



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.eus 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*

41-1


Información general / <i>General information</i>		
ELEMENTO:	R_Haro_Bilibio	:ELEMENT
TITULO:	Documentación de los restos del Castillo de Bilibio junto a la ermita de San Felices (Haro, La Rioja)	:TITLE
FECHA:	marzo 2016 / <i>March 2016</i>	:DATE
NUMERO:	LDGP_mem_041-1	:NUMBER
IDIOMA:	español / <i>Spanish</i>	:LANGUAGE

Resumen	
TÍTULO:	Documentación de los restos del Castillo de Bilibio junto a la ermita de San Felices (Haro, La Rioja)
DESCRIPCION GEOMÉTRICA:	Se trata de un lienzo de muralla de unos 15 metros de longitud y 4 de altura y un conjunto de retalles pertenecientes a caminos y retalles de muros que se sitúan por un área de unos 30 x 60 metros sobre los riscos de Bilibio.
DOCUMENTACION:	<p>La red de referencia y la documentación de los restos sobre los riscos se realizaron mediante observación GNSS enlazada con la red de referencias permanentes del Gobierno de La Rioja. El muro principal y el área que lo rodea se documentaron mediante fotogrametría convergente, para lo cual también se obtuvieron las coordenadas de un conjunto de puntos de apoyo mediante medidas con estación total topográfica.</p> <p>La información capturada se ha volcado conjuntamente con datos (Modelo Digital de Elevaciones y ortoimagen) procedentes de la web del Gobierno de La Rioja. Los resultados finales corresponden a un modelo 3D y a una colección de planos.</p>
TECNICAS:	topografía, GNSS, fotogrametría
PRODUCTOS:	<ul style="list-style-type: none"> • Modelos tridimensionales mallados con texturas fotográficas. • Planos en planta. • Ortoimágenes.
DESCRIPTORES NATURALES:	castillo, arqueología
DESCRIPTORES CONTROLADOS:	<p>(Procedentes del Tesouro UNESCO [http://databases.unesco.org/thessp/])</p> <p>Patrimonio Cultural, Ingeniería militar, Reconocimiento Topográfico, Fotogrametría</p>

Abstract	
TITLE:	Geometric documentation of the remains of the castle of Bilibio near San Felices' shrine (Haro, La Rioja, Spain)
GEOMETRIC DESCRIPTION:	The site is composed by the remains of a wall of around 15 metres long and 4 metres high and several cuts on the ground from former paths and walls spread over an area of around 30 x 60 metres on the cliffs of Bilibio.
DOCUMENTATION:	<p>The reference network and the documentation of the remains on the cliffs were observed by means of a GNSS receiver connected to the permanent network of the Government of La Rioja. The main wall and the area surrounding it was documented through convergent photogrammetry with a group of control points collected with a total station.</p> <p>The gathered data was drawing together with downloaded information (Digital Elevation Model and orthoimage) from the official web of the Government of La Rioja. The outcomes include a 3D model and a set of plans.</p>
METHODOLOGIES:	surveying, GNSS, photogrammetry
PRODUCTS:	<ul style="list-style-type: none"> • 3D models (meshed with photographic textures). • Plans. • Orthoimages.
NATURAL KEYWORDS:	castle, archaeology
CONTROLLED KEYWORDS:	<p>(From the UNESCO's thesaurus [http://databases.unesco.org/thesaurus/])</p> <p>Cultural Heritage, Military engineering, Surveying, Photogrammetry</p>

Localización / Placement		
ELEMENTO PATRIMONIAL:	Castillo de Bilibio (Haro)	:HERITAGE ELEMENT
MUNICIPIO:	Haro, La Rioja, España/Spain (Getty TGN: 1062067)	:MUNICIPALITY
COORDENADAS:	EPSG:4326 WGS84/LatLong 42.6167,-2.8537	:COORDINATES

Equipo de trabajo / Staff		
EQUIPO:	Ane LOPETEGI GALARRAGA Pablo PÉREZ VIDIELLA 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/10810/19298	:PERMANENT ID
ESTRUCTURA:	<ul style="list-style-type: none"> • ldgp_mem041-1_Haro_Bilibio.pdf: este documento (incluye la memoria y los planos) / this document (report and plans included). • LDGP_BIL2016_fot_castillo??.jpeg: 6 fotografías de documentación / 6 pictures for documentation purposes. 	: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 de los restos del Castillo de Bilibio junto a la ermita de San Felices (Haro, La Rioja)</i> . 2016	: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.eus /</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.eus).</p>	:NOTE

Documentación de los restos del Castillo de Bilibio junto a la ermita de San Felices (Haro, La Rioja)

Vitoria-Gasteiz, marzo de 2016



Equipo:

Ane Lopetegi Galarraga

Pablo Pérez Vidiella

Álvaro Rodríguez Miranda

José Manuel Valle Melón



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 (Álava).
Tfno: +34 945 013222 / 013264
e-mail: ldgp@ehu.es web: <http://www.ldgp.es>



Índice

1.- Introducción	3
2.- Objetivos	4
3.- Localización	5
4.- Desarrollo del proyecto	6
4.1.- Esquema de trabajo	6
4.2.- Trabajos de campo	7
4.2.1.- Establecimiento de la red de referencia	7
4.2.2.- Documentación fotogramétrica.....	11
4.2.3.- Documentación de los restos de estructuras mediante GNSS.....	12
4.3.- Trabajos de gabinete	13
4.3.1.- Cálculo de las coordenadas absolutas de la red de referencia	13
4.3.2.- Clasificación y archivo de las fotografías.....	15
4.3.3.- Volcado de la información volumétrica	18
4.3.4.- Generación del Modelo Digital del Terreno (MDT) de base para representar el levantamiento.....	18
4.3.5.- Modelado fotogramétrico.....	24
4.3.6.- Modelo Digital del Terreno de detalle para la zona documentada mediante fotogrametría	28
4.3.7.- Ortoimagen del lienzo de muralla	29
4.3.8.- Preparación de planos.....	30
4.3.9.- Recreación de hipótesis	32
5.- Resultados	34
6.- Contenido del CD	36
ANEXOS	37
Anexo I: Instrumental empleado.....	38
Anexo II: Reseñas de la red topográfica	41
PLANOS.....	46

Anteproyecto:

Documentación de los restos del castillo de Bilibio junto a la ermita de San Felices (Haro, La Rioja)

Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio
Grupo de Investigación en Patrimonio Construido (GPAC)
Universidad del País Vasco (UPV/EHU)

Vitoria-Gasteiz, marzo de 2016

1.- Introducción

Prospecciones realizadas por el arqueólogo D. José María Tejado durante los años 2014 y 2015 en los escarpes en los que se enclava la ermita de San Felices en Haro (La Rioja) han puesto de manifiesto la importancia arqueológica que alberga esta zona, motivo por el cual se ha acometido una campaña de limpieza y excavación de un área de aproximadamente 30x40 metros junto a la escalera de acceso a la ermita, en un espacio donde son visibles los restos de un muro defensivo.



Fig. 1.- Área de estudio a los pies de la ermita de San Felices.

La Dirección General de Cultura de la Consejería de Educación, Cultura y Deportes del Gobierno de La Rioja encargó al Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio de la UPV/EHU la preparación de un anteproyecto con su correspondiente presupuesto que abordasen las necesidades de documentación y representación cartográfica del mencionado estudio arqueológico. Dicho anteproyecto supone el punto de partida del trabajo que se describe en la presente memoria de actuación.

2.- Objetivos

El objetivo principal ha consistido en el registro y la representación de los restos del yacimiento y de la superficie sobre la que se asientan, una vez realizada su limpieza superficial y la campaña de excavación.

Los elementos a documentar se sitúan en dos áreas:

- a) La parte principal de actuación corresponde a los restos de la muralla, que se ha limpiado para poder apreciarla en toda su magnitud y en la que, además, se ha practicado una cata en su cara interior para valorar la potencia estratigráfica.
- b) Por otro lado, existe una gran cantidad de retalles en las ladera y las cimas de los riscos, correspondientes a diferentes estructuras y caminos, que también se ha procedido a documentar.



Fig. 2.- Vista de detalle del risco situado entre el río Ebro –a la derecha- y la autopista –a la izquierda- en la que se han señalado: (a) el área de trabajo en la que se localiza el muro defensivo y (b) la zona en la que se han documentado los restos de estructuras y retalles (imagen base tomada de IDERioja).

De forma más detallada, los objetivos que se plantearon fueron los siguientes:

- 1) Materialización en el terreno de un conjunto de estaciones a las que se dotaría de coordenadas en el sistema cartográfico oficial (UTM-ETRS89) mediante observaciones GPS. Estas estaciones se utilizaron como origen para que las medidas realizadas se pudieran referir a dicho sistema oficial. De estas estaciones se prepararían fichas de reseñas de forma que puedan identificarse en campo para volver a ser utilizadas en el caso de que se continúen los trabajos en el lugar.

- 2) Documentación mediante técnicas topográficas y fotogramétricas de los restos de muros apreciables en la superficie una vez realizadas las labores de limpieza del entorno. Asimismo se documentaría el entorno en el que se asientan.
- 3) Documentación mediante técnicas topográficas y fotogramétricas de los resultados de la excavación arqueológica e integración de todos los elementos en un modelo CAD tridimensional.
- 4) A partir del modelo final, generación un conjunto de planos que incluyan plantas, alzados y perspectivas y que permitan visualizar correctamente el yacimiento.
- 5) Toda la información se presentará documentada, organizada y en formatos estándar con el fin de permitir su incorporación a las bases de datos de la Dirección General de Cultura, así como su preservación a lo largo del tiempo.

3.- Localización

Los restos del castillo de Bilibio se encuentran junto a la ermita de San Felices la cual destaca encaramada sobre el escarpe en la cima del risco occidental de las Conchas de Haro, siendo claramente visible al entrar en la Comunidad de La Rioja por la autopista AP-8. Las coordenadas UTM del lugar son X=512.000 Y=4.718.250 (huso 30, en el sistema de referencia ETRS89).

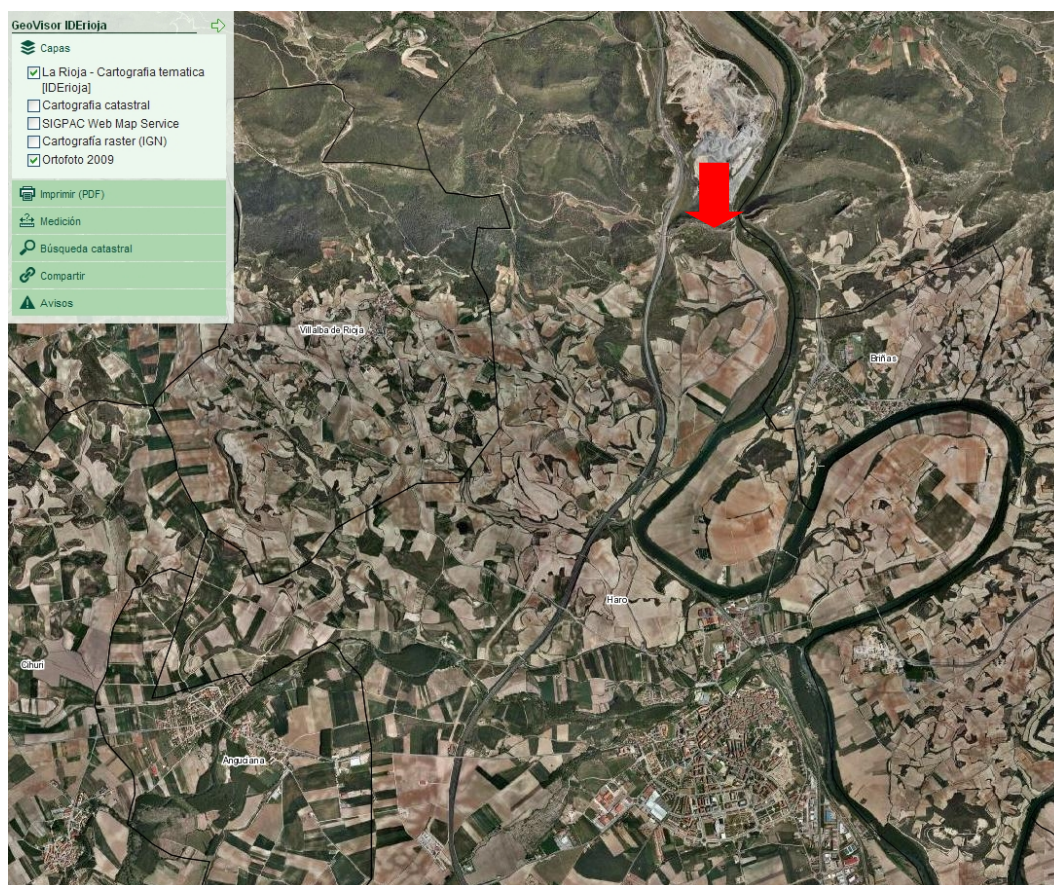
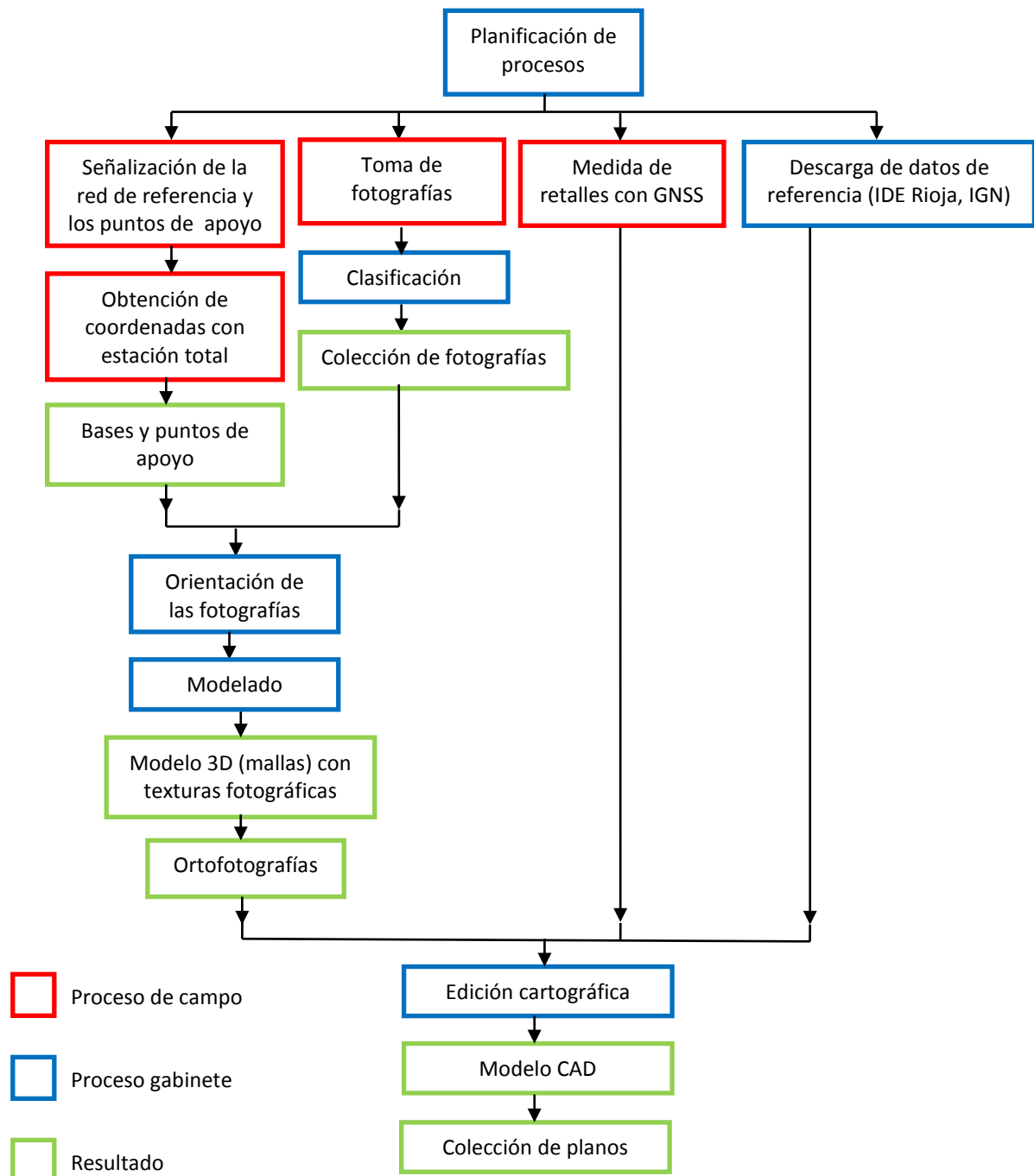


Fig. 3.- Localización de los riscos en la parte norte del término municipal de Haro (fuente IDERioja).

4.- Desarrollo del proyecto

4.1.- Esquema de trabajo

En el siguiente esquema se muestran los procesos realizados en este proyecto así como los resultados obtenidos. En color rojo se señalan los trabajos de campo, en azul los de gabinete y en verde los resultados.



4.2.- Trabajos de campo

4.2.1.- Establecimiento de la red de referencia

Para la documentación de la muralla y el área adyacente –la zona (a) indicada en el apartado de «objetivos»- se comenzó situando una serie de 62 dianas de puntería de 4x4 centímetros en las paredes de los escarpes y el alzado del muro, así como un conjunto de cuatro clavos de acero empotrados en el suelo o la parte superior de los escarpes. Todas estas señales forman la red de referencia.



Fig. 4.- El perímetro señalado con línea discontinua representa, aproximadamente, el área que se ha documentado mediante un modelo 3D y que se sitúa a ambos lados de los restos de muralla. Es la indicada como zona (a) en los «objetivos».

Para dotar con coordenadas a esta red, se procedió a estacionar la estación total en un punto de la zona con buena visibilidad situado en la parte superior de la plataforma (en la parte que correspondería al interior de la muralla) desde la cual se dieron coordenadas a un gran número de estas señales. Posteriormente se realizó un nuevo estacionamiento en la parte baja de la muralla que se orientó mediante intersección inversa a cinco de las dianas a las cuales se les había dado coordenadas en el estacionamiento anterior. Desde esta nueva posición se consiguió dar coordenadas al resto de señales de la red de referencia.

Estas primeras coordenadas se calcularon en un sistema relativo ya que el primer estacionamiento no partía de un punto de coordenadas conocidas. El error de las coordenadas es menor de 1 cm, lo que viene asegurado por las características del instrumental empleado (ver Anexo I) y las comprobaciones realizadas en campo analizando

las discrepancias en las coordenadas que se obtenían de varias dianas desde las dos estaciones que se establecieron.



Fig. 5.- Estación total utilizada para la medida de la red de referencia: clavos y dianas.

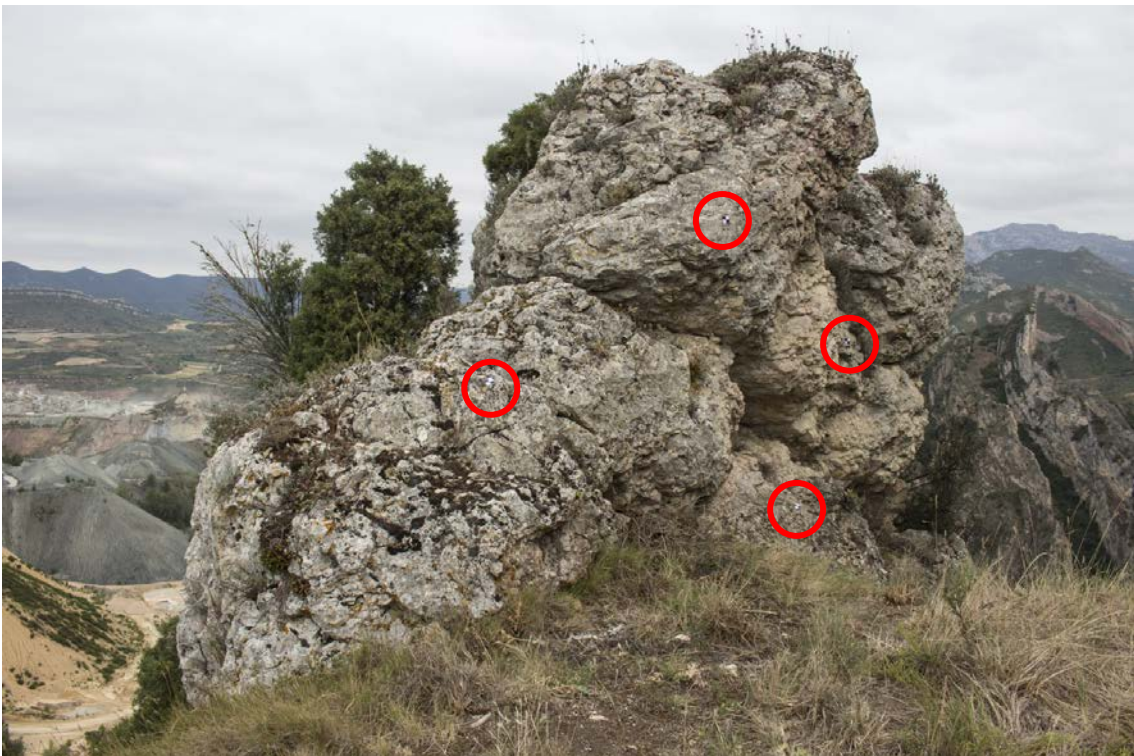


Fig. 6.- Dianas situadas en la pared de uno de los escapes que rodean el área de trabajo.



Fig. 7.- Dianas situadas sobre la cara exterior de la muralla.

Con el fin de poder transformar estas coordenadas locales al sistema global (UTM-ETRS89 en el huso 30) que se utiliza en el proyecto, se procedió a observar mediante técnicas GNSS¹ los cuatro clavos que se habían situado previamente en la zona circundante a la actuación.





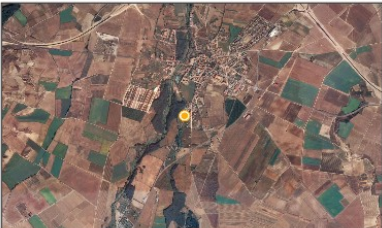
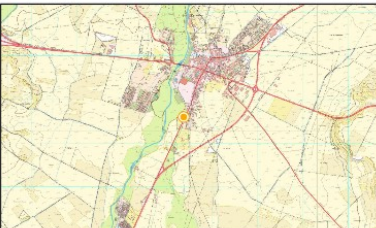
Fig. 8.- Localización de los cuatro clavos correspondientes a la red topográfica establecida para este proyecto.

¹ GNSS (*Global Navigation Satellite System*) es el acrónimo que engloba los diferentes sistemas de posicionamiento por satélite como el GPS o sus equivalentes: Glonass, Galileo, etc., que pueden utilizarse de forma combinada con el fin de obtener las coordenadas absolutas (longitud y latitud) del receptor.

Las observaciones realizadas correspondieron a medidas RTK², utilizando como estación de referencia la correspondiente a la red GNSS del Gobierno de La Rioja que está situada en Casalarreina. Para cada punto se obtuvieron tres lecturas, cada una de estas lecturas tenía un error menor de 2 cm y el valor final de las coordenadas de cada punto correspondió al promedio.

ide rioja	IDERioja (Infraestructura de Datos Espaciales de La Rioja)			Geodesia y GPS
	Documento	REP002	v.1.00 [*]	Red de Estaciones Permanentes GNSS 13 de Mayo de 2009
Sustituye				
Red de Estaciones Permanentes GNSS del Gobierno de La Rioja				

CASALARREINA (CASO)

<p>COORDENADAS GEODÉSICAS (ETRS89)</p> <p>Latitud 42° 32' 37,49002" N Longitud 2° 54' 49,60129" W Altura elipsoidal 564,223 m</p> <p>COORDENADAS GEOCÉNTRICAS (ETRS89)</p> <p>X 4700702,5804m Y -239260,6307 m Z 4290677,8446m</p> <p>CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO</p> <p>Receptor Trimble NETRS Antena Trimble TMR41249.00 none Observaciones GPS Frecuencias L1 y L2</p> <p>CÓDIGO IERS (DOME NUMBER) CASO: 19344M001</p>		
		

^{*} Esta Nota Técnica será publicada y actualizada en sus posteriores versiones en el portal de IDERioja: www.iderioja.org

Fig. 9.- Reseña de la estación de Casalarreina, perteneciente a la red GNSS del Gobierno de La Rioja. Situada a unos 8,5 km de la ermita de San Felices.

Por otro lado, en la plataforma que se encuentra sobre el tejado de la ermita también se sitúan varios restos de interés por lo que se consideró conveniente situar allí también algunas dianas (en concreto 5) que sirviesen como puntos de referencia para esta zona. En este caso, las coordenadas se midieron directamente con el receptor GNSS. Una vez en la plataforma superior a la ermita se localizó un punto topográfico de algún trabajo anterior al que también se le dotó de coordenadas por si fuera de interés en el futuro.

² RTK (*Real Time Kinematic*) es una técnica de posicionamiento de precisión que se basa en la utilización de dos estaciones: una de referencia que se encuentra en un punto de coordenadas conocidas por lo que es capaz de determinar los errores que se están cometiendo en el posicionamiento en cada momento y enviar correcciones a una segunda estación que es la que se sitúa sobre los puntos cuyas coordenadas se pretenden determinar.



Fig. 10.- Observación GNSS de una diana junto a la estatua de San Felices (izquierda) y croquis de situación de las dianas y del clavo localizado en las terrazas situadas sobre el tejado de la ermita (en rojo a la derecha).

4.2.2.- Documentación fotogramétrica

La documentación fotogramétrica se realizaron utilizando dos cámaras fotográficas: una Canon EOS-5D Mark II con un objetivo fijo de 21 mm, y una Canon EOS 100D con objetivo de focal variable, ambas de 20 megapíxeles.



Fig. 11.- Toma de fotografías de la muralla.

En total, se obtuvieron unas 1.500 imágenes que abarcaban las dos zonas que se pretendía modelar en 3D: en primer lugar, desde las escaleras de acceso a la ermita hasta el camino de acceso a la muralla, es decir una franja de terreno de unos 40 metros de largo por 25 metros de ancho y, en segundo lugar, el afloramiento rocoso que se encuentra sobre la ermita junto a la estatua de San Felices.

4.2.3.- Documentación de los restos de estructuras mediante GNSS

Repartidos por las laderas y la cima de los riscos se encuentra una serie de retalles y restos de estructuras que se atribuyen al antiguo sistema defensivo. Debido a las dificultades de acceso y tránsito por la zona, estos restos se han documentado utilizando un receptor GNSS. De manera que se fue recorriendo la zona en compañía del arqueólogo responsable de la excavación y, directamente en campo, se dibujaban los perímetros de los elementos de interés y se procedía a su codificación.



Fig. 12.- Dibujo de estructuras directamente en campo, recorriendo su perímetro con el receptor GNSS bajo las indicaciones del arqueólogo responsable de la excavación (izquierda) y vista que muestra las dificultades de tránsito por algunas zonas del yacimiento (derecha).

4.3.- Trabajos de gabinete

4.3.1.- Cálculo de las coordenadas absolutas de la red de referencia

Como se ha comentado, las coordenadas obtenidas en campo con la estación total de todas las dianas y los clavos de la red de referencia se registraron originalmente en un sistema relativo. Por otro lado, se cuenta con coordenadas absolutas de los cuatro clavos que se han medido mediante observación GNSS.

Volcados los datos en el programa CAD se procedió a trasladar y rotar los puntos medidos en el sistema relativo para hacerlos coincidir con las coordenadas absolutas.

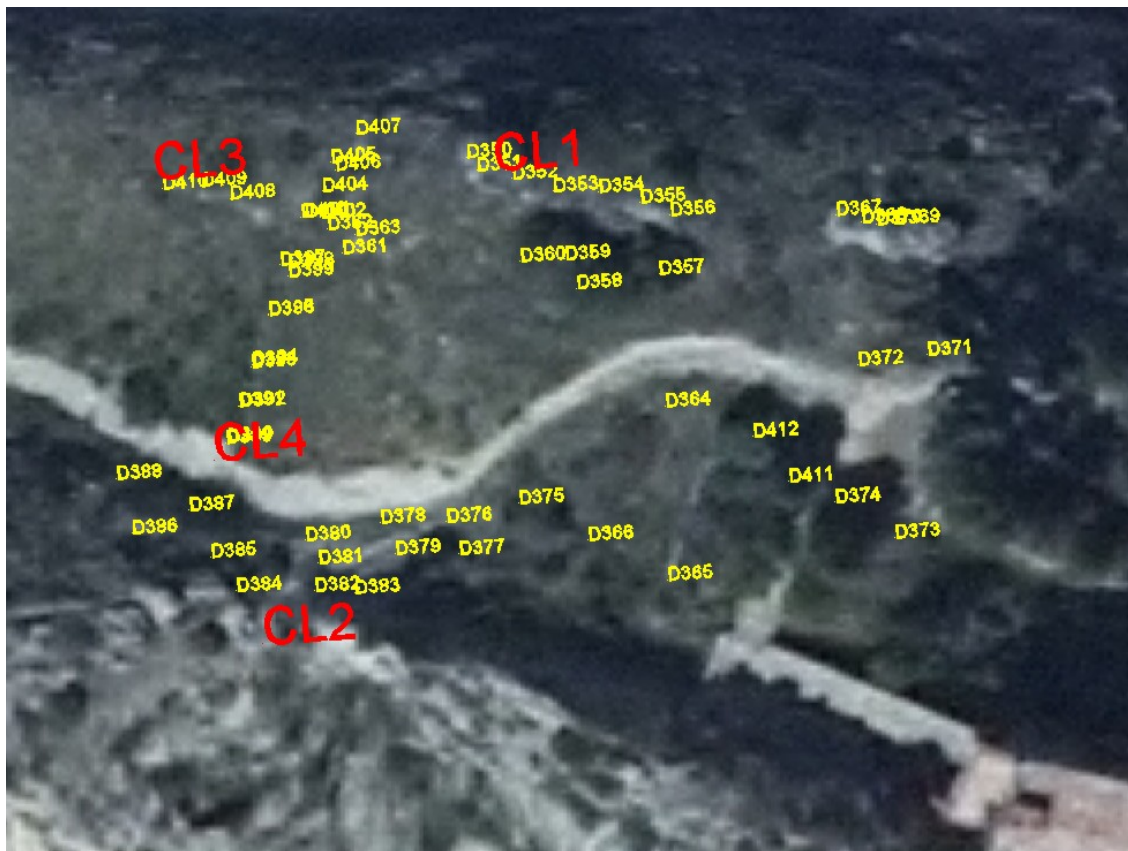


Fig. 13.- Localización de la red de referencia (clavos y dianas) sobre la ortoimagen de IDE-Rioja una vez que se han calculado sus coordenadas absolutas (UTM-ETRS89 en el huso 30).

Las discrepancias máximas entre los puntos después de la transformación están en el entorno de los 4 cm. Estas diferencias son debidas al factor de escala que introduce la proyección cartográfica UTM que no se aplica a las medidas realizadas en campo con el fin de que las distancias medidas sobre el plano se correspondan con las medidas reales del terreno. De esta manera se consigue que la precisión relativa de las medidas realizadas en el plano sea la correspondiente a las medidas realizadas con estación total (en torno a 1 cm) si bien, de manera absoluta puede existir diferencias –no superiores al valor indicado de 4 cm- entre las coordenadas XY de los puntos con respecto a sus valores reales en la proyección UTM.

Por otro lado, las alturas proporcionadas por el sistema GNSS están referidas al elipsoide mientras que las de la cartografía se miden con respecto al nivel medio del mar. Para conocer el desfase y corregirlo se ha utilizado la aplicación informática «Programa de Aplicaciones Geodésicas (PAG)» del instituto geográfico nacional. El punto seleccionado para estimar dicho desfase son las coordenadas UTM30-ETRS89 (X=512000 ; Y=4718250) obteniendo un valor de 51'394 m, que debe restarse a las alturas elipsoidales proporcionadas por el receptor GNSS.

Las dianas empleadas tenían como fin servir de referencia para las colecciones de fotografías por lo que se retiraron una vez finalizada la toma fotográfica; sin embargo, los clavos permanecen en la zona por si fueran de utilidad para posibles trabajos que se desarrollen en los próximos años. Con el fin de poder localizarlos en campo y conocer sus coordenadas, en el Anexo II, se presentan sus correspondientes reseñas.




		Documentación de los restos del Castillo de Bilibio junto a la ermita de San Felices (Haro, La Rioja)			
FECHA: 02/09/2015	ESTACION: CL_3	MUNICIPIO: Haro (La Rioja)			
RESEÑA LITERAL: Clavo de acero con cruz grabada en su cabeza. Insertado en un afloramiento rocoso sobre una arandela.		COORDENADA S:	ANAMORFOSIS:		
		UTM 30 – ETRS89		0,9996018	
		X = 511992,960			
		Y = 4718262,711			
Z (nivel del mar) = 607,732					
FOTOGRAFIA S (general y detalle):					
					
CROQUIS:					
					

Fig. 14.- Ejemplo de reseñas de uno de los puntos de la red de referencias topográficas que se presentan en el Anexo II.

4.3.2.- Clasificación y archivo de las fotografías

Los archivos que forman la colección de fotografías se renombraron con el fin de identificarlos según el código del proyecto, de esta forma, un fichero con el nombre «LDGP_BIL2015_foto_A0016.jpg» incluye los siguientes bloques de información.

- LDGP: hace referencia a que se trata de fotografías registradas por el Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio (UPV/EHU).
- BIL2015: es el código de tres letras asignado de forma interna al proyecto (BIL) seguido del año al que corresponden los datos.
- foto: identifica el tipo de documento, es este caso, se trata de “fotografías”.
- A0016: es el nombre de la imagen.
- .jpg: corresponde a la extensión del fichero (archivo de imagen JPEG).

En el momento de su captura, las fotografías se generan con ciertos datos adicionales (metadatos) que informan sobre las características técnicas de la toma: exposición, focal, resolución, etc.

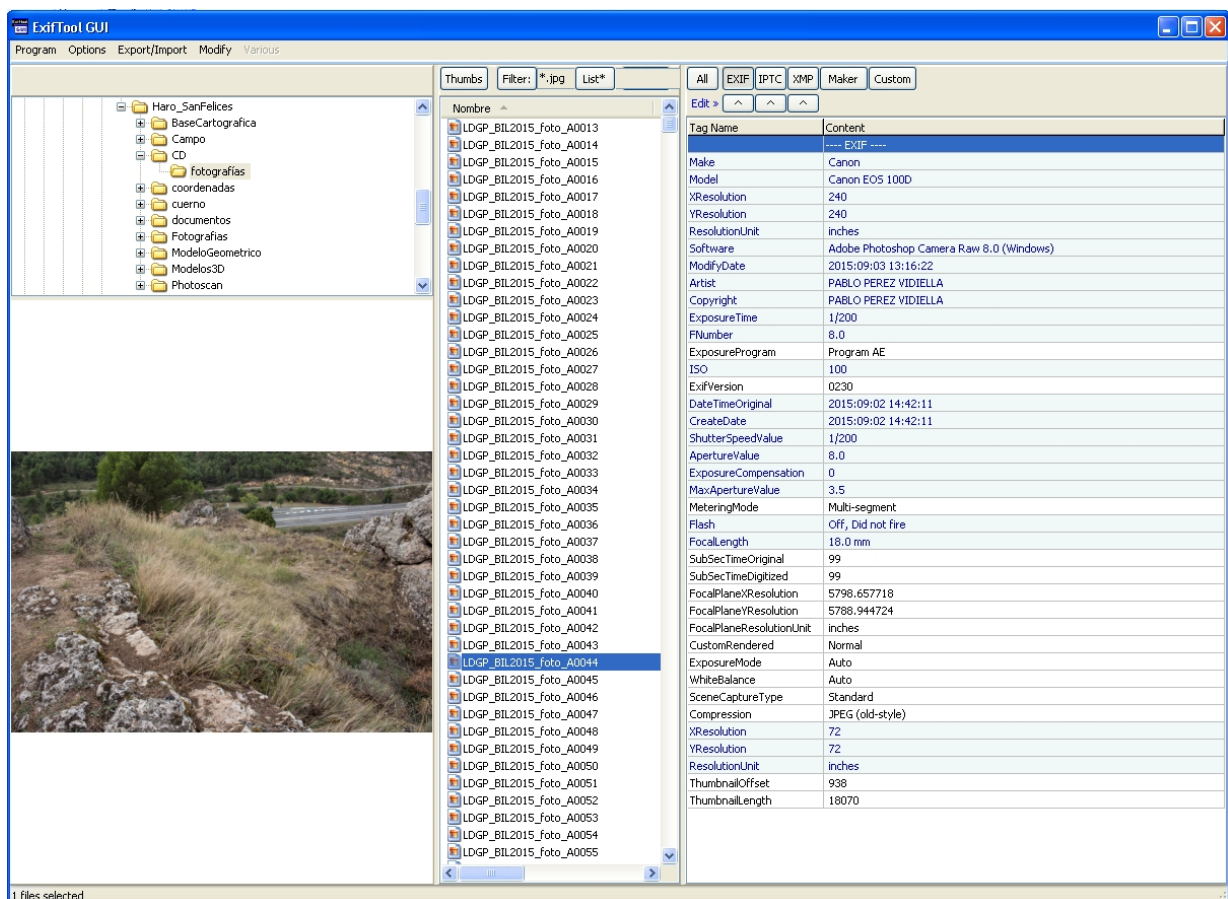


Fig. 15.- Vista de algunos de los metadatos técnicos que inserta automáticamente la cámara en los archivos de imagen en el momento de generar las fotografías.

Estos metadatos se denominan *Exif* y pueden completarse con el fin de añadir información relativa al elemento que aparece fotografiado, el autor de la fotografía, los derechos asociados a la imagen, etc., para ello se ha utilizado el software *ExifTool*.

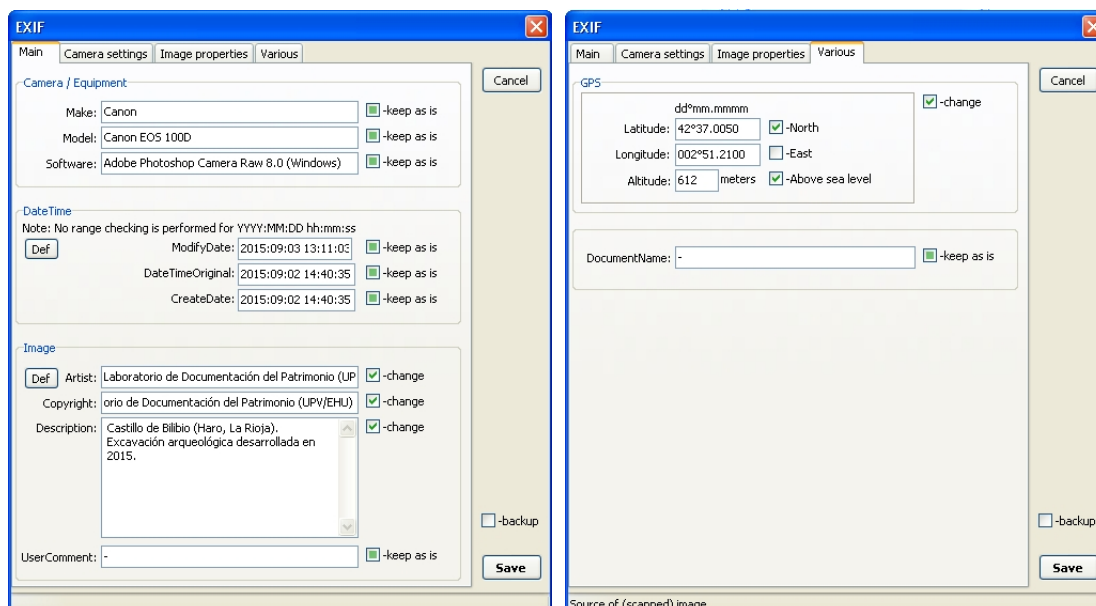


Fig. 16.- Metadatos incorporados a las imágenes sobre la descripción general del lugar y la posición geográfica.

Estas descripciones pueden enriquecerse aún más mediante los denominados como *metadatos IPTC* que también pueden insertarse dentro de las imágenes. Para ello se ha utilizado el programa *Adobe Lightroom*.

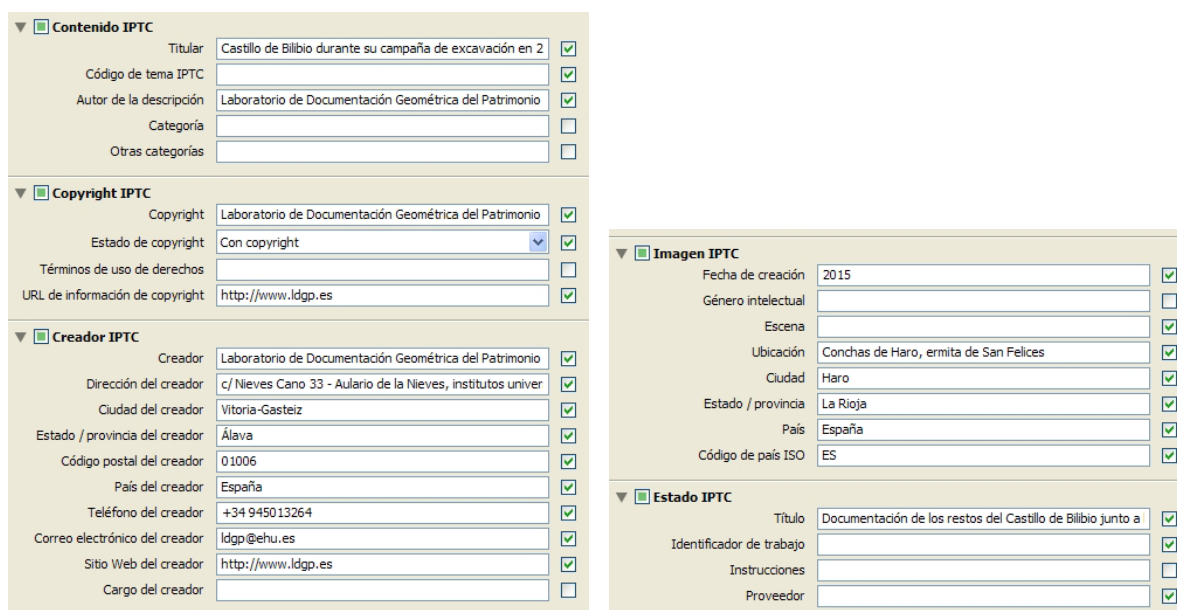


Fig. 17.- Metadatos IPTC incluidos en las fotografías.

Con esta información, las fotografías pueden gestionarse a través de gestores de imágenes – como el propio Adobe Lightroom- de forma que se facilita la realización de búsquedas, la clasificación de las fotografías, etc.

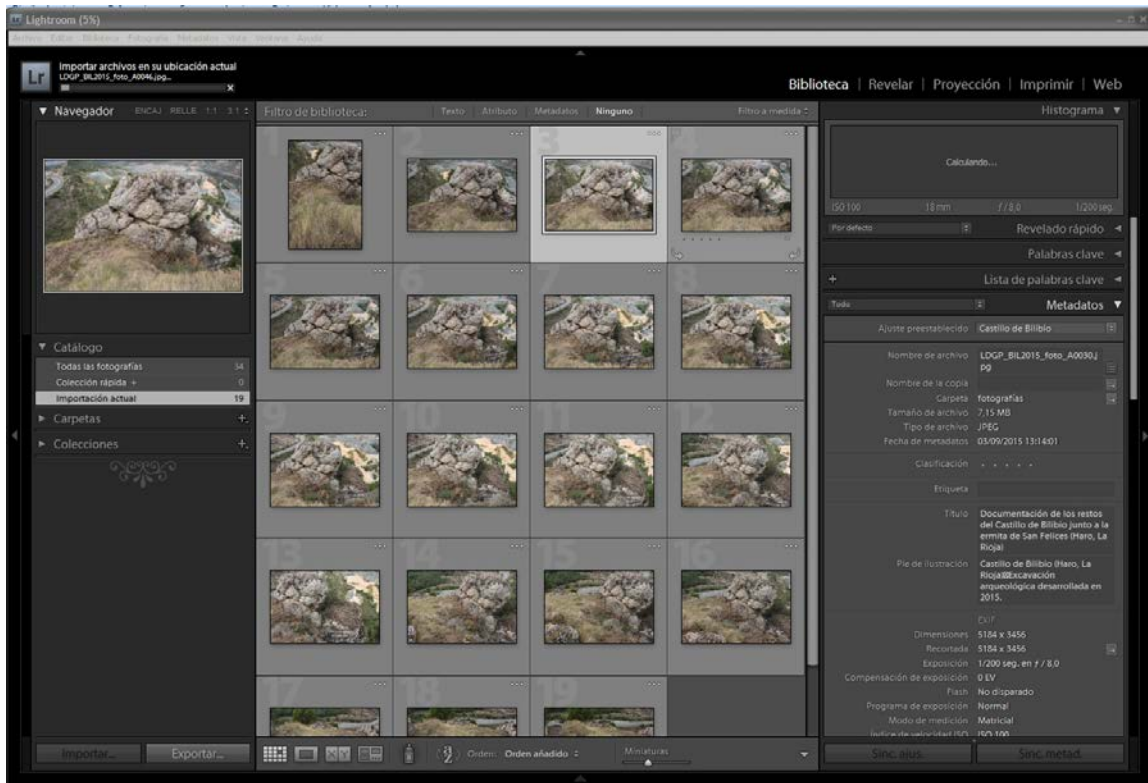


Fig. 18.- Vista de las imágenes con sus metadatos en el programa *Adobe Lightroom*.

4.3.3.- Volcado de la información volumétrica

De los datos capturados con el receptor GNSS, las coordenadas XY ya corresponden al sistema UTM-ETRS89 que es el utilizado en el proyecto, por su parte, las alturas vienen originalmente expresadas respecto al elipsoide y debe convertirse a valores respecto al nivel del mar como ya se hizo para los puntos de la red de referencia.

Por otro lado, es preciso realizar una tarea de edición para comprobar que los perímetros están correctamente cerrados, que los elementos aparecen clasificados en sus correspondientes capas, etc.

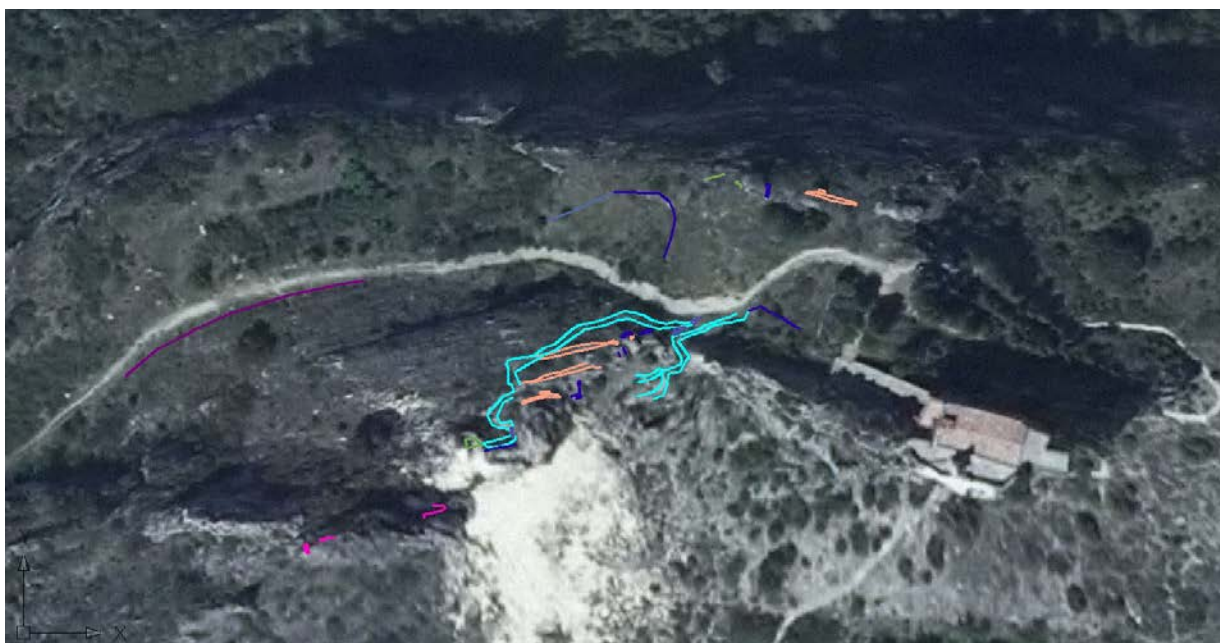


Fig. 19.- Volcado en el fichero CAD de los perímetros capturados con GNSS. Representados sobre la ortoimagen del año 2014 procedente de IDE-Rioja.

Como puede verse en la imagen anterior, con el fin de situar visualmente los elementos documentados, se ha descargado la ortoimagen del servidor de cartografía del Gobierno de La Rioja (IDE-Rioja). Dicha ortoimagen tiene una resolución de 25 cm y corresponde al año 2014.

4.3.4.- Generación del Modelo Digital del Terreno (MDT) de base para representar el levantamiento

Con el fin de representar el entorno en el que se asientan los restos documentados en tres dimensiones, se consideró conveniente disponer de un Modelo Digital del Terreno (MDT) del afloramiento rocoso en el que se sitúa. Como primera opción, se consideró utilizar el MDT descargable desde la web del Instituto Geográfico Nacional (IGN) que tiene una resolución de un punto cada 5 metros.

The screenshot shows the website of the Instituto Geográfico Nacional (IGN). The main heading is 'Modelo Digital de Elevaciones'. Below it, there is a 3D visualization of a terrain model. Text on the page explains that the MDE (Digital Elevation Model) is composed of Digital Terrain Models (MDT) at ground level and Digital Surface Models (DSM) which include tree canopies, viaducts, and bridges. It notes that MDTs are derived from 5m resolution aerial orthophotography (PNOA). A 'Centro de Descargas' (Download Center) button is located at the bottom right of the page content.

Fig. 20.- Página web del Instituto Geográfico Nacional desde el que pueden descargarse distintas versiones de MDT para el territorio nacional.

Después de recortar la zona de Bilibio -que es en la que se va a trabajar- se ha procedido a generar una superficie de mallas regular de 3x3 metros, utilizando para ello un programa desarrollado en el Laboratorio que obtiene la cota de cada punto de esta nueva malla mediante interpolación lineal a los 4 puntos más cercanos (de la red original de 5x5 metros). Finalmente, se incluyó una base que mejoraba la sensación de relieve.

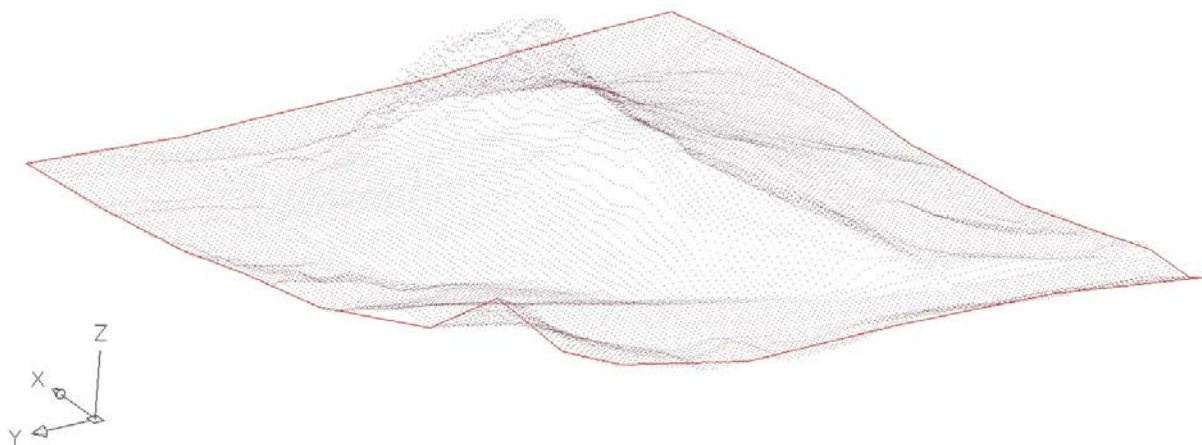


Fig. 21.- Conjunto de puntos cada 5 metros procedentes de la descarga de datos del IGN.

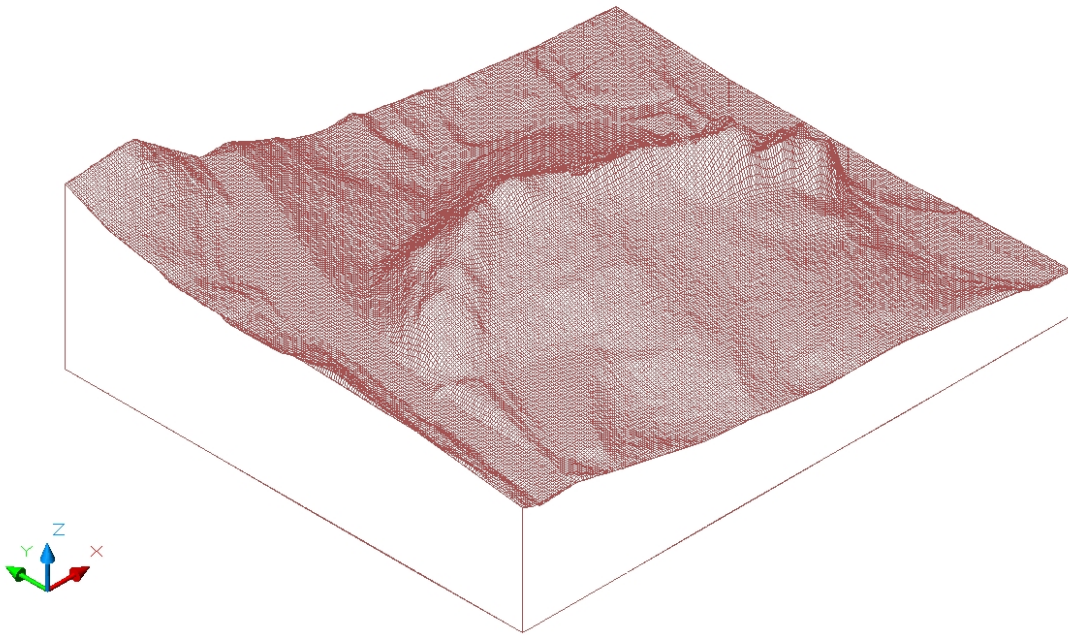


Fig. 22.- Terreno mallado con una distancia entre puntos de 3 metros.

Sin embargo, una vez cargado, se comprobó que este MDT no era adecuado debido a que los escarpes aparecen muy mal representados. Dado que es precisamente este aspecto del relieve el que más nos interesaba representar, se optó por descartar este producto. En la siguiente imagen se puede ver cómo el MDT se adapta bien a las líneas medidas con GNSS que se encuentran en las zonas más llanas pero que las líneas correspondientes a las zonas de los escarpes aparecen flotando.

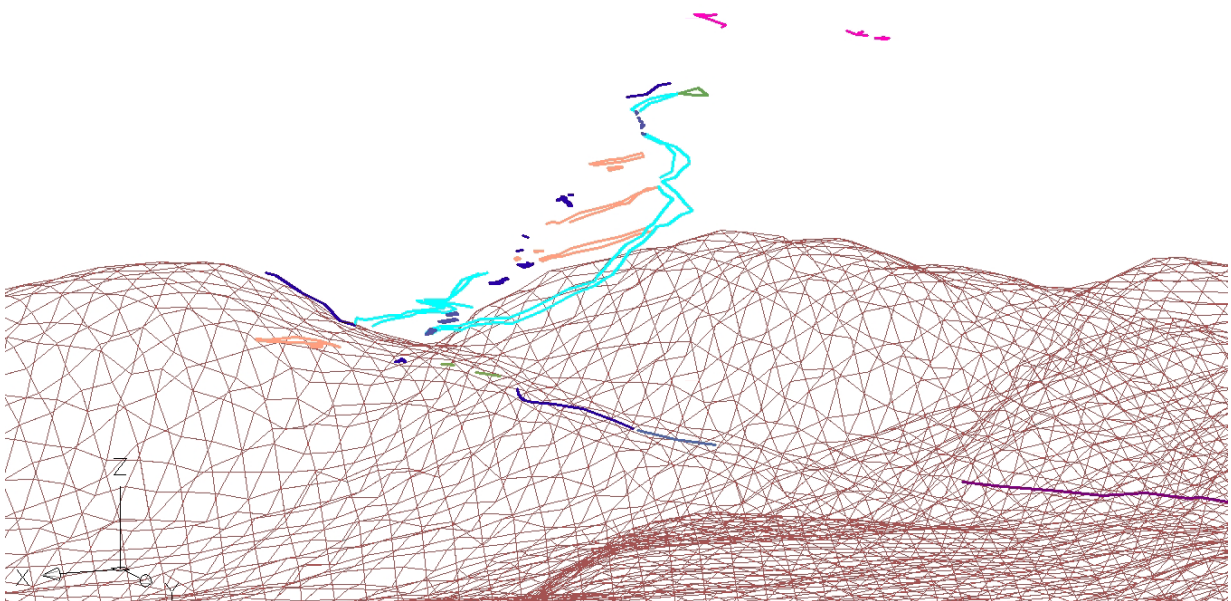


Fig. 23.- Imagen que muestra que el MDT no representa correctamente el escarpe rocoso.

Como segunda opción, se han importado los datos altimétricos de la Base Topográfica Armonizada (BTA) a escala 1:5.000 de IDE-Rioja que disponen de una equidistancia de 5 metros.

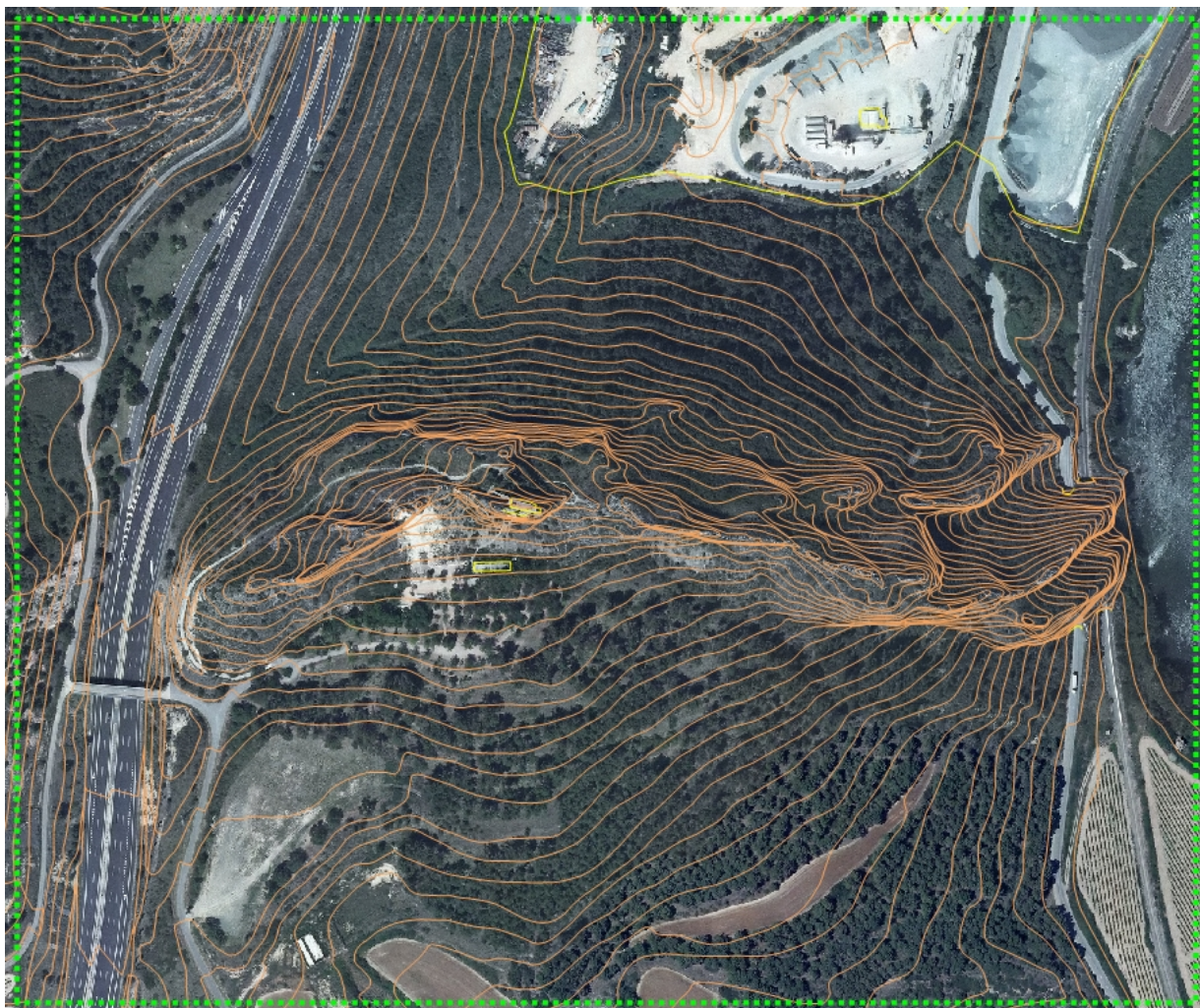


Fig. 24.- Curvas de nivel con equidistancia de 5 metros obtenidas de la cartografía 1:5.000 del Gobierno de La Rioja.

A partir de estas curvas se extrajeron los puntos con cota y se generó una malla regular de 3x3 metros. La comparación con el MDT proporcionado por el IGN se muestra en la siguiente imagen. En el que las líneas en verde muestran el modelo generado a partir de las curvas de nivel y las líneas marrones el MDT obtenido a partir de la información original del IGN. Como puede verse, el MDT del IGN suaviza los riscos, siendo la diferencia de cota en las zonas más notables de más de 25 metros.

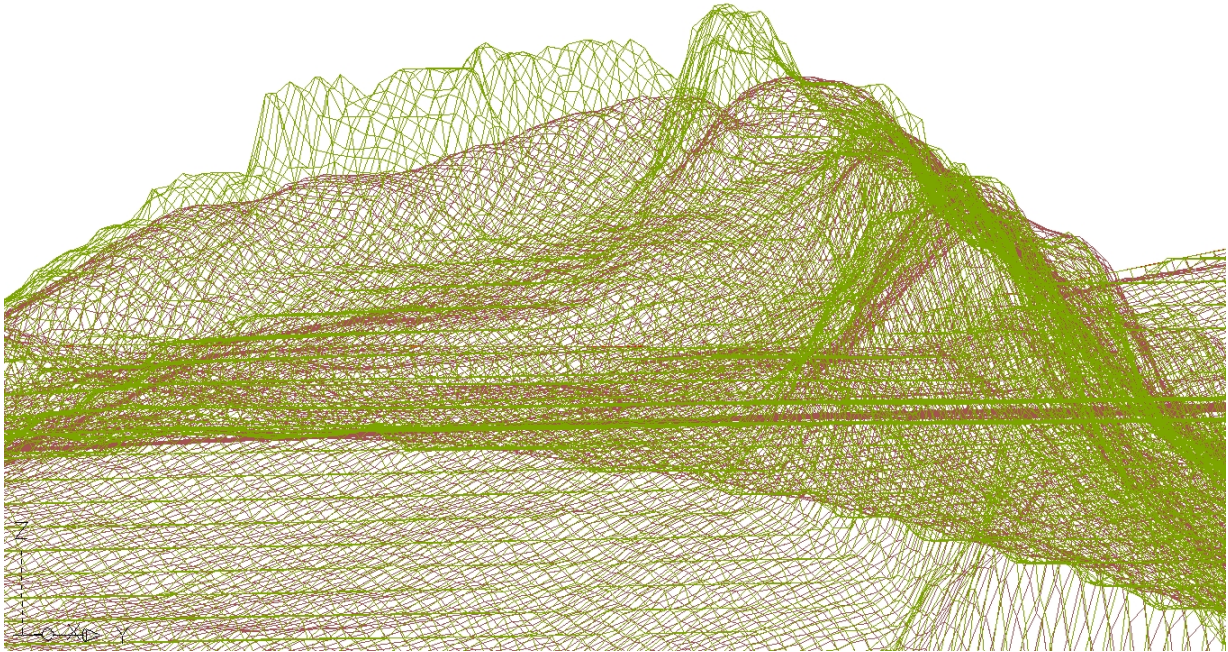


Fig. 25.- Comparación del MDT obtenido a partir de las curvas de nivel 1:5.000 (verde) y el obtenido a partir de los datos descargados del Instituto Geográfico Nacional (marrón).

Comparando el modelo obtenido a partir de las curvas de nivel con respecto a los datos tomados con el GPS en campo se apreciaron diferencias del entorno de los 2-3 metros. Estas diferencias son acordes con la precisión esperable del MDT generado, sin embargo, para la representación final se consideró preferible que existiese una mejor adaptación ya que, como se aprecia en la siguiente imagen, aún persistían discrepancias notables en la zonas más elevadas.

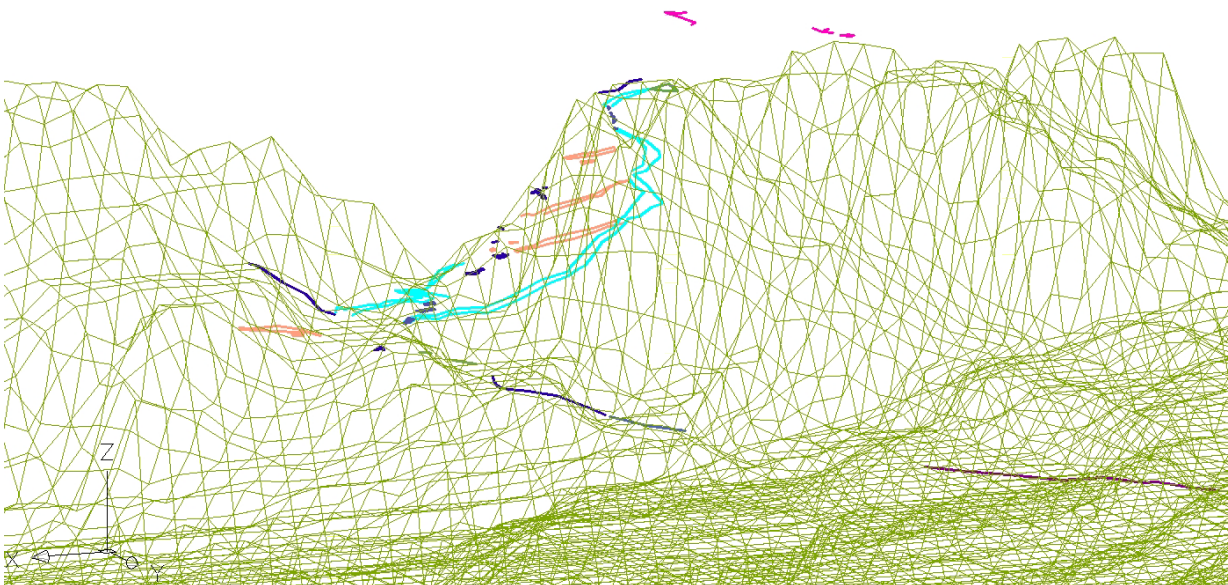


Fig. 26.- El MDT generado a partir de las curvas de nivel se adapta bastante bien a las cotas de los elementos capturados con GPS, excepto en la zona de la cresta del risco (líneas de color magenta en la zona central hacia la derecha).

Con el objeto de crear una mejor adaptación de los elementos medidos con GPS sobre el terreno, se han repetido el modelado añadiendo dichos puntos GPS sobre los puntos extraídos con las curvas de nivel. El resultado final es el que se aprecia en la siguiente figura.

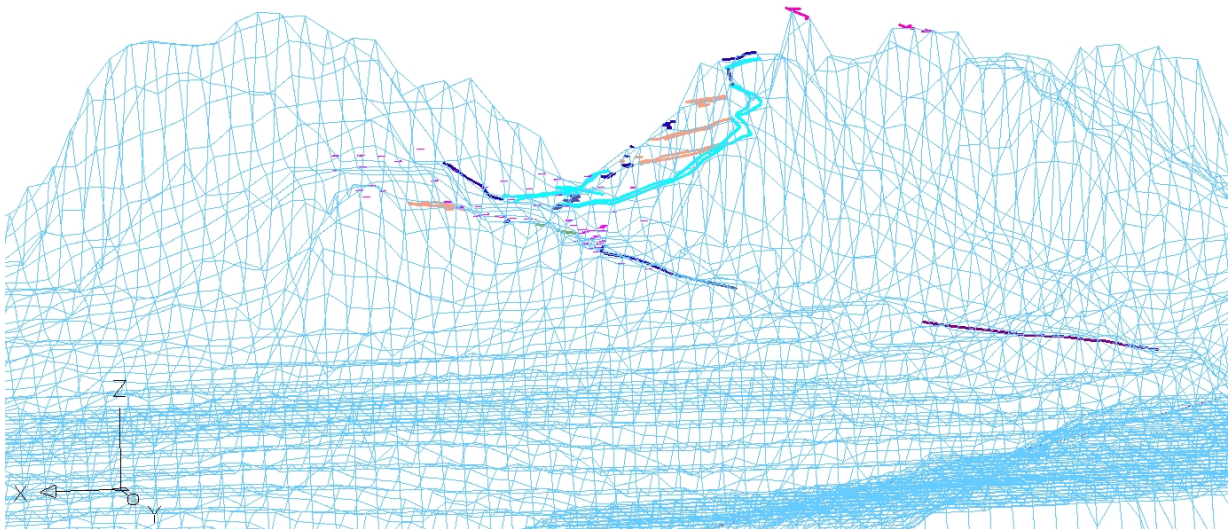


Fig. 27.- MDT definitivo en el que ya existe una buena adaptación del terreno con los restos arqueológicos medidos en campo con técnicas GNSS.

4.3.5.- Modelado fotogramétrico

Para la obtención del modelo tridimensional con textura fotográfica de la zona circundante a la muralla se ha utilizado el software *Agisoft PhotoScan*®. En primer lugar se han insertado el total de las fotografías (excepto las de la zona de la estatua del santo), es decir, 1320 imágenes.

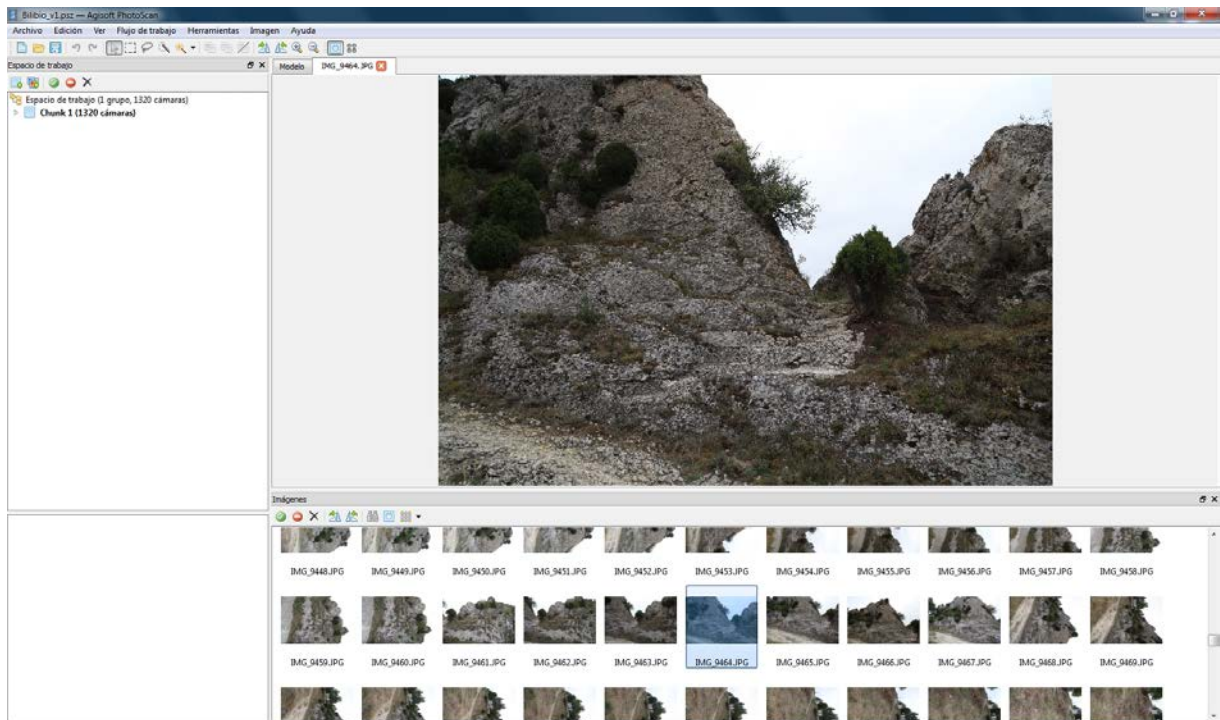


Fig. 28.- Colección de fotografías cargadas en el programa de procesado fotogramétrico *Agisoft PhotoScan*®.

A continuación, el programa procesa automáticamente las fotografías, buscando los puntos comunes que permiten orientarlas de manera relativa (reconstruir la posición tridimensional y los giros de unas fotografías con respecto a otras). Asimismo, se genera un primer modelo de puntos dispersos del elemento fotografiado.

En un segundo paso, se pasa de coordenadas relativas a absolutas, para lo cual se marcan cuatro puntos de coordenadas conocidas en unas 20 imágenes cada uno. El error obtenido en estos puntos (distribuidos por toda la zona de trabajo) es de menos de 4 mm (a escala terreno) y menos de 1 píxel (sobre las imágenes) en todos ellos.

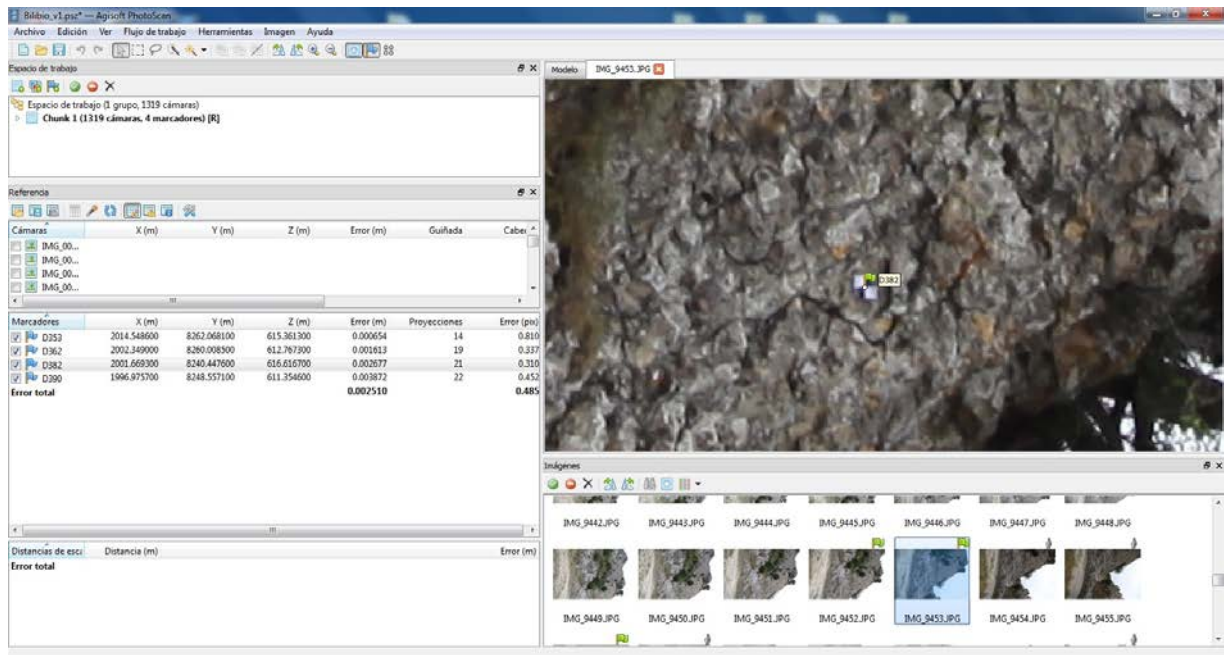


Fig. 29.- Identificación de los puntos de control sobre las fotografías.

Una vez que se dispone de la orientación absoluta de las cámaras se procede a densificar la nube de puntos que define el terreno fotografiado. Para el caso en estudio, se generó una nube con 75 millones de puntos.

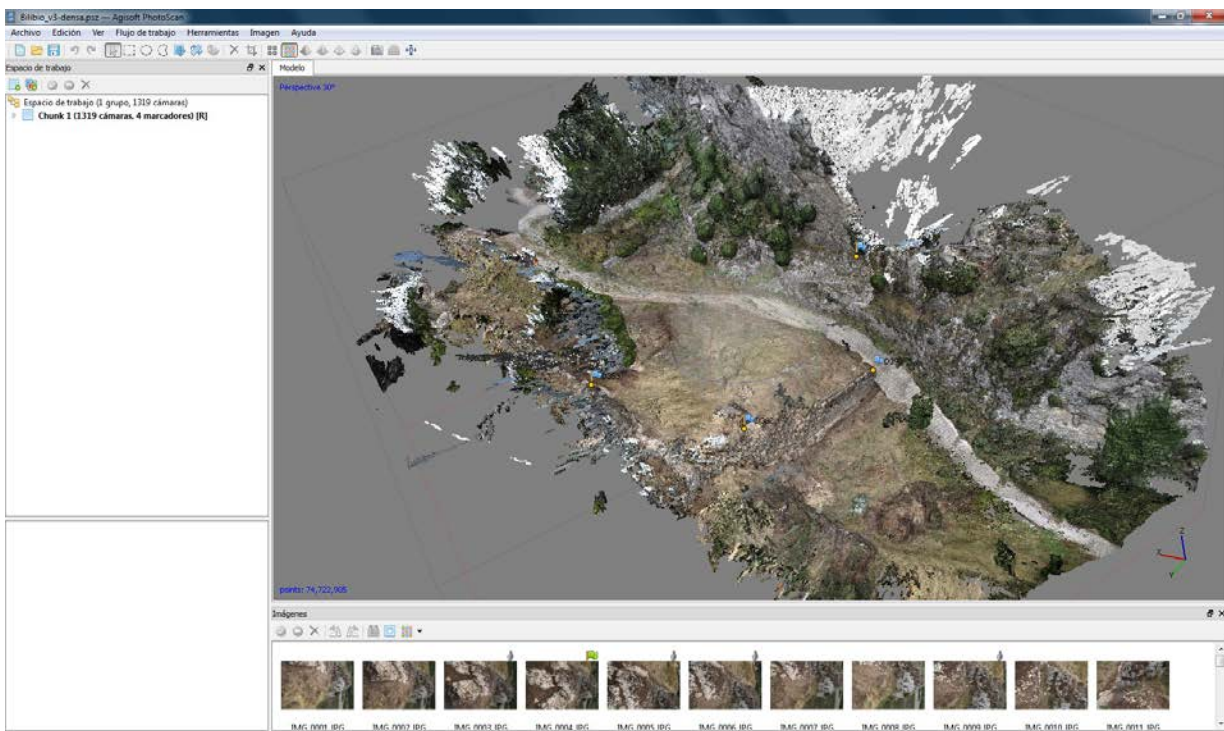


Fig. 30.- Nube de puntos densa generada del área de trabajo.

Esta nube se edita, eliminando los puntos erróneos, ruido y los que están en elementos que no se desea modelar como los árboles. Al mismo tiempo se recorta al área de interés, obteniendo el siguiente modelo.

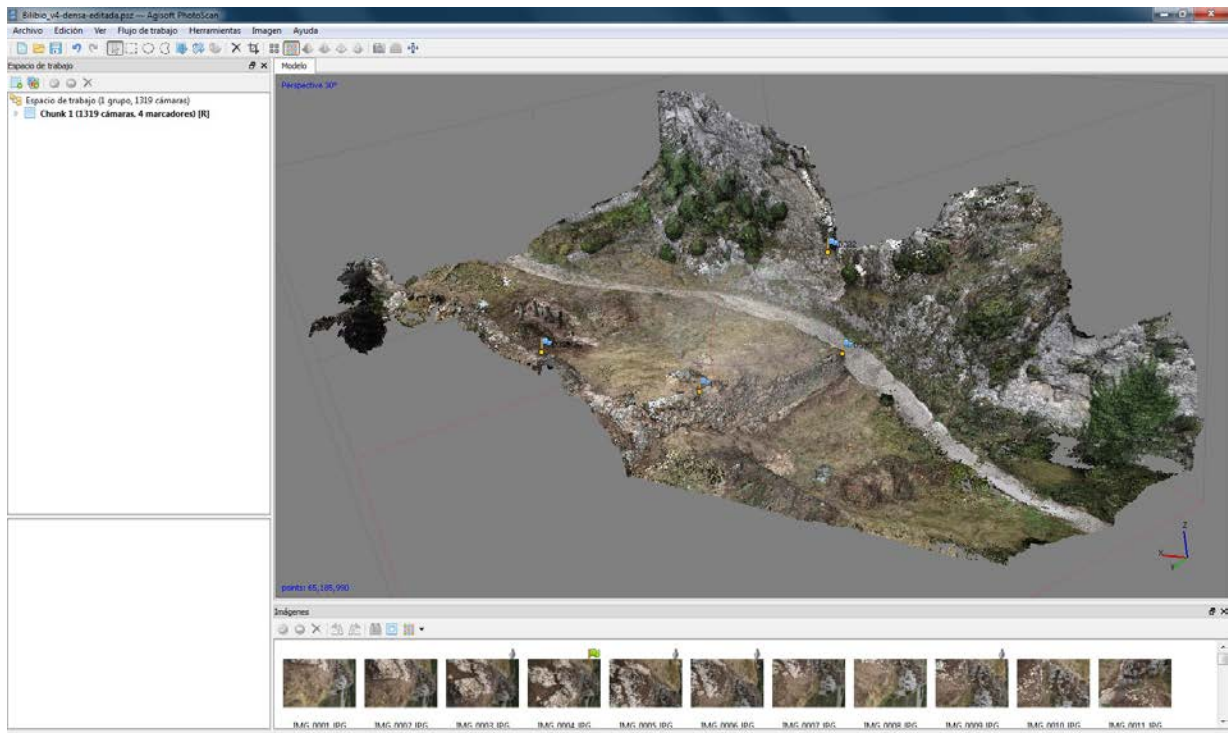


Fig. 31.- Nube de puntos editada.

El proceso continua con el mallado de la nube de puntos. En nuestro caso, se ha optado por una malla simplificada respecto a la densidad de puntos, en concreto, que tenga unos 1,5 millones de triángulos. Una vez visto el mallado, se inspecciona el resultado y se detectan algunas zonas erróneas debidas a puntos que aún no habían sido editados correctamente, por lo que el proceso con respecto al paso anterior de edición de la nube de puntos es iterativo, hasta que el mallado resultante es adecuado.

El modelo así obtenido se puede exportar a diferentes formatos (.ply, collada, pdf-3D, etc.) para su visualización y uso con múltiples programas de gestión de datos en 3D. Además del modelo general de toda la zona circundante a la muralla, también se ha generado un modelo recortado que considera sólo la propia muralla y la zona más próxima a ella.

Por otro lado, también se ha generado un modelo independiente para la zona que se encuentra sobre la ermita alrededor de la estatua del santo.



Fig. 32.- Espacio situado sobre el tejado de la ermita y a los pies de la estatua del santo.

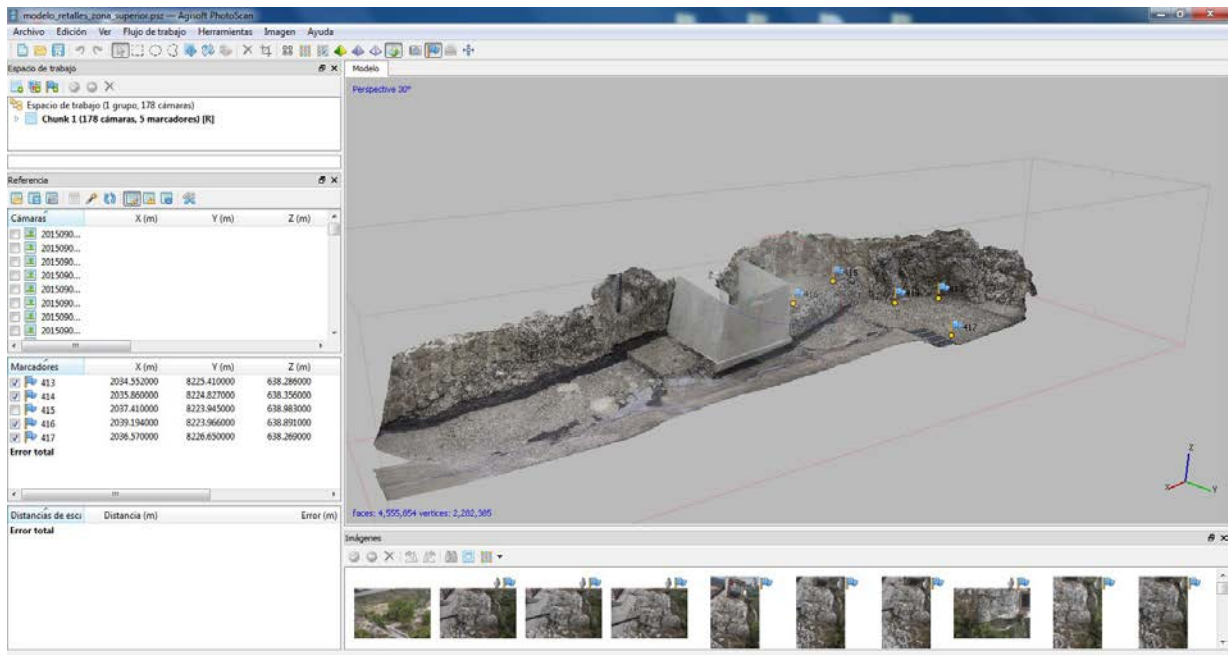


Fig. 33.- Modelo 3D del espacio obtenido según el procedimiento descrito.

4.3.6.- Modelo Digital del Terreno de detalle para la zona documentada mediante fotogrametría

El modelo obtenido por fotogrametría se exporta en baja resolución (10.000 mallas) -sólo la geometría- y se coloca sobre el MDT del terreno, posteriormente en el CAD se edita para casarlos. De esta manera se mejora el detalle del MDT correspondiente a la zona de trabajo.

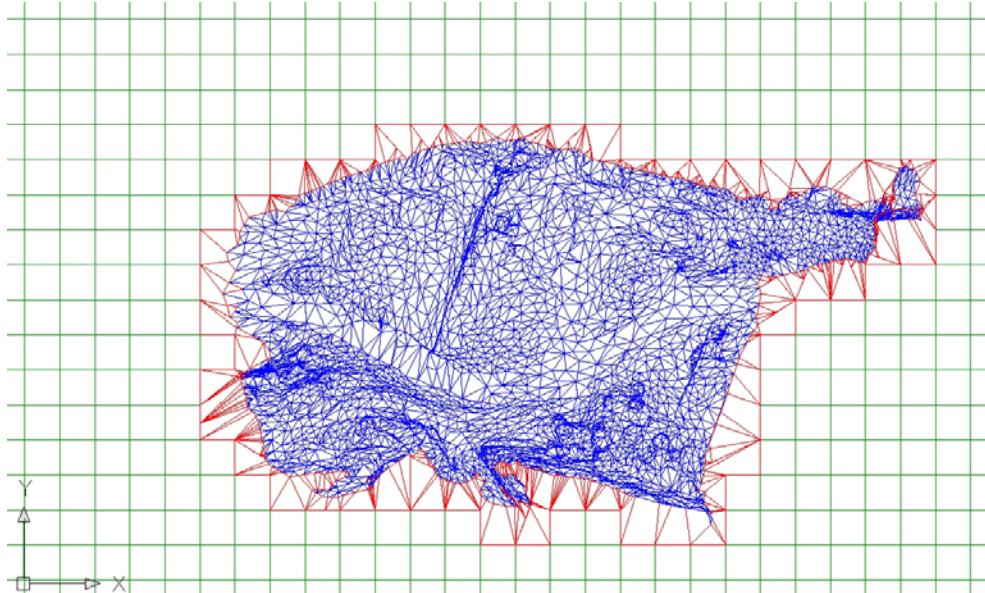


Fig. 34.- Vista en planta del modelo CAD con la malla del MDT original (cada 3 metros) en color verde sobre el que se ha superpuesto el modelo obtenido mediante el modelado fotogramétrico (en color azul).

La siguiente imagen muestra el resultado en una vista perspectiva.

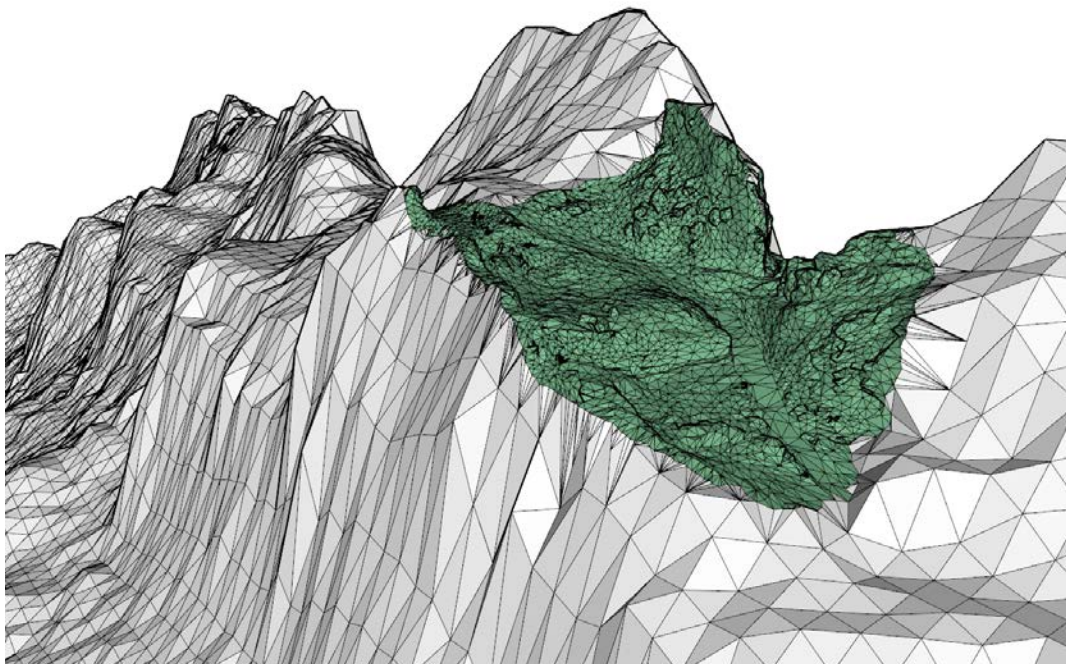


Fig. 35.- Vista perspectiva del MDT general del entorno (mallas en color blanco), sobre el que se ha situado el MDT de detalle procedente del modelado fotogramétrico (mallas verdes).

4.3.8.- Preparación de planos

A partir de los elementos documentados, se ha preparado una serie de salidas gráficas –tanto en planta como en alzado- para representar los aspectos más relevantes del yacimiento y la actuación arqueológica.

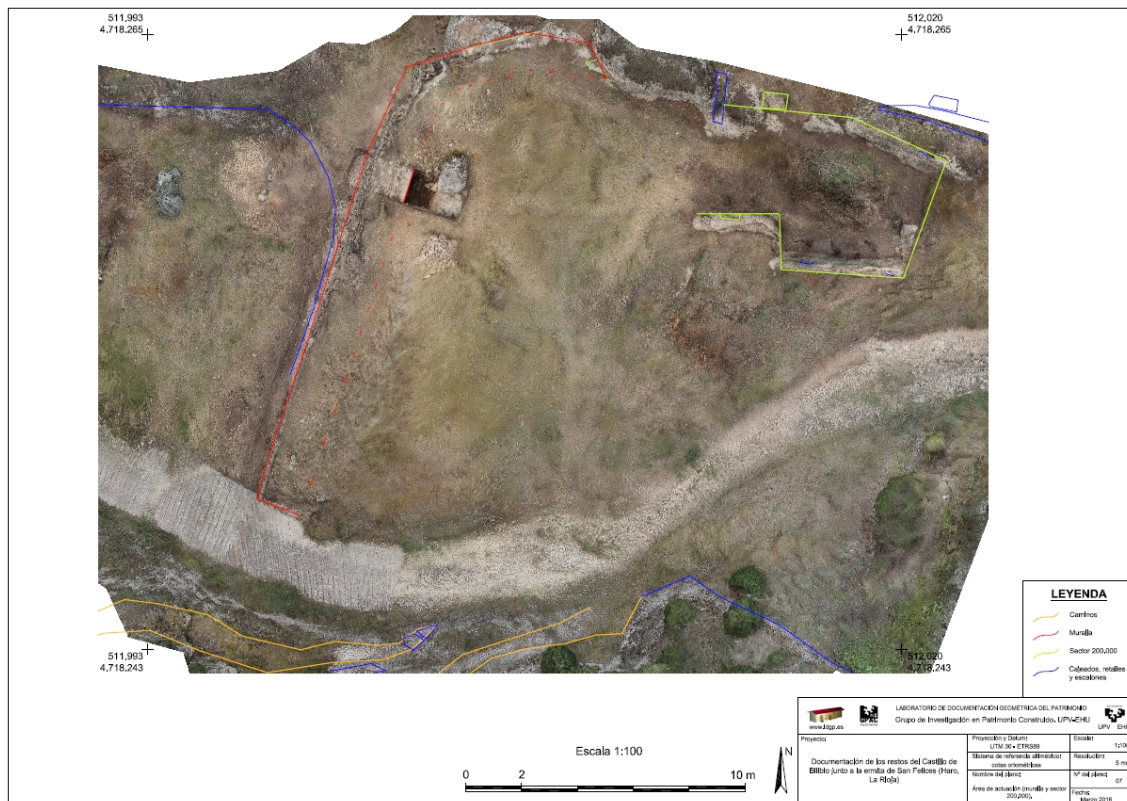


Fig. 38.- Plano en planta de la zona de actuación.

Por otra parte, sobre el modelo del terreno de detalle obtenido por fotogrametría se han dibujado tres perfiles con la siguiente correspondencia:

- Perfil 1, perpendicular a la muralla por la cata de excavación del interior.
- Perfil 2, perpendicular a la muralla a unos 4 metros del camino.
- Perfil 3, paralelo a la muralla a unos 2 metros por delante de ella.



Fig. 39.- Localización de las secciones del terreno realizadas.

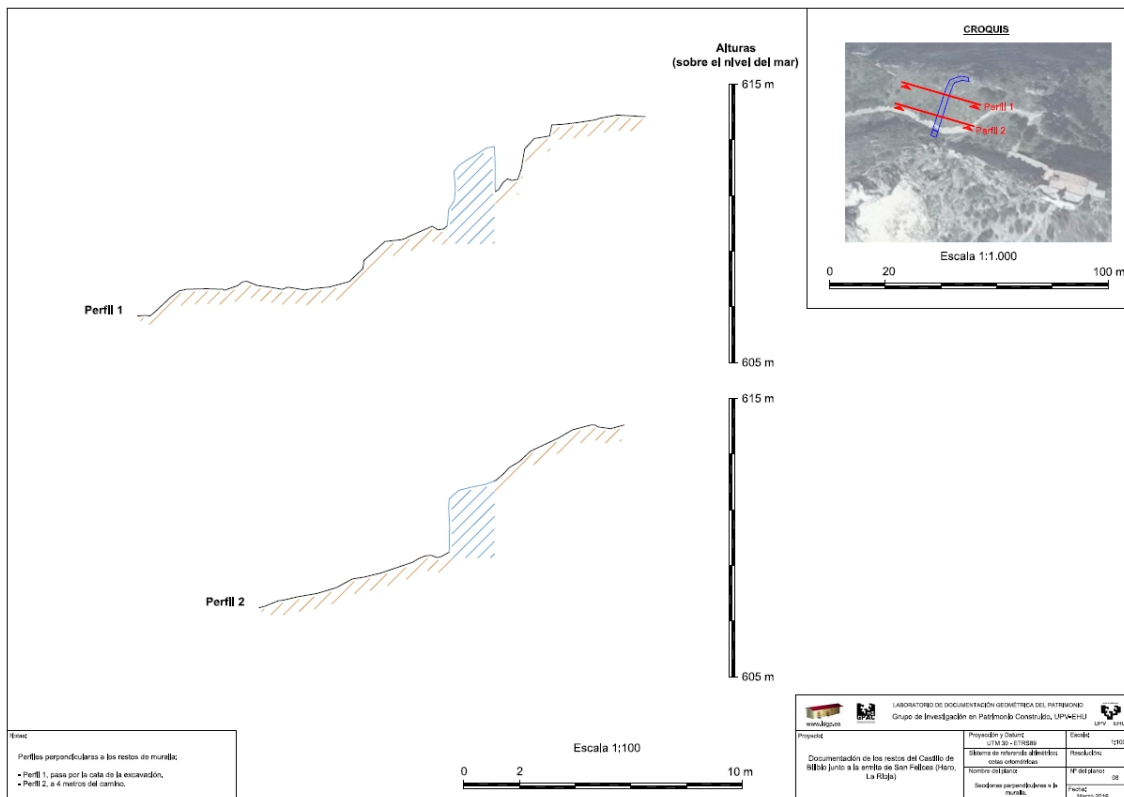


Fig. 40.- Plano de secciones perpendiculares a la muralla.

4.3.9.- Recreación de hipótesis

A partir de los restos documentados en campo y las hipótesis aportadas por el arqueólogo responsable de la excavación se ha procedido a realizar una recreación virtual con el fin de apreciar los elementos defensivos en su estado de funcionamiento.

El proceso parte de unas hipótesis generales que se plasmas en el modelo tridimensional de una manera esquemática.

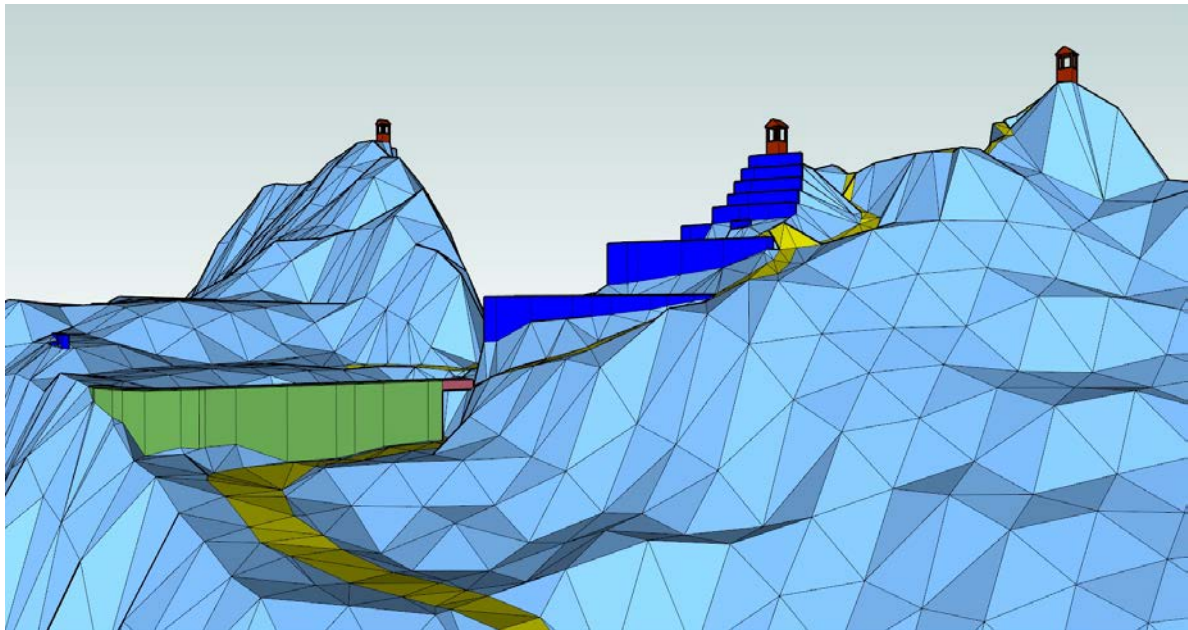


Fig. 41.- Situación de las torres de vigilancia, abanclado de la ladera y reconstrucción de la muralla a la máxima altura actualmente conservada.

Este primer boceto permite comprobar el funcionamiento de las hipótesis, por ejemplo, con respecto a la viabilidad de los recorridos, la intervisibilidad de los elementos, etc., de manera que se pueden ir haciendo correcciones hasta que la reconstrucción no muestra incongruencias y, por lo tanto, pasa a ser una versión posible (que no única) del estado de funcionamiento del sistema defensivo.

Finalmente, a este modelo se le pueden aplicar colores para poder comunicar de una manera más efectiva las hipótesis de recreación de las estructuras. Este tipo de imágenes deben emplearse siempre dentro de un contexto claro con el fin de no inducir a errores históricos en los usuarios.

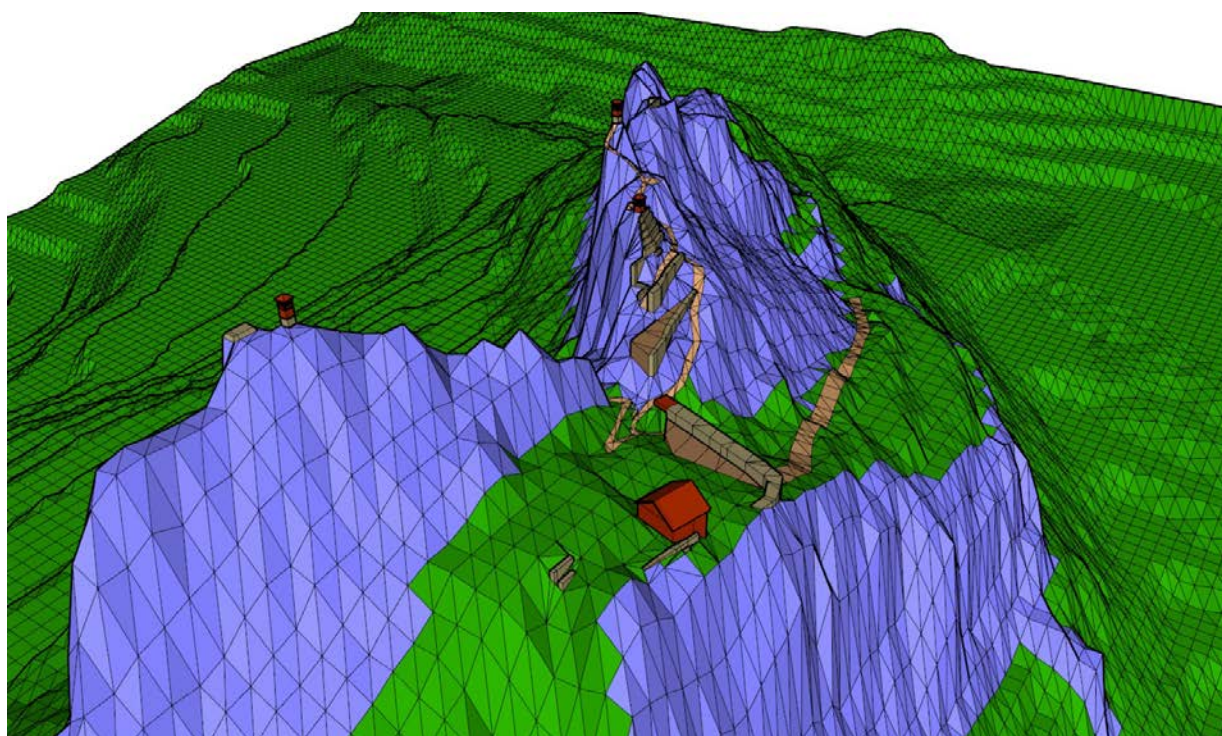


Fig. 42.- Vista coloreada de la recreación hipotética del castillo en funcionamiento.

5.- Resultados

El fichero CAD incluye la información comentada en los apartados anteriores clasificada en capas según la lista que se muestra a continuación.

00_Cajetin	04_ortofoto_iderioja
00_VentanasGraficas	04_ortofoto_iderioja_aclarada
01_GPS-clavos	04_ortofoto_Idgp
01_GPS-dianas	05_perfil1_3D
01_topo-clavos	05_perfil1_planta
01_topo-dianas	05_perfil2_3D
02_curvado-BTA	05_perfil2_planta
02_GPS-cajeado	05_perfil3_3D
02_GPS-caminos	05_perfil3_planta
02_GPS-escalones	06_3Dbase_torres
02_GPS-muralla	06_3Dbasemurallasrecrecidas
02_GPS-puestovigilancia	06_3Dcaminos
02_GPS-retallecaminos	06_3Drematemurallasrecrecidas
02_GPS-retalles	07_mallas-3Dcaminos
02_GPS-sondeoFVB1	07_mallas-3Dmuros
02_GPS-tierracaminos	07_mallas_basetorres
02_sobremodelo_muralla	07_mallas_cuerpo-guardia
02_sobremodelo_sector200000	07_mallas_faro
02_sobremodelo_sector200000-retalles	07_mallas_muralla
03_mdt-comun_malla3m-BTAyGPS	07_mallas_puerta
03_mdt-comun_mallas-peana	07_mallas_rellenos-tierra
03_mdt-exc1_malla3m-original	07_mallas_torres-madera
03_mdt-exc2_det...toscan-10000mallas	
03_mdt-exc2_enganche	
03_mdt-exc2_malla3m-BTAyGPS	
03_mdt-exc3_hipotesis-ajustada	

Fig. 43.- Lista de capas del fichero CAD.

Respecto al contenido de cada capa, el código numérico inicial indica el tipo de información contenida:

- 00_, capas auxiliares del dibujo, en concreto, el cajetín y las ventanas gráficas.
- 01_, información de elementos puntuales de la red de referencias topográficas (clavos y dianas). Se presentan los datos medidos con estación total topográfica y con GNSS.
- 02_, elementos lineales, se presenta una capa con las curvas de nivel (equidistancia de 5 metros) obtenida de la cartografía 1:5.000 del Gobierno de La Rioja, los elementos lineales medidos en campo mediante técnicas GNSS y los elementos lineales que se han dibujado a partir del modelo 3D obtenido por fotogrametría.
- 03_, diferentes MDT que representan el terreno. Con el fin de poder representar diferentes superficies del terreno, las capas de este bloque se clasifican según el criterio siguiente.
 - _mdt_comun_, son las capas comunes a todos los MDT (zona en la que no se ha intervenido).
 - _mdt_exc1_, capas correspondientes al MDT que representa el terreno según la cartografía oficial.

- _mdt_exc2_, capas que representan el relieve con detalle en la zona en que se cuenta con modelado fotogramétrico.
- _mdt_exc3_, relieve adaptado a las hipótesis de reconstrucción del sistema defensivo (a utilizar con las capas del bloque “07_”).
- 04_, ortoimágenes. Se incluye la ortoimagen del año 2014 del Gobierno de La Rioja con una resolución de 25 cm que se utiliza para los planos generales y la ortoimagen realizada con el modelado fotogramétrico que tiene una resolución de 5 mm.
- 05_, perfiles. Corresponde a las secciones.
- 06_, capas que incluyen el dibujo de líneas de las hipótesis de la configuración del espacio defensivo.
- 07_, capas correspondientes a los elementos superficiales de las hipótesis de configuración del estado defensivo. Estas capas se visualizan con el MDT (capas “03_” identificadas como “exc3”).

Se han preparado modelos 3D con textura fotográfica tanto del espacio completo de actuación como particulares del sector 200.000, de la muralla y del espacio sobre la ermita (zona del faro). Los modelos 3D se presentan en formatos: .ply, .dae (collada) y .pdf-3D.

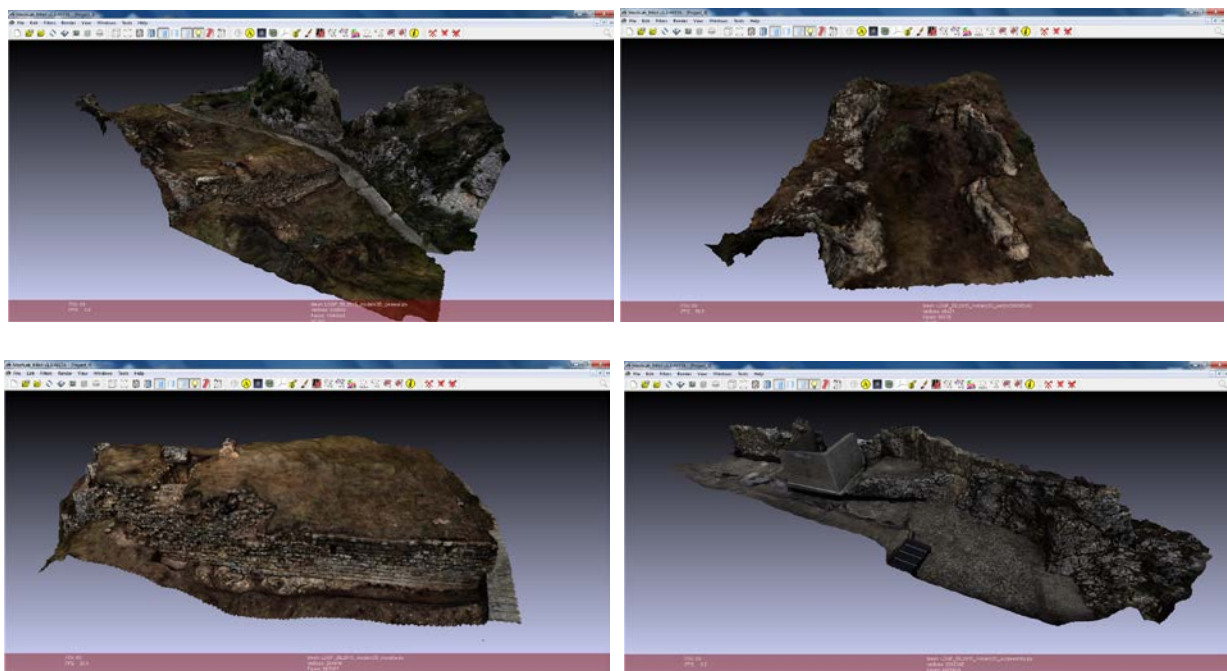


Fig. 44.- Modelos con textura fotográfica: general, del sector 200.000, de la muralla y de la zona sobre la ermita.

Finalmente, también se incluye un fichero con las hipótesis de reconstrucción del espacio defensivo en formato del programa SketchUp. Para visualizarlo de manera interactiva, se puede instalar el visor descargable desde la web del programa (<http://www.sketchup.com/products/sketchup-viewer>).

6.- Contenido del CD

El CD que acompaña la presente memoria contiene la información que se detalla a continuación.

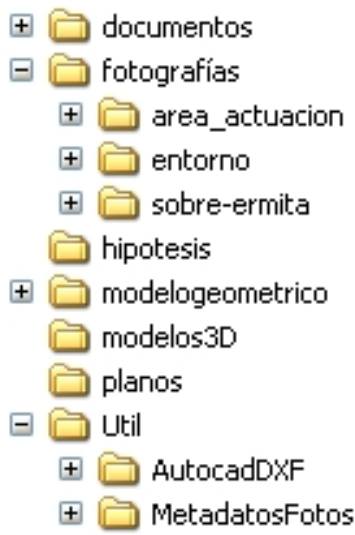


Fig. 45.- Carpetas del CD con la información relativa al proyecto.

El contenido de cada carpeta es el que sigue:

- documentos: copia en formato pdf del presente documento.
- fotografías: imágenes fotográficas con metadatos.
- hipótesis: modelo 3D con la reconstrucción hipotética del complejo defensivo en formato *SketchUp*.
- modelogeométrico: archivo CAD tridimensional en formatos DWG y DXF (de intercambio), contiene los planos en el propio fichero.
- modelos3D: modelos de los elementos modelados pro fotogrametría.
- planos: fichero pdf de las salidas gráficas en forma de plano.
- útil: descripción del formato DXF y de los metadatos insertados en las fotografías.

ANEXOS

Anexo I: Instrumental empleado

Las características técnicas del receptor GPS utilizado se recogen en la siguiente tabla:

HIPER PRO	
DESCRIPTION	40 channel integrated GPS+ receiver/antenna with MINTER interface
TRACKING SPECIFICATIONS	
Tracking channels, standard	40 L1 GPS (20GPS L1+L2 on Cinderella days) *
Tracking channels, optional	20 GPS L1+L2 (GD), GPS L1 + GLONASS (GG) 20 GPS L1+L2+GLONASS (GGD)
Signals Tracked	GPS L1/L2, C/A and P Code & Carrier and GLONASS L1/L2 and L2C
PERFORMANCE SPECIFICATIONS	
Static, Rapid Static	H: 3 mm + 0.5 ppm V: 5 mm + 0.5 ppm
RTK	H: 10 mm + 1.0 ppm V: 15 mm + 1.0 ppm
Cold Start	<60 seconds
Warm Start	<10 seconds
Reacquisition	<1 second
POWER SPECIFICATIONS	
Battery	Internal Lithium-Ion batteries for up to 14+ hours of operation (10 hours Tx)
External power input	6 to 28 volts DC
Power consumption	Less than 4.2 watts
GPS+ ANTENNA SPECIFICATIONS	
GPS / GLONASS Antenna	Integrated
Ground Plane	Integrated flat ground plane
RADIO SPECIFICATIONS	
Radio Type	Internal Tx/Rx (selectable frequency range)
Power Output	1.0 Watt / 0.25 Watt (selectable)
Radio Antenna	Center-mount UHF Antenna
WIRELESS COMMUNICATION	
Communication	Bluetooth® version 1.1 comp. **†
I/O	
Communication Ports	2x serial (RS232)
Other I/O Signals	1pps, Event Marker
Status Indicator	4x3-color LEDs (Green, Red, Yellow), two-function keys (MINTER)
Control & Display Unit	External Field Controller
MEMORY & RECORDING	
Internal Memory	Up to 1 GB
Update Rate	Up to 20 times per second (20Hz)
Data Type	Code and Carrier from L1 and L2, GPS and GLONASS and L2C GLONASS
DATA OUTPUT	
Real time data outputs	RTCM SC104 version 2.1, 2.2, 2.3, CMR, CMR+
ASCII Output	NMEA 0183 version 3.0
Other Outputs	TPS format
Output Rate	Up to 20 times per second (20Hz)
ENVIRONMENTAL SPECIFICATIONS	
Enclosure	Aluminum extrusion, waterproof
Operating	Temperature -30°C to 55°C
Dimensions	W:159 x H:172 x D:88 mm
Weight	1.65 kg

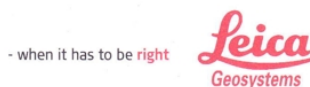
Specifications are subject to change without notice. Performance specifications assume a minimum of 6 GPS or 7 GPS/GLONASS satellites above 15 degrees in elevation and adherence to procedures recommended by TPS in the appropriate manuals. In areas of high multipath, during periods of high PDOP and during periods of high ionospheric activity performance may be degraded. Robust checking procedures are highly recommended in areas of extreme multipath or under dense foliage.

* Cinderella feature activates full receiver reception at GPS midnight every other Tuesday for 24 hours.

** Bluetooth® type approvals are country specific. Please contact your Topcon representative for more information.

† The Bluetooth word mark and logos are owned by the Bluetooth SIG, Inc. and any use of such marks by Topcon Positioning Systems, Inc. is under license. Other trademarks and trade names are those of their respective owners.

A continuación se presenta el certificado de calibración de la estación total utilizada:



Leica Geosystems, s.l.
Nicaragua, 46
08029 Barcelona
Teléfono (+34) 93 494 94 40
Fax (+34) 93 494 94 42
www.leica-geosystems.com

Certificado de Verificación y Control

Emitido por laboratorio de Leica Geosystems S.L.

UNIVERSIDAD DEL PAIS VASCO
Dpto. Ing. Min y Met y C. Materiales
NIEVES CANO, 12
01006 VITORIA

Nº de Informe: 300977647
Fecha: 20.12.2013

Instrumento: TCR1205 R300
Nº de Serie: 213379

Nº de Cliente: 50198
Nº de Técnico: 120003

Identificación de patrones utilizados:

1. **Ángulos:** Colimador de ejes Wild modelo T4 nº 024 con certificado del CEM número 130164002.
2. **Distancia:** Línea base con centrado forzoso y 1 reflector a la distancia con certificado del CEM número 130164006.

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.

Procedimientos utilizados:

3. **Verificación** Procedimiento descrito en documentación interna de Leica Geosystems S.L.,
patrones: P.C.P LG 05-11.
4. **Verificación** Procedimientos descritos en documentación interna de Leica Geosystems S.L.,
instrumento: P.V.TPS LG 05-11, P.A. TPS LG 05-11.

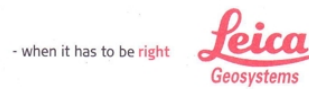
Condiciones ambientales:

Temperatura durante la revisión $22^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$.
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.





Resultados:

	Entrada	Tolerancia	Salida	Incertidumbre
Desviación Hz (Gon)	0.0015	0.0015	0.0015	0.0009
Desviación V (Gon)	0.0015	0.0015	0.0015	0.0010
Desviación distancia (mm)				
Distanciómetro infrarrojo	2	2 mm + 2 ppm	2	1.5
Distanciómetro láser	3	3 mm + 2 ppm	3	2

Error de entrada angular (Gon):

	M1
Desviación Hz	0.0015
Desviación V	0.0015

Error de entrada distanciometría (mm):

	M1
Desviación D1	2

Error de salida angular (Gon):

	M1	M2	M3	M4	M5
Desviación Hz	0.0009	0.0009	0.0009	0.0010	0.0009
Desviación V	0.0010	0.0010	0.0010	0.0009	0.0010

Error de salida distanciometría (mm):

	M1	M2	M3	M4	M5
Desviación D1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5

Notas:

Terminología de siglas:
 V: valor ángulo vertical.
 Hz: valor ángulo horizontal.
 D1: distancia 1 conocida y certificada por el CEM.
 Mx: número de medida realizada.

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

No se permite la reproducción total o parcial de este informe sin la aprobación por escrito de Leica Geosystems, S.L.



Sociedad Dependiente inscrita en el registro Mercantil de Barcelona, Tomo 28.906, Folio 107, Hoja B-163066. Inscripción I.C.I.F. B-61395497


 Javier Carbonero
 Jefe de Servicio Técnico



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 empotrados directamente sobre roca y dianas plastificadas.

 <p>www.ldgp.es</p>	<p>Documentación de los restos del Castillo de Bilibio junto a la ermita de San Felices (Haro, La Rioja)</p>	 <p>ehu GPAC GRUPO DE INVESTIGACION EN PATRIMONIO CONSTRUIDO</p>
--	--	---



<p>FECHA: 02/09/2015</p>	<p>ESTACIÓN: CL_1</p>	<p>MUNICIPIO: Haro (La Rioja)</p>	
<p>RESEÑA LITERAL:</p> <p>Clavo de acero con cruz grabada en su cabeza. Insertado en un afloramiento rocoso sobre una arandela.</p>		<p>COORDENADAS: UTM 30 – ETRS89</p>	<p>ANAMORFOSIS: 0,99996018</p>
		<p>X = 512011,340</p>	
		<p>Y = 4718263,192</p>	
		<p>Z (nivel del mar) = 615,452</p>	

FOTOGRAFIAS (general y detalle):



CROQUIS:



 <p>www.ldgp.es</p>	<p>Documentación de los restos del Castillo de Bilibio junto a la ermita de San Felices (Haro, La Rioja)</p>	 <p>ehu GPAC GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN PATRIMONIO CONSTRUÍDO</p>
--	--	---



<p>FECHA: 02/09/2015</p>	<p>ESTACIÓN: CL_2</p>	<p>MUNICIPIO: Haro (La Rioja)</p>	
<p>RESEÑA LITERAL:</p> <p>Clavo de acero con cruz grabada en su cabeza. Insertado en un afloramiento rocoso sobre una arandela.</p>		<p>COORDENADAS: UTM 30 – ETRS89</p>	<p>ANAMORFOSIS: 0,99996018</p>
		<p>X = 511998,889</p>	
		<p>Y = 4718237,581</p>	
		<p>Z (nivel del mar) = 616,241</p>	

FOTOGRAFIAS (general y detalle):



CROQUIS:



 <p>www.ldgp.es</p>	<p>Documentación de los restos del Castillo de Bilibio junto a la ermita de San Felices (Haro, La Rioja)</p>	 <p>ehu GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN PATRIMONIO CONSTRUÍDO</p>
--	--	--



<p>FECHA: 02/09/2015</p>	<p>ESTACIÓN: CL_3</p>	<p>MUNICIPIO: Haro (La Rioja)</p>	
<p>RESEÑA LITERAL:</p> <p>Clavo de acero con cruz grabada en su cabeza. Insertado en un afloramiento rocoso sobre una arandela.</p>		<p>COORDENADAS: UTM 30 – ETRS89</p>	<p>ANAMORFOSIS: 0,99996018</p>
		<p>X = 511992,960</p>	
		<p>Y = 4718262,711</p>	
		<p>Z (nivel del mar) = 607,732</p>	

FOTOGRAFIAS (general y detalle):



CROQUIS:



 <p>www.ldgp.es</p>	<p>Documentación de los restos del Castillo de Bilibio junto a la ermita de San Felices (Haro, La Rioja)</p>	 <p>ehu GPAC GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN PATRIMONIO CONSTRUÍDO</p>
--	--	---

<p>FECHA: 02/09/2015</p>	<p>ESTACIÓN: CL_4</p>	<p>MUNICIPIO: Haro (La Rioja)</p>	
<p>RESEÑA LITERAL:</p> <p>Clavo de acero con cruz grabada en su cabeza. En la rampa de acceso de hormigón, a la altura de la muralla.</p>		<p>COORDENADAS: UTM 30 – ETRS89</p>	<p>ANAMORFOSIS: 0,99996018</p>
		<p>X = 511996,224</p>	
		<p>Y = 4718247,505</p>	
		<p>Z (nivel del mar) = 610.307</p>	

FOTOGRAFIAS (general y detalle):



CROQUIS:



PLANOS

Planos



1.- Ortoimagen del risco sobre el que se asienta el yacimiento.



2.- Vista general del yacimiento.



3.- Elementos documentados mediante GNSS y sobre el modelo fotogramétrico.



4.- Hipótesis de configuración del sistema defensivo.



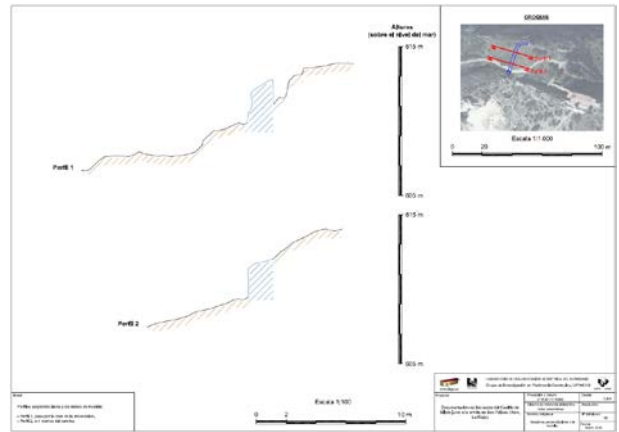
5.- Sector 200.000 (estructura hábitat).



6.- Planta de la muralla y excavación.



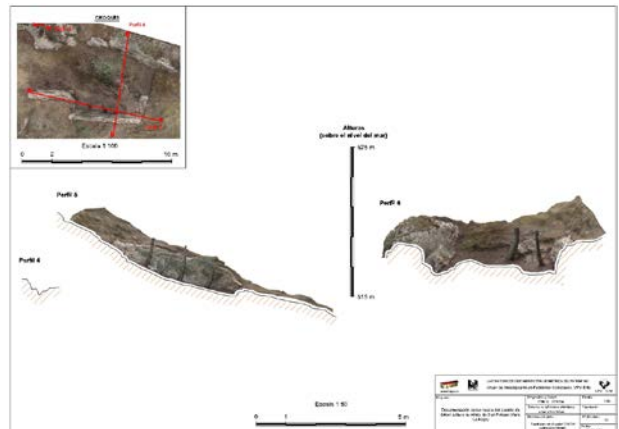
7.- Área de actuación (muralla y sector 200.000).



8.- Secciones perpendiculares a la muralla.



9.- Sección paralela a la muralla (2 metros por delante).



10.- Secciones en el sector 200.000 (estructura hábitat).



10.- Ortoimagen del alzado exterior de la muralla.



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>

