Yermo (círculo rojo en la parte superior) en la que se aprecia su ubicación al norte del casco urbano de Laudio/Llodio (fuente de la imagen de base: www.geoeuskadi.net).

4.- DESARROLLO DE LOS TRABAJOS

4.1.- Esquema de trabajo

El siguiente organigrama muestra los diferentes procesos realizados y sus conexiones hasta la obtención de los resultados. En color rojo se señalan los trabajos de campo, en azul los de gabinete y en verde los productos generados.



4.2.- Trabajos de campo

4.2.1.- Red topográfica, volumétrico y apoyo fotogramétrico

Al igual que se hizo en la campaña anterior, la primera tarea que se realizó fue la inspección de la red de referencia topográfica que se había establecido el primer año. Esta red (véase el Anexo II para una descripción detallada de cada punto) está formada por clavos en rocas o estacas en el exterior (textos en rojo en la figura siguiente) y por dianas colocadas en las paredes de la iglesia en el interior (textos en color verde).



Fig. 6.- Localización de los puntos establecidos en la campaña 2015 para materializar la red de referencia topográfica.

Como resultado de la revisión, se comprobó que ambos tipos de señales se encontraban aún disponibles y en buen estado por lo que se pudieron emplear. Dado que la zona de trabajo de la presente campaña 2017 se halla dentro del rango cubierto por esta red, no se consideró necesario establecer nuevas bases.



Fig. 7.- Estacionamiento en el interior de la iglesia tomando como referencia las dianas de la red topográfica.

Una vez que el equipo topográfico (estación total) se encuentra estacionado, se pueden ir obteniendo coordenadas en el sistema del proyecto de los diferentes puntos que se vayan identificando. De esta forma, se obtienen los perímetros de las unidades estratigráficas (UE) así como una serie de puntos de cota para su definición volumétrica. La delimitación de estas unidades se realiza directamente en campo por parte de los arqueólogos. Por otro lado, se aprovecha para ir asignando la UE directamente durante el registro, de forma que al volcarlo al archivo CAD ya queden correctamente clasificadas en una capa específica, lo que facilitará su posterior gestión y utilización.



Fig. 8.- Documentación de las unidades estratigráficas (UE) mediante medidas con estación total.

Con el fin de disponer de referencias métricas que permitan orientar y escalar los modelos tridimensionales que se generarán a partir de las colecciones de fotografías, se sitúan en el área a fotografiar un conjunto de dianas de metacrilato de 3x3 cm, distribuidas por toda la zona a modelar. A estas dianas también se les dota de coordenadas utilizando la estación total.



Fig. 9.- Medida de los puntos de apoyo para el modelado fotogramétrico (las dianas visibles en la imagen se han resaltado con un círculo rojo).

4.2.2.- Registro fotográfico

Una vez situadas las dianas, se ha procedido a realizar una colección de fotografías de cada estado del yacimiento que interesase documentar en 3D. Las fotografías cubren las zonas de interés desde diferentes ángulos y con suficiente redundancia para que los programas de modelado puedan realizar la reconstrucción tridimensional.

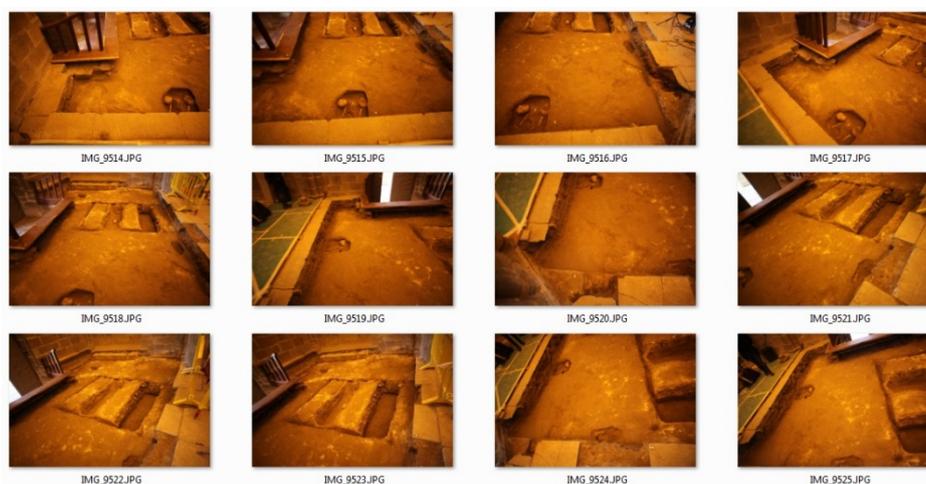


Fig. 10.- Muestra de algunas de las fotografías de documentación de la excavación (13 de julio de 2017).

En total se cuenta con el registro del nivel original (enlosado) y tres niveles sucesivos de la excavación, siendo el último, el correspondiente al estado en el momento del cierre de la campaña (septiembre de 2017). Además, se dispone de un modelo de detalle de uno de los enterramientos localizados en la zona de la presente campaña y de un modelo correspondiente a una nueva actuación en una parte de la zona de trabajo de la campaña del año anterior.

Las fotografías se tomaron utilizando una cámara *Canon EOS-5D Mark II* con objetivo fijo de 21 mm de distancia focal, con una resolución de 20 megapíxeles.

Por otro lado, se han tomado imágenes con fines de documentación que muestran el Santuario desde puntos de vista novedosos y pueden ser utilizadas con fines de difusión. En concreto, se ha utilizado un dron *Phantom III Professional* de la compañía *DJI* dotado de una cámara con focal equivalente de 20 mm y se han tomado fotografías de 360º con una cámara *Ricoch Theta S*.



Fig. 11.- Vista aérea tomada con un dron.



Fig. 12.- Fotografía panorámica de 360º.

4.2.3.- Pruebas de documentación realizadas en el Museo Diocesano de Arte Sacro

El Museo Diocesano de Arte de Vitoria-Gasteiz custodia varias piezas de orfebrería procedentes del Santuario del Yermo. Como se ha comentado en anteriores ocasiones, uno de los intereses del presente proyecto es generar un conjunto de contenidos virtuales que permitan difundir el patrimonio relacionado con el Santuario, por este motivo, se consideró conveniente estudiar la forma de realizar réplicas virtuales de las piezas más representativas que se encuentran en el museo.

Las piezas seleccionadas son una cruz procesional (siglos XV-XVI) y un cáliz gótico, ambos realizados en plata². Sin embargo, la documentación de estas piezas reviste de gran dificultad tanto por su restricción de acceso y cuidado necesario para su manipulación como por el grado de detalle de la orfebrería y las características del material empleado (en concreto el hecho de que la plata sea reflectante y, por lo tanto, poco adecuada para su modelado mediante imágenes fotográficas).

A pesar de todo, para la presente campaña se decidió realizar una prueba preliminar que permitiese analizar las posibilidades de documentación. Para ello, se contactó con las responsables del Museo³, las cuales nos atendieron un lunes (día en que el museo está cerrado) y acondicionaron un espacio donde colocaron las dos piezas de interés para que realizásemos una primera captura fotográfica.



Fig. 13.- Colocación de la cruz procesional sobre una mesa para su documentación.

² Para mayor información sobre estas piezas:

- Bartolomé, F.R., Calvo, L., 2016. Ermuko Andra Mariren santutegia (Laudio) bertako ondare historiko-artistikoaren bitartez = El santuario de Nuestra Señora del Yermo (Llodio) a través de su patrimonio histórico-artístico. Ed. Ayuntamiento de Llodio (ISBN: 978-84-608-9082-9).

³ En concreto, la responsable del Museo, Susana Arechaga y la técnico Itziar Aguinagalde.



Fig. 14.- Toma de fotografías de la cruz procesional.

4.3.- Trabajos de gabinete

4.3.1.- Dibujo de los datos obtenidos por topografía: modelo volumétrico y apoyo fotogramétrico

Los perímetros de las UE documentadas en campo, junto con los puntos de cota correspondientes, se sitúan en una capa específica del fichero CAD que se identifica con el nombre de la UE. Estas unidades se pueden así representar de forma conjunta de forma que se analice su relación (incluso con unidades de otras zonas o momentos de la excavación). En este mismo entorno CAD también se situarán las ortoimágenes de cada fase de excavación que se generen a partir de los modelos tridimensionales obtenidos por fotogrametría.

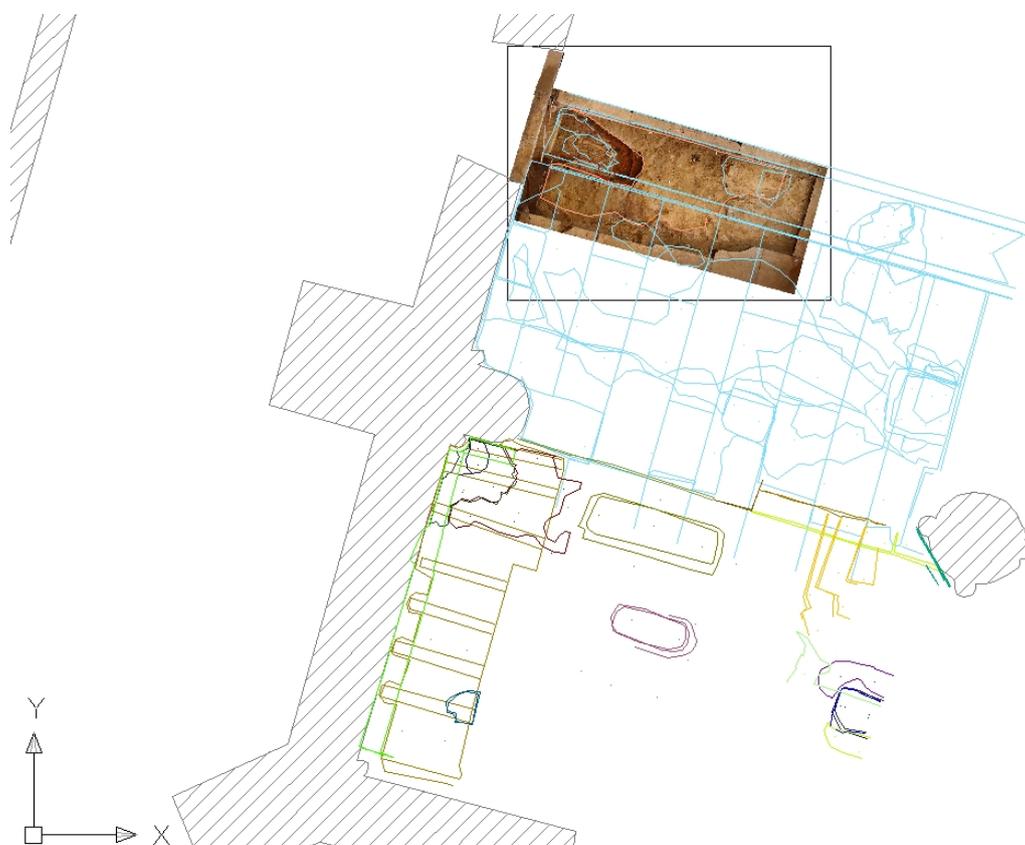


Fig. 15.- Dibujos de líneas de las UE de la campaña anterior (azul) y las obtenidas en la campaña actual (diversos colores). La imagen también muestra la ortoimagen de la zona reexcavada en la presente campaña junto al acceso oeste del templo.

De la misma forma que los dibujos de las UE, los puntos de apoyo correspondientes a cada modelo 3D también se incluyen en el fichero CAD en sus respectivas capas.

4.3.2.- Clasificación y de las fotografías

Las fotografías se han volcado, revisado (eliminando las que estaban borrosas, repetidas o no se han considerado representativas) y clasificado. Por un lado, se dispone de las imágenes de documentación obtenidas con el dron del exterior y las imágenes panorámicas, por otro lado, se presentan las imágenes tomadas con la cámara réflex que se han empleado para el modelado de las diferentes fases de la excavación.

Respecto a las imágenes para el modelado, se cuenta con fotografías de dos zonas: la primera corresponde a una continuación de la excavación en el área correspondiente a la campaña anterior en la zona cercana a la puerta de acceso oeste, la segunda zona es la que se encuentra junto al acceso sur. De esta segunda zona se dispone de cuatro momentos, siendo el primero el que corresponde al enlosado inicial y el cuarto el visible en el momento de cierre de la excavación en la presente campaña. De este último momento, se ha realizado también una colección específica para un enterramiento (que también aparece en la documentación general de la fase).

En el momento de las tomas, las cámaras incluyen una serie de campos con información técnica en las imágenes, datos como la velocidad de captura, la marca de la cámara, la fecha, etc. Esta información responde a un conjunto de descriptores denominado Exif⁴.

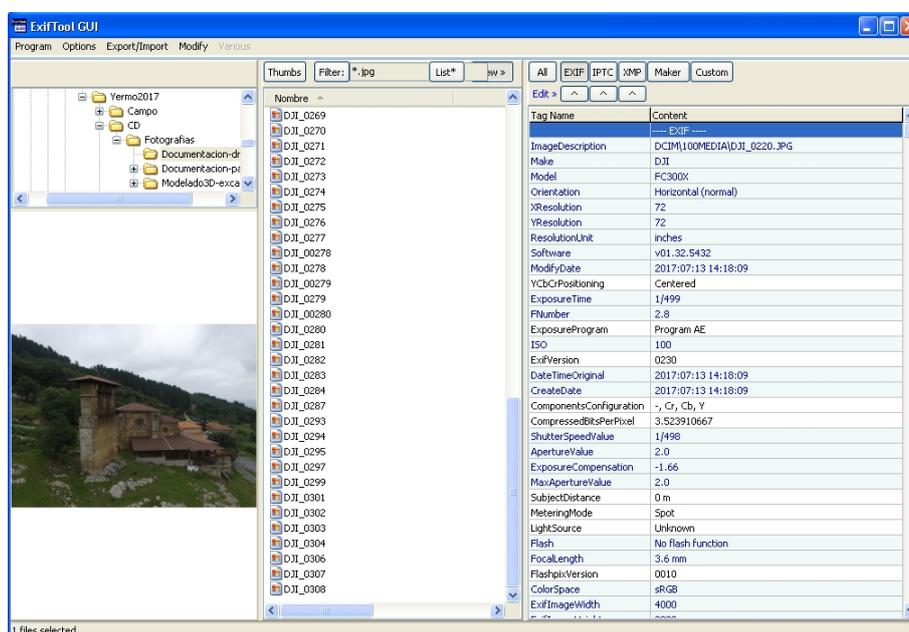


Fig. 16.- Muestra de algunos de los metadatos Exif incluidos por defecto en una fotografía tomada desde el dron (programa *ExifTools*®)

⁴ Exif (*Exchangeable image file format*) incluye principalmente datos técnicos sobre las condiciones de la toma (distancia focal, apertura, tiempo de exposición, espacio de color, etc.) además puede registrar datos de posición (si la cámara dispone de un receptor GPS integrado) y una breve descripción de la imagen.

Además de los datos que se registran por defecto, también es posible editar estos valores con el fin de incorporar información descriptiva que indique, por ejemplo, el nombre del autor, una breve descripción de la escena o la localización (mediante coordenadas geográficas).

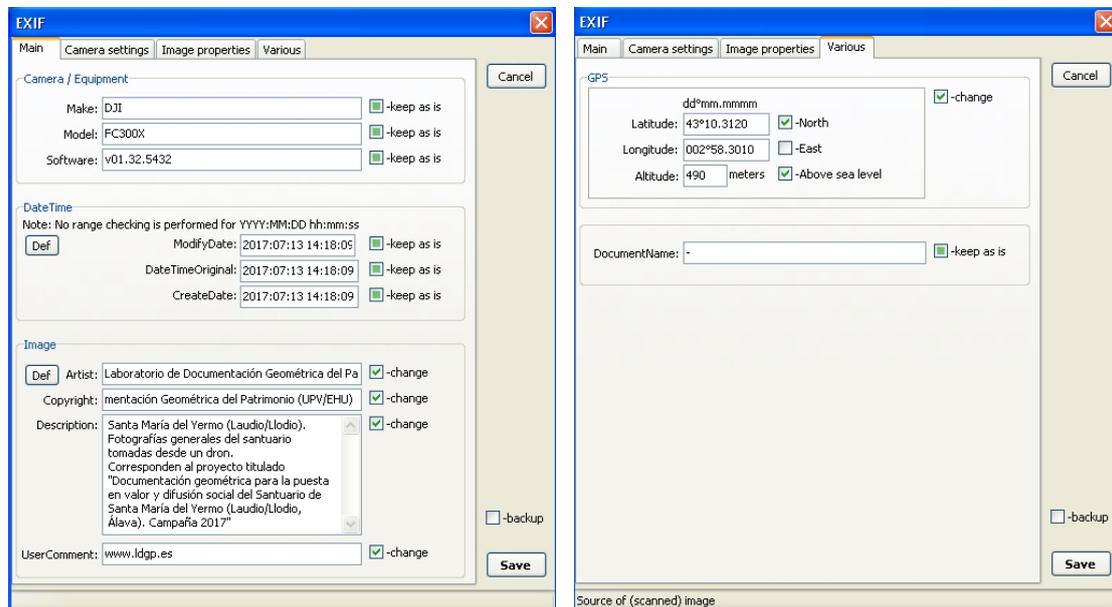


Fig. 17.- Metadatos Exif incorporados a las imágenes. En concreto, el autor de la imagen, una web de referencia, una descripción de las tomas y la localización mediante coordenadas (longitud, latitud y altura).

Las descripciones insertadas en las fotografías pueden enriquecerse aún incorporando además otra lista de valores denominada IPTC⁵, la cual complementa la información sobre el creador de la imagen, los derechos asociados y la ubicación de la zona (en este caso, mediante topónimos).

⁵ IPTC (*International Press and Telecommunications Council*) son metadatos que informan sobre el lugar fotografiado (mediante topónimos), los derechos asociados a la imagen y el creador de la misma.

Contenido IPTC		
Titular	Excavaciones arqueológicas y difusión del Santuario del Y	<input checked="" type="checkbox"/>
Código de tema IPTC		<input checked="" type="checkbox"/>
Autor de la descripción	Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio	<input checked="" type="checkbox"/>
Categoría		<input type="checkbox"/>
Otras categorías		<input type="checkbox"/>
Copyright IPTC		
Copyright	Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio	<input checked="" type="checkbox"/>
Estado de copyright	Con copyright	<input checked="" type="checkbox"/>
Términos de uso de derechos		<input type="checkbox"/>
JRL de información de copyright	www.ldgp.es	<input checked="" type="checkbox"/>
Creador IPTC		
Creador	Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio	<input checked="" type="checkbox"/>
Dirección del creador	Elorriaga, 1. Desp. 2.01 (GPAC) - Edificio Micaela Portilla	<input checked="" type="checkbox"/>
Ciudad del creador	Vitoria-Gasteiz	<input checked="" type="checkbox"/>
Estado / provincia del creador	Álava	<input checked="" type="checkbox"/>
Código postal del creador	01006	<input checked="" type="checkbox"/>
País del creador	España	<input checked="" type="checkbox"/>
Teléfono del creador	+34 945 013222 / 3264	<input checked="" type="checkbox"/>
Correo electrónico del creador	ldgp@ehu.eus	<input checked="" type="checkbox"/>
Sitio Web del creador	http://www.ehu.eus/docarq	<input checked="" type="checkbox"/>
Cargo del creador		<input type="checkbox"/>
Imagen IPTC		
Fecha de creación	2017	<input checked="" type="checkbox"/>
Género intelectual		<input type="checkbox"/>
Escena		<input checked="" type="checkbox"/>
Ubicación	Santuario de Santa María del Yermo	<input checked="" type="checkbox"/>
Ciudad	Laudio/Llodio	<input checked="" type="checkbox"/>
Estado / provincia	Álava	<input checked="" type="checkbox"/>
País	España	<input checked="" type="checkbox"/>
Código de país ISO	ES	<input checked="" type="checkbox"/>
Estado IPTC		
Título		<input checked="" type="checkbox"/>
Identificador de trabajo	Documentación geométrica para la puesta en valor y difus:	<input checked="" type="checkbox"/>

Fig. 18.- Metadatos IPTC incorporados a las imágenes.

Una vez enriquecidas con metadatos, las imágenes son autodescriptivas por lo que, independientemente de cómo se distribuyan, mantendrán el contexto de su obtención. Por otro lado, las imágenes pueden ser gestionadas con programas que son capaces de leer estos metadatos de forma que se pueden realizar búsquedas, clasificaciones, etc.

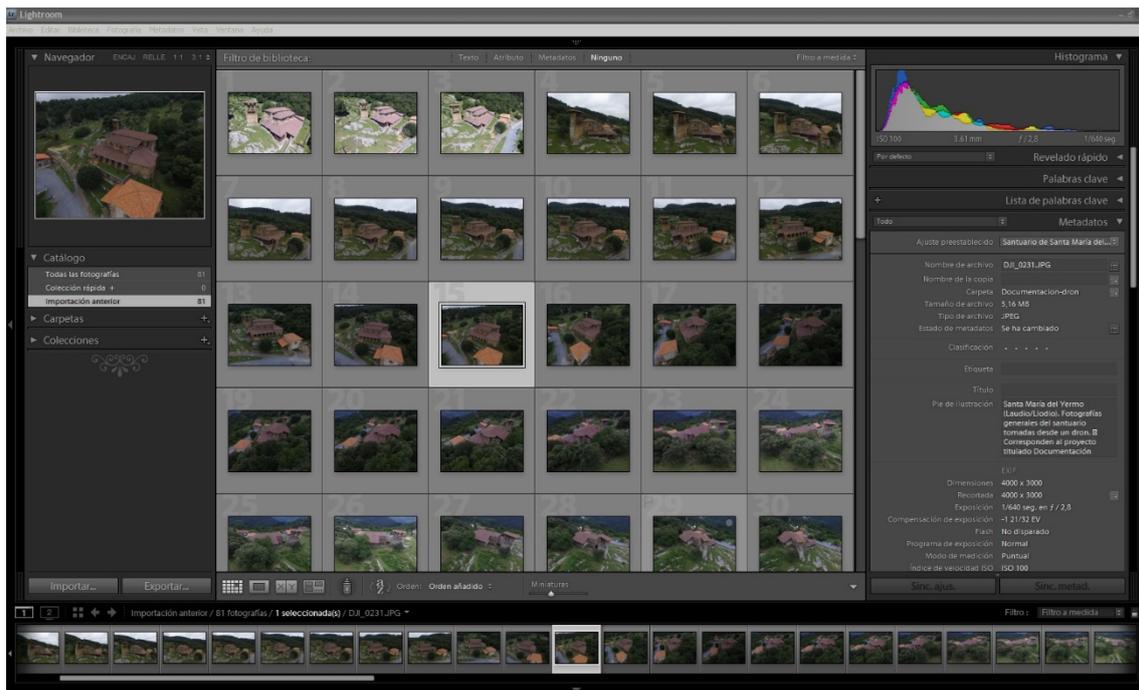


Fig. 19.- Gestión de las fotografías a través de sus metadatos (panel de la derecha) en un software para el tratamiento de datos (*Adobe Lightroom*[®]).

Por último, se procede a renombrar los ficheros conforme al siguiente criterio (por ejemplo: «ldgp_YER2017_foto_dron-37.jpg»):

- ldgp : indicador del autor de las fotografías (Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio de la UPV/EHU).
- YER2017 : identificador interno del proyecto formado por tres letras relativas al elemento patrimonial (Yermo) y el año de actuación.
- foto : tipo de documento, en este caso una fotografía⁶.
- dron-37 : nombre específico de cada documento.
- jpg : tipo de fichero (en concreto, imagen en formato JPEG).

4.3.3.- Modelado 3D con textura fotográfica de elementos representativos

El proceso de modelado 3D es similar al realizado en las dos campañas anteriores. El software empleado es *Agisoft Photoscan*[®]. En primer lugar, se cargan las fotografías que corresponden a cada modelo. El programa realiza una búsqueda de puntos comunes en diferentes fotografías, a partir de los cuales genera una primera reconstrucción 3D de la posición de las cámaras y un cálculo de la posición de los puntos utilizados para relacionar las cámaras (nube de puntos dispersa).

⁶ Este mismo criterio se utilizará con otros documentos como: ortoimágenes, planos, modelos 3D, etc.

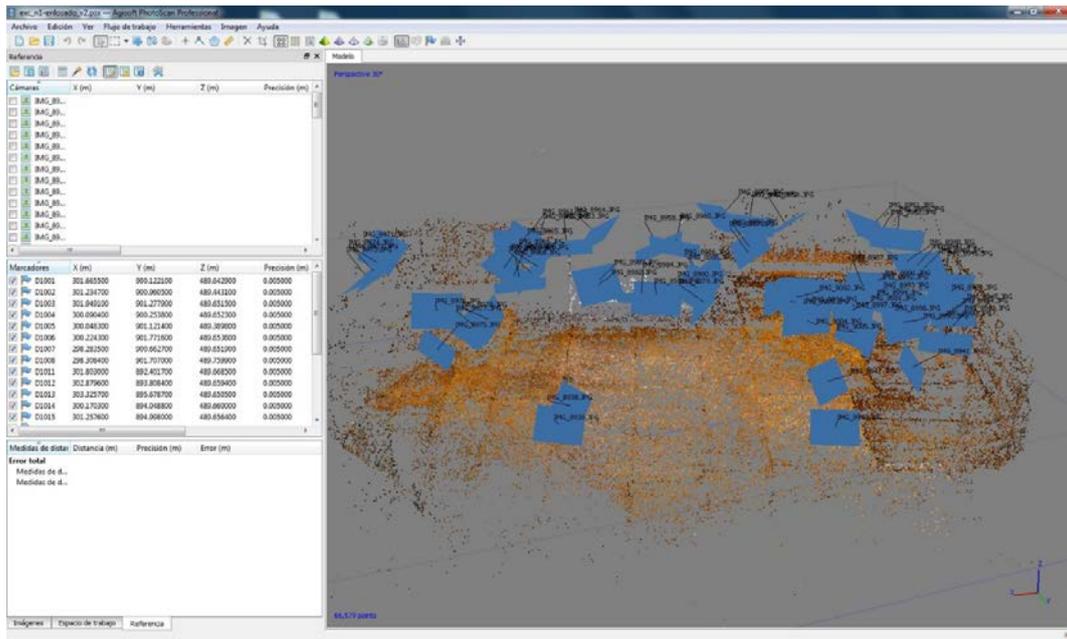


Fig. 20.- Orientación relativa de las cámaras y nube de puntos dispersa del nivel inicial de la excavación (enlosado).

Conociendo la posición de las cámaras se procede a generar una nube de puntos densa, para lo cual se realiza una identificación de puntos comunes en varias fotografías, cuyas coordenadas se calculan por intersección de haces. Esta nube de puntos aún se encuentra en coordenadas relativas, para referirla al sistema del proyecto se marcan los puntos de apoyo sobre las fotografías o el modelo y se calcula la transformación de coordenadas.

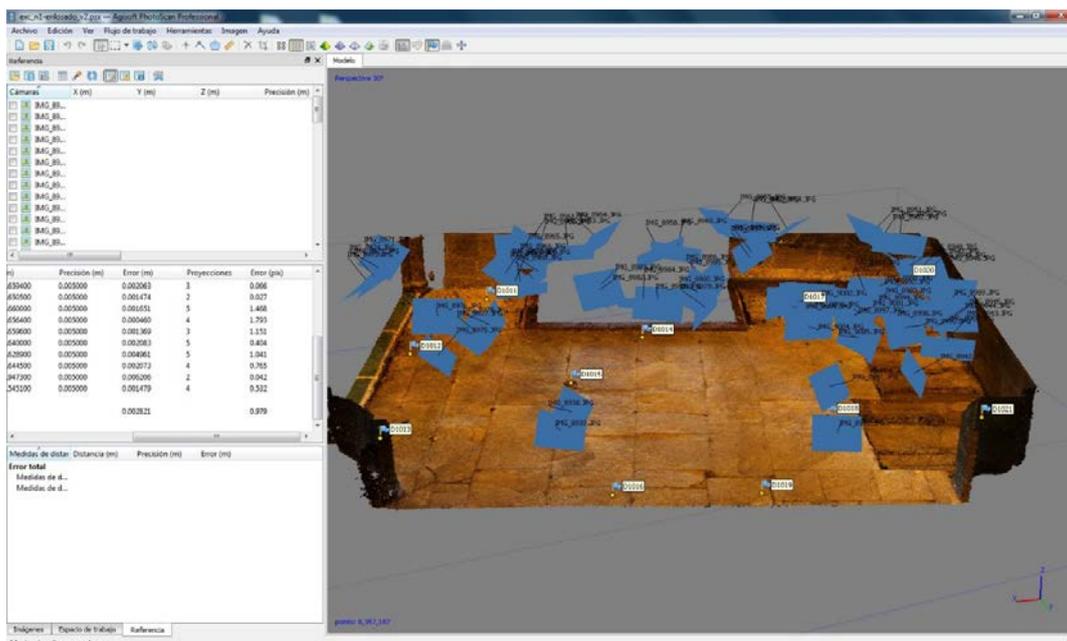


Fig. 21.- Nube de puntos densa y localización de los puntos de apoyo (señalados con iconos de banderas).

El siguiente paso consiste en la generación de una superficie de mallas a partir de la nube de puntos.

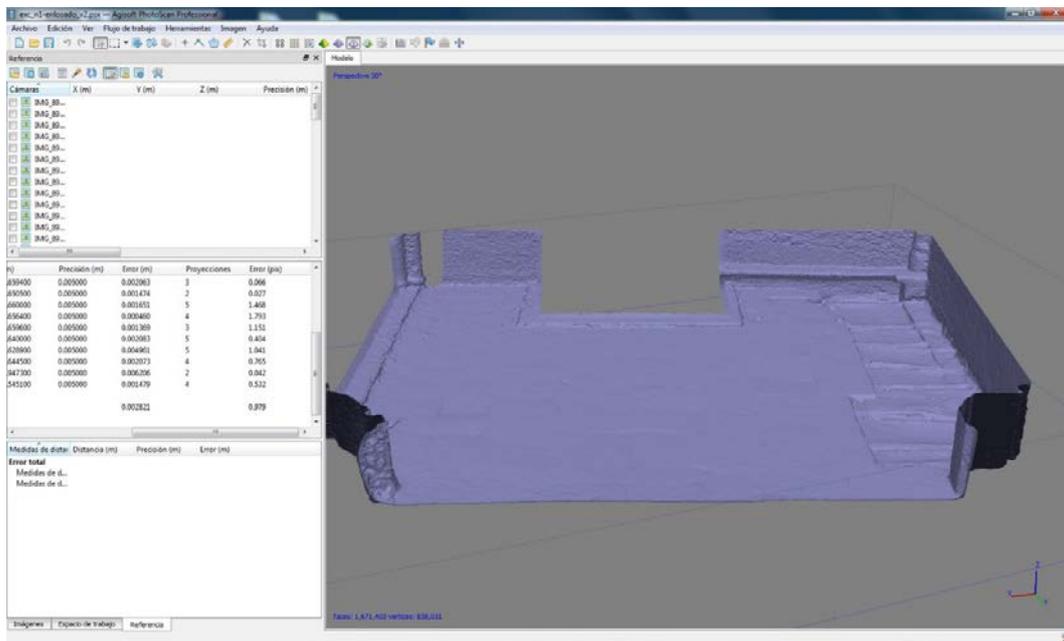


Fig. 22.- Superficie de mallas.

A esta superficie se le aplican las texturas desde las fotografías, obteniendo así un modelo tridimensional de superficies con texturas fotográficas.

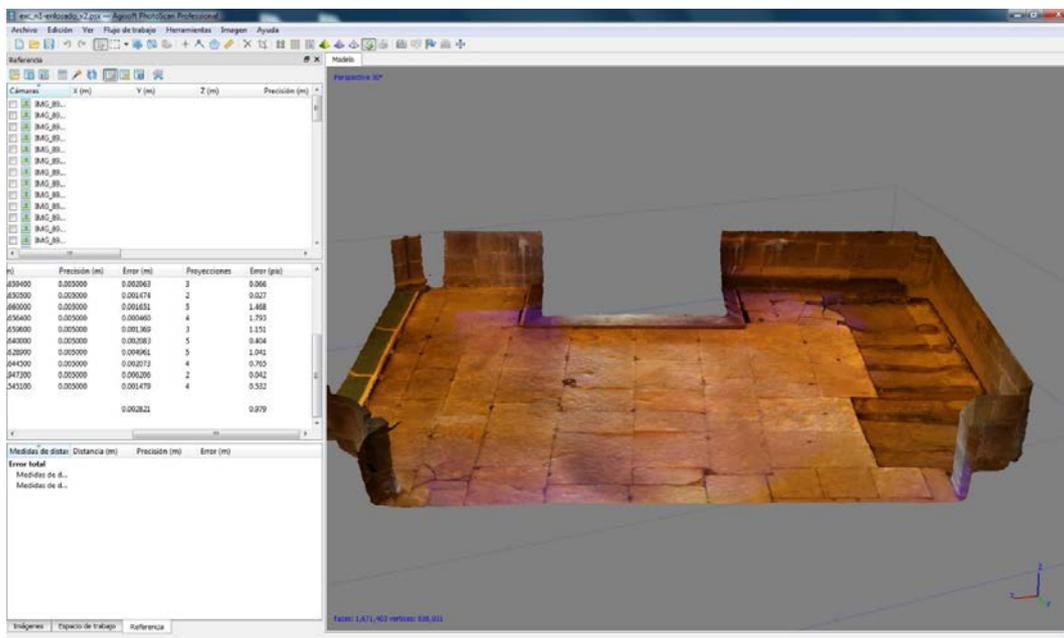


Fig. 23.- Modelo de superficies con textura fotográfica.

Los ficheros se exportan en formatos de intercambio PLY y OBJ de forma que puedan utilizarse con una amplia gama de programas de visualización y tratamiento de modelos 3D.

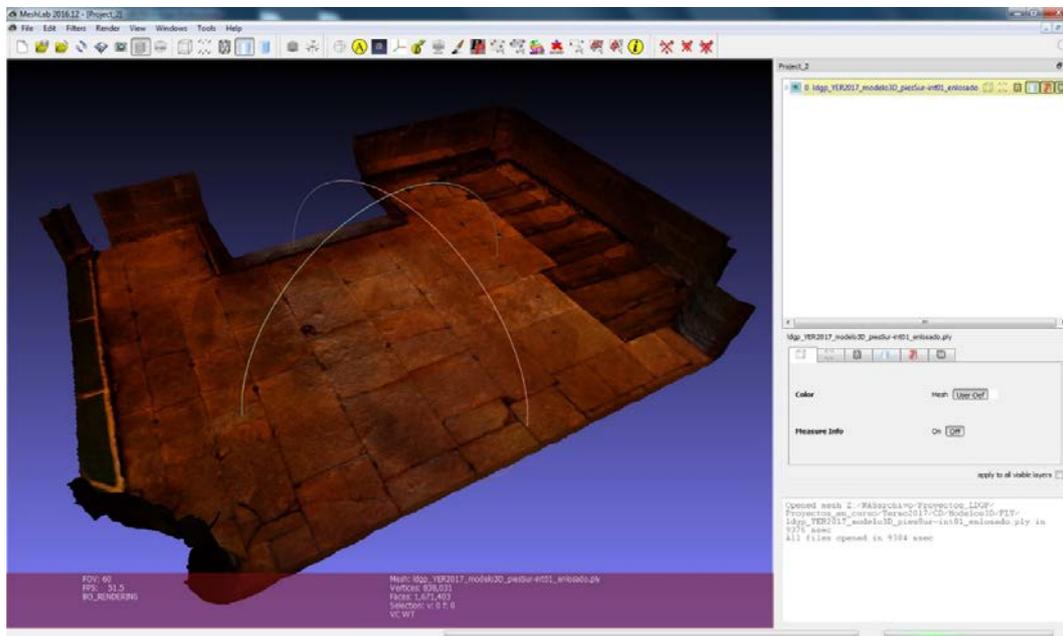


Fig. 24.- Modelo 3D del enlosado visualizado en el software Meshlab®.

Estos modelos se encuentran en el sistema de coordenadas del proyecto, que es el mismo utilizado en las campañas anteriores⁷. Por este motivo, los modelos del presente año pueden visualizarse de forma conjunta con los de años anteriores.

⁷ Las coordenadas de los modelos están desplazadas respecto a las UTM de la cartografía 502.000 en X y 4.779.000 en Y. De esta forma, los ficheros son más compactos y se evitan los problemas que algunos programas de visualización 3D presentan con coordenadas con muchas cifras significativas.

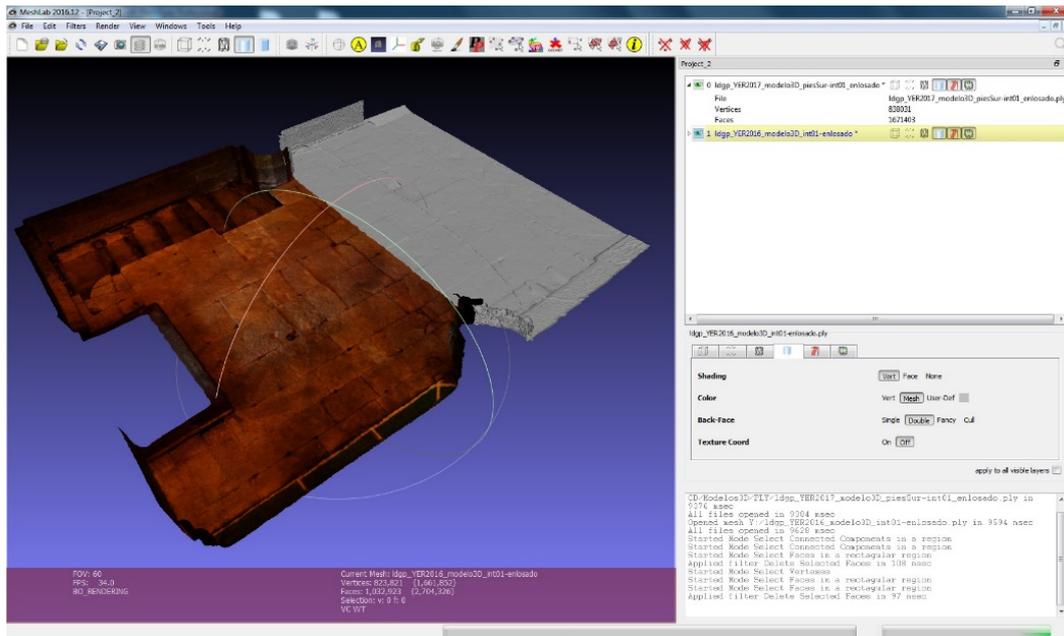


Fig. 25.- Modelo 3D del enlosado documentado en la presente campaña (con textura fotográfica) visualizado conjuntamente al enlosado de la campaña 2016 (visualizado con un sombreado en color gris).

Asimismo, también es posible visualizar de forma simultánea varias fases de la misma excavación.

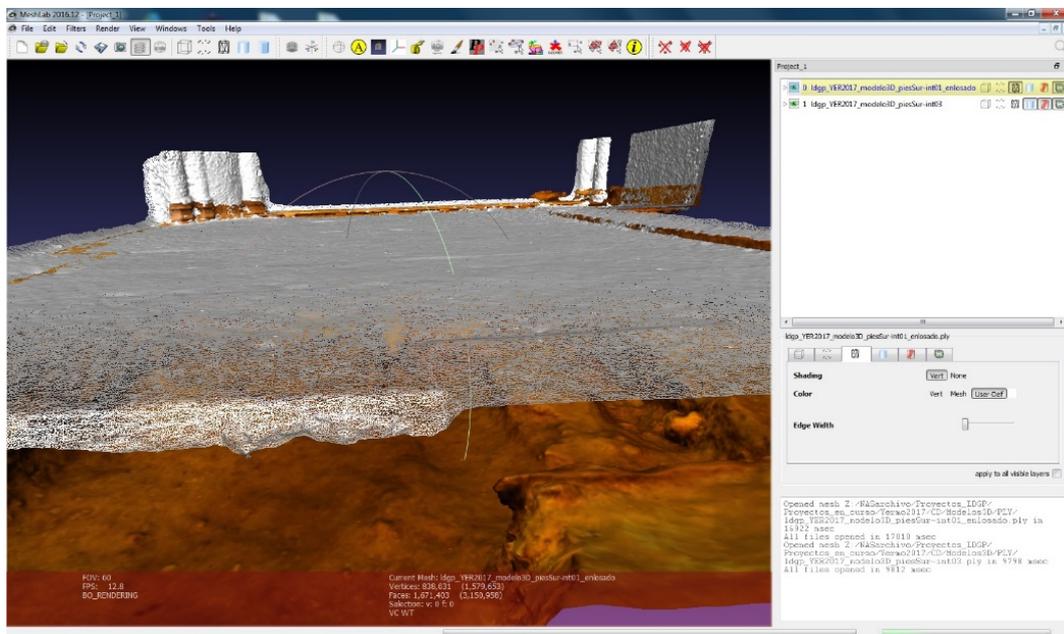


Fig. 26.- Modelo 3D del enlosado inicial (mostrado con una red de triángulos en color blanco) visualizado de forma simultánea con el nivel 3 de la excavación (con texturas fotográficas).

Por otro lado, los modelos también se han exportado en formato PDF-3D, el cual puede visualizarse en el software gratuito *Adobe Acrobat Reader*®. El cual, además, ofrece algunas herramientas para generar secciones, realizar medidas, insertar comentarios, etc.

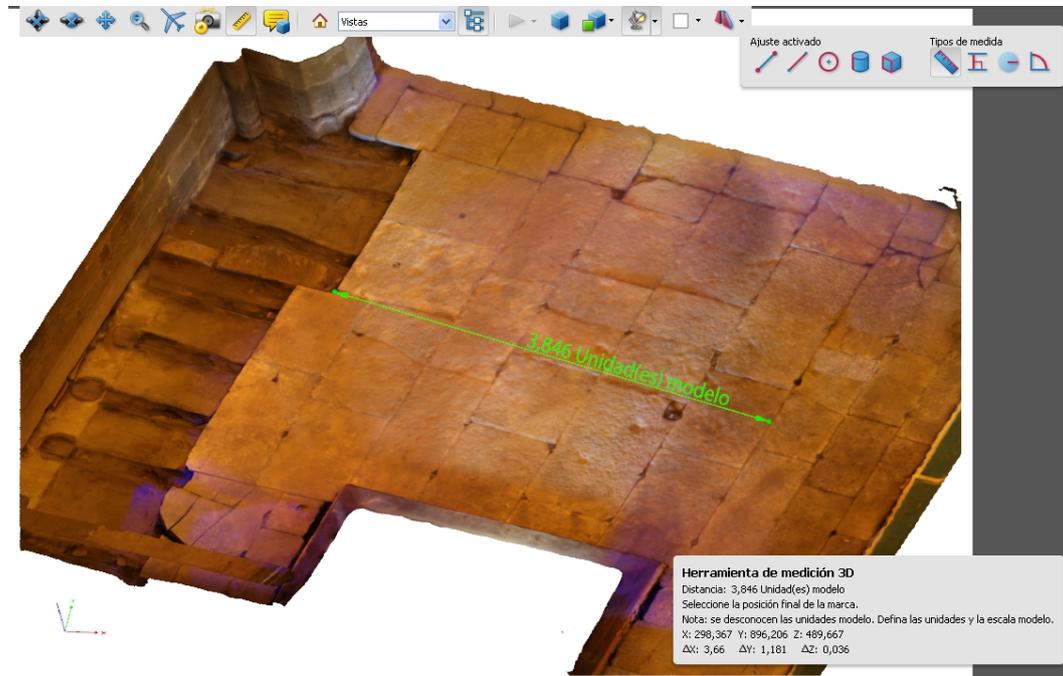


Fig. 27.- Modelo 3D del enlosado, exportado como archivo PDF-3D.

En total, se han generado 5 modelos: uno correspondiente a la zona junto a la puerta oeste (que está situado sobre la zona de actuación de la campaña 2016) y los cuatros correspondientes a la zona junto al acceso sur. La colección de fotografías específica del enterramiento del último día no se ha modelado ya que aparece igualmente en el modelo general de la fase de excavación, no obstante, las fotografías se presentan en el CD adjunto por si interesa trabajar con ellas en otro momento.

4.3.4.- Productos derivados del modelo 3D

A partir de los modelos 3D se pueden obtener vistas ortográficas (ortoimágenes) que posteriormente se integrarán con el modelo CAD. La resolución de salida de los planos está prevista en 1:50, lo que corresponde con un tamaño de celdilla no mayor de 1 cm. En este caso, teniendo en cuenta los elementos que se quieren representar y las ortoimágenes generadas en las campañas anteriores, se ha decidido obtener imágenes con una resolución de 3 mm.

Las condiciones de iluminación dentro de la iglesia son poco adecuadas, lo que da resultado que las texturas generadas tengan un tono azulado y que incluso aparezcan

algunos efectos cromáticos no deseados. Por este motivo, las ortoimágenes obtenidas con el software fotogramétrico, se han procesado en un programa de tratamiento de imágenes con el fin de obtener un tono más natural.

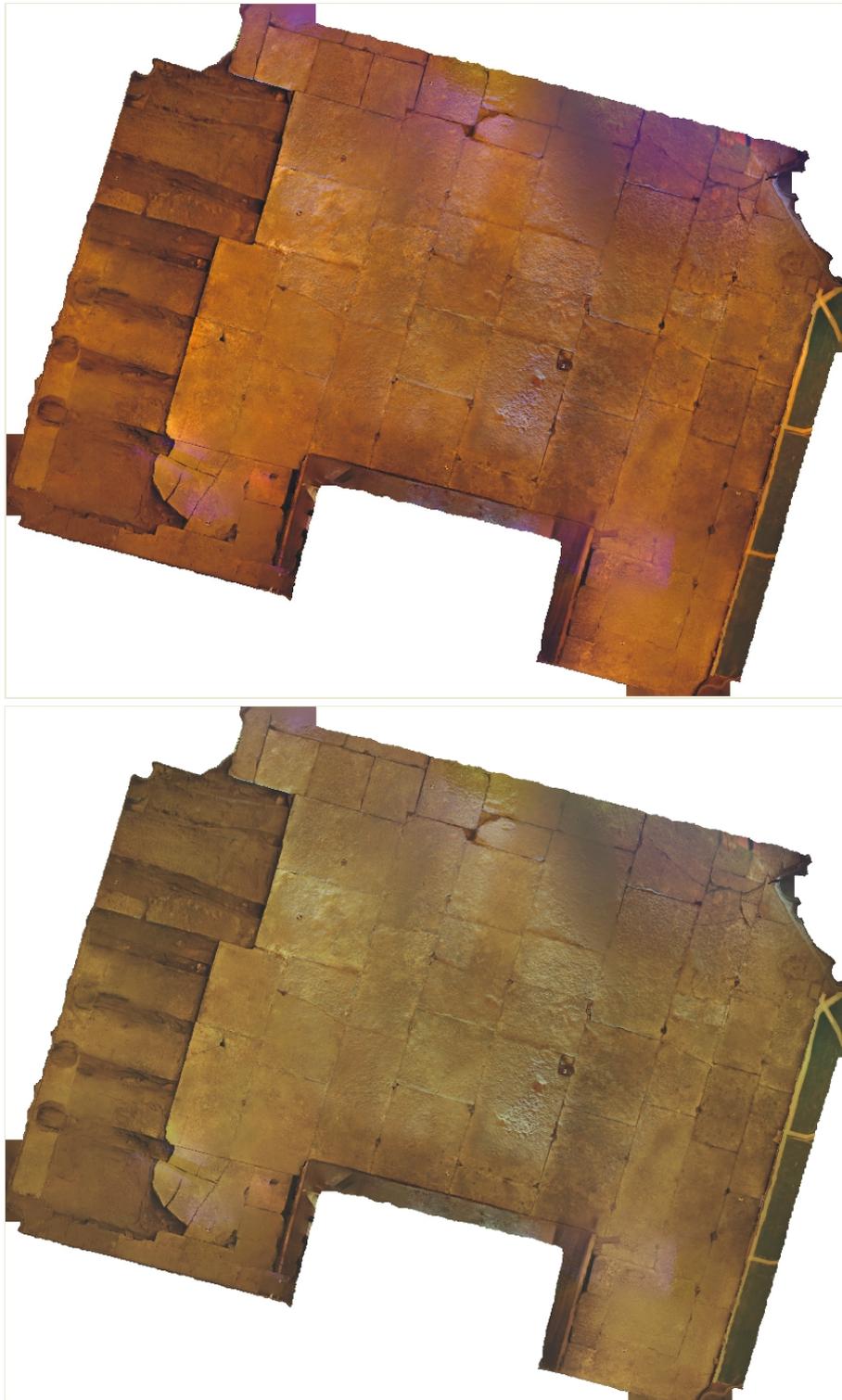


Fig. 28.- Ortoimagen original obtenida a partir del modelo 3D con texturas fotográficas (arriba) y ortoimagen después de tratar la radiometría (abajo).

4.3.5.- Modelo CAD de la excavación y planos

Como se ha comentado, el modelo CAD incluye los elementos vectoriales dibujados en la excavación (UEs) y los puntos de apoyo de cada día de campo. Asimismo, incluye un esquema de la planta de la iglesia que sirve para situar las unidades en su contexto.

Las ortoimágenes se integran con las líneas que corresponden a la definición vectorial de las unidades estratigráficas, lo que permite hacer representaciones conjuntas en las que se aprecie la disposición de las UE en el momento de la excavación.

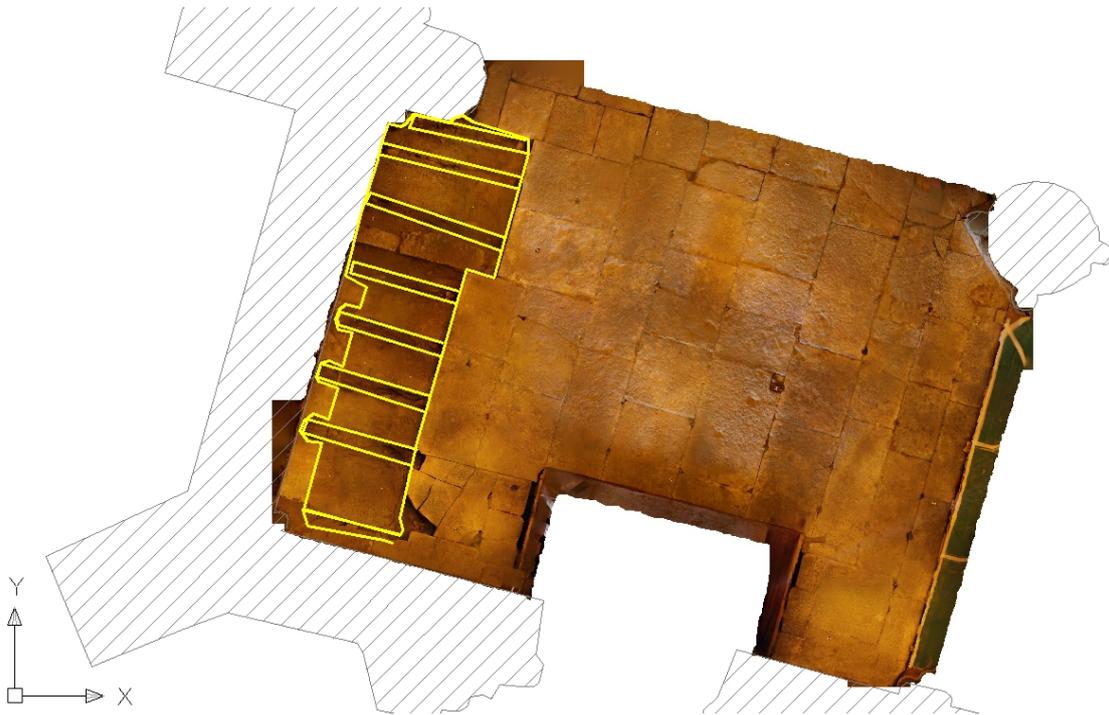


Fig. 29.- Ortoimagen del enlosado inicial de la zona excavada en la presente campaña sobre la que se representan la UE 301 (líneas amarillas).

En el mismo fichero CAD se han preparado las salidas gráficas (planos) representativos de la excavación. Como en las campañas anteriores, estos planos corresponden – además de un primer plano con una planta general- con las ortofotografías realizadas a escala 1:50, el tamaño del papel es A3.

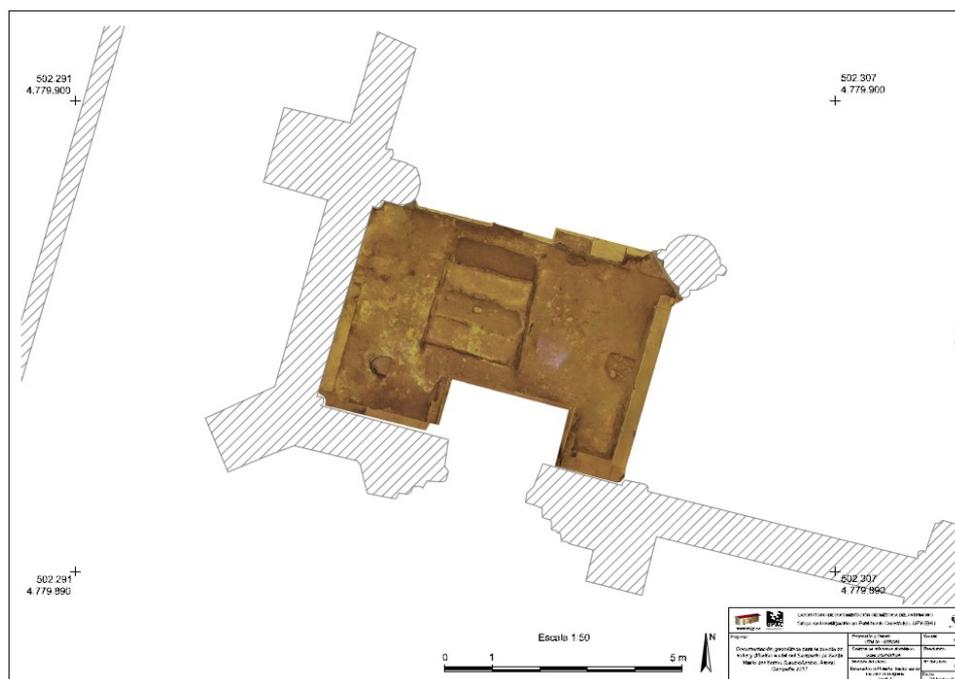


Fig. 30.- Plano correspondiente a la segunda fase de la excavación en la zona sur sur de los pies de la iglesia.

Dentro del fichero CAD, la información se organiza en capas según la siguiente estructura.

00_Cajetin	02_UE_249
00_Ventanasgráficas	02_UE_250
01_apoyo_piesS-n1_piesC-n5	02_UE_251
01_apoyo_piesS-n2	02_UE_252
01_apoyo_piesS-n3	02_UE_253
01_apoyo_piesS-n4	02_UE_254
01_ptoscota2017	02_UE_255
02_contorno-exc2017	02_UE_256
02_UE_012	02_UE_301
02_UE_100	02_UE_305
02_UE_101	02_UE_326
02_UE_120	02_UE_333
02_UE_124	02_UE_334
02_UE_200	02_UE_335
02_UE_202	02_UE_338
02_UE_204	02_UE_350
02_UE_205	02_UE_351
02_UE_212	02_UE_356
02_UE_217	02_UE_357
02_UE_219_enterramiento	02_UE_359
02_UE_222	02_UE_360
02_UE_223	02_UE_369
02_UE_225	02_UE_371
02_UE_228	02_UE_378
02_UE_228b	02_UE_383
02_UE_229	02_UE_401
02_UE_230	04_orto_piesC_nivel05-3mm
02_UE_240	04_orto_piesS_nivel01-3mm
02_UE_241	04_orto_piesS_nivel02-3mm
02_UE_245	04_orto_piesS_nivel03-3mm
02_UE_246	04_orto_piesS_nivel04-3mm
02_UE_247	05_plantaredibujada
02_UE_248	05_plantaredibujada-sombreado

Fig. 32.- Listado de capas del fichero CAD.

El contenido de cada capa es el siguiente:

- Las capas que comienzas por el código “00_” contienen elementos auxiliares para la maquetación de los planos (en concreto, los cajetines y las ventanas gráficas).
- Las capas que comienzan por el código “01_” contienen elementos puntuales, en especial, los puntos de apoyo de cada día de campo que se han empleado para el modelado fotogramétrico.
- Las capas que comienzan por el código “02_” representan elementos vectoriales formados por líneas y puntos. En este grupo se encuentran las representaciones vectoriales de las diferentes UE documentadas en campo. Dado que en el presente campaña se ha realizado una documentación de un nivel de la zona central (la trabajada en la campaña 2016), además de las UE del presente año, también se han mantenido las de la mencionada campaña 2016.
- Las capas que comienzan por el código “04_” contienen las ortoimágenes, escaladas y situadas en su posición correspondiente.
- Las capas que comienzan por el código “05_” muestran la planta esquemática del edificio que se usa como referencia para las salidas gráficas.

5.- CONTENIDO DEL CD

El CD adjunto incluye la información que se detalla a continuación:

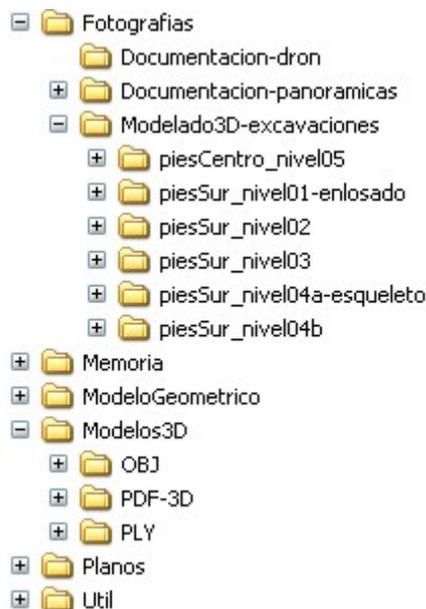


Fig. 33.- Carpetas del CD de la presente campaña.

De forma detallada, el contenido de cada carpeta es:

- **Fotografías:** se incluyen, por un lado, imágenes de documentación, que constan de vistas aéreas desde un dron e imágenes panorámicas de 360°. En el Anexo IV se describe cómo descargar un visor para explorar las imágenes de 360° de forma interactiva. En segundo lugar, se presentan las subcarpetas que incluyen las fotografías utilizadas para el modelado fotogramétrico de cada fase de la excavación.
- **Memoria:** copia de este documento en formato PDF.
- **Modelo Geométrico:** archivo CAD que incluye las UE en formato vectorial conjuntamente con las ortoimágenes georreferenciadas, incluye también los planos maquetados. Se presenta en los formatos DWG (de *AutoCAD*®) y DXF de intercambio.
- **Modelos 3D:** modelos tridimensionales de cada una de las fases de la excavación registradas. Se presentan en formatos de intercambio OBJ y PLY, así como en formato PDF-3D.
- **Planos:** copia en formato PDF de los planos generados.
- **Útil:** información sobre el formato DXF y los esquemas de metadatos de imágenes que se han incorporado a las fotografías.

ANEXOS

Anexo I: Instrumental empleado

Las características técnicas y el certificado de calibración de la estación total utilizada se presentan a continuación:

- when it has to be right 

Certificado de Verificación y Control Emitido por laboratorio de Leica Geosystems

Cliente	UNIVERSIDAD DEL PAIS VASCO NIVES CANO 12 01006 GASTEIZ	Nº de Certificado	301211531
		Fecha Inspección	20.06.2016
Producto	TCR1205 R300	Nº Serie	213379
Nº Artículo	737436	Nº Equipo	1756827

Identificación de patrones

Ángulos: Colimador de ejes Wild modelo 381546 nº 9694 con certificado CEM número 160307009
Distancias: Línea base con centrado forzoso y 2 reflectores con certificado del CEM número 160307010

Los certificados de nuestros patrones pueden ser descargados en el siguiente link:
http://www.leica-geosystems.es/es/Servicio-Tecnico_52995.htm

Incertidumbre asociada a los patrones e instrumento objeto

La incertidumbre asociada con el patrón e instrumento al que hace referencia este certificado está calculada para un factor de cobertura K=2, aproximadamente equivalente a un nivel de confianza del 95%. La incertidumbre se ha determinado conforme al documento EAL-R2 (1996) cuya designación actual es EA-4/02.

Procedimientos de verificación

Patrones: Procedimiento descrito en documentación interna de Leica Geosystems S.L., P.C.P LG 05-11.
Instrumento: Procedimiento descrito en documentación interna de Leica Geosystems S.L., P.V.TPS LG 05-11, P.A. TPS LG 05-11.

Condiciones ambientales:

Temperatura durante la revisión 22°C +/- 3°C.
Los resultados se refieren al momento y condiciones en que se efectuaron las mediciones.

Cálculo de resultados:

Los resultados aquí obtenidos pueden resultar por debajo de las precisiones marcadas en las características técnicas dadas por el fabricante debido a las condiciones ideales en las que se realizan las mediciones. Los valores de salida en los resultados se marcarán en el valor de la tolerancia.

Este Certificado no puede ser reproducido parcial ni en su totalidad sin
previa aprobación escrita de la entidad emisora

Page 4/2



Leica Geosystems S.L.
Nicaragua 46, 08026 Barcelona Spain
www.leica-geosystems.es



Certificado

Por la presente, certificamos que el producto descrito ha sido testeado y cumple con las especificaciones del producto detalladas a continuación.

- Valido Los resultados del ensayo están dentro de la especificación del producto
 No Valido Los resultados del ensayo no están dentro de la especificación del producto

Mediciones

Error de entrada:

	M1
Desviación Hz (Gon)	0.0002
Desviación V (Gon)	0.0016
Desviación D1 (mm)	0.3

Error de Salida:

	M1	M2	M3	M5	M5
Desviación Hz (Gon)	0.0003	0.0001	0.0003	0.0003	0.0003
Desviación V (Gon)	0.0002	0.0001	0.0002	0.0002	0.0001
Desviación D1 (mm)	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3

Resultados:

	Entrada	Tolerancia	Salida	Incertidumbre
Desviación Hz (Gon)	0.0016	0.0015	0.0015	0.0001
Desviación V (Gon)	0.0015	0.0015	0.0015	0.0002
Desviación distancia (mm)				
Distanciómetro Infrarrojo	2	2mm + 2 ppm	2	0.2
Distanciómetro láser	3	3mm + 2 ppm	3	0.2

Notas

- Terminología V: valor ángulo vertical.
 Hz: valor ángulo horizontal.
 D1: distancia conocida y certificada por el CEM.
 Mx: número de medida realizada.

Leica Geosystems S.L.

20.06.2016

Leica Geosystems, S.L.
 Ctra. Bilbao Plencia, 31
 Edificio 1000 n° 294
 Itziar Miguel. (Técnico: 110336)
 Junior Service Technician

Javier Carbonero
 Manager Technical Service

Sociedad Unipersonal inscrita en el Registro Mercantil de Barcelona, Tomo 29.906, Folio 107, Hoja B-165005, Inscripción 1, C.I.F. B-0326297

Este Certificado no puede ser reproducido parcial ni en su totalidad sin
previa aprobación escrita de la entidad emisora



Leica Geosystems S.L.
 Nicaragua 46, 08026 Barcelona Spain
www.leica-geosystems.es

En cuanto al dron que se ha empleado, sus características son las siguientes:

Apéndice

Especificaciones	
Aeronave	
Peso (batería y hélices incluidas)	1280 g
Velocidad de ascenso máx.	5 m/s
Velocidad de descenso máx.	3 m/s
Velocidad máx.	16 m/s (modo ATTI, sin viento)
Altitud de vuelo máx.	6000 m
Tiempo de vuelo máx.	23 minutos aprox.
Temperatura de funcionamiento	0 °C a 40 °C
Modo GPS	GPS/GLONASS
Gimbal	
Intervalo controlable	Inclinación -90° a +30°
Posicionamiento visual	
Intervalo de velocidad	< 8 m/s (2 m sobre el nivel del suelo)
Intervalo de altitud	30 cm-300 cm
Intervalo de funcionamiento	30 cm-300 cm
Entorno de funcionamiento	Superficies con patrones e iluminación brillante (> 15 lux)
Cámara	
Sensor	Sony EXMOR 1/2.3"
	Píxeles efectivos: 12,4 M (píxeles totales: 12,76 M)
Objetivo	FOV 94° 20 mm (equivalente a formato de 35 mm) f/2,8
Intervalo de ISO	100-3200 (vídeo) 100-1600 (fotos)
Velocidad obturador electrónico	8 s -1/8000 s
Tamaño máx. imagen	4000 x 3000
	Disparo único
	Disparo en ráfagas: 3/5/7 fotografías
	Horquilla de exposición automática (AEB): 3/5 fotografías horquilladas con sesgo de 0,7 EV
	Disparo a intervalos
Tipos de tarjetas SD admitidas	MicroSD
	Capacidad máx.: 64 GB Se necesita clasificación clase 10 o UHS-1
	UHD: 4096x2160 p 24/25, 3840x2160 p 24/25/30
Modos de grabación de vídeo	FHD: 1920x1080 p 24/25/30/48/50/60
	HD: 1280x720 p 24/25/30/48/50/60
Tasa de bits máx. para almacenamiento de vídeo	60 Mbps
	FAT32/exFAT
Formatos de archivo admitidos	Fotografía: JPEG, DNG
	Vídeo: MP4/MOV (MPEG-4 AVC/H.264)
Intervalo de temperaturas de funcionamiento	0 °C a 40 °C

Phantom 3 Professional Manual del usuario

Controlador remoto	
Frecuencia de funcionamiento	2400 GHz-2483 GHz
Distancia de transmisión	2000 m (exteriores y sin obstrucciones)
Puerto de salida de vídeo	USB
Intervalo de temperaturas de funcionamiento	0 °C-40 °C
Batería	6000 mAh LiPo 2S
Soporte para dispositivo móvil	Tabletas y teléfonos inteligentes
Potencia de transmisión (EIRP)	FCC: 20 dbm; CE:16 dbm
Voltaje de funcionamiento	1,2 A a 7,4 V
Cargador	
Voltaje	17,4 V
Potencia nominal	100 W
Batería de vuelo inteligente (PH3-4480 mAh-15,2 V)	
Capacidad	4480 mAh
Voltaje	15,2 V
Tipo de batería	LiPo 4S
Energía	68 Wh
Peso neto	365 g
Temperatura de funcionamiento	-10°a 40°
Potencia de carga máx.	100 W

Apéndice

Descripción del indicador de estado de la aeronave

Normal

 P:G:Y Parpadeo alternativo en rojo, verde y amarillo	Encendido y autocomprobación
 P:Y Parpadeo alternativo en verde y amarillo	Aeronave en calentamiento
 P:G Parpadeo lento en verde	Vuelo seguro (modo P con GPS y posicionamiento visual)
 P:G X2 Parpadeo en verde dos veces	Vuelo seguro (modo P con posicionamiento visual pero sin GPS)
 P:Y Parpadeo lento en amarillo	Vuelo seguro (modo A sin GPS ni posicionamiento visual)

Advertencia

 P:Y Parpadeo rápido en amarillo	Pérdida de señal del controlador remoto
 P:R Parpadeo lento en rojo	Advertencia de batería baja
 P:R Parpadeo rápido en rojo	Advertencia de batería crítica
 P:R Parpadeo alternativo en rojo	Error de IMU
 P:R — Rojo fijo	Error crítico
 P:Y Parpadeo alternativo en rojo y amarillo	Es necesario calibrar la brújula

Por último, la siguiente tabla muestra las especificaciones de la cámara esférica utilizada para la captura de los panoramas.



Guía del usuario de RICOH THETA S

Especificaciones

Sensor de imagen:

1/2,3 CMOS (12,0 megapíxeles totales aproximadamente) x 2

Densidad de píxeles de salida:

14,0 megapíxeles aproximadamente si el tamaño de la imagen es de 5376 x 2688, 2,1 megapíxeles aproximadamente si el tamaño de la imagen es de 2048 x 1024

Objetivo:

Número F: F 2.0

Distancia del objeto: Aproximadamente 10 cm - ∞ (desde el frontal del objetivo)

Composición del objetivo: 7 elementos en 6 grupos x 2

Modo captura:

Imagen fija: Automático, prioridad a la obturación, prioridad ISO (*1), manual

Vídeo: Automático

Distancia del objeto:

Aproximadamente 10 cm - ∞ (desde el frontal del objetivo)

Modo control de exposición:

Programa AE, prioridad de la velocidad de obturación AE, sensibilidad de la ISO AE, exposición manual

Compensación de exposición:

Imagen fija: Compensación manual (-2.0 - +2.0 EV, en pasos de 1/3 EV) (*1)

Sensibilidad ISO (sensibilidad de salida estándar):

Imagen fija: ISO100 - 1600

Vídeo: ISO100 - 1600

Emisión en vivo: ISO100 - 1600

Modo balance de blancos:

Imagen fija: Automático, exterior, sombra, nublado, luz incandescente 1, luz incandescente 2, luz fluorescente de color luz del día, luz fluorescente del blanco natural, luz fluorescente blanca, luz fluorescente de color bombilla, especificación de la temperatura de color (*1)

Vídeo: Automático

Emisión en vivo: Automático

Velocidad de obturación:

Imagen fija: 1/6400 - 1/8 segundos (en modo automático, con prioridad ISO o con prioridad a la obturación), 1/6400 - 60 segundos (en modo manual)

Vídeo: 1/8000 - 1/30 segundos (en tamaño de vídeo 1920 x 1080), 1/8000 - 1/15 segundos (en tamaño de vídeo 1280 x 720)

Emisión en vivo: de 1/8000 segundos a 1/30 segundos

Medio de grabación:

Memoria interna: Aproximadamente 8 GB

Número de fotos que se pueden grabar/tiempo (*2):

Imagen fija: 1600 imágenes aproximadamente si el tamaño de la imagen es de 5376 x 2688, 9000 imágenes aproximadamente si el tamaño de la imagen es de 2048 x 1024

Vídeo (tiempo de grabación): Hasta 25 minutos o menos de 4 GB (*3)

Vídeo (tiempo total de grabación): 65 minutos aproximadamente si el tamaño del vídeo es de 1920 x 1080, 175 minutos aproximadamente si el tamaño del vídeo es de 1280 x 720

Fuente de alimentación:

Batería de ión de litio (integrada) (*4)

Duración de la batería:

260 fotos aproximadamente (*5)

Formato del archivo de imagen:

Imagen fija: JPEG (Exif versión 2.3), compatible con DCF2.0,

Vídeo: MP4 (Vídeo: MPEG-4 AVC/H.264, Audio: AAC)

Otros:

Temporizador automático, captura a intervalos, captura compuesta a intervalos, sistema de horquillado múltiple

Interfaz externa:

Terminal Micro USB: USB 2.0

Terminal Micro HDMI (Tipo-D): HDMI 1.4

Dimensiones exteriores/externas:

44 mm (ancho) x 130 mm (alto) x 22,9 mm (17,9 mm (*6)) (fondo)

Peso:

125 g aproximadamente

Rango de temperatura de funcionamiento:

0 °C - 40 °C

Rango de humedad de funcionamiento:

90 % o inferior

Rango de temperatura de conservación:

-20 °C ~ 60 °C

(*1)

Se necesita un smartphone para cambiar los modos o configurar los ajustes manuales.

(*2)

El número de fotos y el tiempo son solo orientativos. El número real varía según las condiciones de las fotos.

(*3)

Cierre automático si aumenta la temperatura interna.

(*4)

Conecte la batería a un ordenador para que se cargue con el cable USB suministrado.

(*5)

El número de fotos que se pueden tomar es orientativo y se basa en el método de medición de RICOH (conexión Wi-Fi, se toma una foto cada 30 segundos y se transfiere al smartphone). El número real varía según las condiciones de funcionamiento.

(*6)

No incluye la sección del objetivo.

Por lo que respecta a la geometría de estas imágenes, estos panoramas aparecen denominados en ocasiones como «*equirectangular panoramic images*», lo que viene a significar que la imagen en primer lugar se proyecta de forma polar en una esfera unidad y posteriormente esta esfera se convierte en una imagen plana utilizando una proyección cilíndrica equidistante⁸ (también denominada en cartografía con el nombre de «*plate carrée*»). Es decir que si suponemos una posición en esta esfera con la denominación geográfica (longitud, latitud), la coordenada X en la imagen (columna) correspondería con la longitud y la coordenada Y (fila) con la latitud⁹, esto genera que las este tipo de panoramas midan exactamente el doble a lo largo que en altura.

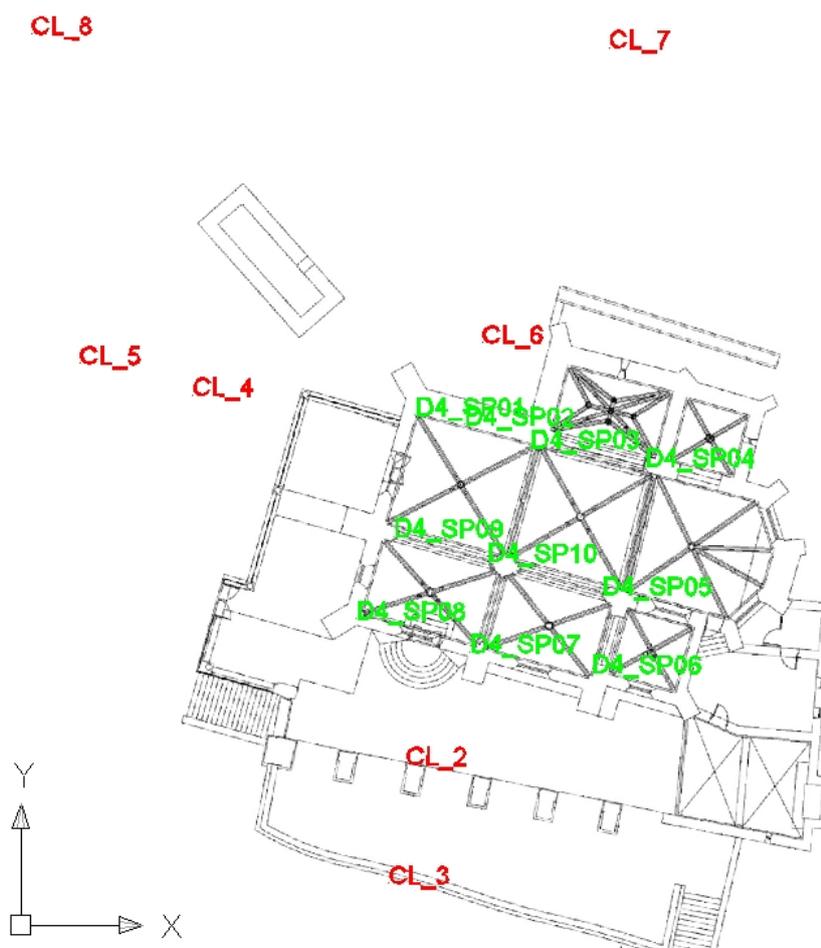
⁸ Para más detalles ver, por ejemplo, la siguiente referencia sobre la formulación matemática (<http://panocontext.cs.princeton.edu/panorama.pdf>).

⁹ Por supuesto, se entiende que las unidades angulares (longitud, latitud) se convierten a píxeles y se escalan en función de la resolución de la cámara (número de píxeles de los que se dispone para la vuelta de horizonte completa, es decir, 360°). Asimismo, hay que tener en cuenta que la coordenada Y (fila) debe mantenerse siempre en valores positivos y que empieza a contar desde la parte superior de la imagen, siendo creciente hacia abajo.

Anexo II: Reseñas de la red topográfica

La red de referencia está compuesta por dos tipos de señales: en primer lugar, estaciones sobre el terreno materializadas mediante clavos, bien directamente sobre roca o en estacas de madera. En segundo lugar, en el interior de la iglesia se han distribuido diez dianas de material plástico de 4x4 cm que se sitúan sobre las paredes.

El siguiente croquis muestra la distribución de todos estos puntos. En rojo las estaciones y en verde las dianas.



De todos estos puntos se dispone de coordenadas UTM-ETRS89 en el huso 30 siendo las alturas (coordenada Z) referidas al nivel del mar (es decir: «ortométricas»).

La geometría relativa de esta red tiene una precisión cercana al centímetro que viene garantizada por el instrumental de campo utilizado (estación total cuyas características se incluyen en el Anexo I) y la metodología de toma de datos empleada. Estas precisiones han sido contrastadas en campo con la realización de comprobaciones entre bases.

Para la obtención de las coordenadas absolutas se dispuso de los valores observados con GNSS en los puntos CL-3, CL-4 y CL-5. La precisión de este posicionamiento absoluto es del orden de 2-3 cm.

Para referir las coordenadas obtenidas con estación total al sistema absoluto se ha procedido a realizar un desplazamiento y un giro (respecto al eje Z) pero no se ha aplicado el factor de escala de la proyección ni el correspondiente a la reducción en altura, de esta manera se garantiza que las medidas realizadas sobre el modelo correspondan a las reales en campo si bien se incrementa ligeramente el error en posicionamiento los puntos.

Las coordenadas de las dianas se presentan en la siguiente tabla.

Punto	X	Y	Z
D4_SP01	502299,470	4779904,829	491,770
D4_SP02	502302,125	4779904,304	491,377
D4_SP03	502305,706	4779903,036	491,652
D4_SP04	502311,923	4779902,048	491,235
D4_SP05	502309,590	4779895,016	491,175
D4_SP06	502309,025	4779890,738	491,987
D4_SP07	502302,417	4779891,860	491,180
D4_SP08	502296,243	4779893,659	491,900
D4_SP09	502298,285	4779898,188	492,072
D4_SP10	502303,354	4779896,841	491,166

En las páginas siguientes se presentan las reseñas y coordenadas de las estaciones.

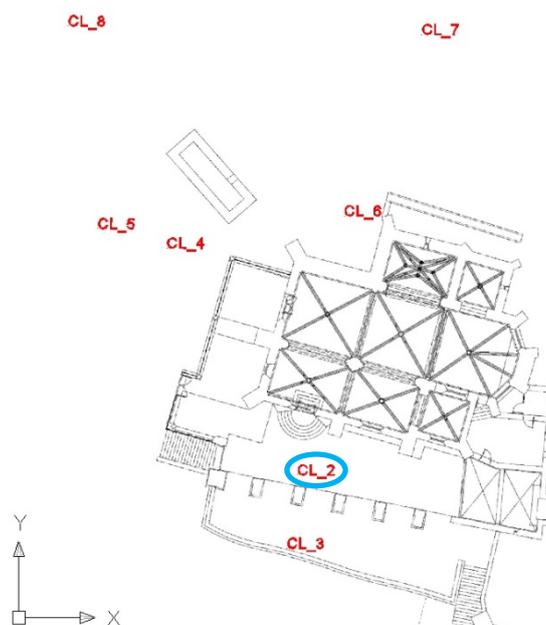
	<p>Documentación geométrica para la puesta en valor y difusión social del Santuario de Santa María del Yermo (Laudio/Llodio, Álava)</p>	
---	--	---

FECHA: 23/06/2015	ESTACIÓN: CL_2	MUNICIPIO: Laudio/Llodio (Álava)	
<p>RESEÑA LITERAL:</p> <p>Clavo de acero con cruz grabada en su cabeza. Sobre una de las losas del empedrado frente a la puerta de acceso desde el sur.</p>		COORDENADAS: UTM 30 – ETRS89	ANAMORFOSIS: 0,9996001
		X = 502298,954	
		Y = 4779885,709	
		Z (nivel del mar) = 488,049	

FOTOGRAFÍAS (general y detalle):



CROQUIS:



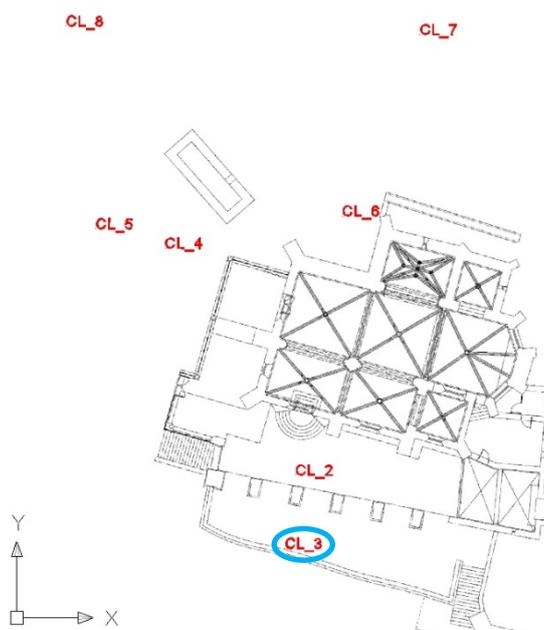
 <p>www.ldgp.es</p>	Documentación geométrica para la puesta en valor y difusión social del Santuario de Santa María del Yermo (Laudio/Llodio, Álava)	 <p>GPAC GRUPO DE PROYECTOS DE ARQUITECTURA PATRIMONIO CONSTRUIDO</p>
--	---	--

FECHA: 23/06/2015	ESTACIÓN: CL_3	MUNICIPIO: Laudio/Llodio (Álava)	
RESEÑA LITERAL: Clavo de acero con cruz grabada en su cabeza. Situado en una base de piedra junto al muro exterior que rodea al pórtico sur.		COORDENADAS: UTM 30 – ETRS89	ANAMORFOSIS: 0,9996001
		X = 502298,016	
		Y = 4779879,188	
		Z (nivel del mar) = 487,975	

FOTOGRAFÍAS (general y detalle):



CROQUIS:



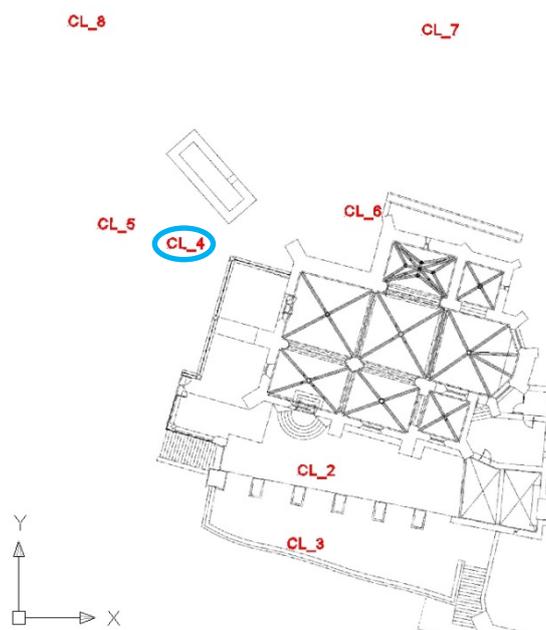
	Documentación geométrica para la puesta en valor y difusión social del Santuario de Santa María del Yermo (Laudio/Llodio, Álava)	
---	---	---

FECHA: 23/06/2015	ESTACIÓN: CL_4	MUNICIPIO: Laudio/Llodio (Álava)	
RESEÑA LITERAL: Clavo de acero con cruz grabada en su cabeza. Situado en una estaca de madera situada a unos 5 metros al exterior del muro del pórtico oeste, frente a la puerta de acceso a la iglesia.		COORDENADAS: UTM 30 – ETRS89	ANAMORFOSIS: 0,9996001
		X = 502287,370	
		Y = 4779905,914	
		Z (nivel del mar) = 489,475	

FOTOGRAFIAS (general y detalle):



CROQUIS:



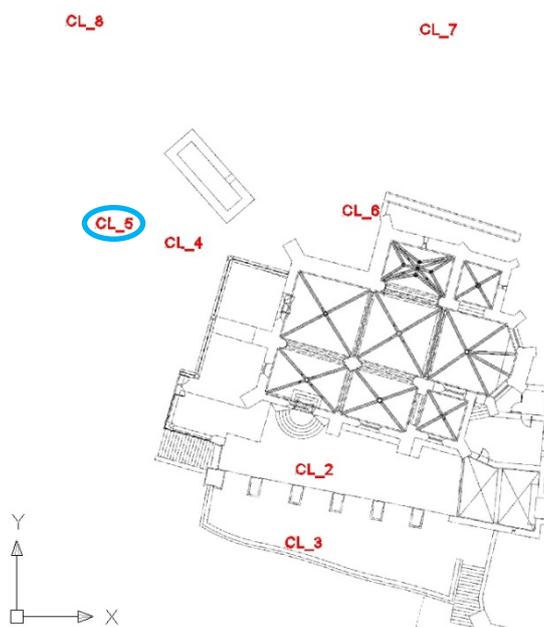
	Documentación geométrica para la puesta en valor y difusión social del Santuario de Santa María del Yermo (Laudio/Llodio, Álava)	
---	---	---

FECHA: 23/06/2015	ESTACIÓN: CL_5	MUNICIPIO: Laudio/Llodio (Álava)	
RESEÑA LITERAL: Clavo de acero con cruz grabada en su cabeza. Situado en una estaca de madera situada a unos 10 metros al exterior del muro del pórtico oeste, frente a la puerta de acceso a la iglesia.		COORDENADAS: UTM 30 – ETRS89	ANAMORFOSIS: 0,9996001
		X = 502281,247	
		Y = 4779907,628	
		Z (nivel del mar) = 489,084	

FOTOGRAFIAS (general y detalle):



CROQUIS:



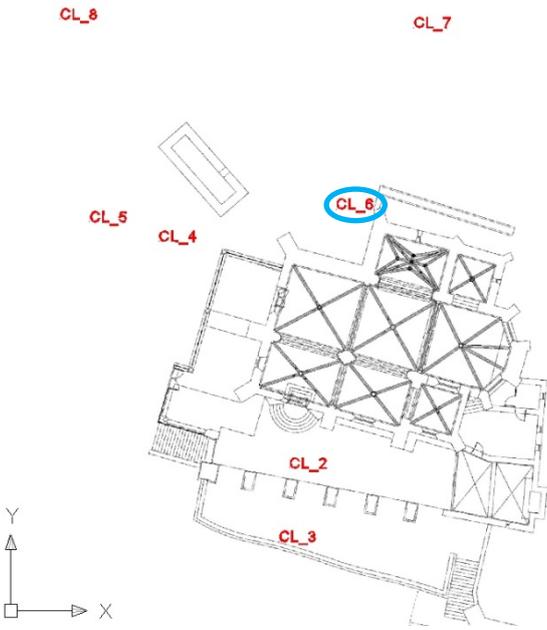
	Documentación geométrica para la puesta en valor y difusión social del Santuario de Santa María del Yermo (Laudio/Llodio, Álava)	
---	---	---

FECHA: 23/06/2015	ESTACIÓN: CL_6	MUNICIPIO: Laudio/Llodio (Álava)	
RESEÑA LITERAL: Clavo de acero con cruz grabada en su cabeza. Situado en una grieta en la explanada de piedra situada al norte de la iglesia al oeste del pórtico norte.		COORDENADAS: UTM 30 – ETRS89	ANAMORFOSIS: 0,9996001
		X = 502303,093	
		Y = 4779908,771	
		Z (nivel del mar) = 492,394	

FOTOGRAFÍAS (general y detalle):

	
--	---

CROQUIS:



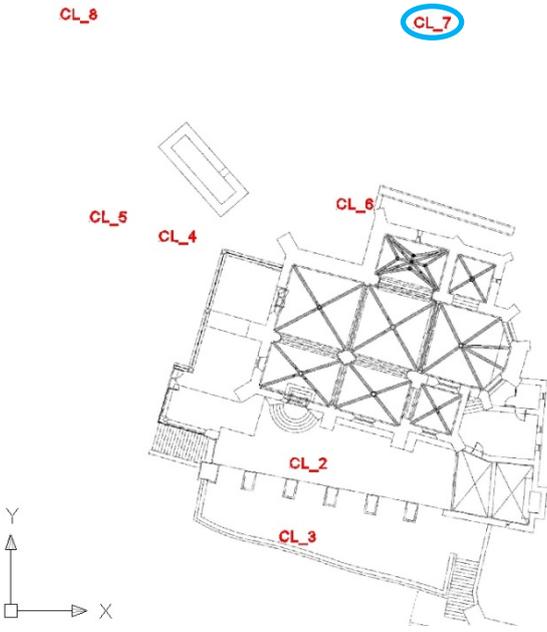
 <p>www.ldgp.es</p>	<p>Documentación geométrica para la puesta en valor y difusión social del Santuario de Santa María del Yermo (Laudio/Llodio, Álava)</p>	
--	--	---

FECHA: 23/06/2015	ESTACIÓN: CL_7	MUNICIPIO: Laudio/Llodio (Álava)	
<p>RESEÑA LITERAL:</p> <p>Clavo de acero con cruz grabada en su cabeza. Situado en una estaca de madera situado unos 10 metros al norte, prolongando el borde exterior oeste del pórtico norte.</p>		COORDENADAS: UTM 30 – ETRS89	ANAMORFOSIS: 0,9996001
		X = 502309,981	
		Y = 4779924,916	
		Z (nivel del mar) = 495,163	

FOTOGRAFIAS (general y detalle):

	
--	---

CROQUIS:



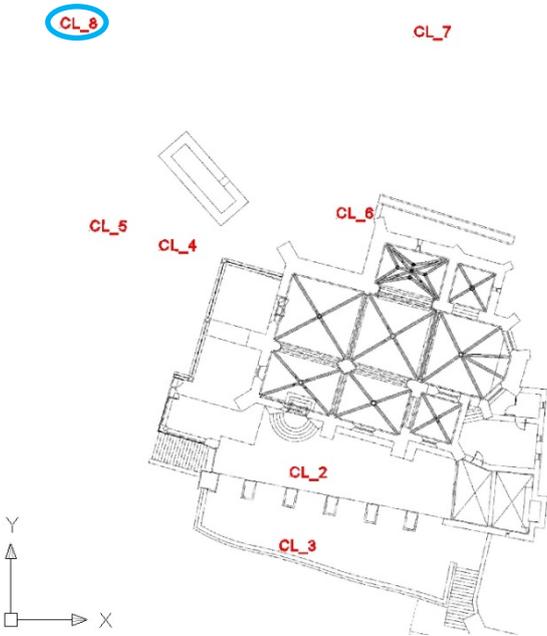
	Documentación geométrica para la puesta en valor y difusión social del Santuario de Santa María del Yermo (Laudio/Llodio, Álava)	
---	---	---

FECHA: 23/06/2015	ESTACIÓN: CL_8	MUNICIPIO: Laudio/Llodio (Álava)	
RESEÑA LITERAL: Clavo de acero con cruz grabada en su cabeza y arandela. Situado en un afloramiento rocoso en línea con la espadaña a unos 10 metros de distancia.		COORDENADAS: UTM 30 – ETRS89	ANAMORFOSIS: 0,9996001
		X = 502303,093	
		Y = 4779908,771	
		Z (nivel del mar) = 492,394	

FOTOGRAFIAS (general y detalle):

	
--	---

CROQUIS:



Anexo III: Reseñas de los puntos de apoyo

La posición de los puntos de apoyo de los diferentes modelos 3D de la excavación puede consultarse en el fichero CAD, dado que estos puntos están materializados mediante dianas de puntería y se cuenta con las ortofotografías generadas, su identificación es sencilla por lo que no se suministran croquis de situación para cada caso.

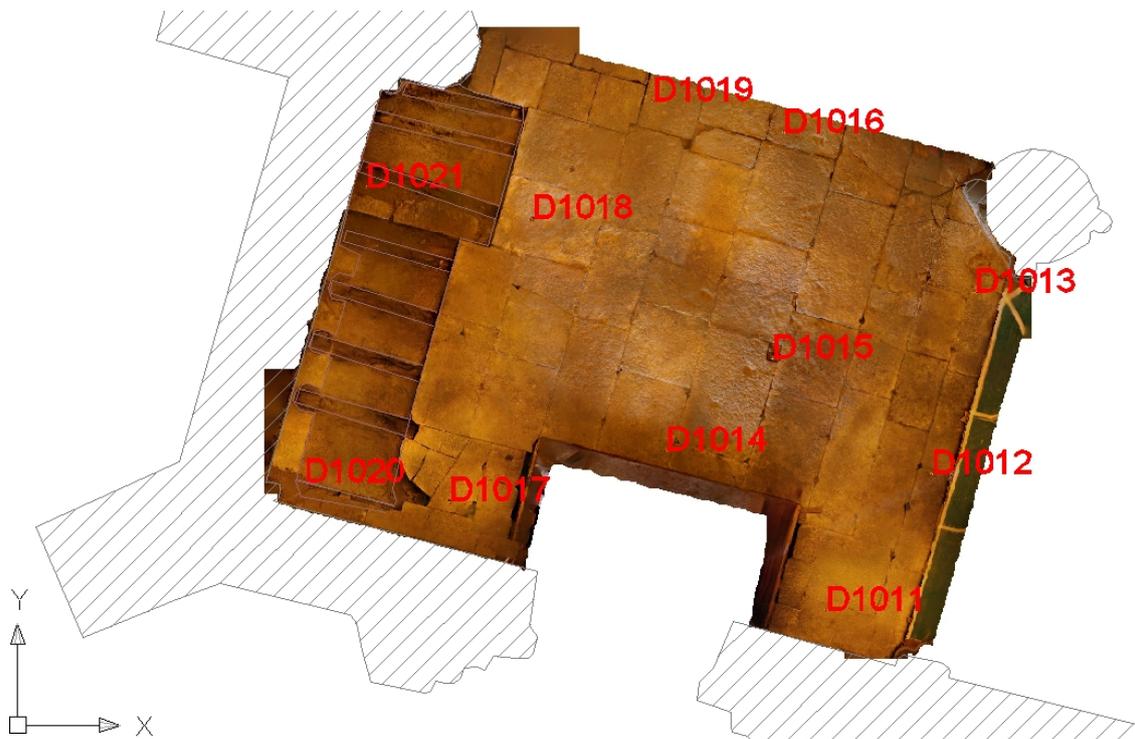


Fig. a3.1.- Distribución de los puntos de apoyo (dianas) utilizados para el modelado del primer nivel de excavación (enlosado).

Anexo IV: Visualización de panoramas esféricos

Las imágenes generadas con la cámara esférica son ficheros JPEG, por lo que pueden cargarse en cualquier programa de tratamiento de imágenes, procesador de textos, etc.



Fig. a4.1.- Imagen esférica del interior del acceso a la nevera.

Algunos programas reconocen la geometría de estas imágenes y permiten visualizarlas de forma interactiva. Por ejemplo, se puede visitar la web del fabricante de la cámara (<https://theta360.com/es/support/download/>) y descargar un visor tanto para dispositivos móviles como para ordenadores de sobremesa.

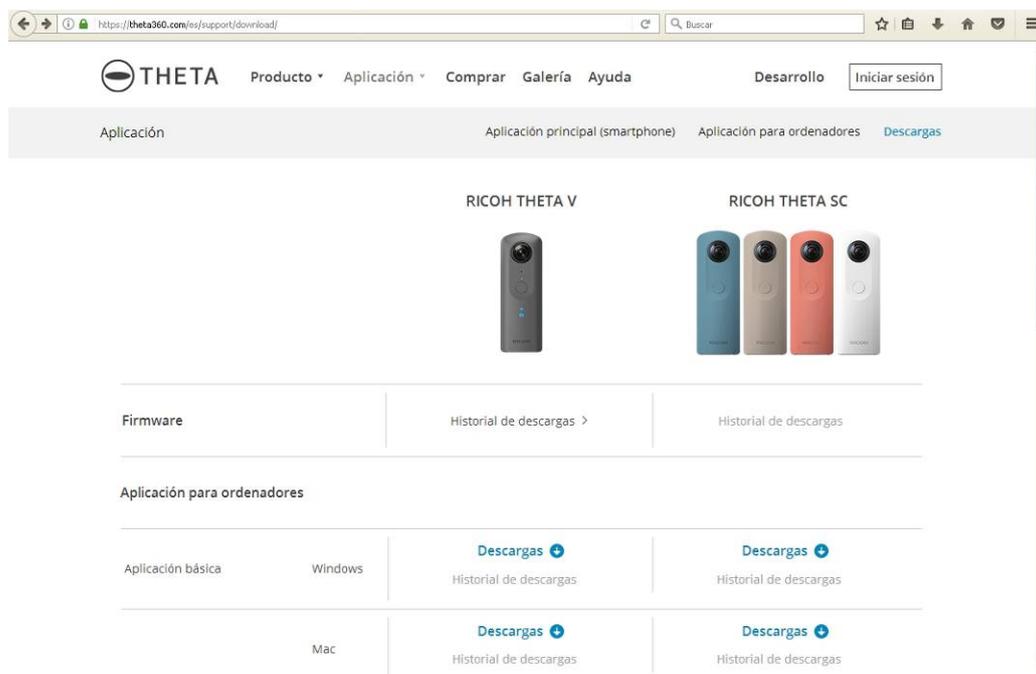


Fig. a3.2.- Web del fabricante desde donde puede descargarse el visor interactivo de imágenes esféricas.

Una vez instalado descargado e instalado, nos aparecerá un nuevo programa en el escritorio, al ejecutarlo, aparecerá una pantalla vacía que nos pedirá que arrastremos una imagen a su interior.

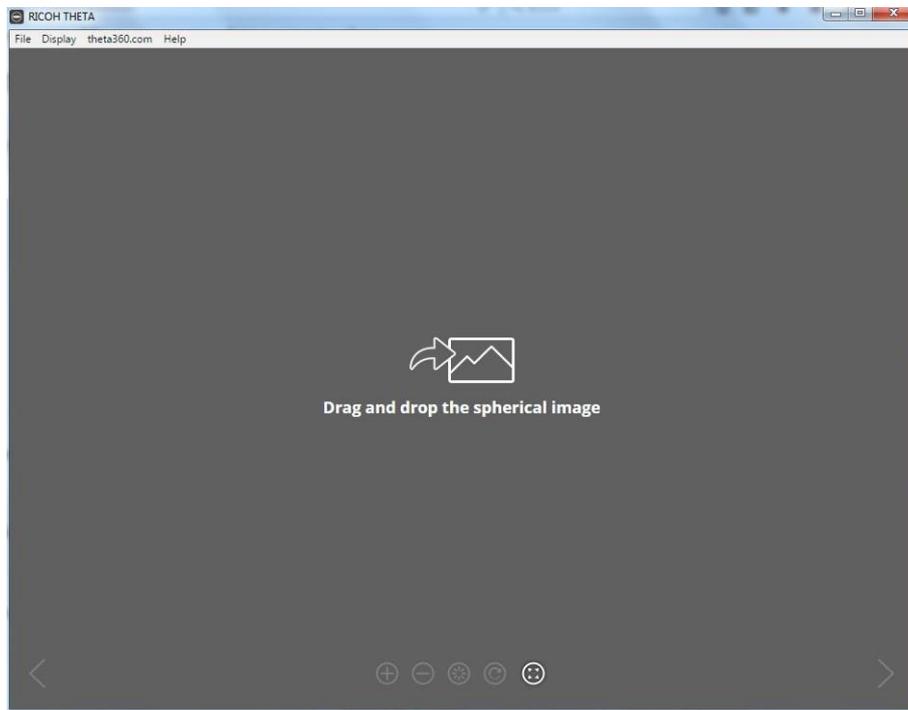


Fig. a3.3.- Pantalla de inicio del visor de imágenes esféricas.

Arrastrando la imagen que queremos visualizar se presentará en pantalla y podremos inspeccionarla utilizando los controles disponibles y el ratón (girar, hacer zum, etc.).

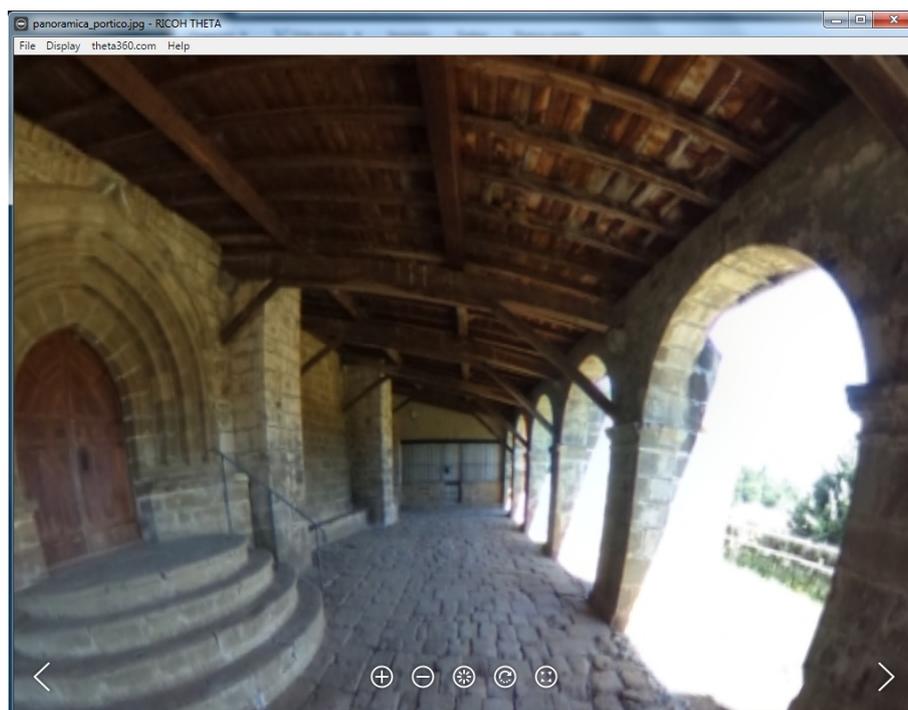
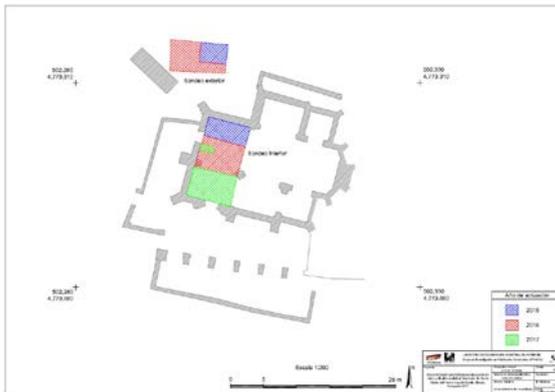


Fig. a3.4.- Vista interactiva de la imagen esférica.

PLANOS

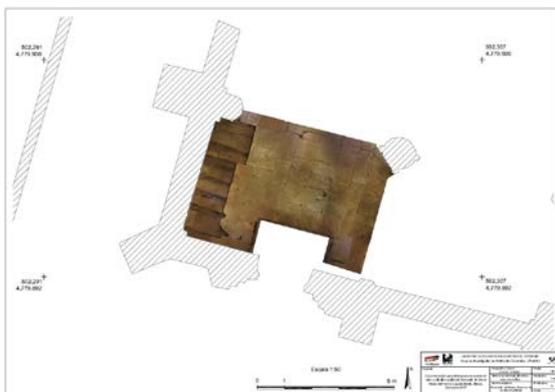
Planos



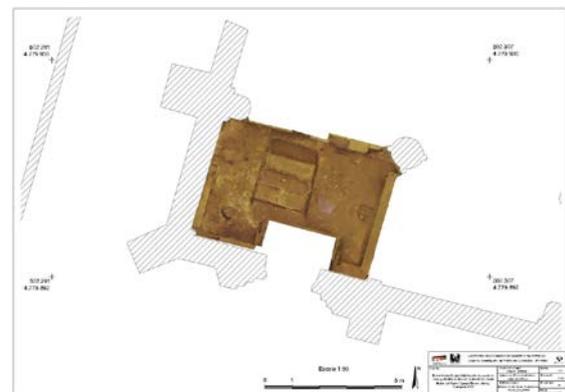
1.- Planta general 1:200



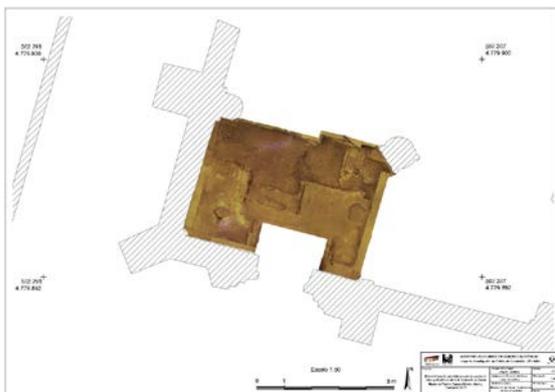
2.- Excavación interior. Zona central, nivel 5.



3.- Excavación interior. Zona sur, nivel 1.



4.- Excavación interior. Zona sur, nivel 2.



5.- Excavación interior. Zona sur, nivel 3.



6.- Excavación interior. Zona sur, nivel 4.



LABORATORIO DE DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DEL PATRIMONIO
Grupo de Investigación en Patrimonio Construido -GPAC- (UPV/EHU)

Aulario de las Nieves, edificio de Institutos Universitarios
C/ Nieves Cano 33, 01006 Vitoria-Gasteiz (España-Spain).
Tfno: +34 945 013222 / 013264
e-mail: ldgp@ehu.es web: <http://www.ldgp.es>

