



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



UPV EHU

Centro de investigación Micaela Portilla
C/ Justo Vélez de Elorriaga 1, 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

47-1

Información general / General information		
ELEMENTO:	R_Munilla_Peñaportillo	:ELEMENT
TÍTULO:	Documentación geométrica del yacimiento paleontológico de Peñaportillo, Munilla (La Rioja)	:TITLE
FECHA:	diciembre 2017 / December 2017	:DATE
NÚMERO:	LDGP_mem_047-1	:NUMBER
IDIOMA:	español / Spanish	:LANGUAGE

Resumen	
TÍTULO:	Documentación geométrica del yacimiento paleontológico de Peñaportillo, Munilla (La Rioja)
DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA:	La parte documentada del yacimiento corresponde a una zona descubierta de unos 18 x 7'5 metros que se encuentra protegida por una tejavana. El estrato sobre el que se sitúan las icnitas (huellas de dinosaurios) tiene un buzamiento de unos 23 grados sexagesimales en dirección noreste.
DOCUMENTACIÓN:	La documentación del estrato se realizó mediante fotogrametría convergente, además, dos zonas seleccionadas (que corresponden a una huella concreta y un rastro) fueron documentadas utilizando un escáner de luz estructurada. Como resultados, se dispone de los modelos 3D tanto del estrato completo como de las huellas seleccionadas, asimismo se ha generado un plano con una vista ortográfica perpendicular a la losa en color verdadero, también se dispone de un vídeo tomado desde un dron que muestra el entorno del yacimiento.
TÉCNICAS:	modelado virtual, fotogrametría
PRODUCTOS:	<ul style="list-style-type: none"> • Modelo de superficies con texturas fotográficas. • Ortoimagen. • Vídeo aéreo (desde dron).
DESCRIPTORES NATURALES:	icnita, huella dinosaurio
DESCRIPTORES CONTROLADOS:	(Procedentes del Tesouro UNESCO [http://databases.unesco.org/thessp/]) Patrimonio natural, Geología, Paleontología, Fotogrametría

Abstract	
TITLE:	Geometric documentation of the paleontological site of Peñaportillo, Munilla (La Rioja, Spain)
GEOMETRIC DESCRIPTION:	The outcrop consists of a slab of around 18 x 7.5 square metres, with a geological dip of around 23°, it is oriented in the north-east direction and is protected by a shed roof.
DOCUMENTATION:	The geometric documentation of the surface was done by means of convergent photogrammetry, besides, two selected areas (corresponding to a specific footprint and a complete track) were documented with more detail with a structured-light 3D scanner. As results, 3D models of the complete visible part of the stratum and of the two detailed models of the selected footprints. Likewise, the orthographic view with photographic texture was produced. In addition, there is a video of the site and surroundings taken from a drone.
METHODOLOGIES:	virtual modeling, photogrammetry
PRODUCTS:	<ul style="list-style-type: none"> • 3D models (meshes with photographic texture). • Orthoimage. • Aerial video (from a drone).
NATURAL KEYWORDS:	ichnite, dinosaur footprint
CONTROLLED KEYWORDS:	(From the UNESCO's thesaurus [http://databases.unesco.org/thesaurus/]) Natural heritage, Geology, Palaeontology, Photogrammetry

Localización / Placement		
ELEMENTO PATRIMONIAL:	Yacimiento paleontológico de Peñaportillo (Munilla)	:HERITAGE ELEMENT
MUNICIPIO:	Munilla, La Rioja, España/Spain (Getty TGN: 7302787)	:MUNICIPALITY
COORDENADAS:	EPSG:4326 WGS84/LatLong 42.195,-2.2856	:COORDINATES

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

Derechos / Rights		
DERECHOS:	<p>La información relativa al presente proyecto es fruto de la participación de diversos agentes por lo que su situación al respecto de los derechos intelectuales y de explotación puede ser compleja. Con el fin de simplificar el esquema de reutilización, se ha llevado a cabo un análisis previo de la situación de cada documento que se encuentra disponible en el repositorio y que es accesible en el recurso web indicado por el identificador permanente. De manera resumida se puede indicar que:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si el documento se encuentra descargable desde la web del repositorio institucional se considerará que sus posibilidades de reutilización se adaptan a una licencia <i>Creative Commons</i> (CC-By). <div style="text-align: center;">  </div> <ul style="list-style-type: none"> • Si el documento tiene acceso restringido, deberá ponerse en contacto con el promotor del trabajo, ya que dicha organización dispone de la información que busca y de los derechos de explotación necesarios para permitir nuevos usos. <p style="text-align: center;">/</p> <p>The information that is available in this project was created in the framework of a work in which many agents were involved, therefore, the state of the intellectual and exploitation rights might be complex. In order to simplify the re-use, we have carried out a preliminary analysis regarding each document that is shown in the repository and accessible through the permanent identifier. Summing up, you can consider that:</p> <ul style="list-style-type: none"> - If the document can be accessed from the website of the repository, its re-use will follow a <i>Creative Commons</i> (CC-By) licence. <div style="text-align: center;">  </div> <ul style="list-style-type: none"> - If the access is restricted, you need to contact the promotor of the work, since that organization has both the information you need and the possibility to give you the rights for your expected re-use. 	:RIGHTS

OTROS:	<p>Además de la información recogida en el repositorio de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU), se informa que los promotores de cada trabajo disponen de una copia más amplia de los registros originales y resultados (medidas, fotografías, modelos 3D).</p> <p style="text-align: center;">/</p> <p>The University repository does not show an exhaustive record of the work. Users should contact with the promotor of the project if they want to examine the original datasets and complete results (measurements, photographs, 3D models...).</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

REUTILIZACIÓN:	<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/10810/36031	:PERMANENT ID
ESTRUCTURA:	<ul style="list-style-type: none"> • ldgp_mem047-1_Munilla_Peñaportillo.pdf: este documento. Contiene la memoria y un plano en formato A1 con la ortoimagen del yacimiento a escala 1:20. / this document. It contains the report and a plan in A1 layout, which shows the orthoimage of the site at scale 1:20. • LDGP_MUN2017_fot_Peñaportillo-???.jpg: 4 fotografías de documentación de los trabajos realizados. / 4 pictures for documenting the works. • LDGP_MUN2017_modelovirtual_???.zip: 5 modelos virtuales en formato PLY correspondientes al yacimiento completo, a la huella R4H2 (de la que hay dos modelos con resoluciones de 3 mm y 0'5 mm), de la huella R5H15 (con resolución de 1'3 mm) y del rastro completo R5 (resolución de 0'4 mm), incluyen también los metadatos según el esquema Dublin Core. / 5 three-dimensional models (PLY format): one of the complete site, two of the R4H2 footprint (with resolutions: 3mm and 0.5 mm), one of the R5H15 footprint (resolution 1.3 mm) and another one of the complete R5 track (resolution: 0.4 mm). The models are enclosed file with metadata according the Dublin Core schema. • LDGP_MUN2017_video_Peñaportillo-1.mov: 1 vídeo aéreo del entorno del yacimiento realizado con un dron. / 1 aerial video of the surroundings of the site taken with a drone. 	: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 del yacimiento paleontológico de Peñaportillo, Munilla (La Rioja)</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.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 geométrica del yacimiento paleontológico de Peñaportillo, Munilla (La Rioja)

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 (España-Spain).

Tfno: +34 945 013 264

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



UPV EHU



Cátedra de
Paleontología



UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA

CÁTEDRA DE PALEONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

e-mail: paleontología@unirioja.es

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN.....	3
2.- OBJETIVOS.....	4
3.- LOCALIZACIÓN.....	5
4.- DESARROLLO DE LOS TRABAJOS	6
4.1.- Esquema de trabajo	6
4.2.- Trabajos de campo.....	7
4.2.1.- Red topográfica, volumétrico y apoyo fotogramétrico	7
4.2.2.- Registro fotográfico	9
4.2.3.- Escaneado	11
4.3.- Trabajos de gabinete.....	13
4.3.1.- Cálculo de la red topográfica	13
4.3.2.- Clasificación y archivo de las fotografías y video.....	18
4.3.3.- Modelado 3D con textura fotográfica.....	22
4.3.4.- Modelado a partir del escaneado con luz estructurada	26
4.3.5.- Modelo CAD y planos.....	28
4.3.6.- Volcado del perímetro de protección del yacimiento	30
4.3.7.- Actualización de la capa de paleontología en IDErija	33
5.- RESULTADOS	33
5.1.- Colección de fotografías y videos	33
5.2.- Modelos virtuales.....	33
5.3.- Modelo CAD	35
5.4.- Versión actualizada del servicio WMS de paleontología del Gobierno de La Rioja....	35
6.- CONTENIDO DEL CD	36
ANEXOS	38
Anexo 1. Instrumental empleado.....	39
Anexo 2. Reseñas de la red topográfica.....	44
Anexo 3: Metadatos introducidos en las fotografías	48
PLANOS.....	50

1.- INTRODUCCIÓN

El patrimonio paleontológico es una de las fuentes de riqueza natural con la que cuenta la Comunidad Autónoma de La Rioja. Desde la Cátedra de Paleontología¹ de la Universidad de La Rioja –dirigida por la doctora Angélica Torices- se está procediendo a la identificación, limpieza y estudio de diversos yacimientos de la Comunidad, entre ellos, en este año 2017 se está estudiando el denominado Peñaportillo, situado en el término municipal de Munilla.

En este contexto, se solicitó al Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio de la UPV/EHU que realizase una documentación general del conjunto y de detalle de dos huellas representativas.

La parte más reconocible del yacimiento corresponde a una zona descubierta de unos 18 x 7'5 metros que se encuentra protegida por una tejavana. El estrato sobre el que se sitúan las icnitas tiene un buzamiento de unos 23º (sexagesimales) en dirección noreste.



Fig. 1.- Vista de la zona cubierta del yacimiento de Peñaportillo.

¹ <https://es-es.facebook.com/palentologiaUR/>

2.- OBJETIVOS

De forma más detallada, los objetivos marcados en el presente proyecto son los siguientes:

- a) Establecimiento de una red de referencia topográfica en el propio yacimiento, lo que permitirá disponer de un conjunto de puntos materializados en el terreno cuyas coordenadas serán conocidas en el sistema oficial (UTM huso 30, en el sistema de referencia ETRS89) y que podrán utilizarse como referencia en los diferentes trabajos que se realicen en el yacimiento. De esta forma, no sólo se podrá garantizar la precisión geométrica de la documentación a realizar, sino que también se posibilitará que futuros trabajos que se acometan en el yacimiento se puedan representar en este mismo sistema de coordenadas.
- b) Obtención de colecciones de fotografías generales y de detalle que permitan posteriormente su modelado tridimensional. Asimismo, se realizarán las medidas mediante estación total y GNSS² que posibiliten la orientación y el escalado de los modelos que se generen, así como, su ubicación precisa en el sistema de coordenadas oficial.
- c) Escaneado tridimensional con resolución submilimétrica de dos huellas representativas (huella 2 del rastro 4 y la huella 15 del rastro 5), para lo que se utilizará un escáner de proyección de luz estructurada.
- d) Delimitación del área de protección alrededor del yacimiento.
- e) Preparación de las salidas gráficas (planos) necesarias con vistas a la representación y difusión del yacimiento.
- f) Toda la información se presentará documentada, organizada y en formatos estándar con el fin de permitir su incorporación a las bases de datos gestionadas por la Cátedra de Paleontología y el Gobierno de La Rioja, así como para su preservación a lo largo del tiempo.

² GNSS (Global Navigation Satellite System) es el acrónimo que engloba las diferentes redes de posicionamiento por satélite como el GPS estadounidense, el Glonass ruso o el Galileo de la Unión Europea. Estos sistemas pueden combinarse con el fin de obtener soluciones optimizadas en tiempo y precisión.

3.- LOCALIZACIÓN

El municipio de Munilla se encuentra al sur de la Comunidad Autónoma de La Rioja, a unos 35 km en línea recta desde Logroño, aunque el trayecto por carretera requiere algo más de 1 hora ya que es preciso pasar previamente por la localidad de Arnedo y recorrer un total de 71 km. El acceso al yacimiento se realiza por un camino rural que se toma a la entrada del casco urbano (desde el este) y que asciende durante unos 2'5 km.



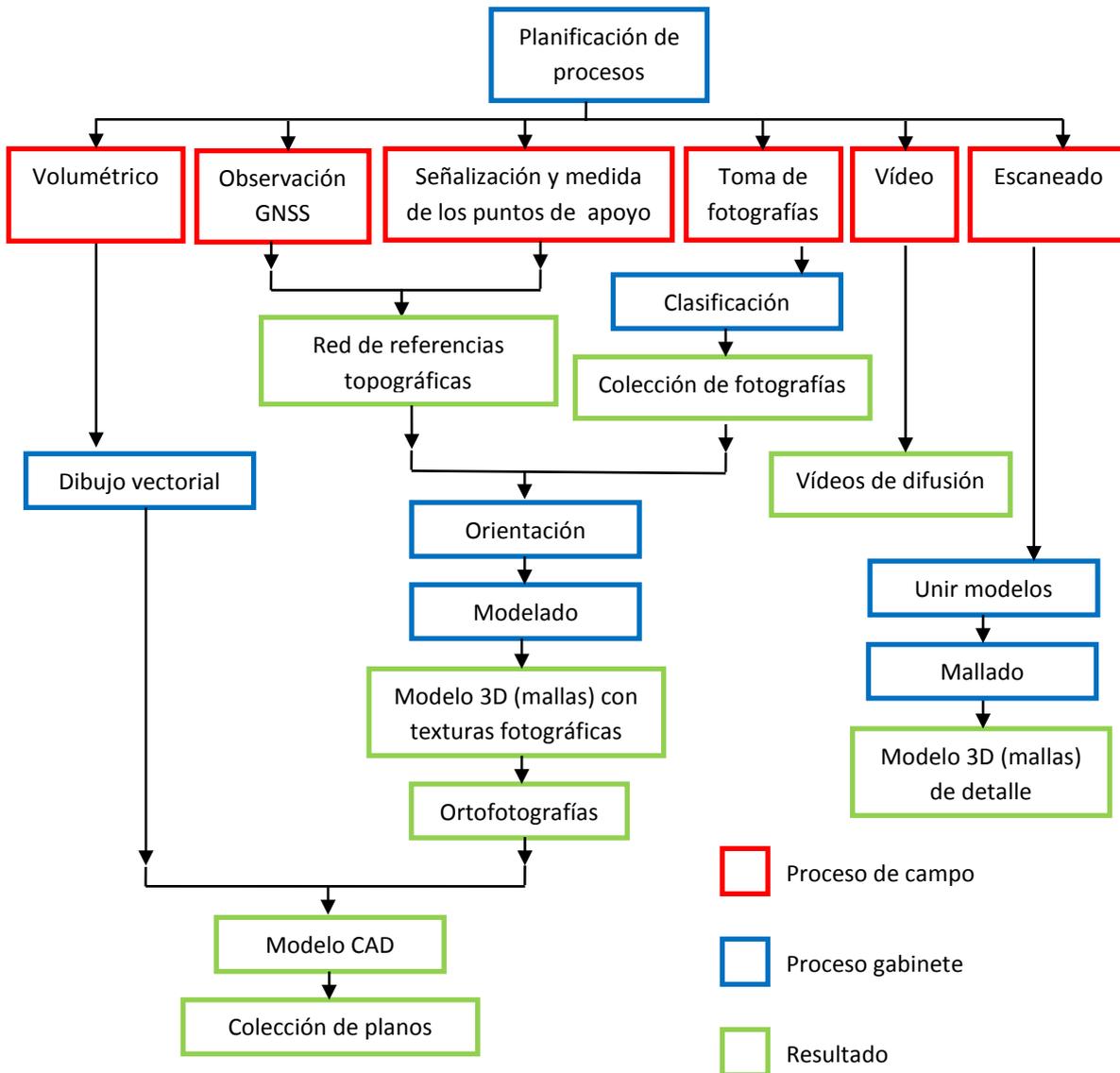
Fig. 2.- Localización del yacimiento de Peñaportillo en las proximidades del casco urbano de Munilla (base cartográfica obtenida de <https://www.iderioja.larioja.org/>).

Las coordenadas geográficas en las que se sitúa el yacimiento son 42'1950°N, 2'2856°W.

4.- DESARROLLO DE LOS TRABAJOS

4.1.- Esquema de trabajo

El siguiente esquema muestra el flujo de la información desde los registros hasta la obtención de los resultados a través de los diferentes procesos desarrollados. En él, los procesos de campo se marcan en color rojo, los de gabinete en azul y los productos en color verde.



4.2.- Trabajos de campo

4.2.1.- Red topográfica, volumétrico y apoyo fotogramétrico

Cabe indicar que, previamente a los trabajos de campo de documentación, el yacimiento fue limpiado y acondicionado por parte del equipo de paleontología, de esta forma, los rastros se apreciaban con su mayor nitidez y exentos de restos y depósitos. Por otro lado, el trabajo topográfico contó con el asesoramiento continuo por parte de la paleontóloga Angélica Torices a la hora de decidir cuáles eran las huellas a documentar, así como para indicar qué características revestían de mayor importancia de cara a su modelado.

La red de referencias topográficas está materializada mediante clavos de acero inoxidable de 5 cm de largo y cabeza circular de 1 cm con cruz grabada. Se situaron en afloramientos rocosos alrededor de la zona vallada, en zonas sin restos paleontológicos. En total se han situado 6 clavos (su distribución y coordenadas se presentan en el Anexo 2). En la imagen se aprecia la implantación de uno de estos clavos, en primer término, mientras se procede a retocar la limpieza del yacimiento.



Fig. 3.- Implantación de clavos de acero de la red de referencia.

Las coordenadas de los clavos se midieron con una estación total Leica TCR 1205 (las características del instrumental empleado se encuentran en el Anexo 1), la estación se situó junto a la valla del yacimiento, desde donde abarcó toda la zona de trabajo.



Fig. 4.- Medida de puntos de apoyo con estación total (fotografía de Angélica Torices).

Por otro lado, se han registrado topográficamente con la estación total: la valla, el perímetro externo de la zona de protección y las coordenadas de los puntos de apoyo (materializados con dianas de metacrilato de dos tamaños: de 3 cm para el modelo general y de 2 cm para los modelos de huellas individuales).

La precisión de las medidas con estación total para los puntos de apoyo y clavos es de unos 3 mm (distancias menores de 10 metros y medida de distancias bien directa con láser o a miniprisma).

Al respecto del perímetro externo de la zona de protección, indicar que el área de interés paleontológico no sólo se limita a la zona actualmente excavada y cubierta con la tejavana. En efecto, el mismo estrato geológico que aquí aflora se encuentra, bien en superficie, bien a escasa profundidad, en una amplia área alrededor de la zona protegida. Con el fin de disponer de una delimitación que permita considerar este hecho en posibles actuaciones futuras (bien sean paleontológicas o de otra naturaleza como podrían ser modificaciones en la pista de acceso), se ha recorrido el borde de la zona de presunción paleontológica tomando sus coordenadas mediante radiación topográfica. Para el caso de los puntos del perímetro de protección del yacimiento –en los cuales se utiliza un prisma circular sobre jalón a 3 metros de altura y con distancias de hasta 150 metros- la precisión será de unos 2-3 cm, en todo caso, suficiente ya que, tal como se indicará posteriormente, el perímetro del yacimiento se terminará de definir sobre la ortoimagen del Servicio de Cartografía del Gobierno de La Rioja, cuya resolución es de 25 cm.

Las medidas con estación total son muy precisas, pero se encuentran en un sistema relativo. Con el fin de obtener coordenadas en el sistema oficial, se han realizado observaciones GNSS en los puntos correspondientes a los clavos 1, 4 y 5, las dos primeras durante media hora y la tercera de algo más de 1 hora de duración. Se han seleccionado estos puntos porque, entre los clavos de la red de referencia, eran los

que disponían de mejores horizontes de observación (téngase en cuenta que la tejavana evita la recepción directa de señal satélite). En condiciones normales, el procesamiento de las observaciones correspondientes a estos periodos de observación debería permitir obtener la posición absoluta de estos puntos con una precisión cercana a los 2 cm en coordenadas X e Y, y 3 cm en altura.



Fig. 5.- Situación del receptor GNSS sobre uno de los clavos de referencia

4.2.2.- Registro fotográfico

La documentación fotográfica se ha realizado con una cámara réflex (Canon EOS de 20 megapíxeles con un objetivo de 21 mm). Se dispone de un registro general del yacimiento realizado desde el terreno haciendo pasadas oblicuas a aproximadamente 1'5 metros sobre el suelo recorriendo el estrato en la dirección longitudinal en ambos sentidos (tres pasadas en total para cubrir toda la laja). Además, se ha realizado un recorrido por el exterior de la valla realizando fotografías hacía el interior. En total, se dispone de unas 260 fotografías. Las fotografías se tomaron en un momento en que el cielo estaba nublado, de forma que las condiciones de iluminación eran homogéneas y no aparecen sombras proyectadas.



Fig. 6.- Momento del registro fotogramétrico del conjunto del yacimiento

Posteriormente se tomaron series de detalle de la huella 2 del rastro 4 (R4-H2) a una distancia de unos 60 cm formando un registro semiesférico – documentada con un total de 30 fotografías- y de la huella 15 del rastro 5 (R5-H15) (de manera similar, pero a una distancia de unos 40 cm, tomando 57 imágenes).



Fig. 7.- Registro fotogramétrico de detalle de la icnita R4-H2

Además, se han realizado dos vídeos del yacimiento y su entorno para su explotación con fines divulgativos mediante un vuelo con dron³.



Fig. 8.- Imagen del vuelo general del yacimiento desde el dron

4.2.3.- Escaneado

Se han realizado pruebas de escaneado de huellas utilizando un dispositivo de proyección de patrón de luz y captura mediante una pareja de cámaras. En concreto, se ha utilizado un dispositivo *Scan In A Box*. El método requiere de un control de la iluminación ya que el sistema se basa, precisamente en la proyección de patrones de luz que son recogidas por la cámara, por lo tanto, tanto la luz natural como la artificial pueden producir interferencias o provocar que el patrón proyectado carezca de nitidez.

Con el fin de disponer de unas condiciones controladas de iluminación durante la captura, se procedió a cubrir la zona a registrar con una estructura sobre la que se colocó una tela negra que cubría el área de interés. El resultado no fue satisfactorio, motivo por el que se decidió volver a realizar este registro al anochecer de uno de los días siguientes.

³ El dron utilizado es un *DJI Phantom 3 Professional* para el que el Laboratorio cuenta con licencia de operador, licencia de piloto y seguro en vigor. Las características técnicas de este equipo se incluyen en el Anexo 1.



Fig. 9.- Pruebas de escaneado con control de iluminación mediante tela.

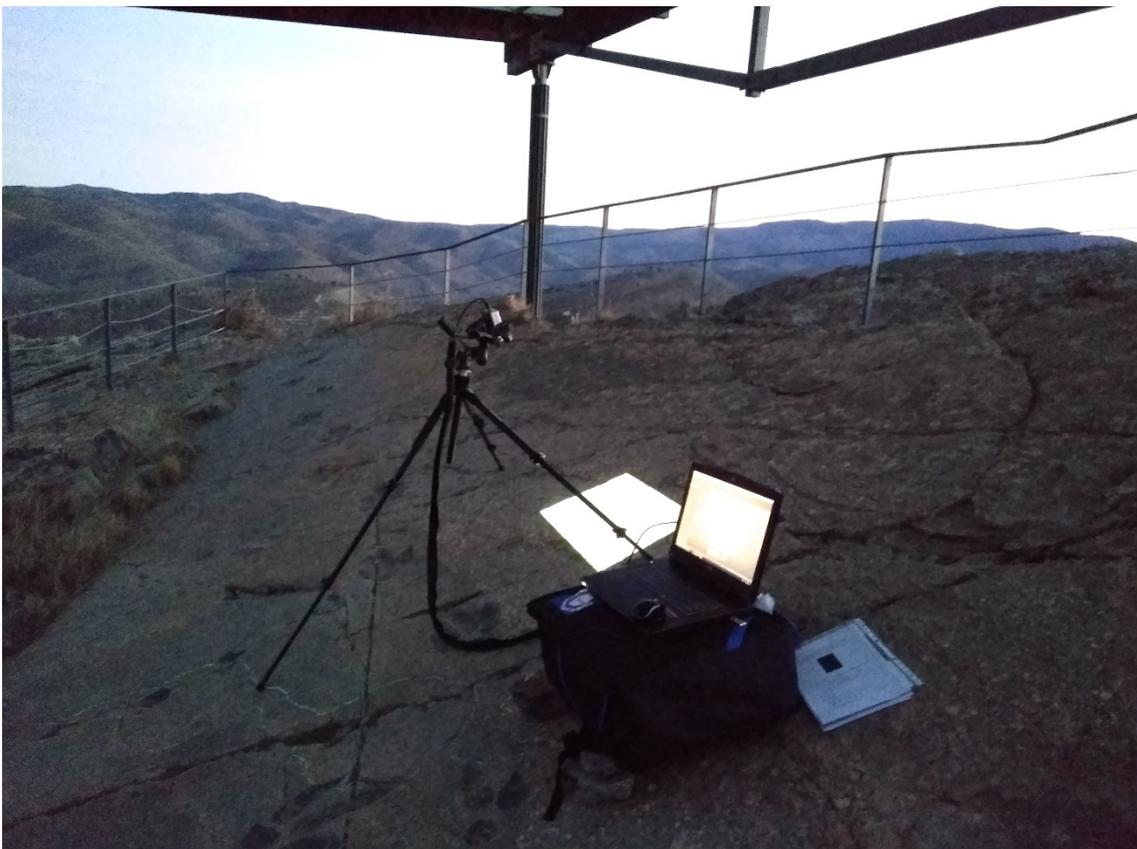


Fig. 10.- Proceso de escaneado al anochecer.

4.3.- Trabajos de gabinete

4.3.1.- Cálculo de la red topográfica

Las coordenadas absolutas (como las UTM) resultan necesarias para la localización global del yacimiento y para poder referir los diferentes trabajos que se realicen a lo largo del tiempo a un sistema común que permita representarlos de forma conjunta. Por este motivo, será el sistema de coordenadas en el que se proporcionarán los resultados (fichero CAD, modelos 3D, etc.). Éste es el sistema que, en la figura siguiente, viene dibujado con flechas en color rojo.

No obstante, lo anterior no invalida que, determinados resultados, sea preferible presentarlos en otros sistemas de coordenadas. Así por ejemplo, la ortofotografía general del yacimiento se representará en un sistema relativo 2D contenido en plano que forma la cara superior del estrato en que se encuentran las icnitas. Este sistema (u,v) –que, adicionalmente, podría completarse con la indicación de la profundidad/elevación respecto al mencionado plano- es el que aparece señalado en color verde en la siguiente figura.

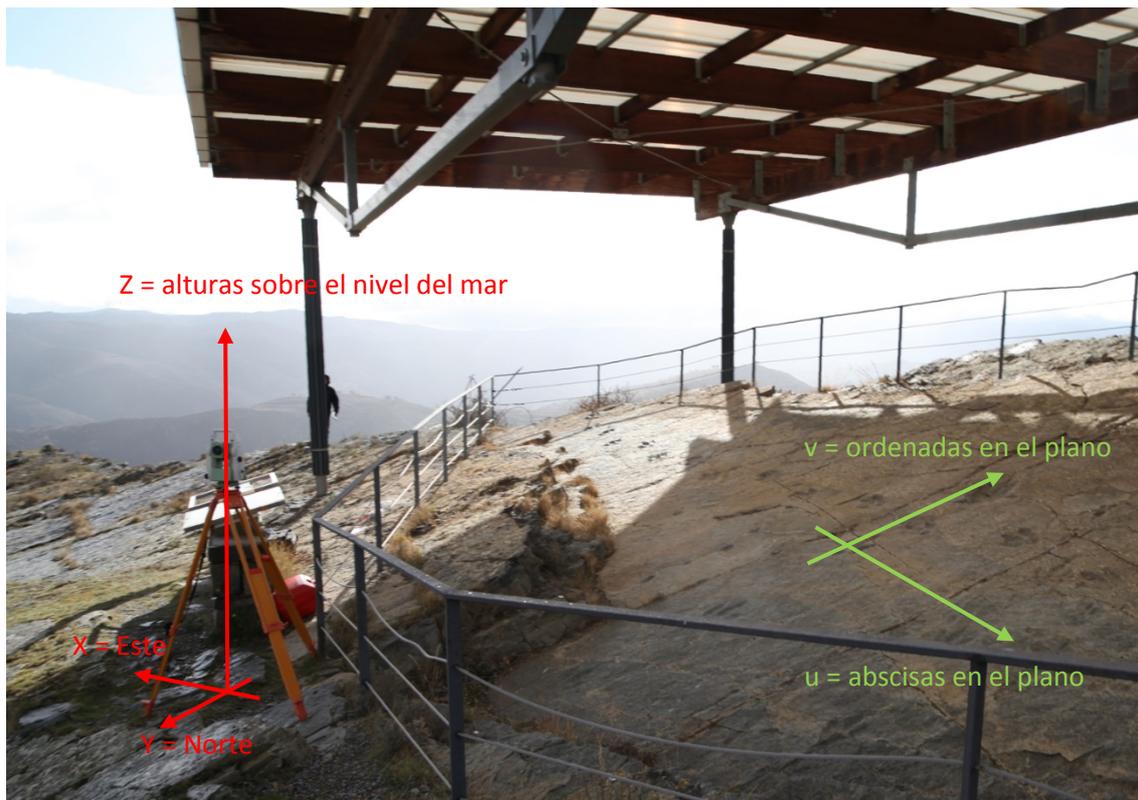


Fig. 11.- Sistemas de referencia global y relativo al estrato en que se encuentran las huellas.

Desde un punto de vista geológico, las direcciones de las coordenadas (u,v) podrían relacionarse con el rumbo y el buzamiento del estrato; sin embargo, estos valores no tienen vinculación alguna con la formación o la disposición de las icnitas por lo que, de forma práctica, la elección de la dirección de los ejes (u,v) sobre el plano de la lastra

puede ser completamente arbitraria, eligiendo la opción más conveniente en función del rastro que se desee representar y el soporte en el que se vaya a plasmar. Volveremos a este aspecto al hablar de la preparación final de los planos.

Pasamos, a continuación, a describir el proceso de las coordenadas absolutas que se asignarán a los puntos de la red de referencia topográfica, apoyo, perímetro del yacimiento, etc.

Partimos de los datos del receptor GNSS (observaciones en tres puntos), los cuales se descargan. Estos ficheros se vuelcan en el programa de cálculo (*Topcon Tools*[®]). Se comprueba que los datos de los estacionamientos sean correctos (nombre, altura del receptor, etc.).

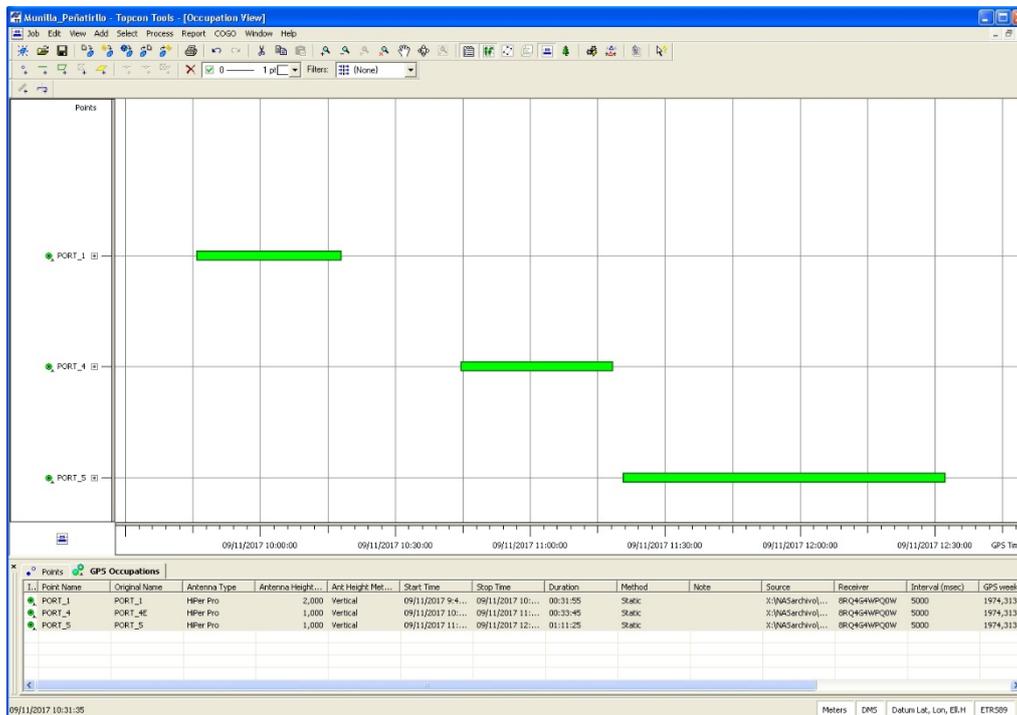


Fig. 12.- Periodos de observación de los puntos registrados con GNSS.

Las observaciones propias deben procesarse conjuntamente con otras realizadas en estaciones cuyas coordenadas sean conocidas. Para ello, se pueden utilizar los datos de la red de estaciones GNSS de referencia del Gobierno de La Rioja.



Fig. 13.- Croquis con la situación de la red de estaciones de referencia del Gobierno de La Rioja (<https://www.iderioja.larioja.org/index.php?id=20&>).

Se descargan los datos de las estaciones más cercanas, en nuestro caso: San Román de Cameros, Calahorra y Cervera del Río Alhama. Por un lado, las fichas descriptivas que nos indican las coordenadas de la estación y características del equipo receptor instalado.

ide rioja	IDERioja (Infraestructura de Datos Espaciales de La Rioja)			Geodesia y GPS
	Documento	REP004	v.1.00	Red de Estaciones Permanentes GNSS
	Sustituye			13 de Mayo de 2009
Red de Estaciones Permanentes GNSS del Gobierno de La Rioja				
SAN ROMÁN DE CAMEROS (SROM)				
COORDENADAS GEODÉSICAS (ETRS89) Latitud 42° 14' 02,34492" N Longitud 2° 27' 25,91490" W Altura elipsoidal 1150,507 m COORDENADAS GEOCÉNTRICAS (ETRS89) X 4726071,2382 m Y -202807,6148 m Z 4265655,9162 m				
CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO Receptor Leica GRX1200 GGPro Antena LEIAT504GG LEIS Observaciones GPS y GLONASS Frecuencias L1, L2 y L2C CÓDIGO IERS (DOME NUMBER) SROM: 19346M001				

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

Fig. 14.- Ficha descriptiva de la estación de San Román de Cameros (fuente: IDERioja).

Por otro lado, se descargan los ficheros de observaciones (formato RINEX⁴) correspondientes al periodo de observación para las antenas de referencia.

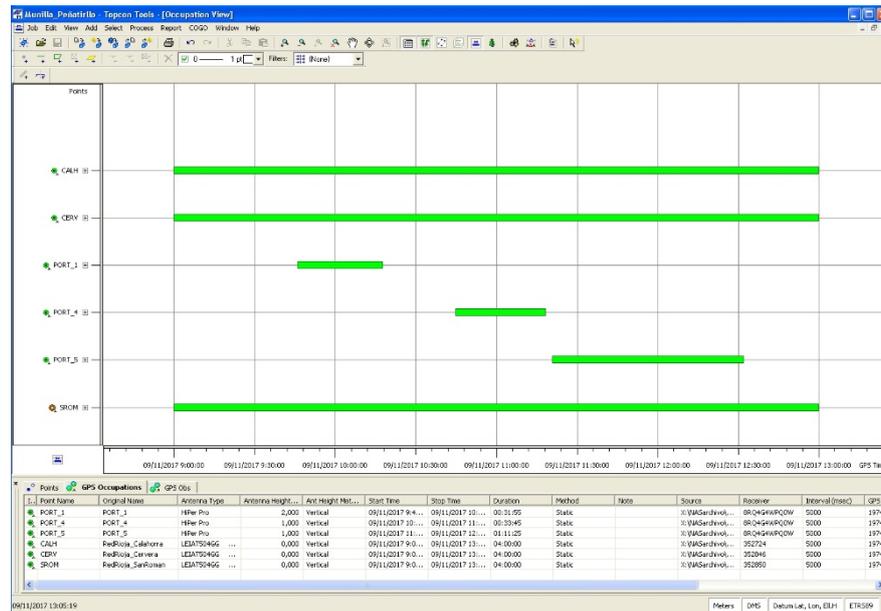


Fig. 15.- Ventanas de observación de los puntos estacionados en campo y en las estaciones de referencia.

A continuación, se comprueban los datos de las estaciones de referencia y se definen estos puntos como fijos para los cálculos posteriores. La configuración de la red es la que se muestra en el siguiente esquema.

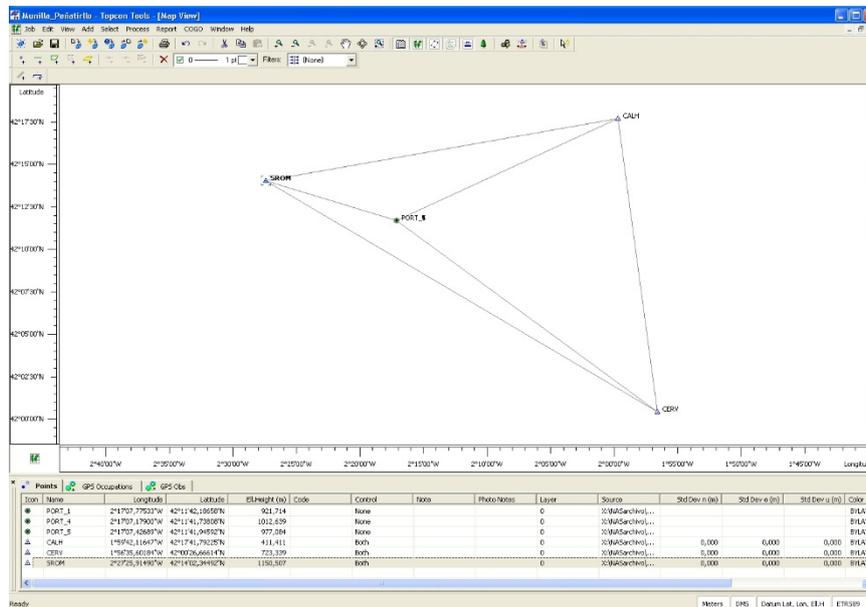


Fig. 16.- Croquis de situación de las estaciones de referencia (vértices del triángulo más externo) y los puntos observados en campo (identificados como "PORT").

⁴ RINEX (Receiver Independent Exchange Format) es un formato de intercambio de datos de observaciones de satélites de posicionamiento. La última versión del estándar es la 3.03 (Julio de 2015), cuyas especificaciones pueden consultarse en el siguiente documento: <ftp://igs.org/pub/data/format/rinex303.pdf>

Se realiza un primer procesado de las líneas base, obteniendo los siguientes valores:

Point From	Point To	Start Time	Duration	Horizontal Preci...	Vertical Precisio...	dN (m)	dE (m)	dHt (m)
CALH	PORT_1	09/11/2017 9:46:00	00:31:55	0,026	0,039	-11332,385	-23858,616	590,926
CALH	PORT_5	09/11/2017 11:20:45	01:11:25	0,022	0,039	-11340,075	-23845,028	589,915
CALH	PORT_4	09/11/2017 10:44:40	00:33:45	0,019	0,027	-11345,874	-23843,952	590,902
CERV	PORT_1	09/11/2017 9:46:00	00:31:55	0,097	0,077	20542,018	-28524,661	279,160
CALH	CERV	09/11/2017 9:00:00	04:00:00	0,012	0,019	-31874,360	4666,156	311,913
CERV	PORT_5	09/11/2017 11:20:45	01:11:25	0,107	0,067	20534,304	-28511,256	278,020
CERV	PORT_4	09/11/2017 10:44:40	00:33:45	0,017	0,021	20528,462	-28510,110	279,205
CALH	SROM	09/11/2017 9:00:00	04:00:00	0,014	0,023	-7114,716	-38055,473	739,095
PORT_1	SROM	09/11/2017 9:46:00	00:31:55	0,028	0,040	4217,680	-14196,844	148,181
CERV	SROM	09/11/2017 9:00:00	04:00:00	0,018	0,028	24759,644	-42721,630	427,182
PORT_4	SROM	09/11/2017 10:44:40	00:33:45	0,025	0,030	4231,164	-14211,500	148,176
PORT_5	SROM	09/11/2017 11:20:45	01:11:25	0,024	0,042	4225,379	-14210,439	149,121

Fig. 17.- Cálculo inicial de las líneas base respecto a las tres estaciones de referencia de la red de IDERioja.

Como puede apreciarse, las precisiones horizontales están en el rango de los 3 cm para las líneas calculadas desde Calahorra y San Román, siendo menos precisa (unos 10 cm) para las calculadas desde la estación de Cervera del Río Alhama, la más alejada. Por este motivo, se decide descartar la estación de Cervera y continuar el cálculo con las otras dos referencias.

Las coordenadas y precisiones que se obtienen de los puntos se presentan en la siguiente tabla. Como puede comprobarse, la precisión en XY está en el centímetro y medio mientras que la correspondiente a las alturas se encuentra en los 3 cm.

Name	Longitude	Latitude	Ell.Height (m)	Std Dev n (m)	Std Dev e (m)	Std Dev u (m)
PORT_1	2°17'08,10126"W	42°11'42,21120"N	1002,332	0,015	0,012	0,028
PORT_4	2°17'07,46696"W	42°11'41,76974"N	1002,322	0,009	0,010	0,018
PORT_5	2°17'07,51087"W	42°11'41,95827"N	1001,352	0,011	0,014	0,025

Fig. 18.- Coordenadas geodésicas (ETRS89), alturas elipsoidales y precisiones de los puntos observados en el yacimiento con GNSS.

A continuación, se expresan las coordenadas en el sistema del proyecto (UTM-huso 30) y las alturas se refieren al nivel del mar (para lo cual se debe obtener el desplazamiento local respecto a las alturas elipsoidales, lo que se denomina como «ondulación del geoide»⁵).

Se calcula la transformación de coordenadas aplicando la traslación y el cambio de orientación (no se ha considerado ningún factor de escala, de forma que la escala de los puntos está en verdadera magnitud). Los valores definitivos, se presentan en el Anexo 2.

⁵ Obtenido utilizando el *Programa de Aplicaciones Geodésicas* (PAG) del Instituto Geográfico Nacional. El valor de la ondulación del geoide en la zona de actuación es de 52,244 metros.

4.3.2.- Clasificación y archivo de las fotografías y video.

Las imágenes tomadas en campo se revisan para eliminar las tomas duplicadas y de peor calidad. Las fotografías restantes se enriquecen con metadatos descriptivos, se renombran y se ordenan para su almacenamiento.

Las cámaras fotográficas incluyen en los ficheros de imagen algunos datos adicionales relativos a la propia cámara (marca, modelo, etc.) y a las condiciones de la captura (fecha y hora, velocidad de la toma, distancia focal, etc.). Estos valores se almacenan en campos según un esquema de metadatos denominado *Exif*⁶ y pueden ser visualizados y editados por una amplia gama de programas de gestión y tratamiento de imágenes.

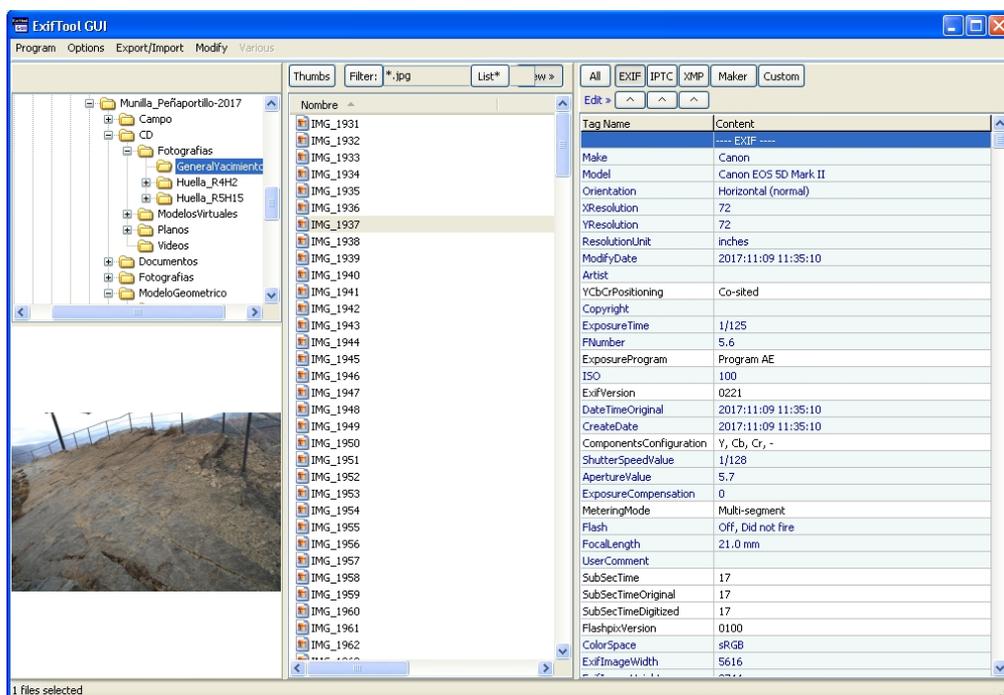


Fig. 19.- Metadatos *Exif* correspondientes a una imagen del yacimiento de Peñaportillo que han sido recogidos automáticamente durante la toma (software: *ExifTool*®).

Además de los metadatos registrados de forma automática existen otros que pueden completarse como los relativos al posicionamiento mediante coordenadas geográficas (en caso de que la cámara no disponga de receptor GPS integrado), la descripción de la escena, el autor de la toma, etc.

En nuestro caso, los metadatos *Exif* que se han incorporado son los que se muestran en las siguientes imágenes (en el Anexo 3 se proporciona la lista completa).

⁶ *Exif* (*Exchangeable Image File format*), creado en la década de 1980 por la agencia japonesa para el desarrollo y estandarización en el campo de la electrónica –actual JEITA (*Japan Electronics and Information Technology Industries*)- .

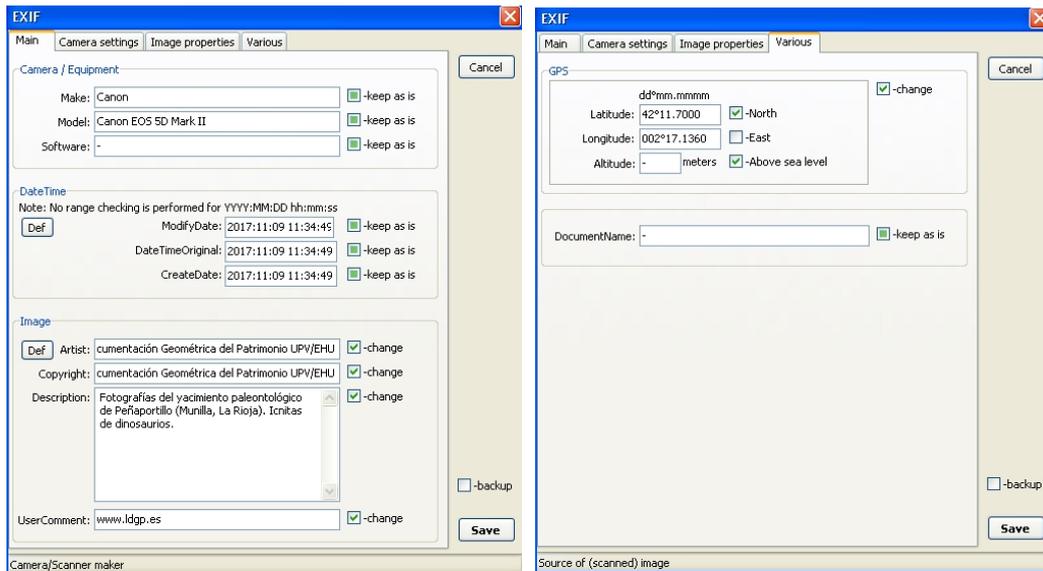


Fig. 20.- Metadatos *Exif* añadidos relativos a la autoría, descripción, información de contacto y localización geográfica.

La descripción de las imágenes puede complementarse con otra lista de metadatos denominada IPTC⁷, la cual también puede almacenarse dentro del archivo de imagen (por ejemplo, dentro del propio fichero JPEG). En este caso, los metadatos inciden en la identificación del autor y la ubicación de la toma mediante la indicación del paraje, municipio y país. La lista de valores incluidos es la que se muestra en la siguiente imagen.

⁷ IPTC (*International Press Telecommunications Council*) complementa la información que se puede almacenar en *Exif* incorporando datos más detallados de contacto con el autor, derechos asociados a la imagen y localización (mediante topónimos).

Contenido IPTC	
Titular	Huellas de dinosaurio del yacimiento paleontológico de Peñaportillo <input checked="" type="checkbox"/>
Código de tema IPTC	<input type="text"/> <input checked="" type="checkbox"/>
Autor de la descripción	José Manuel Valle Melón, Álvaro Rodríguez Miranda <input checked="" type="checkbox"/>
Categoría	<input type="text"/> <input type="checkbox"/>
Otras categorías	<input type="text"/> <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="text"/> <input type="checkbox"/>
URL de información de copyright	http://www.ldgp.es <input checked="" type="checkbox"/>
Creador IPTC	
Creador	Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio <input checked="" type="checkbox"/>
Dirección del creador	c/ Justo Vélez de Elorriaga, 1 – Centro de Investigación M <input checked="" type="checkbox"/>
Ciudad del creador	Vitoria-Gasteiz <input checked="" type="checkbox"/>
Estado / provincia del creador	Álava (Araba) <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 945013264 <input checked="" type="checkbox"/>
Correo electrónico del creador	ldgp@ehu.es <input checked="" type="checkbox"/>
Sitio Web del creador	http://www.ldgp.es <input checked="" type="checkbox"/>
Cargo del creador	<input type="text"/> <input type="checkbox"/>
Imagen IPTC	
Fecha de creación	2017 <input checked="" type="checkbox"/>
Género intelectual	<input type="text"/> <input type="checkbox"/>
Escena	<input type="text"/> <input checked="" type="checkbox"/>
Ubicación	Yacimiento paleontológico de Peñaportillo (PP) <input checked="" type="checkbox"/>
Ciudad	Munilla <input checked="" type="checkbox"/>
Estado / provincia	La Rioja <input checked="" type="checkbox"/>
País	España <input checked="" type="checkbox"/>
Código de país ISO	ES <input checked="" type="checkbox"/>
Estado IPTC	
Título	Documentación geométrica del yacimiento paleontológico <input checked="" type="checkbox"/>

Fig. 21.- Metadatos IPTC añadidos.

Por último, se renombran las imágenes de forma que sea más sencillo identificarlas. El criterio seguido se expone a continuación y es el utilizado igualmente para el resto de ficheros que se presentan en el CD adjunto. Así, por ejemplo, una imagen denominada: «ldgp_MUN2017_foto_Peñaportillo-R5H15-7.jpg» incluye en su nombre varios bloques de información, a saber:

- ldgp: indica el autor de la imagen (Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio de la UPV/EHU).
- MUN2017: identificador interno del proyecto (tres primeras letras del municipio y el año) utilizado por el Laboratorio.
- foto: tipo de documento⁸.
- Peñaportillo-R5H15-7: nombre específico del fichero. A su vez, este nombre menciona el yacimiento y el elemento fotografiado (huella 15 del rastro 5), además de un número correlativo para indicar la imagen dentro de la serie.
- jpg: extensión del fichero, hace referencia al tipo de archivo y, por consiguiente, informa del software que puede utilizarse para leerlo.

⁸ Igualmente, se encontrarán otros ficheros identificados como: «modelovirtual», «plano», «video», etc.

De esta forma, las imágenes son autodescriptivas. Es decir, que a partir de cualquiera de ellas se pueden consultar las propiedades y conocer el contexto de su creación, así como el punto de contacto al que dirigirse en caso de necesitar información adicional.

En el caso de los vídeos realizados en el entorno del yacimiento, se ha procedido a añadir los metadatos correspondientes mediante una portada que ocupa los primeros diez segundos y el nombre que los identifica. La utilización en montajes posteriores deberá contemplar estos metadatos.

Información	
Título: DC.Title	Vídeo del entorno del yacimiento de Peñaportillo (I)
Tipo del Recurso: DC.Type	Vídeo (http://purl.org/dc/dcmitype/MovingImage)
Fuente: DC.Source	Documentación geométrica del yacimiento paleontológico de Peñaportillo, Munilla (La Rioja)
Descripción: DC.Description	El vídeo comienza con una panorámica en un nivel inferior al yacimiento, al sur del mismo. Continúa ascendiendo hasta colocarse ligeramente por encima del mismo. Seguidamente lo rodea de forma circular, hasta volver al punto de origen. Tiempo total de las imágenes, 2:42 minutos. Vídeo bruto sin edición.
Derechos: DC.Rights	
Fecha: DC.Date	2017-11-09
Palabras clave: DC.Subject	Tesaurus: UNESCO (http://vocabularies.unesco.org/thesaurus) <ul style="list-style-type: none"> • Paleontología (http://vocabularies.unesco.org/thesaurus/concept162) • Patrimonio natural (http://vocabularies.unesco.org/thesaurus/concept199) • Zoología (http://vocabularies.unesco.org/thesaurus/concept235)
Autor: Editor: DC.Creator DC.Editor	 <p>LABORATORIO DE DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DEL PATRIMONIO</p> <p>Grupo de Investigación en Patrimonio Construido - GPAC (UPV-EHU)</p> <p>Centro de Investigación Micaela Portilla Justo Vález de Elorriaga, 1 - 01006 Vitoria-Gasteiz (España-Spain). Tfno: +34 945 013 264 e-mail: ldgp@ehu.es web: http://www.ldgp.es</p> 
Otros colaboradores: DC.Contributor	 <p>CÁTEDRA DE PALEONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE LA RIOJA</p>  <p>UNIVERSIDAD DE LA RIOJA e-mail: paleontologia@unirioja.es</p>

Fig. 22.- Metadatos añadidos al comienzo de los vídeos.

4.3.3.- Modelado 3D con textura fotográfica

De cara al modelado 3D, las coordenadas UTM de los puntos de apoyo se trasladan, con el fin de facilitar la gestión por parte de los programas informáticos que los procesan, para lo que se dejarán en los millares como cifras significativas, lo que supone restar 550.000 a las X y 4.670.000 a las Y.

El modelado fotogramétrico se ha realizado con el software *Agisoft Photoscan*®. El proceso comienza con la importación de las fotografías, tras lo cual el programa identifica automáticamente correspondencias entre ellas (puntos que aparecen en varias imágenes) lo que utiliza para determinar la orientación relativa de las cámaras en los momentos de las tomas, así como para determinar las coordenadas 3D de los puntos comunes identificados (en esta primera fase, las coordenadas están en un sistema relativo).

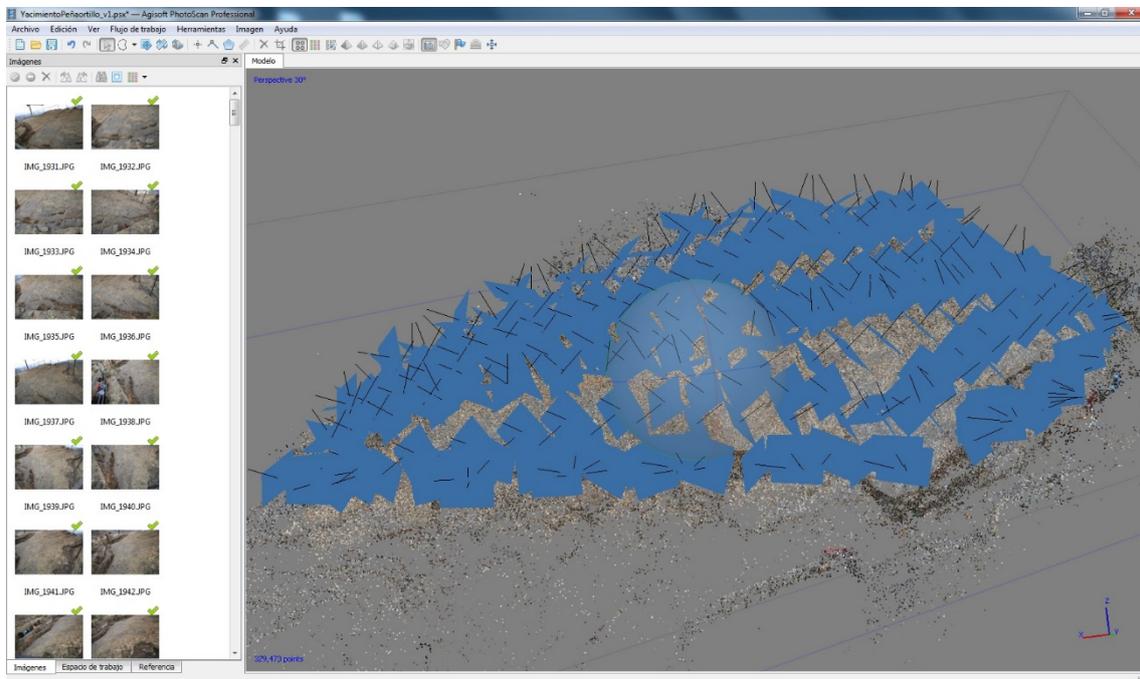


Fig. 23.- Orientación de las cámaras (cuadriláteros azules) del conjunto de imágenes de la documentación general del yacimiento. Los puntos corresponden a los identificados en varias fotografías.

El siguiente paso es la densificación de la nube. Una vez que se dispone de la posición de las cámaras, se pueden calcular las coordenadas de cualquier punto identificado en más de una imagen mediante intersección de haces. La resolución de la nube de puntos puede definirse por parte del usuario, si bien existe un límite en la propia resolución de las imágenes de partida.

Tras este paso, se dispondrá del modelo escalado y en el sistema de coordenadas del proyecto. En este proceso se puede contrastar la calidad métrica ya que el programa puede estimar el error en el cálculo de las coordenadas obtenidas mediante la intersección de rayos. Los valores en el modelo de Peñaportillo eran inferiores a los 3 mm en todos los puntos salvo el clavo 16 (con un error de unos 5 cm), lo que pudo ser debido a que el punto se moviese accidentalmente durante las capturas fotográficas. Para el cálculo final, se ha descartado este punto, obteniendo una estimación de error global en el entorno de los 3 mm que, como vemos, coincide con el valor derivado de la precisión de las coordenadas de los puntos de apoyo obtenidas desde la estación total.

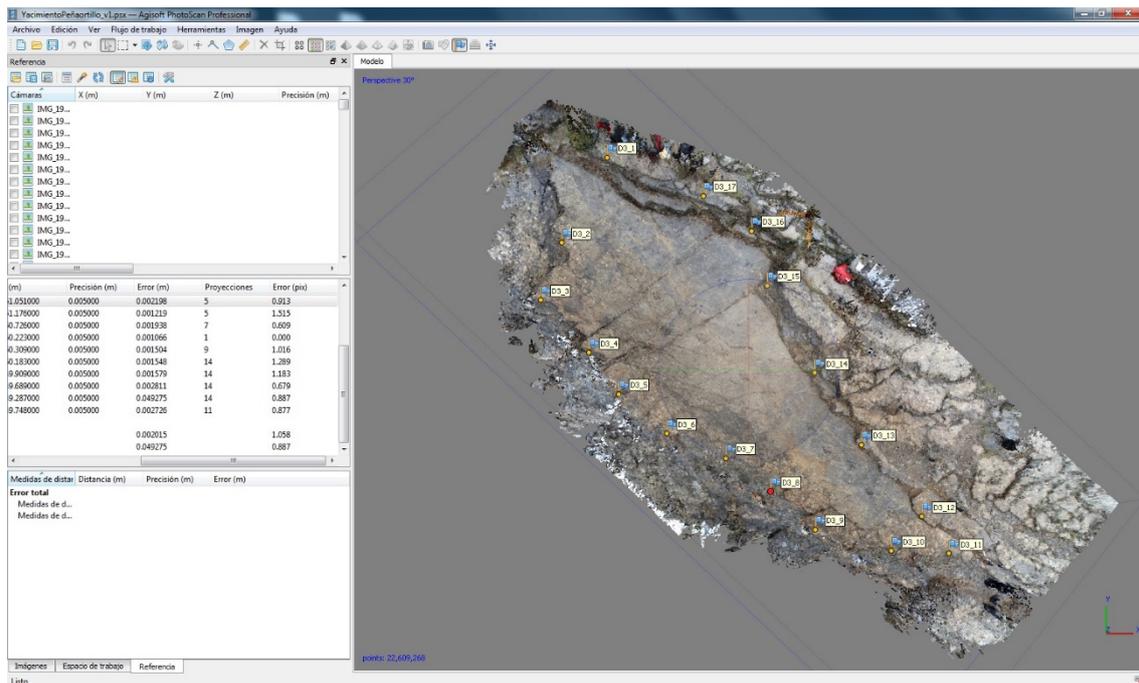


Fig. 26.- Nube de puntos referida al sistema de coordenadas del proyecto mediante puntos de apoyo.

A partir de la nube de puntos se genera el modelo de superficies mediante un proceso de mallado. El resultado posteriormente se recorta para dejar sólo la zona de interés.

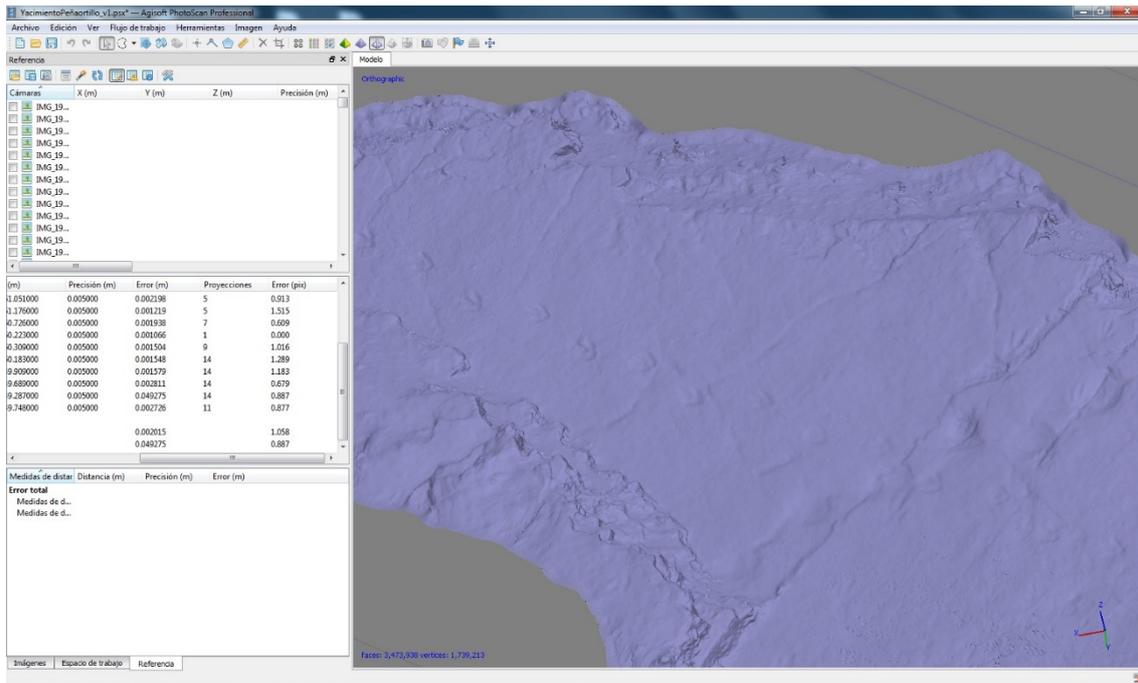


Fig. 27.- Mallado del yacimiento obtenido a partir de la nube de puntos.

Como paso final del modelado, se procede a aplicar las texturas fotográficas con lo que se obtiene un modelo fotorrealista del yacimiento.

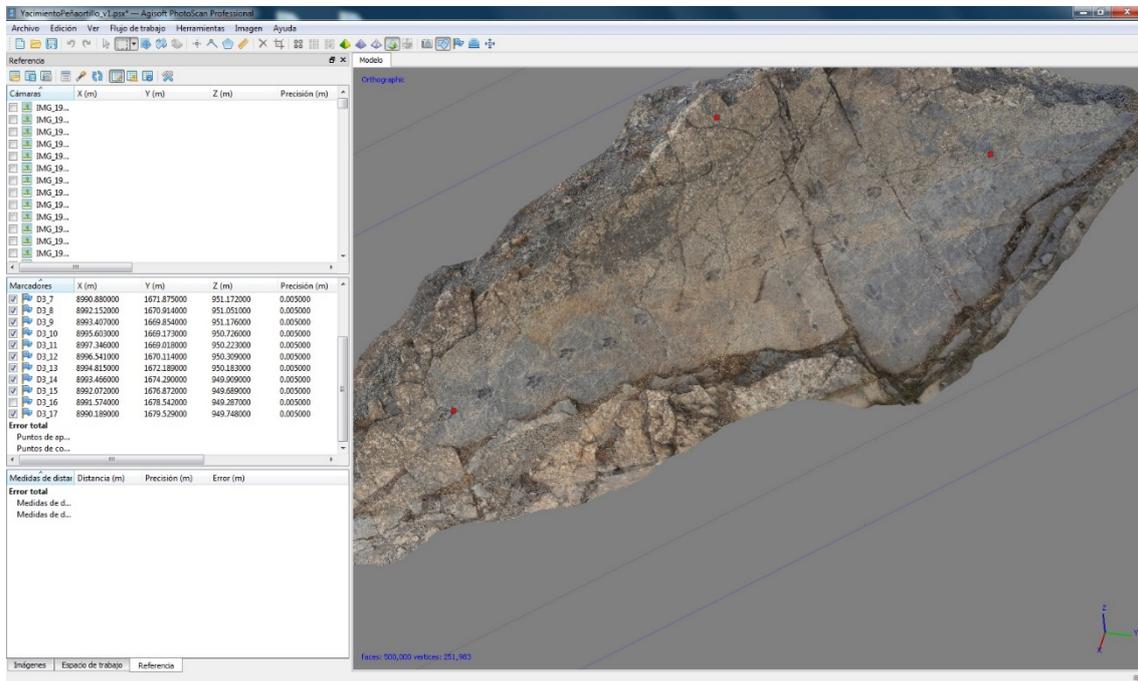


Fig. 28.- Modelo mallado del yacimiento con texturas fotográficas.

Estos mismos pasos se repiten para las colecciones de fotografías relativas a las dos huellas de referencia seleccionadas. Las precisiones obtenidas en ambos modelos vuelven a estar en el entorno de los 3 mm (errores calculados en los puntos de apoyo).

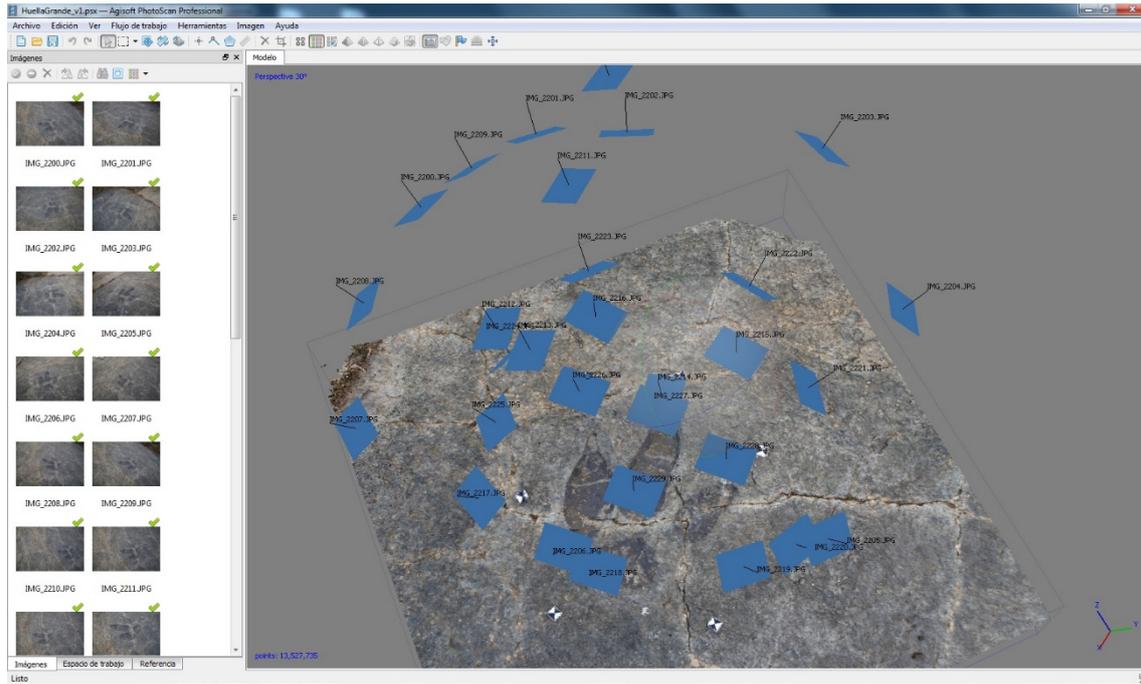


Fig. 29.- Nube de puntos densa e indicación de la posición de las cámaras en el modelo de detalle de una de las huellas.

La siguiente tabla muestra el tamaño y la resolución de los modelos generados:

Modelo	Superficie	Vértices	Resolución (separación entre puntos)
General	70 m ²	1.739.000	6'3 mm
R4H2	1'1 m ² (1m x 1'1m)	151.000	2'7 mm
R5H15	0'15 m ² (0'5m x 0'3m)	94.500	1'3 mm

4.3.4.- Modelado a partir del escaneado con luz estructurada

El escáner dispone de un programa informático propio denominado IDEA, que permite adquirir los diferentes escaneados. De manera previa es necesario calibrar el sistema de acuerdo a la distancia de trabajo y la resolución requerida.

Para este proyecto se calibró a una distancia de trabajo de 896 mm, con un área de escaneo de 400 X 320 mm, lo que obligaba a realizar numerosos escaneados independientes. En concreto para la huella R4H2 se realizaron 12 escaneados y para el Rastro 5 fueron 21 los escaneos.

Los diferentes escaneados se alinean obteniendo un dato de la calidad el ajuste que permite anidar los distintos puntos de todos los escaneados en un único modelo.

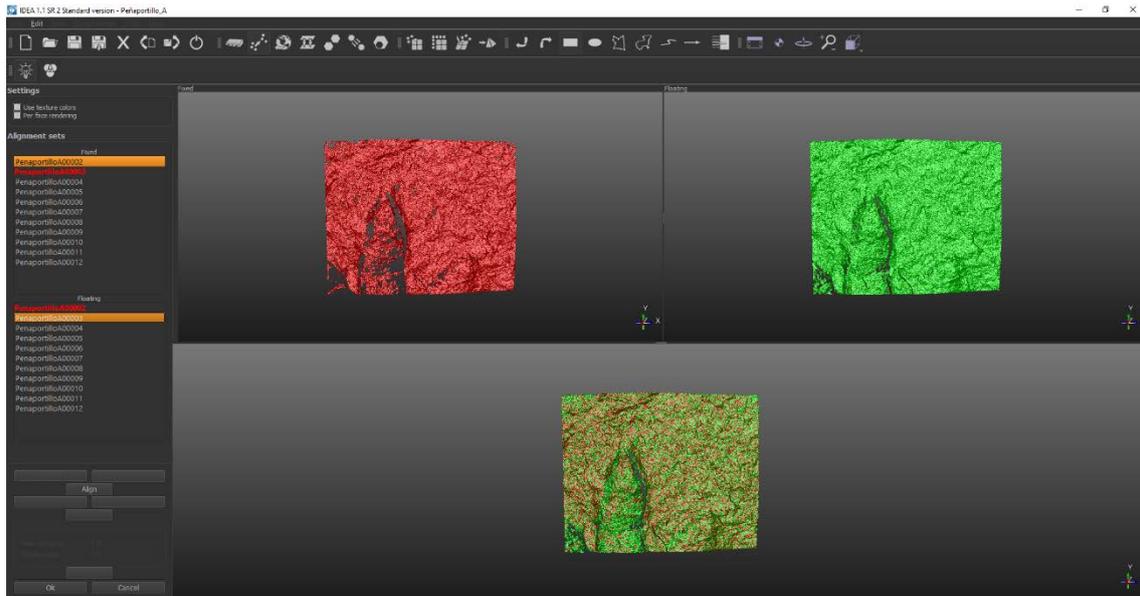


Fig. 30.- Vista sombreada del modelo resultante de una de las huellas de referencia.

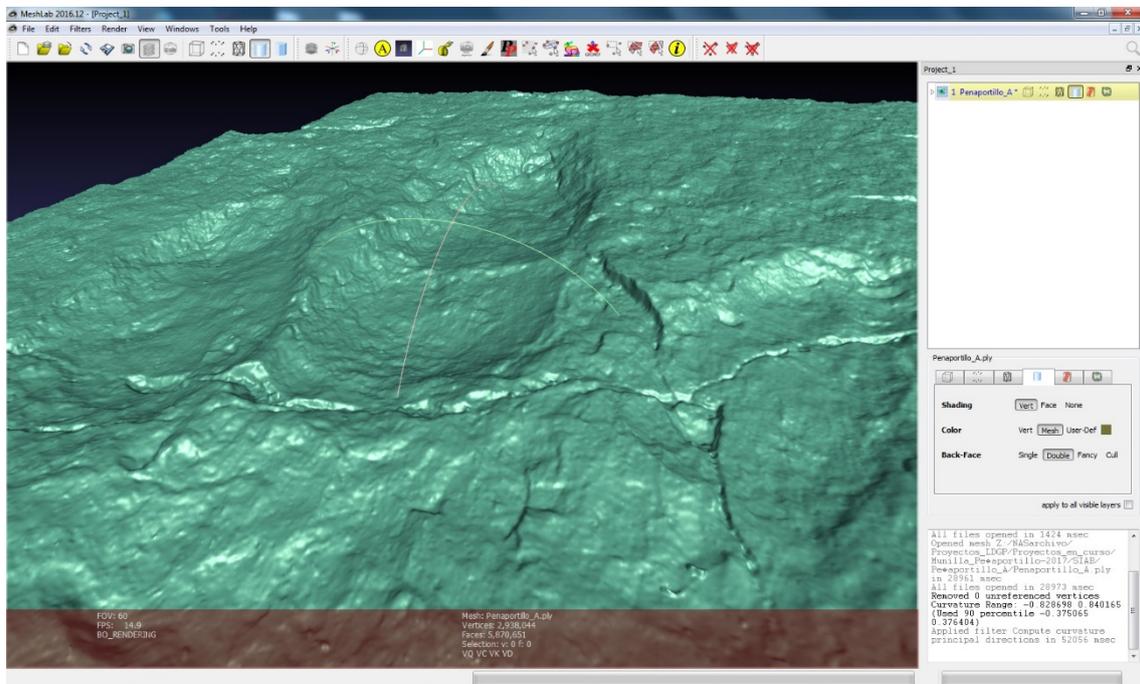


Fig. 31.- Vista sombreada del modelo resultante de una de las huellas de referencia.

Posteriormente este modelo es posible mallarlo, editarlo y depurarlo. Finalmente exportarlo para su tratamiento en otro tipo de programas. Las precisiones obtenidas son de décimas de milímetro en las zonas escaneadas, para este proyecto.

Los modelos obtenidos tanto de la huella R4H2 y el rastro 5 completo se han exportado a formato .STL, para su posterior tratamiento por parte del equipo de la Universidad de La Rioja.

La siguiente tabla muestra el tamaño y la resolución de los modelos generados:

Modelo	Superficie	Vértices	Resolución (separación entre puntos)
R4H2	0'24 m ² (0'47 m x 0'52m)	1.085.000	0'5 mm
R5	2'12 m ² (5'3m x 0'4m)	13.300.000	0'4 mm

4.3.5.- Modelo CAD y planos

Tras el cálculo de las coordenadas UTM de los diferentes elementos (puntos de apoyo, perímetro, etc.), se procede a volcar esta información en un programa de CAD.

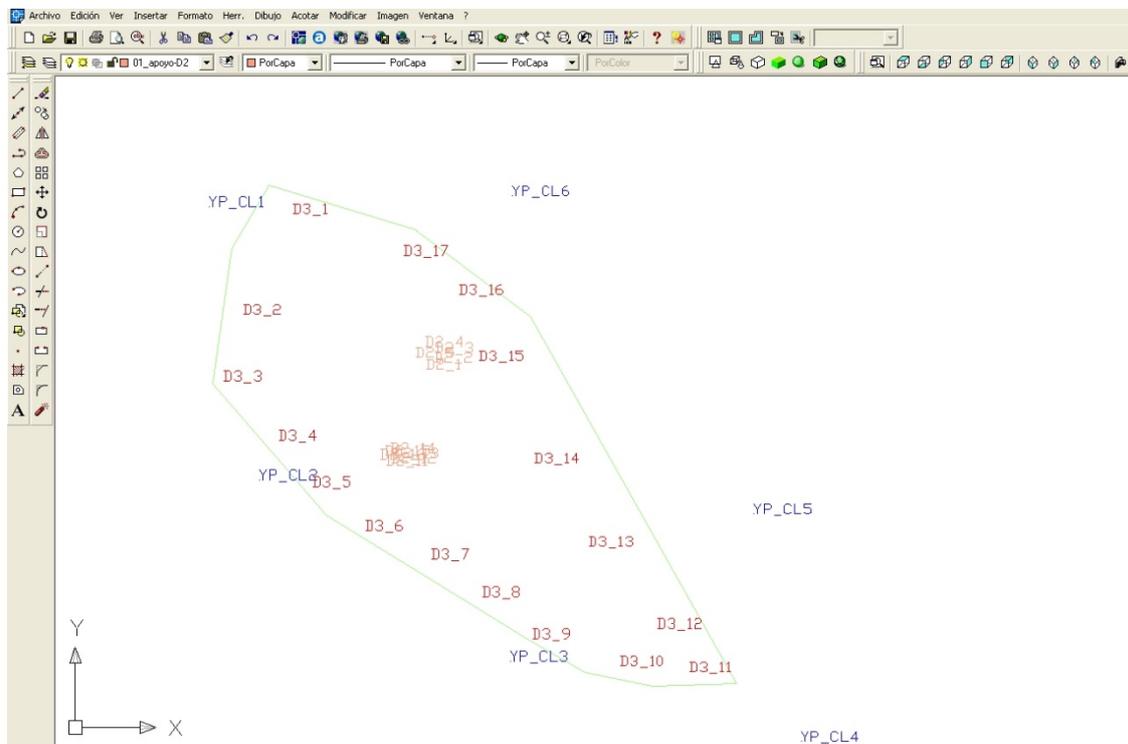


Fig. 32.- Volcado de la información geométrica en un entorno CAD.

Para la definición del plano de referencia que se utilizará para la generación de la ortoimagen del yacimiento –sistema (u,v) mencionado anteriormente- se vuelve al programa de modelado fotogramétrico y se seleccionan tres puntos. En concreto se han marcado dos puntos en el rastro más largo y un tercero en la parte superior de la lastra.

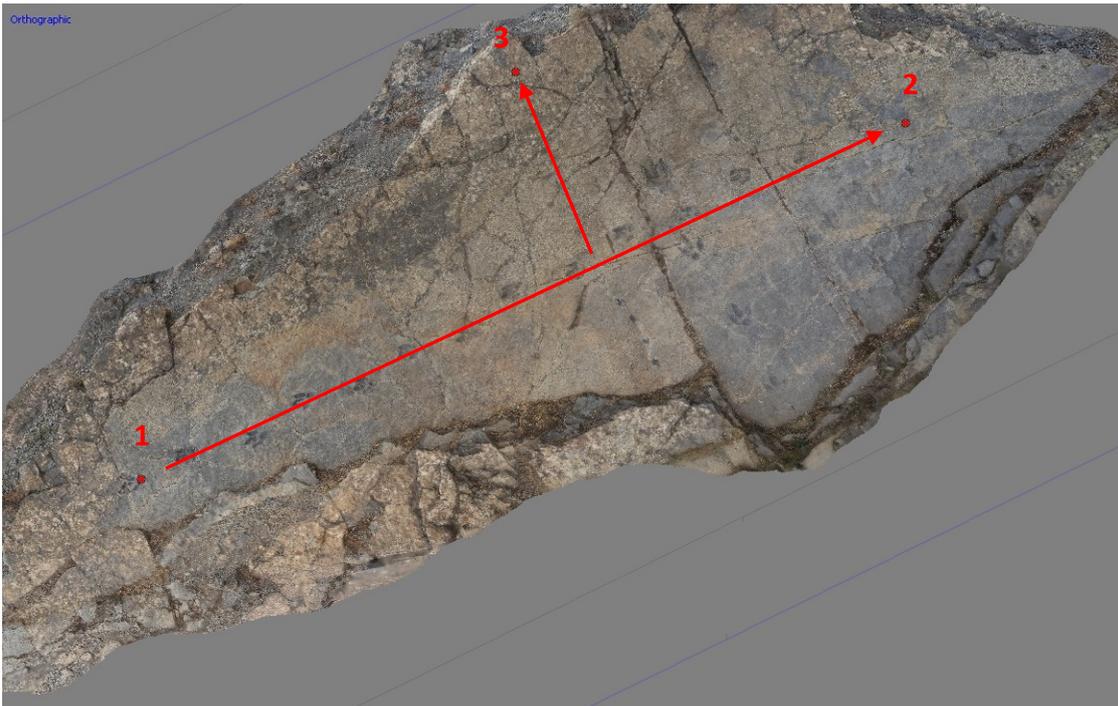


Fig. 33.- Marcado de 3 puntos para definir el plano de la lastra.

Dentro del programa de modelado fotogramétrico, estos tres puntos de referencia se utilizan para definir el plano de proyección sobre el que se calculará la ortoimagen. También se debe indicar la resolución de salida que, en este caso, se ha definido en 2 mm.

Por otra parte, las coordenadas de los tres puntos sobre el plano se introducen también en el CAD con lo que se puede definir también el punto de vista perpendicular al mismo sobre el que se insertará la ortoimagen del yacimiento que se acaba de generar.



Fig. 34.- Ortoimagen relativa al plano de la lastra, insertada en el fichero CAD.

A partir de esta ortoimagen se ha generado un único plano a escala 1:20 que se presenta en un papel en formato A1.



Fig. 35.- Plano del yacimiento a escala 1:20.

4.3.6.- Volcado del perímetro de protección del yacimiento

Las coordenadas UTM de los puntos del perímetro de protección se insertan en un programa SIG (en concreto *QGIS*®). Por otro lado, desde la web del servicio de cartografía del Gobierno de la Rioja se descarga la ortofotografía de máxima resolución disponible (tamaño de celdilla de 25 cm, imagen correspondiente al año 2014).

Ambos tipos de datos se presentan conjuntamente en el SIG y se procede a definir el perímetro definitivo en base a los puntos, utilizando la ortoimagen para comprobar y completar el resultado.

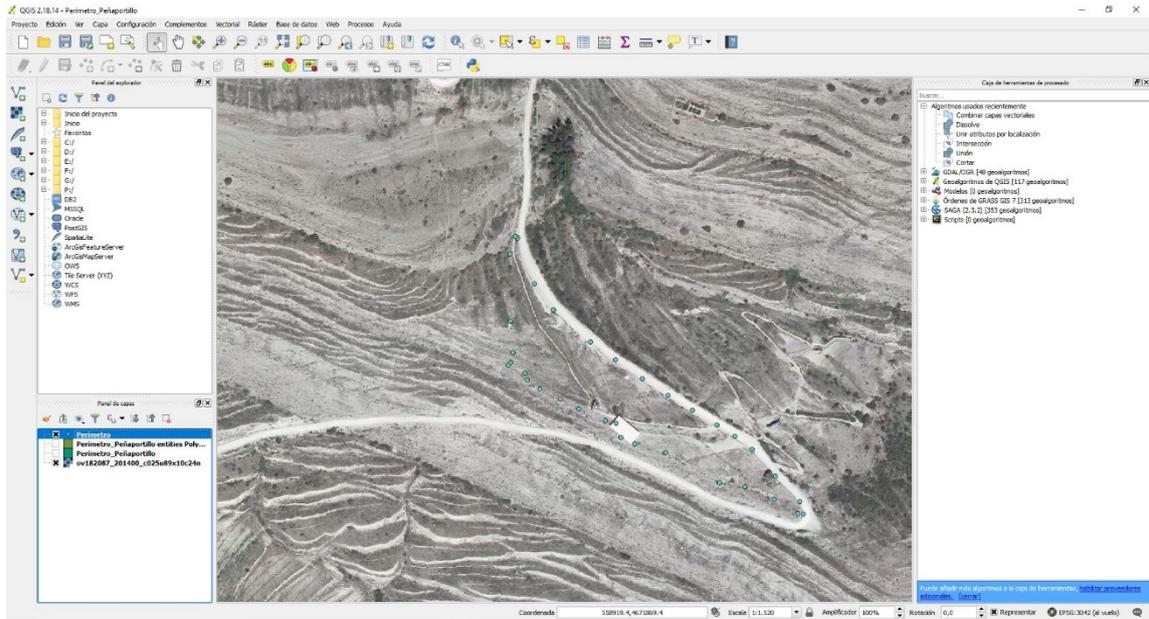


Fig. 36.- Puntos del perímetro superpuestos a la ortoimagen.

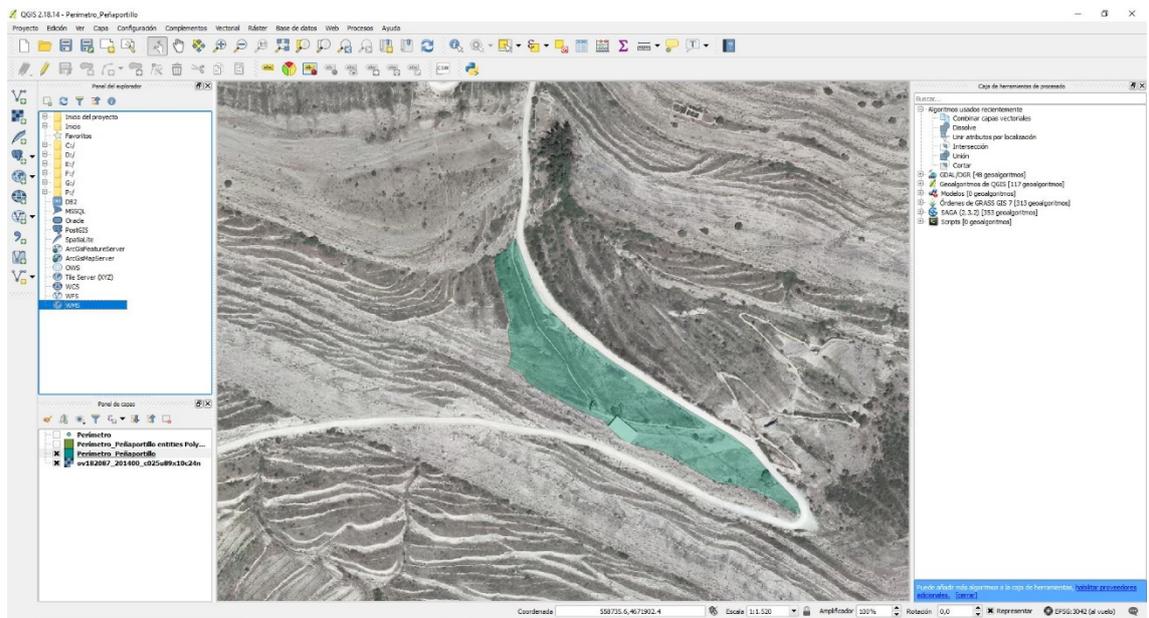


Fig. 37.- Perímetro definitivo del área de protección.

Como puede comprobarse, el perímetro de protección engloba una superficie cercana a los 8.500 m² (algo más de 200 metros de largo por 40 de ancho), lo cual contrasta con los 70 m² que tiene la zona descubierta con huellas bajo la tejavana.

Este perímetro se exporta en formato KML⁹, de forma que pueda ser utilizado en diversos programas de CAD o SIG.

⁹ Formato de texto formateado en XML, pensado para el intercambio de información geográfica. Soportado por una amplia variedad de programas, es especialmente conocido por su implementación en Google Earth®.

El SHP que puede integrarse con la ortofotografía de la cartografía en un programa SIG.

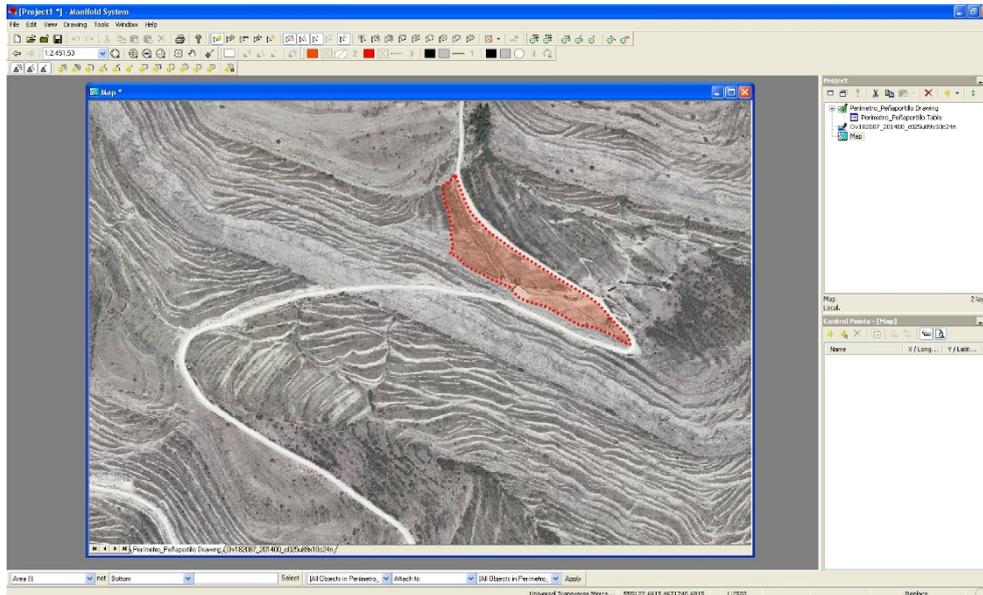


Fig. 38.- Importación del perímetro (formato SHP) en un programa de SIG (en concreto, *Manifold*®).

El fichero KML se puede visualizar también en *Google Earth*® lo que ofrece la posibilidad de inspeccionarlo sobre el relieve en 3D además de ponerlo en relación con el resto de contenidos ofrecidos por esta herramienta de visualización (fotografías, rutas, etc.).



Fig. 39.- Importación del perímetro (formato KML) en el entorno *Google Earth*®.

4.3.7.- Actualización de la capa de paleontología en IDerioja

La información generada y procesada en este proyecto pasará a engrosar la existente en la capa de yacimientos paleontológicos de IDerioja <https://www.iderioja.larioja.org/vct/index.php?c=3373703472624e584d3833363864336167334f6b64513d3d&t=3> , desde dónde será accesible de manera pública.

5.- RESULTADOS

5.1.- Colección de fotografías y videos

Las fotografías enriquecidas con metadatos y renombradas según el criterio de denominación indicado anteriormente se presentan clasificadas en tres colecciones correspondientes al registro general del yacimiento y a los de detalle de las huellas R4H2 y R5H15.

Los videos también se adjuntan, en las condiciones indicadas anteriormente.

5.2.- Modelos virtuales

Los modelos procedentes de fotogrametría (general del yacimiento y de las dos huellas que se han individualizado) se presentan exportados en diferentes formatos para su utilización con diferentes programas de visualización y modelado 3D. En concreto se han exportado¹⁰ en formatos OBJ, PLY, COLLADA y STL.

¹⁰ El nombre de los modelos incluye el del yacimiento «Peñaportillo». Se ha detectado que algunos programas no cargan bien los ficheros que contienen caracteres especiales (en este caso, la letra ñ). Por este motivo, se ha creado otra copia con la denominación «Penaportillo».

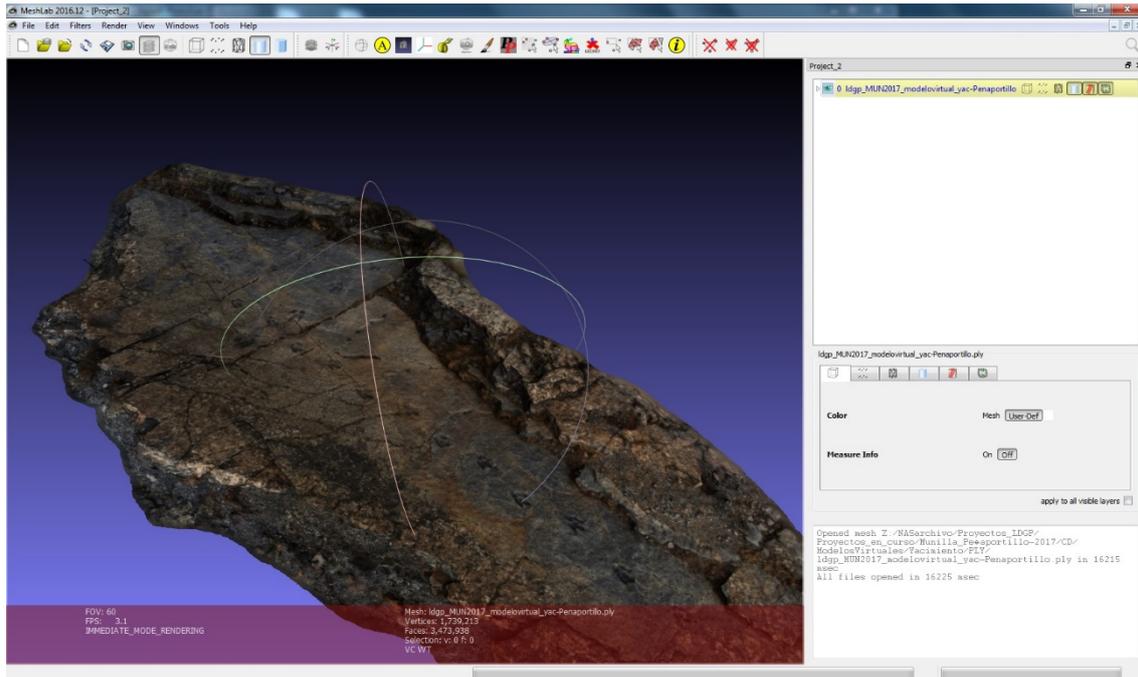


Fig. 40.- Visualización del modelo general del yacimiento en el programa *MeshLab*®.

Además, se ha generado una versión en PDF-3D que permite su visualización interactiva sin necesidad de disponer de software específico para el manejo de modelos 3D.

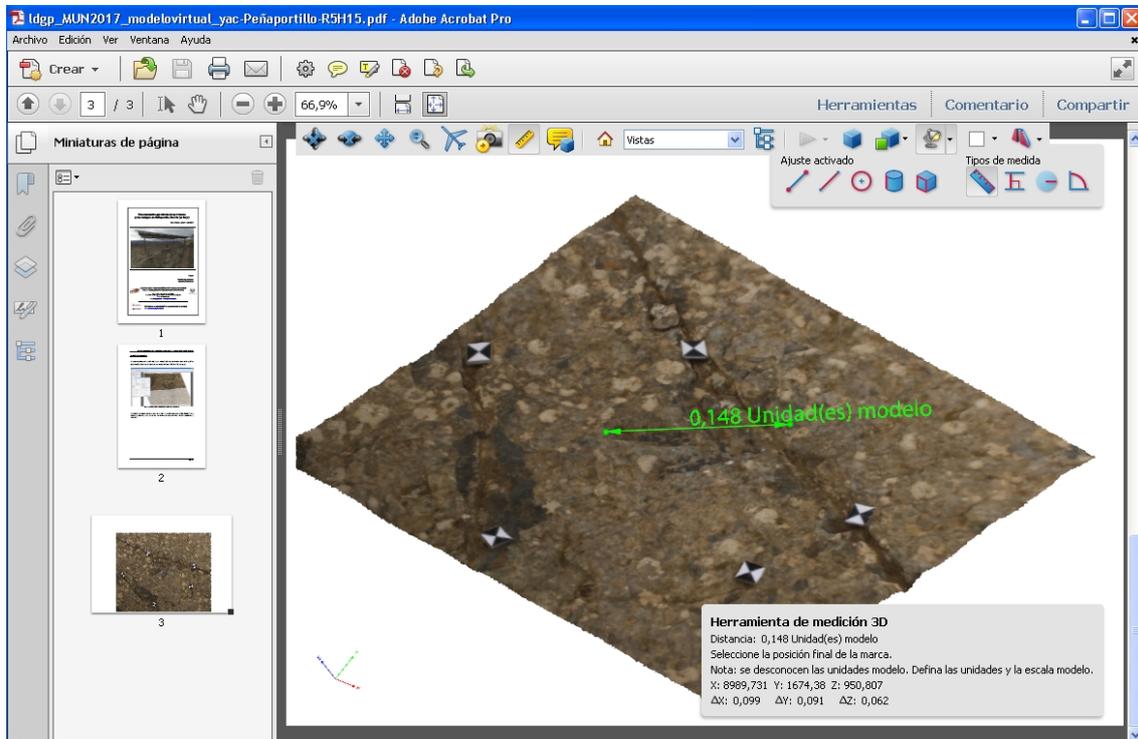
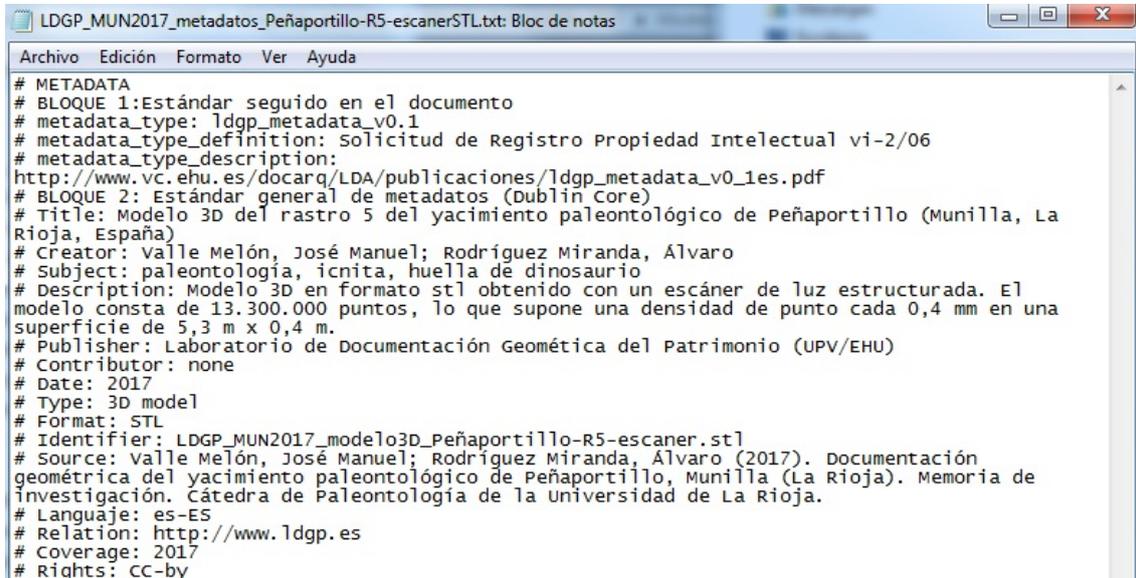


Fig. 41.- Visualización del modelo de la huella R5H15 en el programa *Adobe Acrobat Reader*®. Además de la exploración interactiva en 3D. Este visor ofrece herramientas para realizar medidas y secciones.

Los modelos mallados procedentes del *Scan in a Box*, correspondientes a las huellas del rastro 4 y 15 del rastro 5 han sido exportados al formato STL.

Los modelos virtuales se acompañan con ficheros de texto ASCII que incluyen los metadatos según una versión ampliada del esquema Dublin Core¹¹.



```
LDGP_MUN2017_metadatos_Peñaportillo-R5-escanerSTL.txt: Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
# METADATA
# BLOQUE 1: Estándar seguido en el documento
# metadata_type: ldgp_metadata_v0.1
# metadata_type_definition: Solicitud de Registro Propiedad Intelectual vi-2/06
# metadata_type_description:
http://www.vc.ehu.es/docarq/LDA/publicaciones/ldgp_metadata_v0_1es.pdf
# BLOQUE 2: Estándar general de metadatos (Dublin Core)
# Title: Modelo 3D del rastro 5 del yacimiento paleontológico de Peñaportillo (Munilla, La Rioja, España)
# Creator: Valle Melón, José Manuel; Rodríguez Miranda, Álvaro
# Subject: paleontología, icnita, huella de dinosaurio
# Description: Modelo 3D en formato stl obtenido con un escáner de luz estructurada. El modelo consta de 13.300.000 puntos, lo que supone una densidad de punto cada 0,4 mm en una superficie de 5,3 m x 0,4 m.
# Publisher: Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio (UPV/EHU)
# Contributor: none
# Date: 2017
# Type: 3D model
# Format: STL
# Identifier: LDGP_MUN2017_modelo3D_Peñaportillo-R5-escaner.stl
# Source: Valle Melón, José Manuel; Rodríguez Miranda, Álvaro (2017). Documentación geométrica del yacimiento paleontológico de Peñaportillo, Munilla (La Rioja). Memoria de investigación. Cátedra de Paleontología de la Universidad de La Rioja.
# Lenguaje: es-ES
# Relation: http://www.ldgp.es
# Coverage: 2017
# Rights: cc-by
```

Fig. 42.- Metadatos en formato de texto relativos a uno de los modelos 3D.

5.3.- Modelo CAD

El modelo CAD incluye la ortofotografía general del yacimiento con resolución de 2 mm georreferenciada y con los puntos de apoyo. Se presenta en dos formatos: DWG, que es el utilizado de forma nativa por el software *AutoCAD*[®] (el más utilizado en el mercado), y el formato DXF de intercambio.

Además, el plano generado se presenta también exportado en formato PDF, listo para su impresión en un papel de tamaño A1 extendido.

5.4.- Versión actualizada del servicio WMS de paleontología del Gobierno de La Rioja

Mediante el enlace introducido en el apartado 4.3.7 se tiene acceso a la versión actualizada de los datos incorporados a IDERioja.

¹¹ <http://dublincore.org/specifications/>

6.- CONTENIDO DEL CD

El CD que acompaña este proyecto se organiza según la siguiente estructura de carpetas:

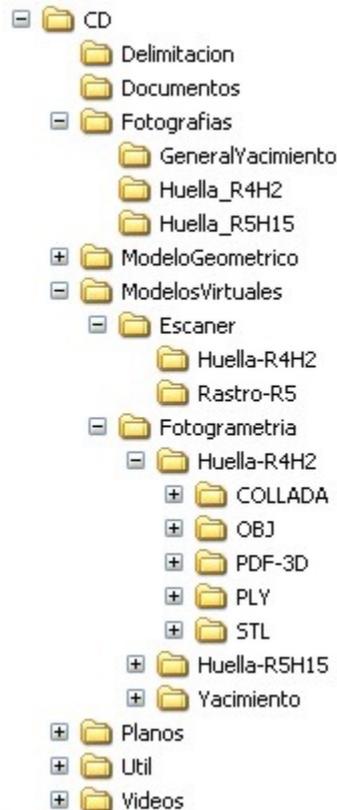


Fig. 43.- Contenido del CD que acompaña la presente memoria.

De forma más detallada, el contenido de cada carpeta es el siguiente:

- Delimitación: archivo en formato KML con el perímetro de afección delimitado en el entorno del yacimiento.
- Documentos: copia en formato PDF de esta memoria.
- Fotografías: imágenes utilizadas para los modelos fotogramétricos, con sus correspondientes metadatos, en formato JPEG.
- Modelo Geométrico: modelo CAD con los puntos de apoyo y la ortoimagen georreferenciada en formatos DWG y DXF de intercambio (ambos en versión 2000). El fichero CAD incluye el plano general del yacimiento.
- Modelos Virtuales: modelos 3D generados a partir de las colecciones fotográficas en diversos formatos (Collada, OBJ, PLY, PDF-3D y STL) para que puedan utilizarse con diversos programas y que corresponden al general del yacimiento y a los específicos para las huellas R4H2 y R5H15. Asimismo, también se presentan dos modelos en formato STL generados con el escáner de luz estructurada y que corresponden a la huella R4H2 y al rastro 5 completo. Todos estos modelos van acompañados de un archivo de texto con sus metadatos.

- Planos: versión PDF del plano general del yacimiento, preparado para su impresión en tamaño A1 y escala 1:20.
- Útil: copia de las especificaciones técnicas del formato DXF y de los metadatos incluidos en las fotografías.
- Vídeos: dos vídeos (formato MOV) tomados con un dron y que representan el yacimiento y el entorno en que se sitúa.

ANEXOS

Anexo 1. Instrumental empleado

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

Certificado de Verificación y Control

Nº de Certificado 50030003
Fecha 04.10.2017

Leica
Geosystems

Tecnitop S.A.
Avenida Navarra nº103
50017 - Zaragoza
Tel. y Fax: 976 33 29 26
CIF A-99003477
www.tecnitop.com

EUSKAL HERRIKO UNIVERSITATEA
NIEVES CANO 12
01003 GASTEIZ
Q4818001B

Número de cliente 1972
Instrumento Leica TCR1205 R300
Técnico T8500

Nº de Serie 213379

Proceso de Verificación y Control:

El instrumento ha sido verificado y controlado conforme a los procedimientos establecidos por Tecnitop S.A. según el manual del instrumento en cuestión.

Resultados:

Temperatura durante la verificación (°C): 25

	Entrada	Tolerancia	Salida	Incertidumbre (k=2)
Desviación HZ (Gon)	0.0018	0.0015	0.0001	0.0001
Desviación Vt (Gon)	0.0008	0.0015	0.0001	0.0001
Desviación distancia (mm) (Distanciómetro infrarrojo)	1	2mm + 2ppm	1	0.4
Desviación distancia (mm) (Distanciómetro láser)	1	3mm + 2ppm	1	0.4

Patrones empleados:

Ángulos:

Colimador Pentax Nod. C5, nº serie 429008 (Incertidumbre asociado con el patrón: 0.0005 gon)
Certificado del CENTRO ESPAÑOL DE METROLOGÍA CEM171145001
Certificado según TEC2015-01

Distancia:

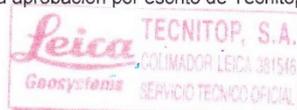
Línea base, Certificado del CENTRO ESPAÑOL DE METROLOGÍA CEM171145002

Comentarios:

Próxima Calibración: 04.10.2018

Los resultados se refieren al momento y condiciones en que se efectuaron las mediciones y poseen trazabilidad a patrones nacionales o a patrones extranjeros.

No se permite la reproducción parcial de este certificado sin la aprobación por escrito de Tecnitop S.A.



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

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.

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
Modos de fotografía fija	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

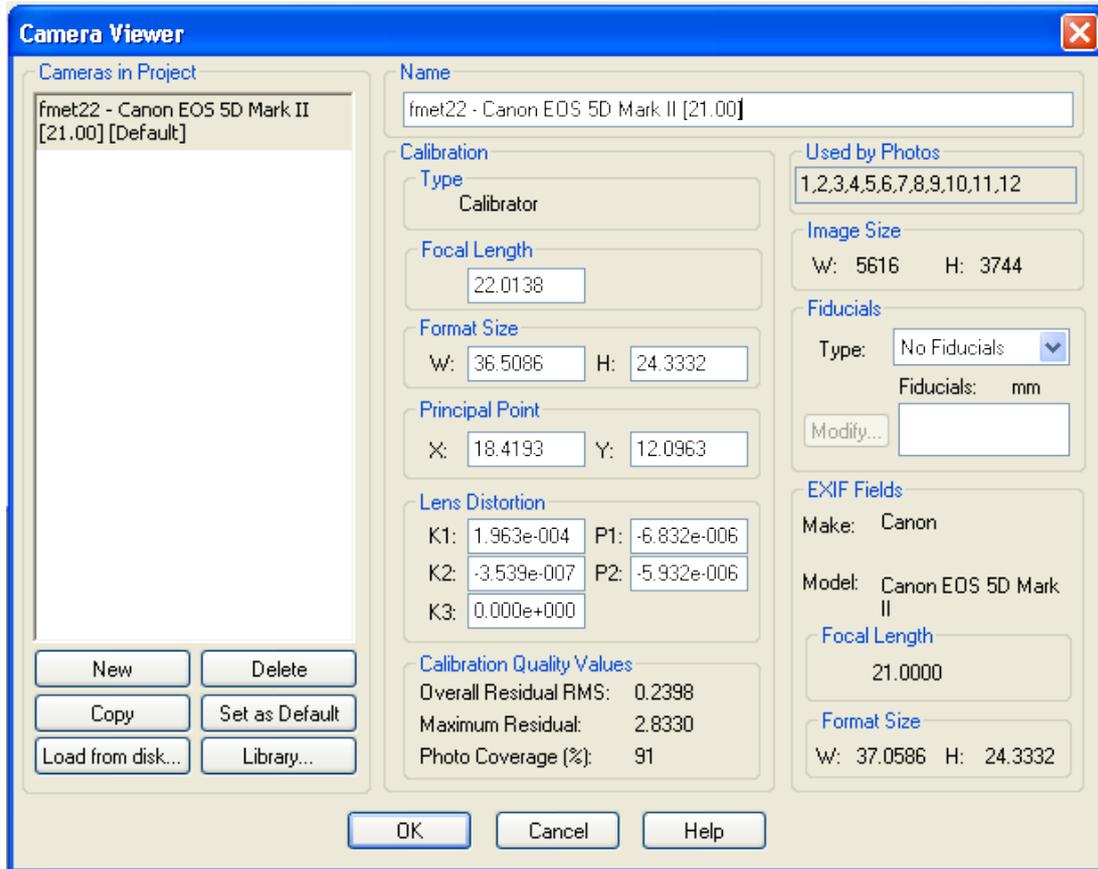
Controlador remoto	
Frecuencia de funcionamiento	2400 GHz-2483 GHz
Distancia de transmisión	2000 m (exteriores y sin obstrucciones)
Puerto de salida de vídeo	USB
Intervalo de temperaturas de funcionamiento	0 °C-40 °C
Batería	6000 mAh LiPo 2S
Soporte para dispositivo móvil	Tabletas y teléfonos inteligentes
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

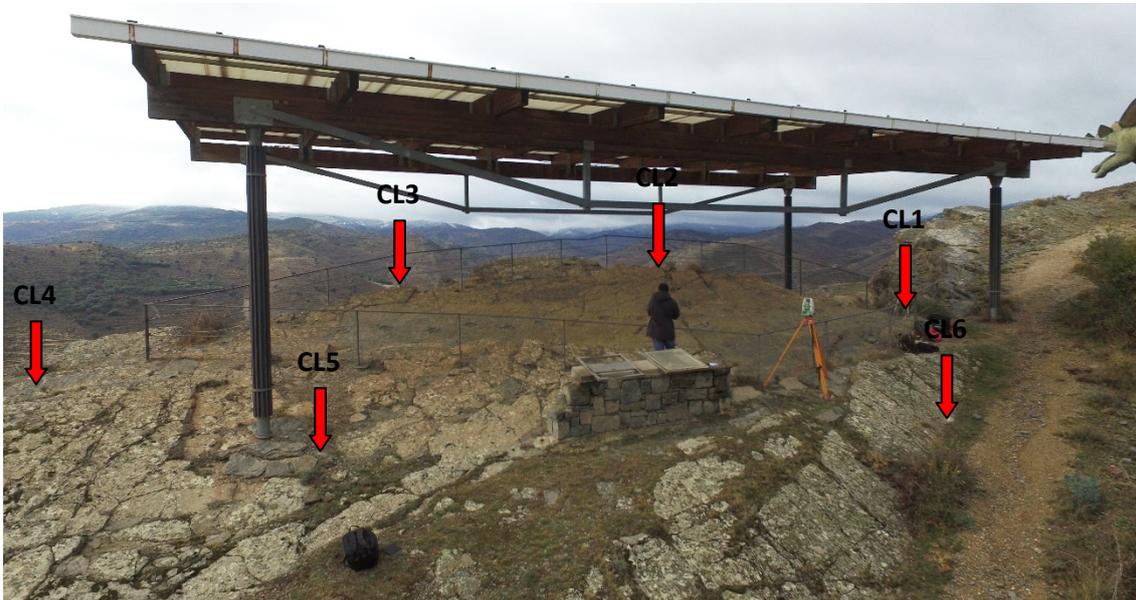
Normal	
R : G : Y : Parpadeo alternativo en rojo, verde y amarillo	Encendido y autocomprobación
G : Y : Parpadeo alternativo en verde y amarillo	Aeronave en calentamiento
G : Parpadeo lento en verde	Vuelo seguro (modo P con GPS y posicionamiento visual)
G X2 : Parpadeo en verde dos veces	Vuelo seguro (modo P con posicionamiento visual pero sin GPS)
Y : Parpadeo lento en amarillo	Vuelo seguro (modo A sin GPS ni posicionamiento visual)
Advertencia	
Y : Parpadeo rápido en amarillo	Pérdida de señal del controlador remoto
R : Parpadeo lento en rojo	Advertencia de batería baja
R : Parpadeo rápido en rojo	Advertencia de batería crítica
R : Parpadeo alternativo en rojo	Error de IMU
R : — Rojo fijo	Error crítico
R : Y : Parpadeo alternativo en rojo y amarillo	Es necesario calibrar la brújula

Finalmente, la cámara reflex utilizada es una Canon EOS 5D Mark II de 20 megapíxeles con un objetivo de 21 mm, sus características se muestran en la siguiente imagen:



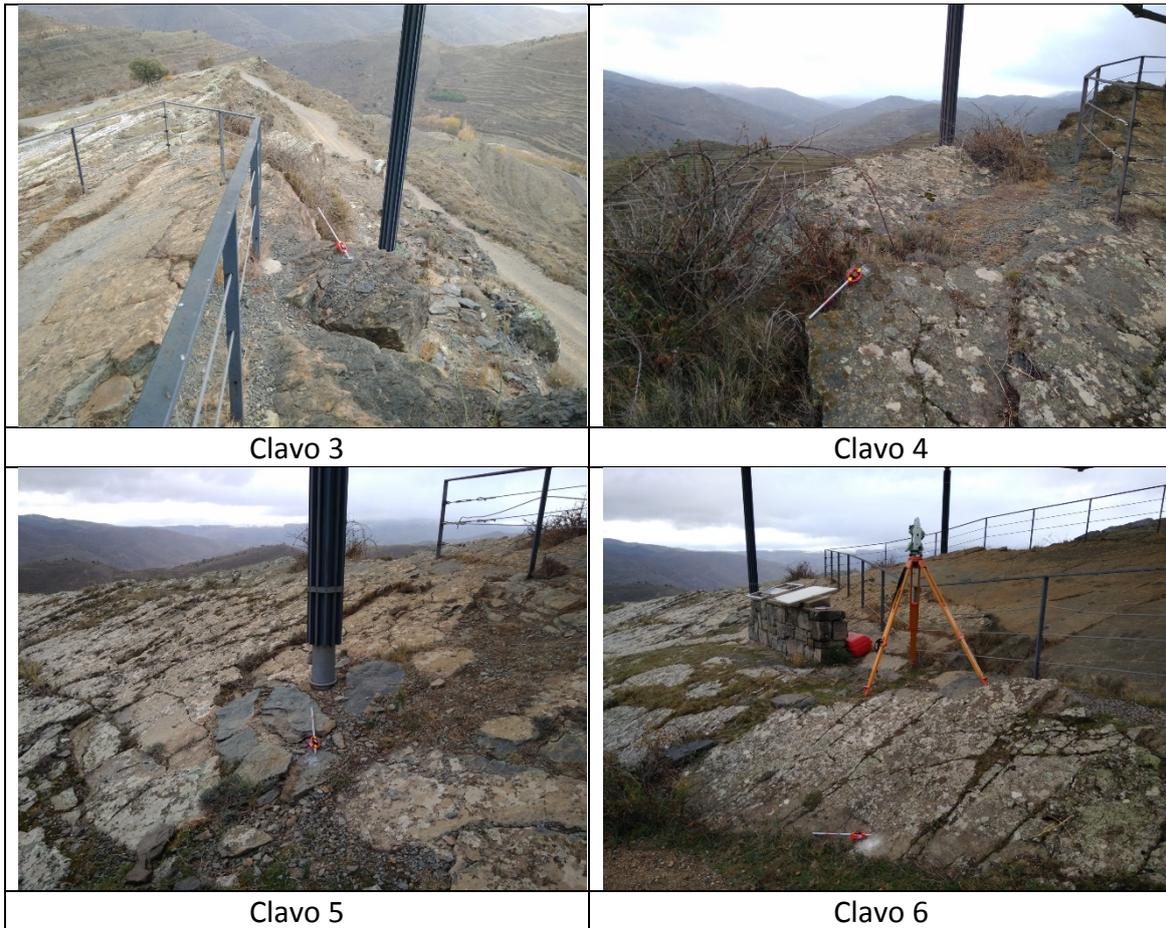
Anexo 2. Reseñas de la red topográfica

La siguiente imagen muestra la localización de los seis clavos de la red de referencia topográfica.



Como se ha indicado, estos clavos son de acero inoxidable con una cabeza circular de 1 cm de diámetro y con una cruz grabada. Las siguientes fotografías muestran con más detalle la localización de cada uno (el punto viene indicado por la punta del jalón).

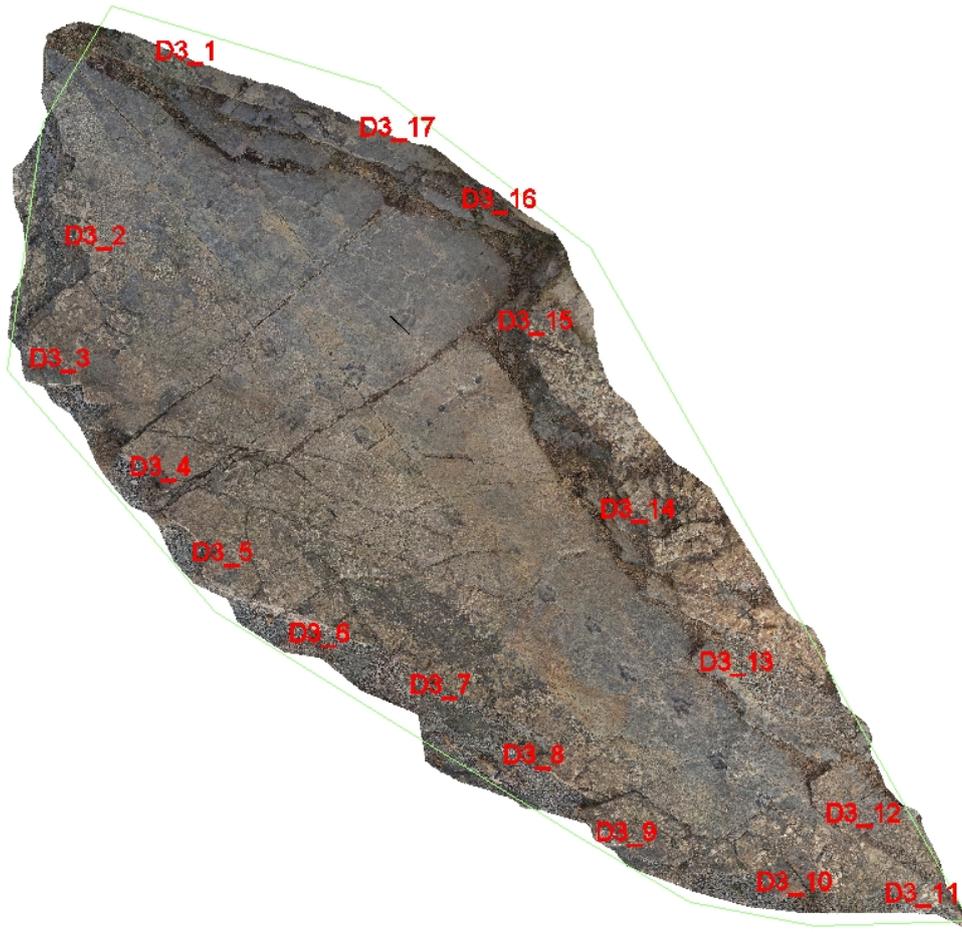




Las coordenadas de estos puntos (UTM-huso 30, ETRS89 y alturas sobre el nivel del mar) son las siguientes:

Punto	X	Y	Z
CL1	558985,312	4671680,763	950,053
CL2	558986,568	4671673,862	951,404
CL3	558992,845	4671669,287	951,014
CL4	559000,129	4671667,263	950,069
CL5	558998,952	4671673,006	949,151
CL6	558992,893	4671681,035	948,946

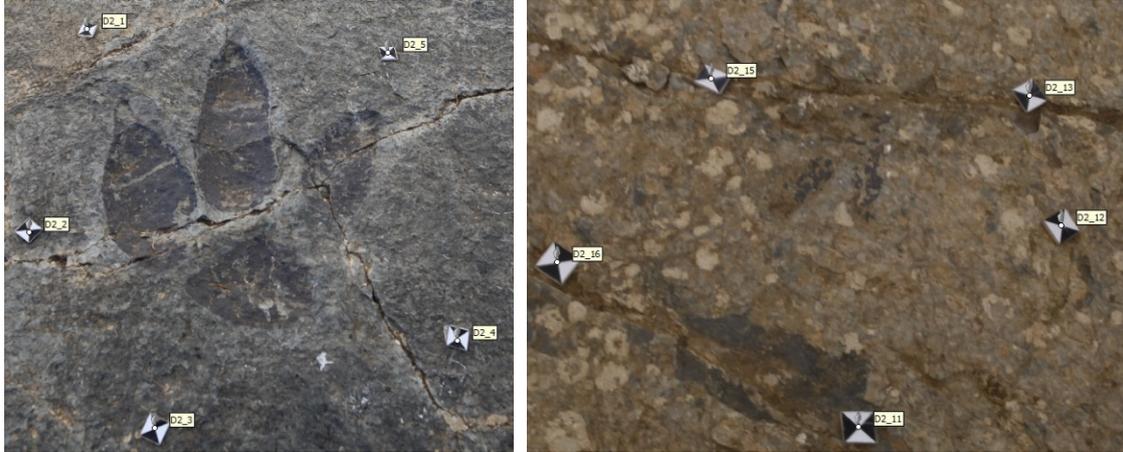
Por otro lado, las dianas de metacrilato de 3x3 cm que se han situado alrededor del yacimiento durante la documentación fotográfica se distribuyen según el croquis siguiente.



Siendo las coordenadas de estos puntos:

Punto	X	Y	Z
D3_1	558987,411	4671680,580	950,188
D3_2	558986,169	4671678,039	950,655
D3_3	558985,683	4671676,355	951,254
D3_4	558987,053	4671674,866	951,323
D3_5	558987,905	4671673,694	951,412
D3_6	558989,225	4671672,585	951,291
D3_7	558990,880	4671671,875	951,172
D3_8	558992,152	4671670,914	951,051
D3_9	558993,407	4671669,854	951,176
D3_10	558995,603	4671669,173	950,726
D3_11	558997,346	4671669,018	950,223
D3_12	558996,541	4671670,114	950,309
D3_13	558994,815	4671672,189	950,183
D3_14	558993,466	4671674,290	949,909
D3_15	558992,072	4671676,872	949,689
D3_16	558991,574	4671678,542	949,287
D3_17	558990,189	4671679,529	949,748

Finalmente, para los modelos de detalle de las dos huellas seleccionadas que se han realizado por fotogrametría se dispusieron cinco dianas de 2x2 cm de metacrilato alrededor de cada huella. Las imágenes siguientes muestran la identificación de cada punto de control.



Siendo las coordenadas de estos puntos las que se indican en el listado siguiente:

Punto	X	Y	Z
D2_1	558990,748	4671676,657	949,837
D2_2	558990,957	4671676,842	949,737
D2_3	558990,979	4671677,073	949,667
D2_4	558990,729	4671677,227	949,689
D2_5	558990,494	4671676,958	949,817
D2_11	558989,752	4671674,234	950,842
D2_12	558989,884	4671674,300	950,782
D2_13	558989,942	4671674,423	950,722
D2_15	558989,718	4671674,485	950,771
D2_16	558989,600	4671674,383	950,843

Anexo 3: Metadatos introducidos en las fotografías

Aparte de los metadatos *Exif* introducidos directamente por la cámara en el momento de la toma (marca y modelo de la cámara, fecha y condiciones de la toma), se han incorporado los campos siguientes:

- Datos sobre la imagen:
 - o Artist: Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio UPV/EHU.
 - o Copyright: Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio UPV/EHU.
 - o Description: Fotografías del yacimiento paleontológico de Peñaportillo (Munilla, La Rioja). Icnitas de dinosaurios.
 - o UserComment: www.ldgp.es
- Localización:
 - o Latitud: 42º 11,7' N
 - o Longitud: 2º 17,136' W

Por otro lado, los metadatos IPTC que se han incluido son:

- Contenido IPTC:
 - o Titular: Huellas de dinosaurio del yacimiento paleontológico de Peñaportillo (Munilla, La Rioja).
 - o Autor de la descripción: José Manuel Valle Melón, Álvaro Rodríguez Miranda.
- Copyright IPTC:
 - o Copyright: Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio UPV/EHU.
 - o Estado del copyright: con copyright.
 - o URL de información de copyright: <http://www.ldgp.es>
- Creador IPTC:
 - o Creador: Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio UPV/EHU.
 - o Dirección del creador: c/ Justo Vélez de Elorriaga, 1 – Centro de Investigación Micaela Portilla (Despacho 2.01 – GPAC).
 - o Ciudad del creador: Vitoria-Gasteiz.
 - o Estado / provincia del creador: Álava.
 - o Código postal del creador: 01006.
 - o País del creador: España.
 - o Teléfono del creador: +34 945013264
 - o Correo electrónico del creador: ldgp@ehu.es

- Sitio web del creador: <http://www.ldgp.es>
- Imagen IPTC:
 - Fecha de creación: 2017.
 - Ubicación: Yacimiento paleontológico de Peñaportillo (PP).
 - Ciudad: Munilla.
 - Estado/provincia: La Rioja.
 - País: España.
 - Código de país ISO: ES
- Estado IPTC:
 - Título: Documentación geométrica del yacimiento paleontológico de Peñaportillo, Munilla (La Rioja).

PLANOS

Planos

Se presenta un único plano impreso que corresponde a la vista ortogonal al plano que define la lastra en que se encuentran las icnitas. Este plano se ha preparado a escala 1:20 en un papel de formato A1 extendido, la orientación de la imagen se hace manteniendo el rastro más largo en la dirección horizontal, de esta forma, coincide que la dirección del buzamiento se corresponde aproximadamente a la vertical del papel.





Escala 1:20

0 0,5 1 2 m

	LABORATORIO DE DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DEL PATRIMONIO	
	Grupo de Investigación en Patrimonio Construido, UPV-EHU	
CÁTEDRA DE PALEONTOLOGÍA (UNIVERSIDAD DE LA RIOJA)		
Proyecto:	Proyección y Datum:	Escala:
Documentación geométrica del yacimiento paleontológico de Peñaportillo, Munilla (La Rioja)	Relativo referido a la losa	1 : 20
	Sistema de referencia altimétrico:	Resolución:
	Nombre del plano:	Nº del plano:
Vista general del yacimiento (perpendicular a la losa)	Fecha:	Diciembre 2017



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

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

