



**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](mailto: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**

# 46-1

<b>Información general / General information</b>		
ELEMENTO:	R_Enciso_Icnitas3	:ELEMENT
TÍTULO:	Documentación geométrica del yacimiento paleontológico de Icnitas 3, Enciso (La Rioja)	:TITLE
FECHA:	mayo 2018 / <b>May 2018</b>	:DATE
NÚMERO:	LDGP_mem_046-1	:NUMBER
IDIOMA:	español / <b>Spanish</b>	:LANGUAGE

<b>Resumen</b>	
TÍTULO:	Documentación geométrica del yacimiento paleontológico de Icnitas 3, Enciso (La Rioja)
DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA:	El afloramiento consiste en una laja de unos 5'5 x 4'5 metros, situada al borde de la carretera LR-286 entre las localidades de El Villar y Poyales (en las proximidades de este último), la superficie presenta un buzamiento de unos 46° y está protegida por una tejavana.
DOCUMENTACIÓN:	La documentación del estrato se realizó mediante fotogrametría convergente, además, dos zonas seleccionadas (que corresponden a huellas concretas) 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 han generado planos con vistas ortográficas perpendiculares a la losa tanto en color verdadero como un sombreado en función de la altura respecto a la superficie de la laja, asimismo, sobre las ortoimágenes se ha incluido el dibujo de los perímetros de las huellas procedente de una base de datos previa.
TÉCNICAS:	modelado virtual, fotogrametría
PRODUCTOS:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelo de superficies con texturas fotográficas.</li> <li>• Ortoimagen.</li> <li>• Modelo Digital de Elevaciones (MDE).</li> </ul>
DESCRIPTORES NATURALES:	icnita, huella dinosaurio
DESCRIPTORES CONTROLADOS:	(Procedentes del Tesouro UNESCO [ <a href="http://databases.unesco.org/thessp/">http://databases.unesco.org/thessp/</a> ]) Patrimonio natural, Geología, Paleontología, Fotogrametría

<b>Abstract</b>	
TITLE:	Geometric documentation of the paleontological site Icnitas-3, Enciso (La Rioja, Spain)
GEOMETRIC DESCRIPTION:	The outcrop consists of a slab of around 5.5 x 4.5 square metres, located on the edge of the road LR-286 between the districts of El Villar and Poyales (near this latter), the slab has a geological dip of around 46° 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 footprints) 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, orthographic views with photographic textures and color range according to the elevation from the average plan of the exterior surface were produced, moreover, the line boundaries of the footprints taken from a previous database has been represented over the orthoimages too.
METHODOLOGIES:	virtual modeling, photogrammetry
PRODUCTS:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3D models (meshes with photographic texture).</li> <li>• Orthoimage.</li> <li>• Digital Elevation Model (DEM).</li> </ul>
NATURAL KEYWORDS:	ichnite, dinosaur footprint
CONTROLLED KEYWORDS:	(From the UNESCO's thesaurus [ <a href="http://databases.unesco.org/thesaurus/">http://databases.unesco.org/thesaurus/</a> ]) Natural heritage, Geology, Palaeontology, Photogrammetry

Localización / Placement		
ELEMENTO PATRIMONIAL:	Yacimiento paleontológico de Icnitas 3 (Enciso)	:HERITAGE ELEMENT
MUNICIPIO:	Enciso, La Rioja, España/Spain (Getty TGN: 7333973)	:MUNICIPALITY
COORDENADAS:	EPSG:4326 WGS84/LatLong 42.12625,-2.2309	: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"> <li>• 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).</li> </ul> <div style="text-align: center;">  </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> </ul> <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"> <li>- 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.</li> </ul> <div style="text-align: center;">  </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 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.</li> </ul>	: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
--------	--	---------

<b>Renuncia de responsabilidad / Disclaimer</b>		
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"><li>1. Está prohibido desnaturalizar el sentido de la información.</li><li>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]".</li><li>3. Debe mencionarse la fecha de la última actualización de los documentos objeto de la reutilización, siempre cuando estuviera incluida en el documento original.</li><li>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.</li><li>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."</li></ol> <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"><li>1. The information must not be distorted.</li><li>2. The original source of re-usable documents must be cited.</li><li>3. The date of the latest update of re-usable documents must be indicated when it appears in the original document.</li><li>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.</li><li>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."</li></ol>	:RE-USE
----------------	--	---------

Estructura / Framework		
ID PERMANENTE:	<a href="http://hdl.handle.net/10810/35688">http://hdl.handle.net/10810/35688</a>	:PERMANENT ID
ESTRUCTURA:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>ldgp_mem046-1_Enciso_Icnitas3.pdf</b>: este documento. Contiene la memoria y cuatro planos en formato A3 con la ortoimagen del yacimiento (textura fotográfica y modelo digital de elevaciones) con y sin el dibujo vectorial de las huellas / <i>this document. It contains the report and four plans in A3 layout, which shows the orthoimage and the digital terrain model of the site with and without the line drawing of the footprints.</i></li> <li>• <b>LDGP_ICT2018_fot_Icnitas3-???.jpeg</b>: 5 fotografías de documentación de los trabajos realizados / <i>5 pictures for documenting the woks.</i></li> <li>• <b>LDGP_ICT2018_modelovirtual_???.zip</b>: 3 modelos virtuales en formato PLY correspondientes al yacimiento completo y a dos zonas de detalle que corresponden con la huella identificada como "R4H4" en la base de datos del Gobierno de La Rioja y la zona que contiene las huellas identificadas como "R1H2" y "R2H2", incluyen también los metadatos según el esquema Dublin Core. / <i>3 three-dimensional models (PLY format): one of the complete site and two regarding detailed areas corresponding to the footprint labelled as "R4H4" in the database of the Government of La Rioja and the area including the footprints labelled as "R1H2" and "R2H2". The models are enclosed file with metadata according the Dublin Core schema.</i></li> </ul>	: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 Icnitas 3, Enciso (La Rioja)</i> . 2018	: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 <a href="mailto:ldgp@ehu.eus">ldgp@ehu.eus</a> /</p> <p><i>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: <a href="mailto:ldgp@ehu.eus">ldgp@ehu.eus</a>).</i></p>	:NOTE

# Documentación geométrica del yacimiento paleontológico Icnitas 3, Enciso (La Rioja)

Vitoria-Gasteiz, mayo de 2018



## 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](mailto:ldgp@ehu.es) web: <http://www.ldgp.es>



CÁTEDRA DE PALEONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE LA RIOJA  
e-mail: [paleontología@unirioja.es](mailto: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 .....	10
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 .....	18
4.3.3.- Modelado 3D con textura fotográfica.....	21
4.3.4.- Modelado a partir del escaneado con luz estructurada .....	29
4.3.5.- Modelo CAD y planos .....	32
5.- RESULTADOS .....	35
5.1.- Colección de fotografías.....	35
5.2.- Modelos virtuales.....	35
5.3.- Modelo CAD .....	35
6.- CONTENIDO DEL CD .....	36
ANEXOS .....	38
Anexo 1. Instrumental empleado.....	39
Anexo 2. Reseñas de la red topográfica .....	44
Anexo 3. Visualización de panoramas esféricos .....	50
Anexo 4. Metadatos introducidos en las fotografías .....	52
PLANOS.....	54

## **1.- INTRODUCCIÓN**

Dentro del programa de estudio de los yacimientos paleontológicos de la Comunidad Autónoma de La Rioja que se está llevando a cabo desde la Cátedra de Paleontología<sup>1</sup> de la Universidad de La Rioja –dirigida por la doctora Angélica Torices- se está procediendo a la identificación, limpieza y documentación de diversos yacimientos, entre ellos, en este año 2018 se ha incluido el denominado como «Icnitas 3», situado en el término municipal de Enciso.

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 un par de zonas representativas.

El afloramiento consiste en una laja de unos 5'5 x 4'5 metros, situado al borde de la carretera LR-286 en el tramo entre las localidades de El Villar y Poyales (en las proximidades de este último), la superficie presenta un buzamiento de unos 46º y está protegido por una tejavana.



Fig. 1.- Vista de la zona cubierta del yacimiento de Icnitas 3.

---

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

## 2.- OBJETIVOS

El trabajo de documentación se planteó con los siguientes objetivos:

- a) Establecimiento de una red de referencia topográfica en el yacimiento que permita disponer de coordenadas en el sistema oficial (UTM-huso 30 en el sistema ETRS89) de forma que el modelo que se genere del yacimiento se presente en este sistema de coordenadas, pudiendo así ser integrado en los sistemas de gestión basados en la cartografía (como es el caso de la capa temática de Paleontología de IDERioja). La red topográfica se materializa con señales permanentes (clavos), de las cuales se presenta un conjunto de reseñas con el fin de que puedan ser utilizadas en futuros trabajos. La observación de las coordenadas se realizó mediante técnicas GNSS<sup>2</sup>.
- b) Registro fotográfico que permitiera, posteriormente, realizar el modelado tridimensional del yacimiento. Asimismo, con el fin de escalar el modelo y situarlo en el sistema de coordenadas oficial, se colocaron una serie de puntos de control (dianas), los cuales se dotaron de coordenadas utilizando una estación total previamente situada mediante las bases de la red de referencia.
- c) Escaneado tridimensional con precisión de décima de milímetro utilizando un escáner de luz estructurada de dos zonas de especial interés que se marcan en el dibujo siguiente, el cual corresponde al trabajo realizado en 2001 por M.M. Romero<sup>3</sup>.

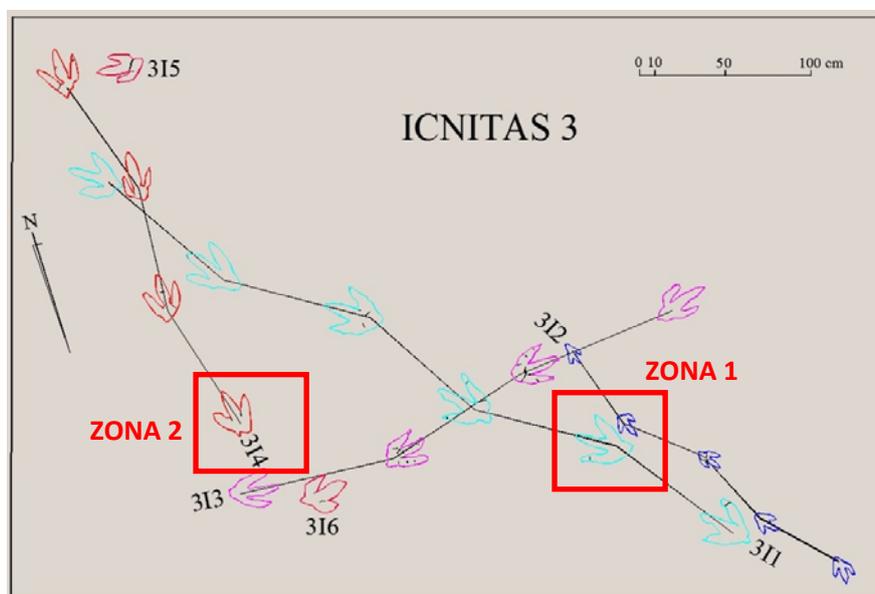


Fig. 2.- Identificación de las zonas documentadas con escáner de luz estructurada.

<sup>2</sup> 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.

<sup>3</sup> ROMERO MOLINA, M.M. (2001). Bases de datos de rastros de dinosaurio de La Rioja. Instituto de Estudios Riojanos. Inédito. Logroño

- d) Preparación de las salidas gráficas (planos) necesarias para la representación del yacimiento.
- e) Toda la información se presenta documentada, organizada y en formatos estándar de manera que se pueda incorporar a las bases de datos de la Cátedra de Paleontología y del Gobierno de La Rioja.

### **3.- LOCALIZACIÓN**

El yacimiento «Icnitas 3» se encuentra en el término municipal de Enciso, más concretamente a mitad de recorrido entre los puntos kilométricos 4 y 5 de la carretera LR-286, en el borde de esta misma carretera y en las proximidades de la aldea de Poyales. Las coordenadas geográficas (ETRS89) son, latitud: 42°12'62.5" N, longitud: 2°23'09.0" W.

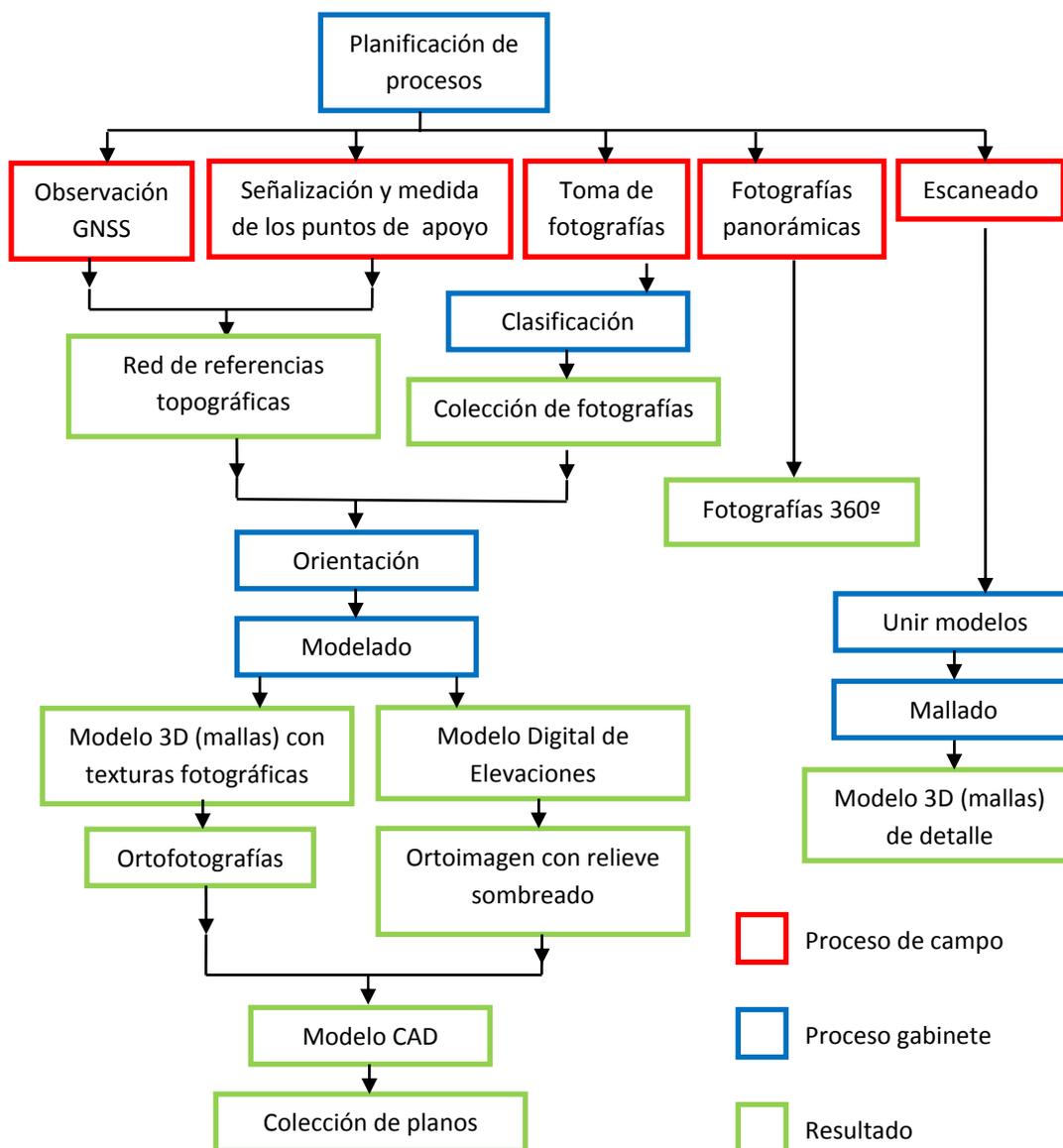


Fig. 3.- Localización del yacimiento Icnitas 3 en las proximidades de la aldea de Poyales (base cartográfica obtenida de IDErioja, <https://www.iderioja.larioja.org/>).

#### 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**

Como trabajo preliminar a la documentación geométrica, se preparó el yacimiento mediante la limpieza de las huellas por parte del equipo de la Cátedra de Paleontología. Por otra parte, se procedió a colocar una serie de señales de referencia (dianas) alrededor del área a documentar. Estas señales aparecerán en las fotografías que se empleen para el modelado 3D y servirán para orientar y escalar el modelo resultante.



Fig. 3.- Limpieza del yacimiento y colocación de señales de referencia (dianas) para escalar y situar el modelo fotogramétrico.

Las dianas están hechas de metacrilato con un tamaño de 3x3 cm y se sitúan directamente sobre el terreno sin necesidad de adhesivo. Por otro lado, dichas dianas se sitúan en el exterior de la superficie con restos paleontológicos de forma que no oculte ningún elemento de interés.

Se han situado cinco bases topográficas a lo largo de la carretera que se han observado con un receptor GNSS (las características del equipo se presentan en el Anexo 1), tomando datos cada 5 segundos durante un periodo de unos 20 minutos por punto. Estas bases se han señalado en el terreno mediante clavos de acero inoxidable con una cruz marcada en su cabeza. Las reseñas de estos puntos se presentan en el Anexo 2 y pueden ser utilizadas cuando sea necesario retornar al yacimiento de forma que las

nuevas medidas que se realicen se obtengan en el mismo sistema de coordenadas que las del presente proyecto.



Fig. 4.- Observación GNSS de una de las estaciones de la red topográfica.



Fig. 5.- Situación de las bases que forman la red de referencias topográficas de este proyecto.

Con los periodos de observación mencionados, las medidas GNSS permiten obtener una precisión del orden de 1-2 cm (ver sección 4.3.1 para los detalles del cálculo) y coordenadas en el sistema oficial (UTM huso 30 en el sistema de referencia ETRS89). En todo caso, con el fin de mejorar la precisión relativa, los puntos también se han observado con una estación total (cuyas características se presentan igualmente en el mencionado Anexo 1) de forma que se obtienen unos márgenes de error del orden de los 3 mm.

Con la estación total también se miden las coordenadas de las dianas que sirven como apoyo para el modelo fotogramétrico.



Fig. 6.- Medida con estación total de las coordenadas de los puntos de apoyo (dianas).

#### 4.2.2.- Registro fotográfico

En el momento de la toma existían unas condiciones de iluminación muy desfavorables ya que el sol incidía directamente en una parte del yacimiento por un lateral de la tejavana. Con el fin de conseguir unas condiciones más homogéneas se procedió a cubrir este lateral con una tela negra.



Fig. 7.- Colocación de un toldo para evitar la luz directa y las sombras proyectadas en el área a documentar.

Respecto a la toma de fotografías, el espacio permitía desplazarse con cierta dificultad por lo que hubo que combinar tomas en las que se sujetaba la cámara en la mano y otras en las que la cámara se colocó en el extremo de un jalón y que se disparaban de forma remota.



Fig. 8.- Toma de fotografías. A la izquierda, con la ayuda de un jalón, a la derecha, sujetando la cámara con la mano.

Por otro lado, se han generado una imagen panorámica con una cámara de 360° *Ricoh Theta S*. En el Anexo 3 se indica cómo puede visualizarse esta imagen de forma interactiva.



Fig. 9.- Imagen de 360° del yacimiento.

#### 4.2.3.- Escaneado

Con la experiencia adquirida, en el yacimiento de Peñaportillo (Munilla, La Rioja), en el escaneado de icnitas con el dispositivo de luz estructurada *Scan In A Box*, se procedió a registrar dos zonas significativas, dentro del yacimiento Icnitas 3, que constituyen dos modelos independientes.

La denominación de estos modelos se ha tomado del dibujo del año 2001 en que cada huella se identifica por la numeración del rastro dentro del yacimiento y, dentro de cada rastro, por el número correlativo en la dirección de la marcha. De esta forma, recuperamos el croquis que se utilizó para marcar las zonas de interés. Sobre este croquis vemos que la zona 1 incluye dos huellas (la segunda del rastro 1 y la segunda del rastro 2) por lo que su denominación será «R1H2yR2H2», la zona 2 incluye una sola huella (la primera del rastro 4) quedando su denominación como «R4H1».

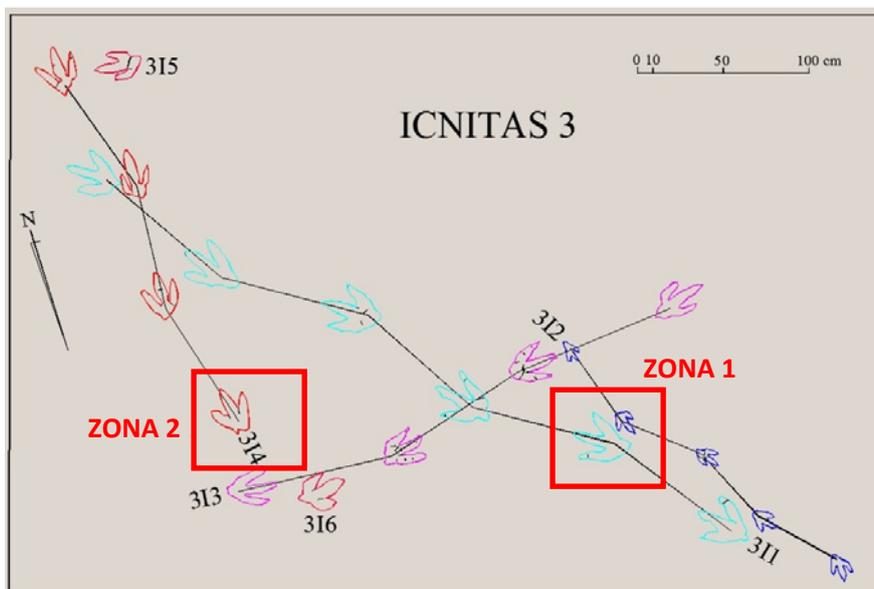


Fig. 10.- Identificación de las zonas documentadas con escáner de luz estructurada sobre el dibujo existente en la base de datos de 2001.

El instrumental empleado exige un control de la iluminación ya que el sistema se basa precisamente en la proyección de patrones de luz mediante un proyector LED, que son recogidas por las cámaras, previamente calibradas, por lo tanto, tanto la luz natural como la artificial pueden producir interferencias o provocar que el patrón proyectado carezca de nitidez.



Fig. 11.- Intento de escaneo durante el día, mediante el control parcial de la iluminación

Con el fin de disponer de unas condiciones controladas de iluminación durante la captura, se procedió a colocar una lona negra, que protegiera la zona de la incidencia directa de luz, como pudo verse en la figura 11, pero aun así la luz ambiental incidente era muy elevada, por lo que se procedió a escanear en los primeros momentos de la noche del día 21 de abril de 2018.

### 4.3.- Trabajos de gabinete

#### 4.3.1.- Cálculo de la red topográfica

Para el cálculo de las coordenadas de la red topográfica, en primer lugar, se procede a descargar las observaciones GNSS del receptor. Para el procesamiento se utilizará el software *Topcon Tools*<sup>®</sup>, herramienta en la que se importan los ficheros de observaciones.

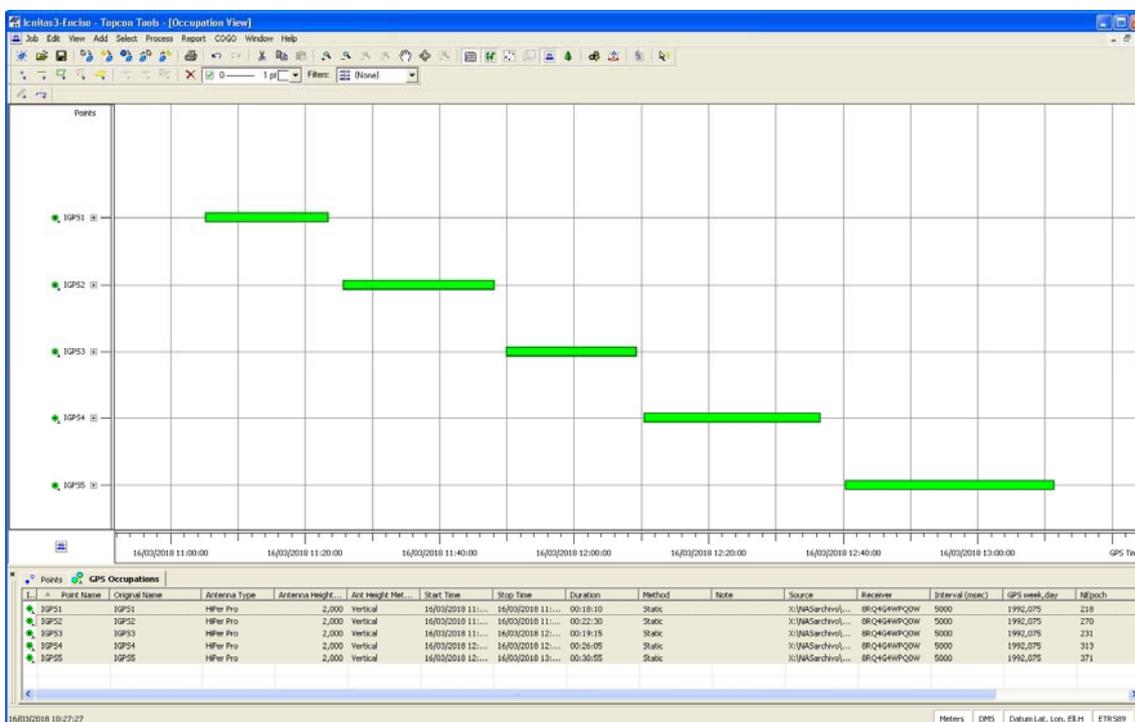


Fig. 12.- Tiempo de observación de los puntos de la red topográfica.

Las observaciones propias deben procesarse conjuntamente con otras obtenidas en estaciones cuyas coordenadas sean conocidas. Para ello, se utilizan 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 pasa a descargar los datos de las estaciones más cercanas, en nuestro caso: San Román de Cameros, Calahorra y Cervera del Río Alhama<sup>4</sup>. Por un lado, se descargan las fichas descriptivas que nos indican las coordenadas de la estación y características del equipo receptor instalado. Por otro lado, se obtienen los ficheros de observaciones (formato RINEX<sup>5</sup>) correspondientes al periodo de observación para las antenas de referencia.

<sup>4</sup> Es preciso comentar que, justamente el día anterior a la toma de datos (es decir, el jueves 15 de marzo), se procedió a actualizar las coordenadas de toda la red de estaciones REGENTE (entre las que se encuentran las utilizadas para la red de referencia de La Rioja) con el fin de adaptarlas al nuevo cálculo y actualizarlas a los desplazamientos de la placa tectónica Euroasiática. El desplazamiento con respecto a las coordenadas previas es del orden de los 2 cm.

<sup>5</sup> 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>

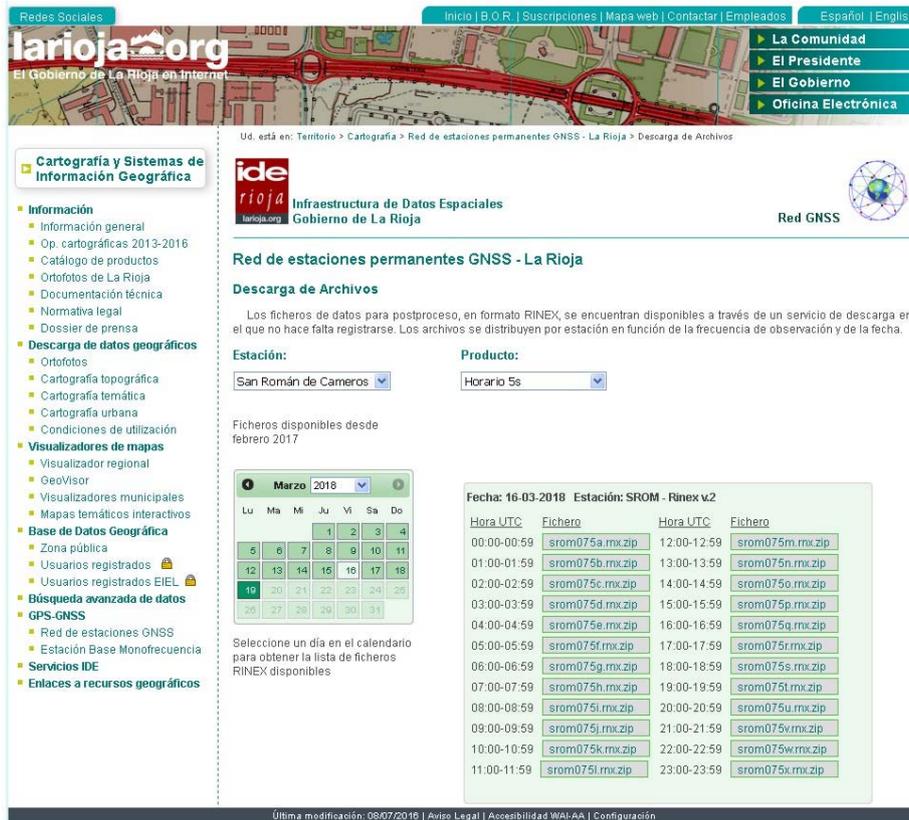


Fig. 14.- Web del Gobierno de La Rioja desde donde se descargan las observaciones de las estaciones de referencia.

De vuelta en el programa de procesamiento, se importan las ocupaciones de las bases de referencia de la red del Gobierno de La Rioja.

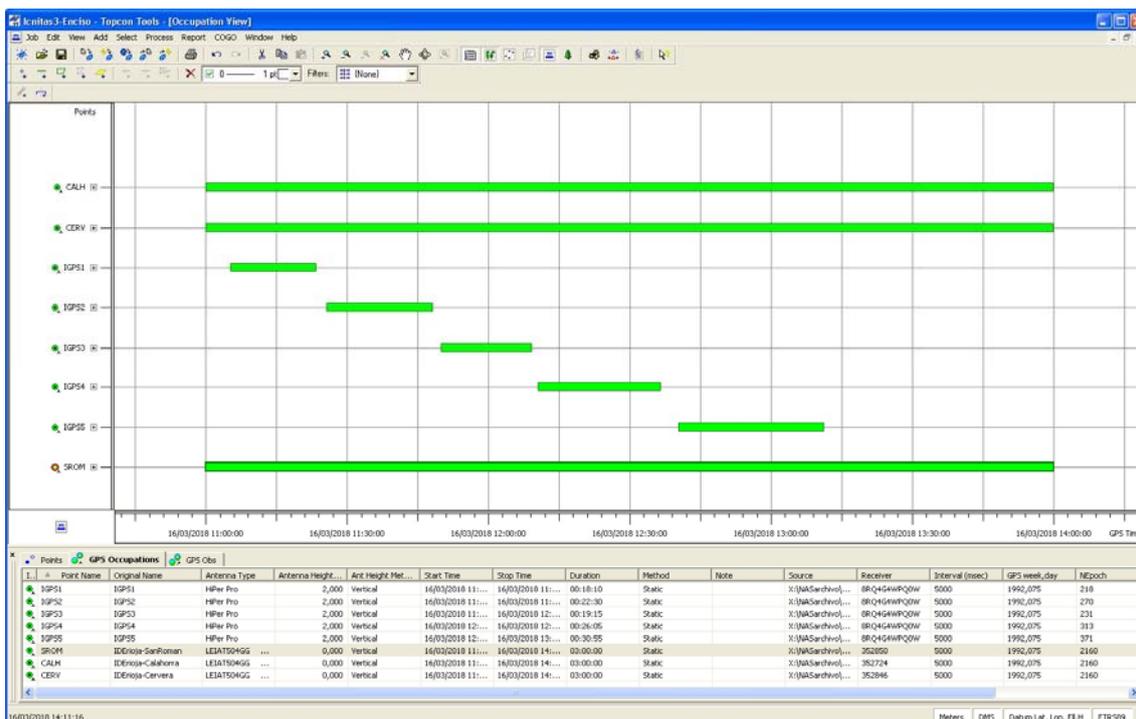


Fig. 15.- Ventanas de observación de los puntos de la base topográfica y de las estaciones de referencia.

La configuración de la red es la que se muestra en la siguiente imagen:

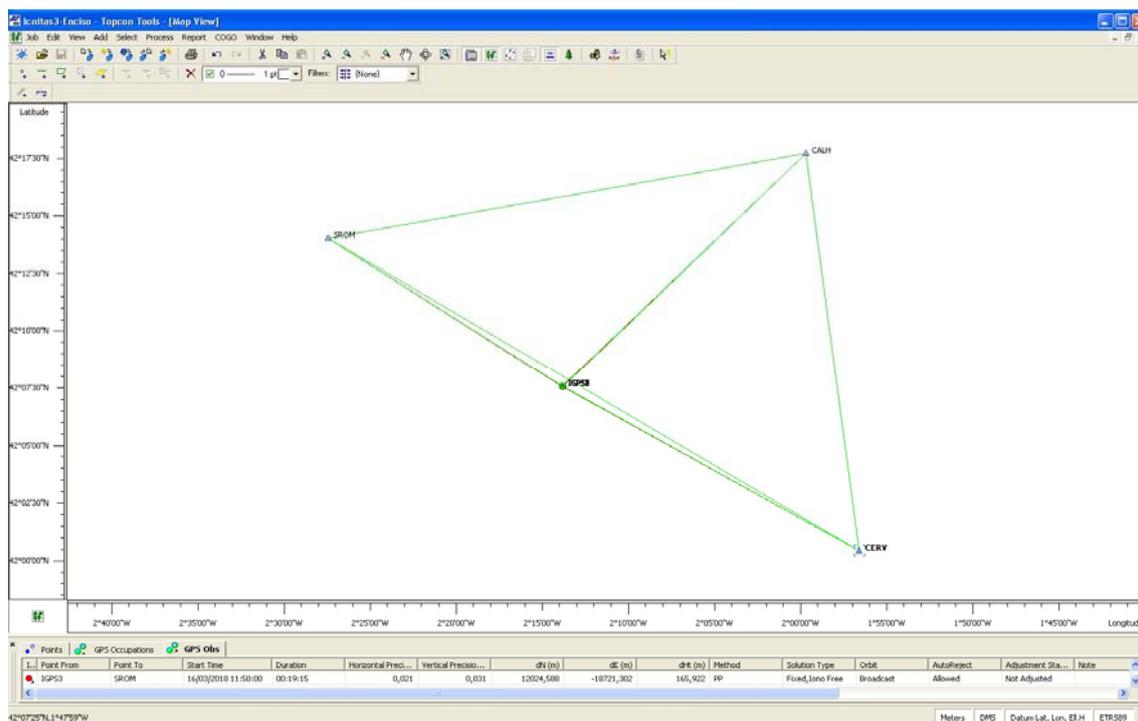


Fig. 16.- Esquema espacial que muestra la localización de las estaciones de referencia utilizadas con respecto a los puntos medidos.

Seguidamente, se asignan las coordenadas a los puntos de la red de referencia (obtenidas de las fichas correspondientes a cada estación) y se fijan para el ajuste.

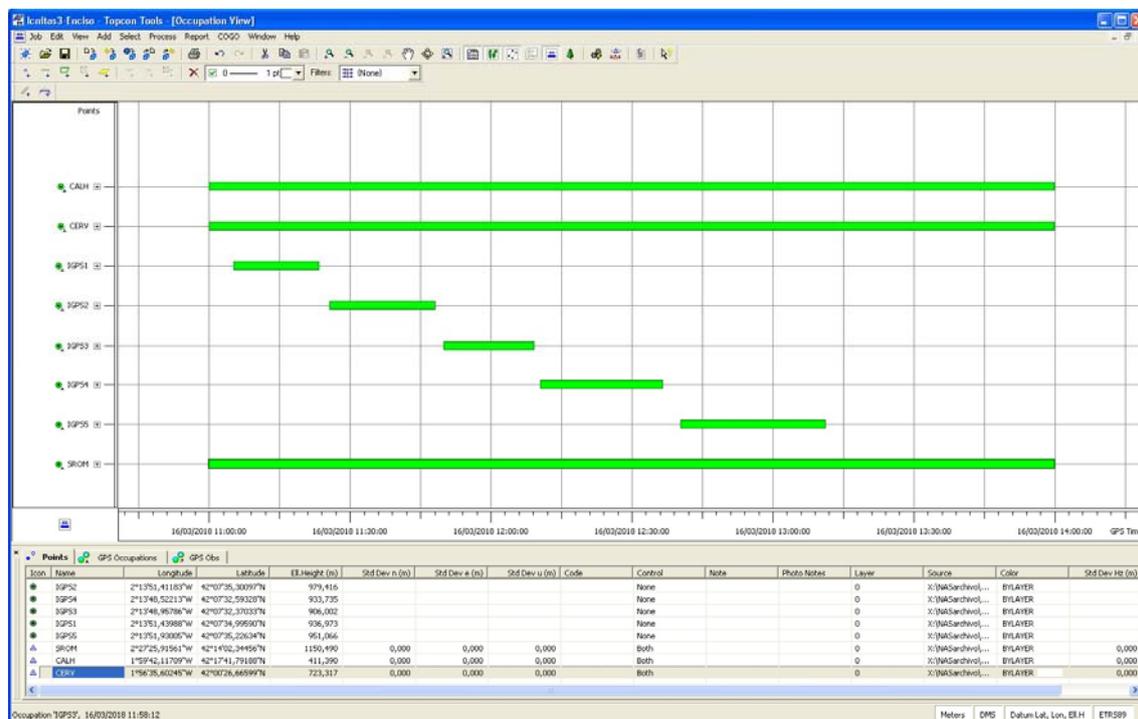


Fig. 17.- Asignación de coordenadas a los puntos de referencia.

Se comienza el cálculo, en primer lugar, las líneas base de cada tramos (referencias a puntos observados), obteniendo los siguientes valores de incrementos de coordenadas y de precisiones.

Point From	Point To	Start Time	Duration	Horizontal Preci...	Vertical Precisio...	dN (m)	dE (m)	dHt (m)
IGP53	SR0M	16/03/2018 11:50:00	00:19:15	0,021	0,031	12024,588	-18721,302	165,922
IGP52	SR0M	16/03/2018 11:25:40	00:22:30	0,020	0,027	11998,615	-18686,527	166,723
IGP51	SR0M	16/03/2018 11:05:15	00:18:10	0,023	0,038	11987,876	-18678,050	167,027
CALH	IGP52	16/03/2018 11:25:40	00:22:30	0,028	0,037	-18718,553	-19502,922	476,394
CALH	SR0M	16/03/2018 11:00:00	03:00:00	0,015	0,024	-6668,743	-38156,684	621,653
CALH	IGP53	16/03/2018 11:50:00	00:19:15	0,023	0,031	-18744,495	-19468,166	477,071
CALH	IGP51	16/03/2018 11:05:15	00:18:10	0,024	0,033	-18707,798	-19511,376	476,180
CERV	IGP52	16/03/2018 11:25:40	00:22:30	0,018	0,029	13237,466	-23787,486	163,728
CERV	IGP53	16/03/2018 11:50:00	00:19:15	0,024	0,030	13211,452	-23752,744	164,553
CERV	IGP51	16/03/2018 11:05:15	00:18:10	0,022	0,034	13248,179	-23795,959	163,423
CERV	SR0M	16/03/2018 11:00:00	03:00:00	0,019	0,028	25299,089	-42433,997	235,979
CALH	CERV	16/03/2018 11:00:00	03:00:00	0,012	0,019	-31940,505	4292,452	230,326
CALH	IGP55	16/03/2018 12:40:25	00:30:55	0,014	0,027	-18686,551	-19515,334	475,302
CALH	IGP54	16/03/2018 12:10:30	00:26:05	0,017	0,027	-18762,330	-19450,140	478,106
CERV	IGP55	16/03/2018 12:40:25	00:30:55	0,011	0,022	13269,457	-23799,932	162,343
CERV	IGP54	16/03/2018 12:10:30	00:26:05	0,016	0,025	13193,613	-23734,605	165,624
IGP55	SR0M	16/03/2018 12:40:25	00:30:55	0,011	0,020	11966,646	-18674,048	168,005
IGP54	SR0M	16/03/2018 12:10:30	00:26:05	0,014	0,027	12042,371	-18739,353	165,092

Fig. 18.- Resultados del cálculo de las líneas base observadas mediante GNSS.

Como puede comprobarse, la precisión de cada tramo está por debajo de los 3 cm en horizontal y de los 4 cm en vertical. Con estos datos se pasa a realizar un ajuste por mínimos cuadrados, obteniendo así las coordenadas y precisiones de cada punto observado.

Los resultados se presentan en la siguiente tabla. En la cual puede comprobarse que las precisiones en las direcciones norte y este están en el orden del centímetro y medio, por otra parte, la precisión en altura es de unos 2 cm.

Name	Longitude	Latitude	Ell.Height (m)	Std Dev n (m)	Std Dev e (m)	Std Dev u (m)
IGP52	2°13'51,10738"W	42°07'34,34261"N	945,105	0,016	0,010	0,018
IGP54	2°13'48,80458"W	42°07'32,92825"N	946,727	0,009	0,011	0,019
IGP53	2°13'49,59135"W	42°07'33,50307"N	945,747	0,011	0,006	0,018
IGP51	2°13'51,47776"W	42°07'34,68887"N	944,856	0,013	0,009	0,020
IGP55	2°13'51,65195"W	42°07'35,37639"N	943,939	0,007	0,005	0,016

Fig. 19.- Coordenadas y errores de los puntos de la red topográfica.

A continuación se transforman estos valores a coordenadas XY en el sistema UTM-huso 30 y convertimos asimismo las alturas elipsoidales a valores sobre el nivel del mar<sup>6</sup> (ortométricas), para lo cual utilizamos el programa PAG (*Programa de Aplicaciones Geodésicas*) del Instituto Geográfico Nacional.

Tal como se ha comentado, las coordenadas de estos mismos puntos también se obtuvieron en un sistema local utilizando la estación total. Dado que la precisión interna de las medidas con la estación total (de 3 a 5 mm) es mejor que las observaciones GNSS. Por este motivo, las coordenadas definitivas de los puntos se obtienen ajustando la geometría medida con estación total a los valores obtenidos del cálculo GNSS, el listado final con las coordenadas se presenta en el Anexo 2.

<sup>6</sup> La diferencia entre ambas altitudes en la zona de trabajo es de 52,372 m.

Con los parámetros de la transformación entre el sistema local y el absoluto (UTM), se calculan también las coordenadas para los puntos de apoyo (dianas de metacrilato).

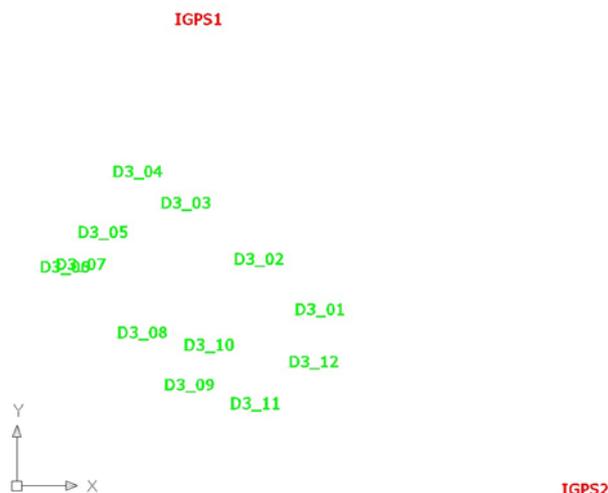


Fig. 20.- Referencias topográficas (bases y apoyo) en el fichero CAD.

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

Las cámaras fotográficas registran información adicional (metadatos) sobre las imágenes. Esta información viene almacenada dentro de los propios archivos que contienen la fotografía y se estructuran en un conjunto de campos denominados *Exif*<sup>7</sup>. Información que puede encontrarse entre estos metadatos son la marca y el modelo de la cámara, fecha y hora de la toma, velocidad, apertura del obturador, espacio de color, etc.

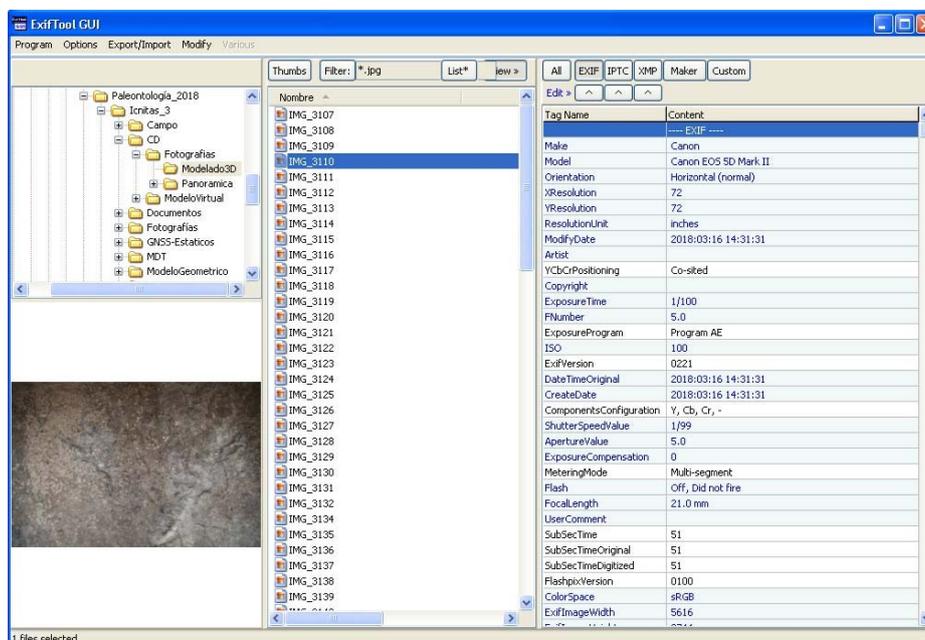


Fig. 21.- Metadatos incluidos por defecto en una fotografía (vistos con el programa *ExifTool*®).

<sup>7</sup> 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*)- .

Algunos de los campos *Exif* no se rellenan directamente, es el caso de la «descripción de la escena», el «autor» o la «posición» de la toma<sup>8</sup>. Utilizando la herramienta informática gratuita *ExifTool*<sup>®</sup> se seleccionan las imágenes y se incluyen estos datos, de forma que las fotografías queden identificadas y cualquier usuario pueda dirigirse al proyecto que las generó simplemente mirando sus metadatos.

Las siguientes imágenes muestran los metadatos incorporados, asimismo, el Anexo 4 presenta la lista completa.

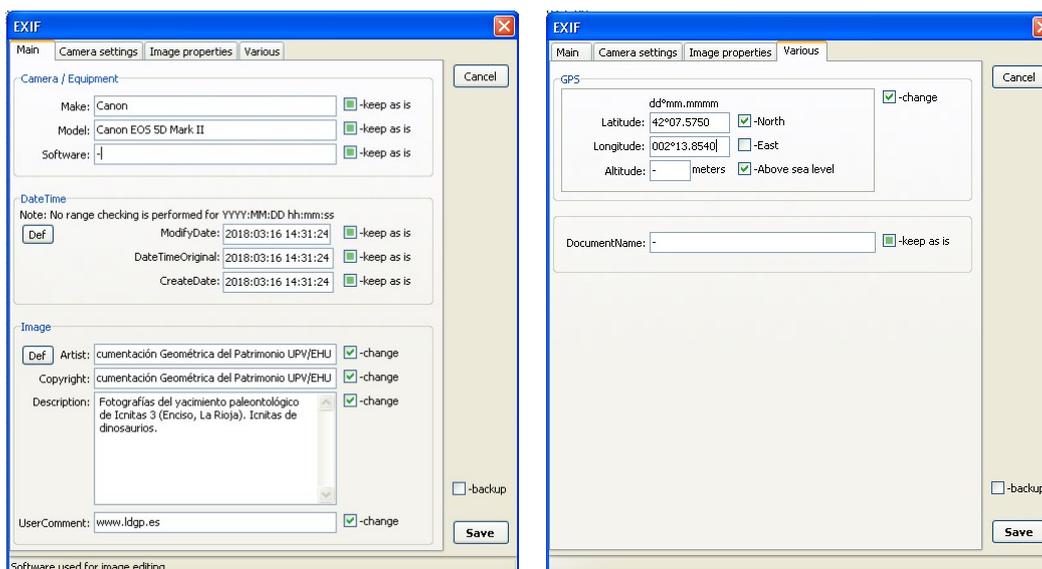


Fig. 22.- Metadatos Exif introducidos con la herramienta *ExifTool*<sup>®</sup>.

La descripción de las imágenes puede enriquecerse aún más con otra lista de metadatos denominada IPTC<sup>9</sup>, 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 e, igualmente, se indican en el Anexo 4.

<sup>8</sup> Esta última, sí que se rellena automáticamente si la cámara dispone de un receptor GPS integrado.

<sup>9</sup> 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).

<b>Contenido IPTC</b>	
Titular	Huellas de dinosaurio del yacimiento paleontológico de Icnitas 3
Código de tema IPTC	
Autor de la descripción	José Manuel Valle Melón, Álvaro Rodríguez Miranda
Categoría	
Otras categorías	
<b>Copyright IPTC</b>	
Copyright	de Documentación Geométrica del Patrimonio (UPV-EHU)
Estado de copyright	Con copyright
Términos de uso de derechos	
URL de información de copyright	http://www.ldgp.es
<b>Creador IPTC</b>	
Creador	Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio
Dirección del creador	c/ Justo Vélez de Elorriaga, 1 – Centro de Investigación M
Ciudad del creador	Vitoria-Gasteiz
Estado / provincia del creador	Álava (Araba)
Código postal del creador	01006
País del creador	España
Teléfono del creador	+34 945013264
Correo electrónico del creador	ldgp@ehu.es
Sitio Web del creador	http://www.ldgp.es
Cargo del creador	
<b>Imagen IPTC</b>	
Fecha de creación	2018
Género intelectual	
Escena	
Ubicación	Yacimiento paleontológico de Icnitas 3 (I3)
Ciudad	Enciso
Estado / provincia	La Rioja
País	España
Código de país ISO	ES
<b>Estado IPTC</b>	
Título	Documentación geométrica del yacimiento paleontológico

Fig. 23.- Metadatos IPTC introducidos con el programa *Adobe Lightroom*®.

Por otro lado, los archivos se renombran con el fin de que su contenido sea más fácilmente identificable. El criterio seguido consiste en componer el nombre a partir de varios bloques de información, así por ejemplo, la imagen denominada «ldgp\_ICT2018\_foto\_yac-icnitas3-1.jpg» aporta la siguiente información:

- ldgp: indica el autor de la imagen (Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio de la UPV/EHU).
- ICT2018: identificador interno del proyecto (tres primeras letras para «Icnitas 3» y el año) utilizado por el Laboratorio.
- foto: tipo de documento<sup>10</sup>.
- yac-icnitas3-1: nombre específico del fichero. A su vez, este nombre menciona el yacimiento y 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.

<sup>10</sup> Igualmente, se encontrarán otros ficheros identificados como: «modelo3D», «plano», 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.

#### 4.3.3.- Modelado 3D con textura fotográfica

El tamaño de la losa es de unos 5'3 metros de largo por unos 4'5 de alto en la parte que conserva más extensión de restos paleontológicos. En total, la superficie modelada representa unos 25 metros cuadrados.

El proceso de modelado a partir de las fotografías se realiza con el software *Agisoft Photoscan*®. El proceso comienza importando las imágenes, el programa realiza una identificación automática de puntos comunes en las diferentes imágenes, lo que permite obtener una orientación relativa de las cámaras y un primer conjunto de puntos que forman la superficie (los mismos que se han identificado en varias imágenes y cuyas coordenadas se obtienen por intersección de haces).

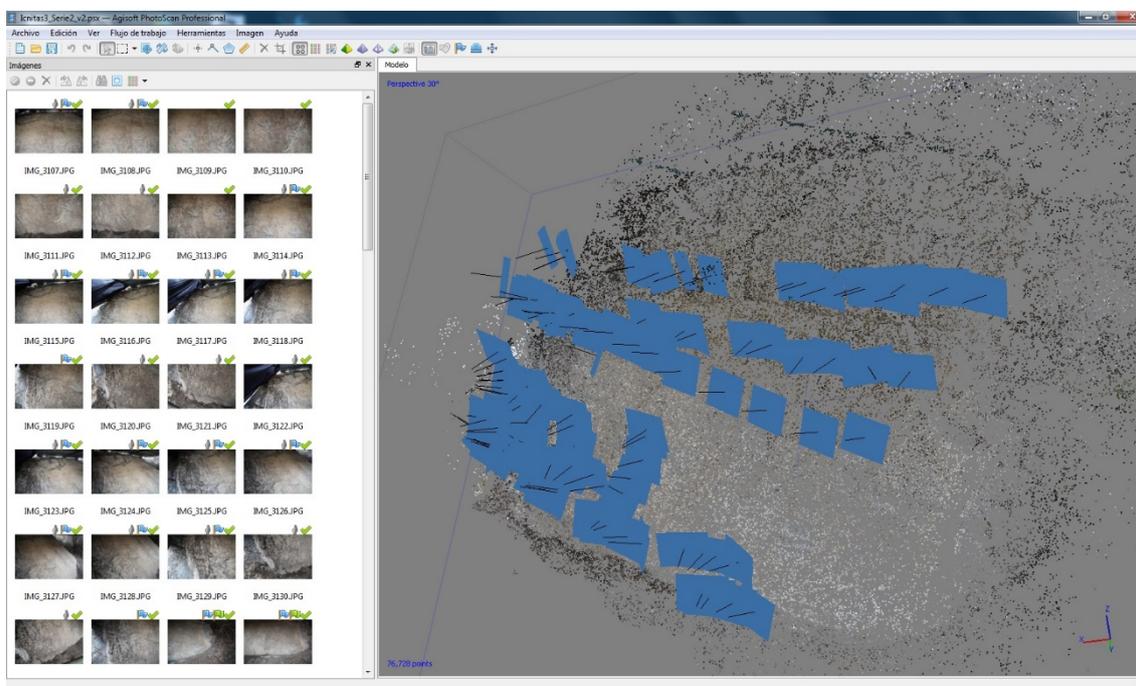


Fig. 24.- Orientación relativa inicial de las cámaras (cuadriláteros azules) y nube de puntos dispersa realizada con los puntos comunes detectados en varias imágenes.

La nube de puntos inicial que se utiliza para la orientación tiene unos 75.000 puntos. Esta nube se densifica y se identifica la posición de los puntos de apoyo cuyas coordenadas se han cargado previamente. Tras este paso, se dispondrá de una nube de puntos densa que ya se encuentra orientada y escalada.

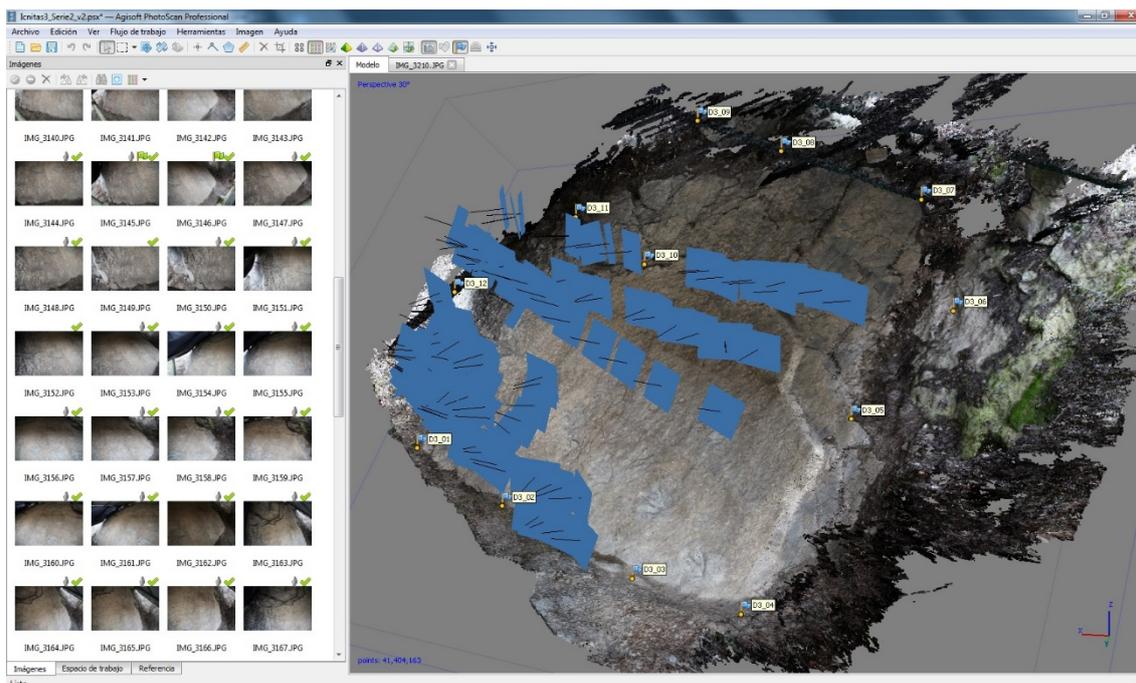


Fig. 25.- Nube de puntos densa tras la orientación absoluta mediante puntos de apoyo.

Cabe indicar que, para los procesos de modelado, a las coordenadas de los puntos de apoyo se les han restado los valores 560.000 a la coordenada X y 4.660.000 a las Y de forma que sólo se trabaja con dígitos significativos hasta el millar. De esta manera, los ficheros generados son más compactos y se evitan problemas durante los procesos de modelado y representación de los resultados.

Los puntos de apoyo se deben identificar en un mínimo de 2 fotografías pero se marcan en más de forma que el programa pueda ofrecer una estimación del error que se comete en las intersecciones. El error resultante es de 3 mm, valor que sirve como indicativo de la precisión geométrica del modelo generado.

Marcadores	X (m)	Y (m)	Z (m)	Error (m)	Proyecciones	Error (pix)
<input checked="" type="checkbox"/> D3_01	3566.314500	4079.178000	892.649000	0.003601	3	0.544
<input checked="" type="checkbox"/> D3_02	3564.946200	4080.317000	892.678000	0.002163	4	0.478
<input checked="" type="checkbox"/> D3_03	3563.300500	4081.589000	892.806000	0.003030	6	0.478
<input checked="" type="checkbox"/> D3_04	3562.220300	4082.307000	893.038000	0.002353	3	0.204
<input checked="" type="checkbox"/> D3_05	3561.437200	4080.932000	894.222000	0.002323	6	0.576
<input checked="" type="checkbox"/> D3_06	3560.581900	4080.137000	894.995000	0.000676	7	0.636
<input checked="" type="checkbox"/> D3_07	3560.940000	4080.197000	896.041000	0.003790	4	0.547
<input checked="" type="checkbox"/> D3_08	3562.325500	4078.648000	896.070000	0.001744	8	0.443
<input checked="" type="checkbox"/> D3_09	3563.380900	4077.466000	896.110000	0.001161	6	0.839
<input checked="" type="checkbox"/> D3_10	3563.823400	4078.372000	894.705000	0.001926	9	0.727
<input checked="" type="checkbox"/> D3_12	3566.175900	4077.995000	894.114000	0.004742	4	1.030
<b>Error total</b>						
Puntos de apoyo				0.002750		0.634

Fig. 26.- Errores estimados de las intersecciones de los puntos de control.

La nube de puntos densa se edita, eliminando los puntos fuera de la zona de interés, el conjunto resultante tras este paso tiene unos 29.000.000, lo que supone una separación entre puntos de aproximadamente 1 mm.

A continuación se obtiene la superficie mallada, la resolución de salida que se ha elegido es 2 millones de triángulos, lo que corresponde a 1 vértice cada 3'5 centímetros.

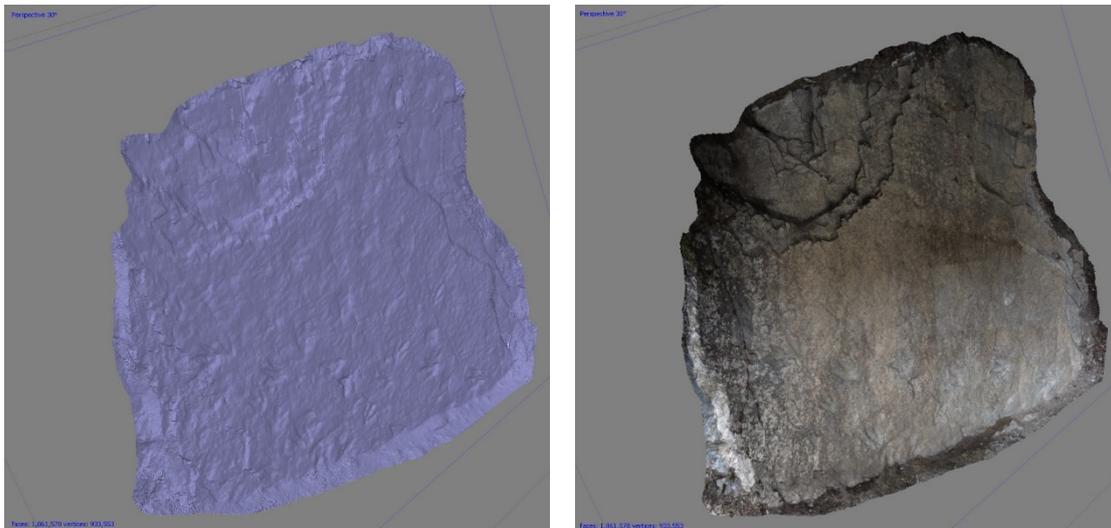


Fig. 27.- Vista sombreada de la malla generada (izquierda) y vista con color obtenido de las fotografías (derecha).

Como siguiente paso, se aplican las texturas fotográficas con alta resolución<sup>11</sup>. El resultado es el modelo 3D final del yacimiento, el cual se exporta en formatos estándar (en concreto, OBJ y PLY) para su utilización con programas de visualización y tratamiento 3D.

<sup>11</sup> El programa establece el valor por el número de píxeles de la textura resultante por lo que el tamaño aproximado en unidades terreno se debe calcular de manera indirecta. En todo caso, el resultado generado tiene una resolución que ronda el medio milímetro a escala real.

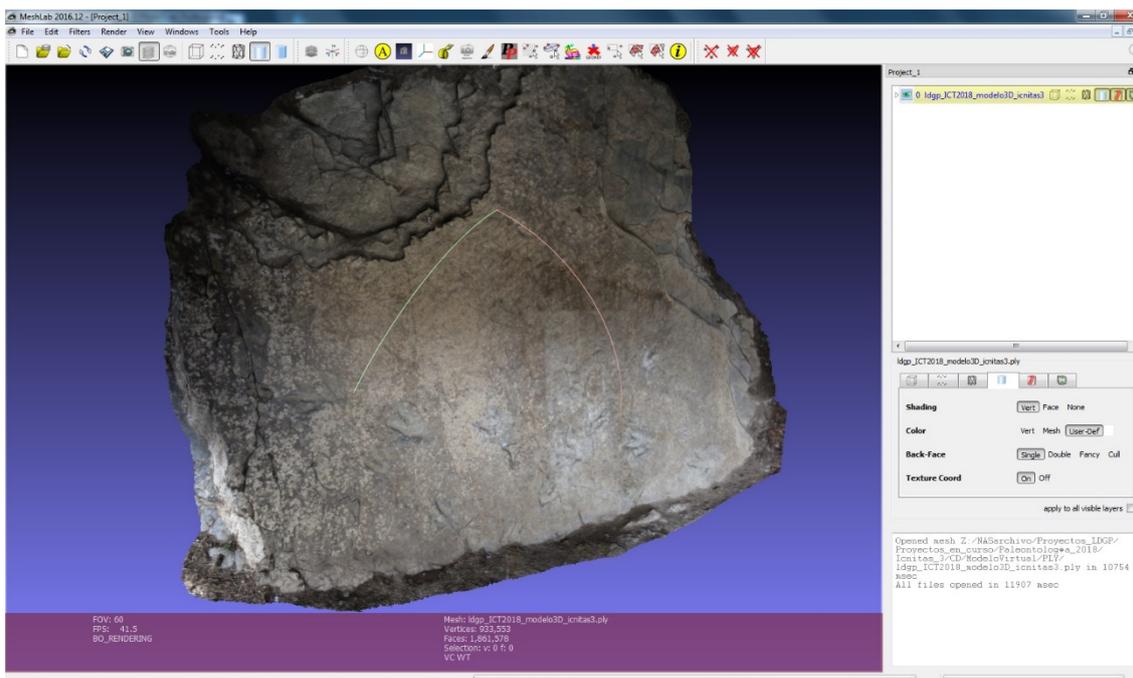


Fig. 28.- Modelo de superficies representado con su textura fotográfica (vista en el programa *MeshLab*®).

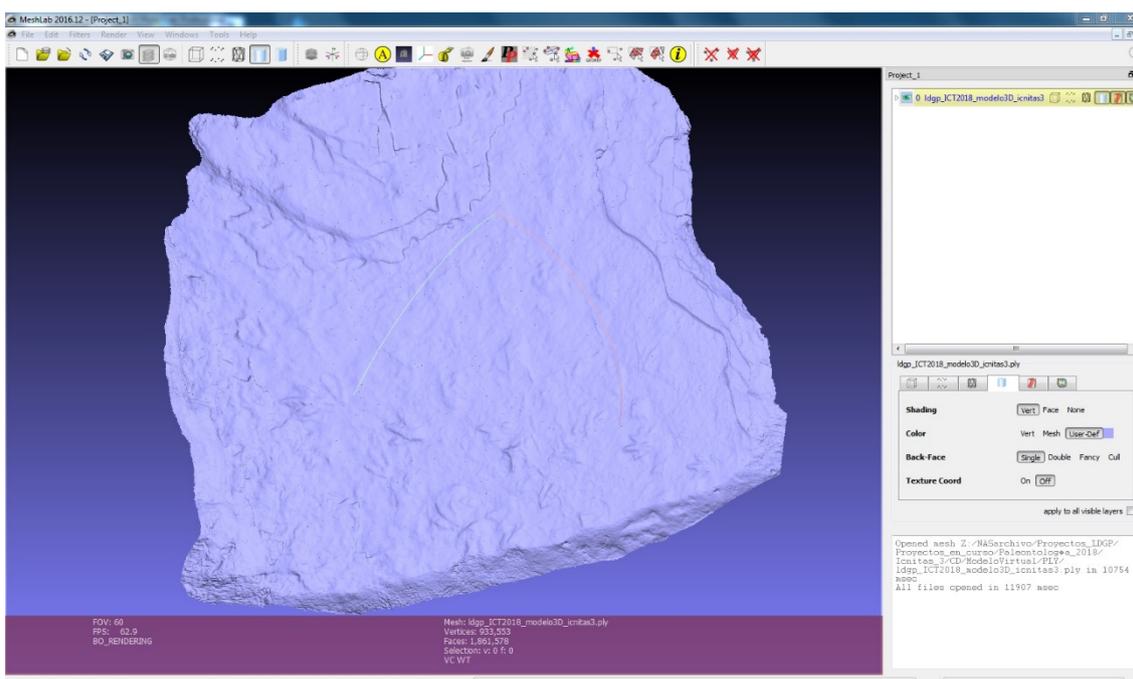


Fig. 29.- Modelo de superficies representado por el relieve (vista en el programa *MeshLab*®).

Con el fin de incorporar contexto a estos ficheros, se han preparado archivos con metadatos que se colocarán en las mismas carpetas en que almacenan los modelos 3D, de forma que se puedan transmitir formando un único paquete de información. El esquema de metadatos elegido para la descripción es Dublin Core<sup>12</sup>.

<sup>12</sup> Para consultar una descripción de los elementos del esquema en español puede visitarse la siguiente web: <http://www.rediris.es/search/dces/>

Este esquema es de carácter general (es decir, que incluye campos esperables en cualquier tipo de documento digital como son el autor, la fecha, el formato, los derechos asociados, la descripción, etc.).

El fichero de metadatos se presenta en modo texto de manera que pueda ser leído fácilmente por cualquier usuario, aunque se utiliza la codificación XML<sup>13</sup> para que también pueda ser interpretado por programas de ordenador que reconozcan este tipo de ficheros. Estos ficheros se han creado con la herramienta *CatMDEdit*<sup>®</sup>.

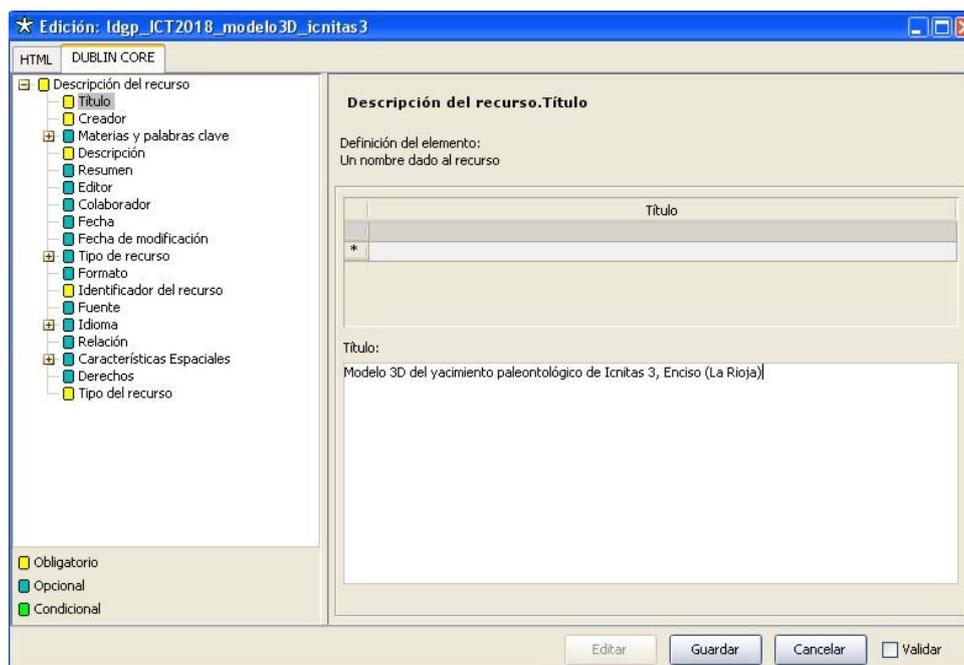


Fig. 30.- Escritura de metadatos Dublin Core (*CatMDEdit*<sup>®</sup>).

<sup>13</sup> XML (*eXtensible Markup Language*) es un lenguaje de marcado desarrollado por el *World Wide Web Consortium* (W3C) en el cual la información se estructura de forma jerárquica, estando los diferentes elementos identificados por etiquetas de apertura (con la forma <etiqueta>) y de cierre (</etiqueta>).

Como se han indicado, el fichero resultante tiene el formato XML.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<!-- Metadata generated with CatMEEdit version 4.6.6 -->
<rdf:RDF xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/" xmlns:dcterms="http://purl.org/dc/terms/"
  xmlns:fgdc="http://www.fgdc.gov/metadata/FGDC-STD-001-1998/" xmlns:foaf="http://xmlns.com/foaf/0.1/"
  xmlns:gco="http://www.isotc211.org/2005/gco" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#" xmlns:skos="http://www.w3.org/2004/02/skos/core#"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance">
  <rdf:Description rdf:about="ldgp_ICT2018_modelo3D_icnitas3">
    <dc:title>Modelo 3D del yacimiento paleontológico de Icnitas 3, Enciso (La Rioja)</dc:title>
    <dc:creator>Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio (UPV/EHU)</dc:creator>
    <dc:subject>
      <skos:Concept>
        <skos:prefLabel xml:lang="spa">paleontología</skos:prefLabel>
      </skos:Concept>
    </dc:subject>
    <dc:subject>
      <skos:Concept>
        <skos:prefLabel xml:lang="spa">icnita</skos:prefLabel>
      </skos:Concept>
    </dc:subject>
    <dc:subject>
      <skos:Concept>
        <skos:prefLabel>dinosaurio</skos:prefLabel>
      </skos:Concept>
    </dc:subject>
    <dc:description>El yacimiento denominado "Icnitas 3" se encuentra situado en el término municipal de Enciso (La Rioja, España) en coordenadas geográficas, latitud: 42°12'25" N, longitud: 2°23'09" W. El afloramiento consiste en una laja de unos 5'5 x 4'5 metros, situado al borde de la carretera LR-286 en el tramo entre las localidades de El Villar y Poyales (en las proximidades de este último), la superficie presenta un buzamiento de unos 46° y está protegido por una tejavana. El yacimiento muestra cuatro rastilladas principales (4, 4, 5 y 6 huellas respectivamente) y alguna otra huella aislada, además de la textura ondulante del terreno original en el que se formaron las impresiones.</dc:description>
    <dc:publisher>
      <foaf:Association>Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio (UPV/EHU)</foaf:Association>
    </dc:publisher>
    <dc:contributor>
      <foaf:Association>Cátedra de Paleontología de la Universidad de La Rioja</foaf:Association>
    </dc:contributor>
    <dc:date>2018-05-15</dc:date>
    <dc:type>
      <skos:Concept>
        <skos:prefLabel xml:lang="eng">3D model</skos:prefLabel>
      </skos:Concept>
    </dc:type>
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

Fig. 31.- Extracto del fichero de metadatos asociado a un modelo 3D, formateado en XML.

Una vez que se cuenta con el modelo mallado con texturas fotográficas, se definen 3 puntos sobre el plano del estrato en el que se presentan las icnitas para utilizarlo como referencia para la representación plana.

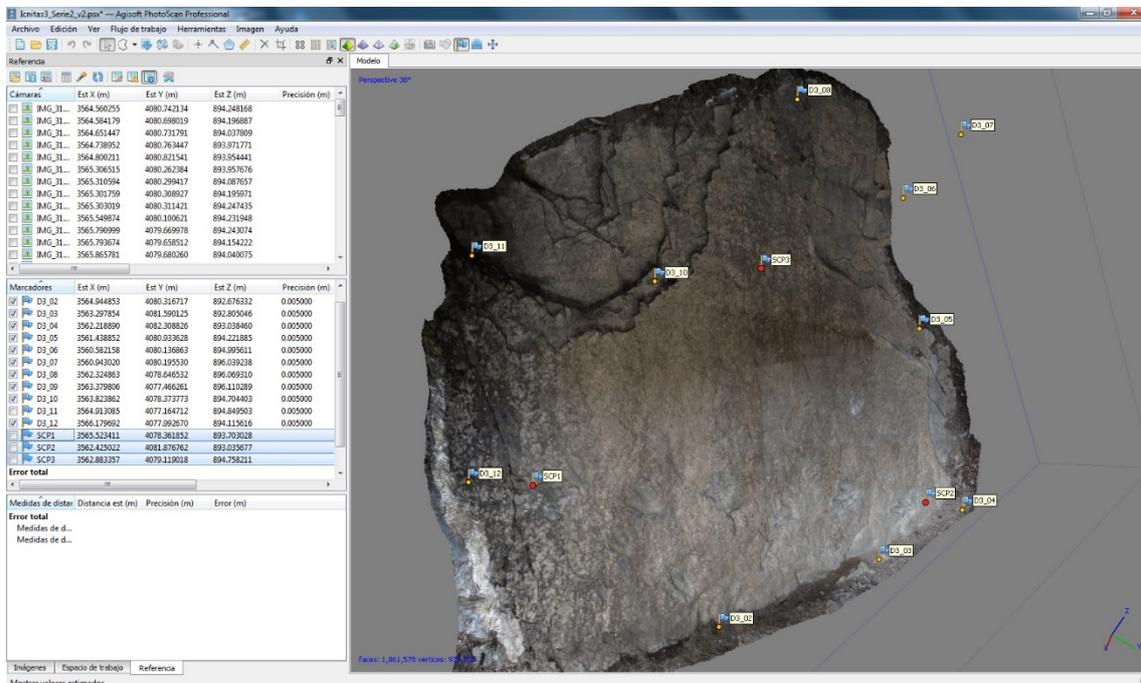


Fig. 32.- Marcado de los tres puntos que definirán el plano para la representación de la lastra.

Utilizando este plano como referencia se genera una ortoimagen con una resolución de salida de 2 mm. Esta imagen se incluirá en el fichero CAD (ver más adelante) y se utilizará para la salida gráfica en forma de plano.



Fig. 33.- Ortoimagen en el plano definido mediante 3 puntos.

Dado que la textura fotográfica no permite apreciar bien las huellas, desde el mismo programa de modelado fotogramétrico se ha exportado también un modelo digital de elevaciones tomando como referencia el plano anteriormente indicado.

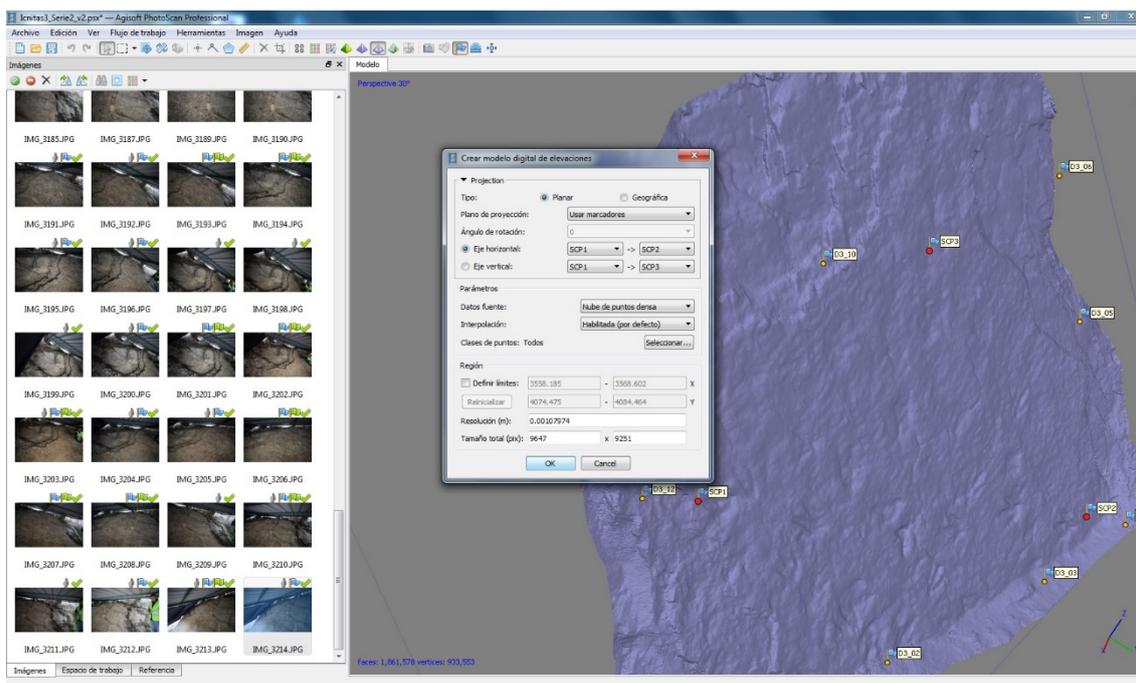


Fig. 34.- Exportación del modelo digital de elevaciones respecto al plano de referencia.

El modelo digital de elevaciones es un fichero de texto con las alturas relativas al plano de referencia. Este tipo de ficheros pueden procesarse en programas SIG<sup>14</sup> y aplicarles una simbología para indicar los cambios de altura respecto al plano central, así como incluir un sombreado para apreciar con mejor detalle las huellas. Al igual que la ortomagen con textura fotográfica, también se ha seleccionado una resolución de 2 mm en XY para este documento.

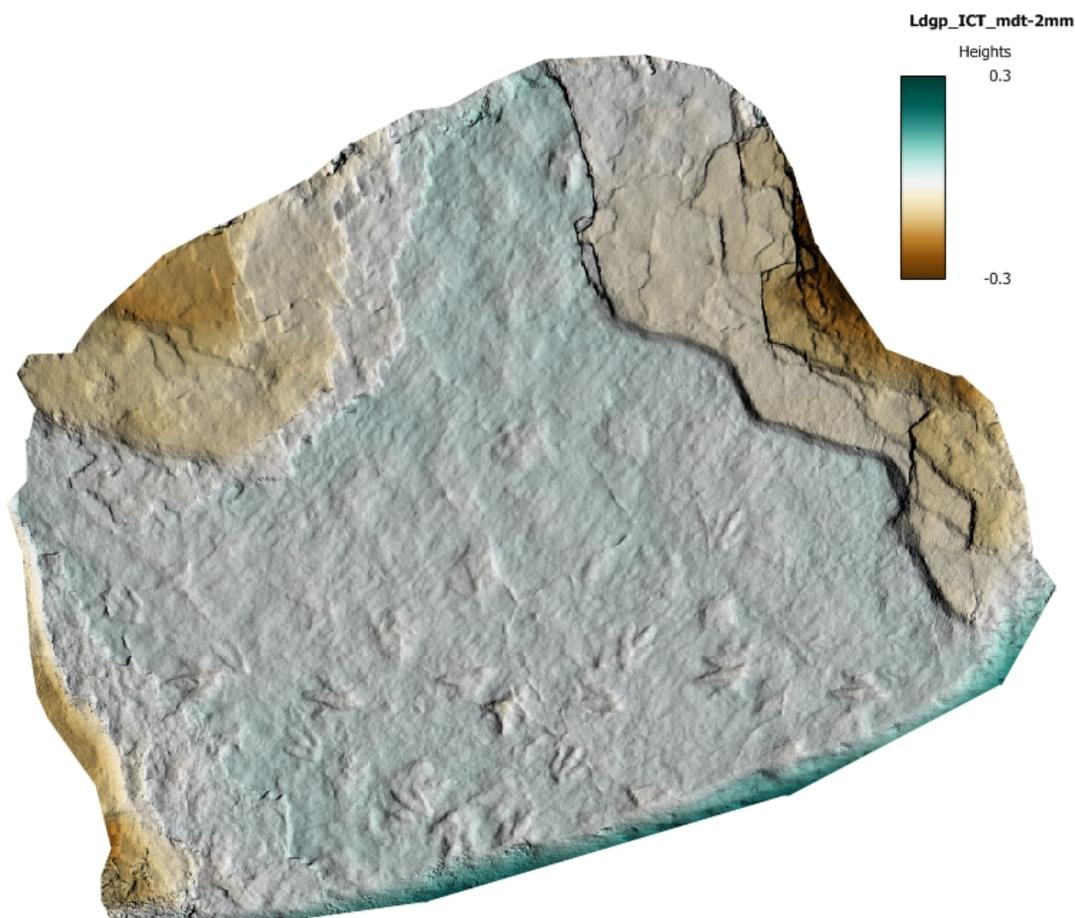


Fig. 35.- Imagen que muestra el relieve sombreado de la lastra, en el que se aprecian las impresiones de huellas y marcas de oleaje. El plano de referencia corresponde al color blanco, estando el verde por delante y el marrón más profundo.

<sup>14</sup> Sistemas de Información Geográfica, software que gestiona entidades cartográficas, ortomágenes, bases de datos geográficas asociadas, etc. También incluyen herramientas para el tratamiento de datos y la visualización.

#### 4.3.4.- Modelado a partir del escaneado con luz estructurada

El equipo de escaneo *Scan in a box* se gestiona desde el programa *IDEA*®, que permite: calibrar las cámaras respecto al proyector, adquirir los escaneados, editarlos, alinearlos, generar la malla de las superficies y exportar los resultados.

Para este proyecto, el escáner se calibró a una distancia de trabajo de 896 mm, con un área de escaneo de 400 X 320 mm, con lo que no era posible cubrir toda la zona de interés en torno a las huellas «R1H2yR2H2» y «R4H1», por ello se realizaron 14 escaneo en el conjunto R1H2yR2H2 y 3 escaneos en la huella R4H1.

Los diferentes escaneados se alinean mediante la indicación aproximada de puntos homólogos en un escaneado o conjunto de escaneados ya alineados, y en el escaneado a alinear. El programa proporciona, por un lado, un valor de ajuste correspondiente a la distancia media del mismo entre los puntos de los dos conjuntos y por otro lado, la desviación estándar. En la figura 36 se aprecia un ajuste de un escaneado, en concreto del último realizado, con el resto de escaneados ya alineados. El resultado obtenido está en torno a las tres centésimas y media de milímetro.

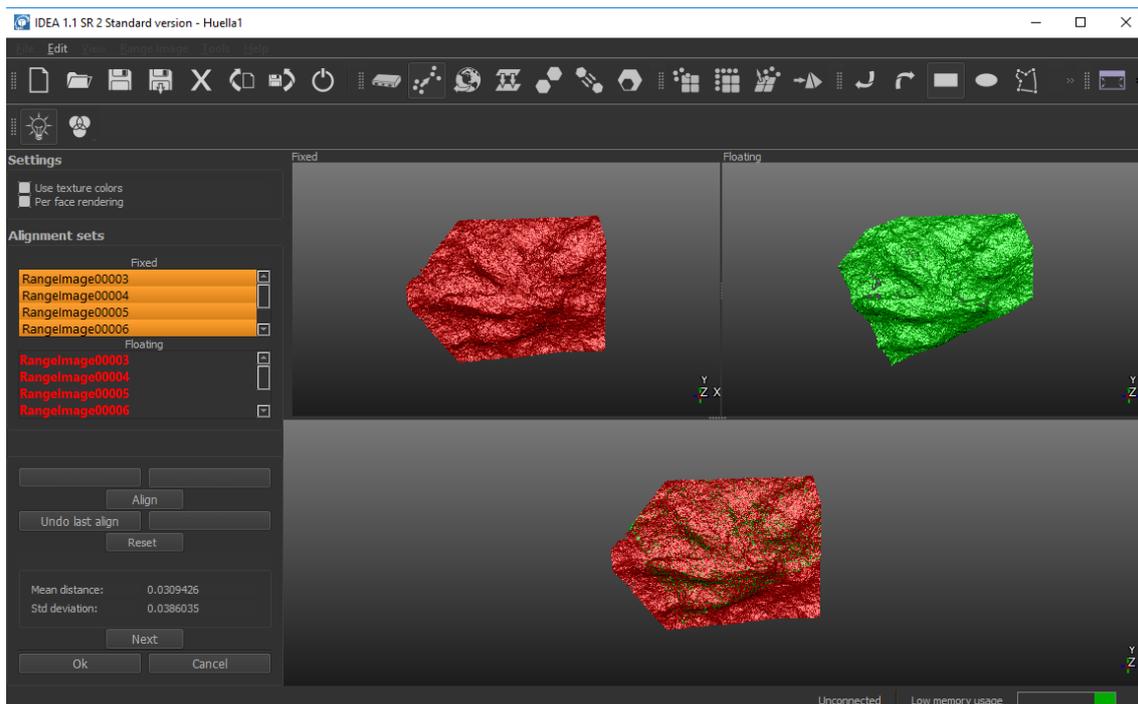


Fig. 36.- Proceso de alineación de los escaneados del conjunto R1H2yR2H2 .

Una vez realizado el ajuste del conjunto de los escaneados, se procede a la edición de la nube de puntos, eliminando las zonas exteriores que no corresponden estrictamente a las zonas de interés y a formar el modelo mallado que generará una superficie continua.

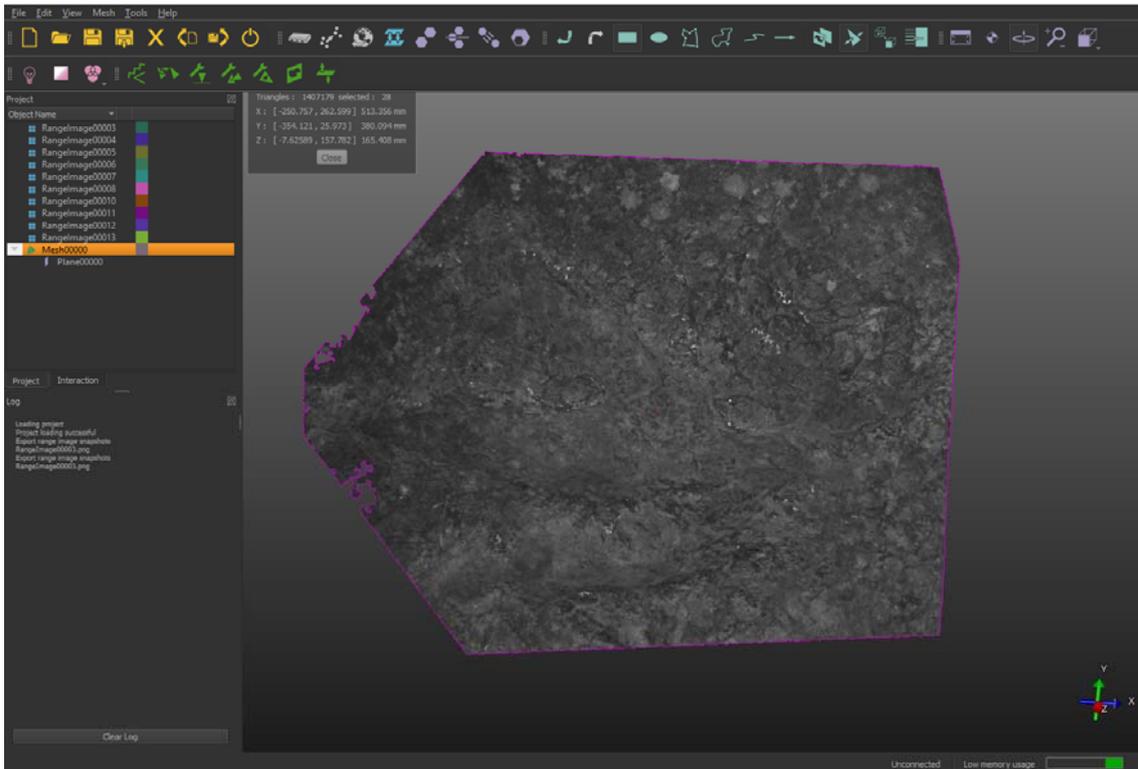


Fig. 36.- Modelo mallado del conjunto R1H2yR2H2, con indicación de sus dimensiones y el número de triángulos que lo componen.

Finalmente es posible exportarlo para su tratamiento en otro tipo de programas. Las precisiones obtenidas son mejores que una décima de milímetro en las dos huellas escaneadas, en este proyecto.

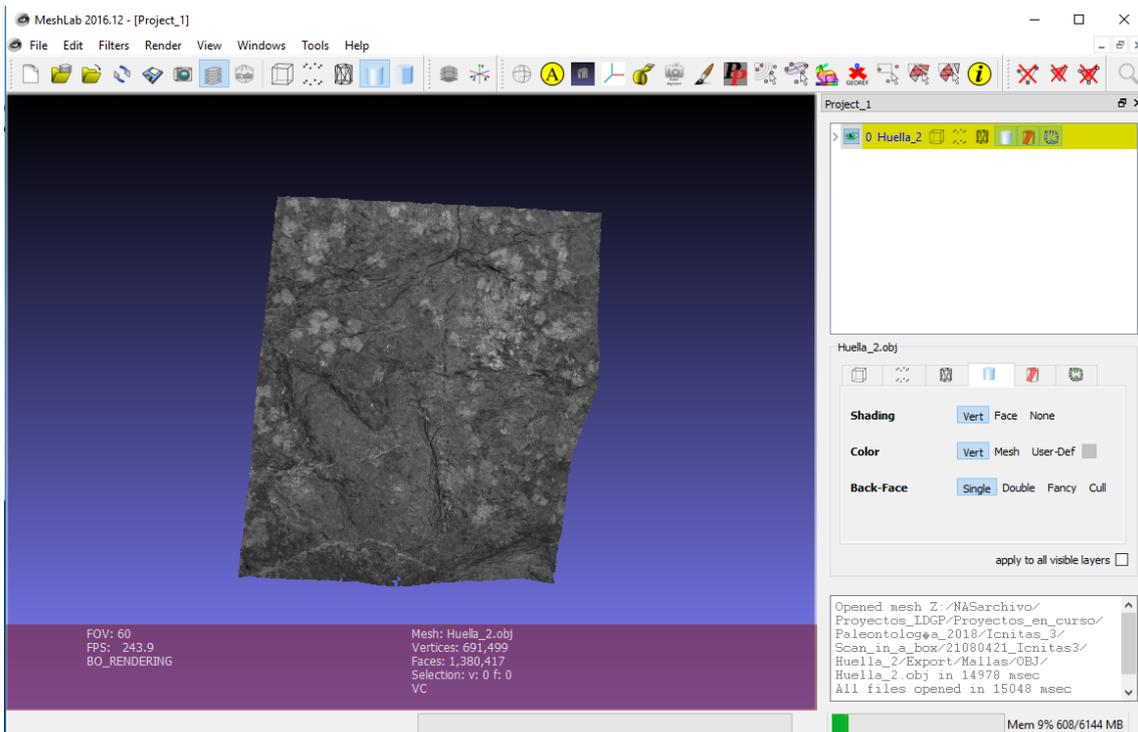


Fig. 37.- Modelo mallado de la huella R4H1, en formato OBJ, abierto en el programa *MeshLab*®

Los modelos obtenidos tanto de la zona R1H2yR2H2 como de la huella R4H1 se han exportado a formatos .OBJ, .PLY y .STL, este último con múltiples aplicaciones, como su utilización en los programas de elementos finitos, que son utilizados por el equipo de la Universidad de La Rioja, para la realización de estudios de biodinámica.

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

Modelo	Superficie	Vértices/Triángulos	Resolución (separación entre puntos)
R1H2yR2H2	0,19 m <sup>2</sup> (0,51 m x 0,38 m)	705.024/1.407.179	0,3 mm
R4H1	0,22 m <sup>2</sup> (0,46 m x 0,49m)	691.499/1.380.417	0,3 mm

Al igual que para el modelo del yacimiento completo, para los modelos de las zonas de detalle también se han generado ficheros de metadatos según el esquema Dublin Core que se presentan en la misma carpeta que el archivo principal en formato de texto XML.

Dentro de los programas de visualización 3D como *MeshLab*® se puede modificar las opciones de representación con el fin de destacar el relieve, facilitando así el estudio de la impresión.

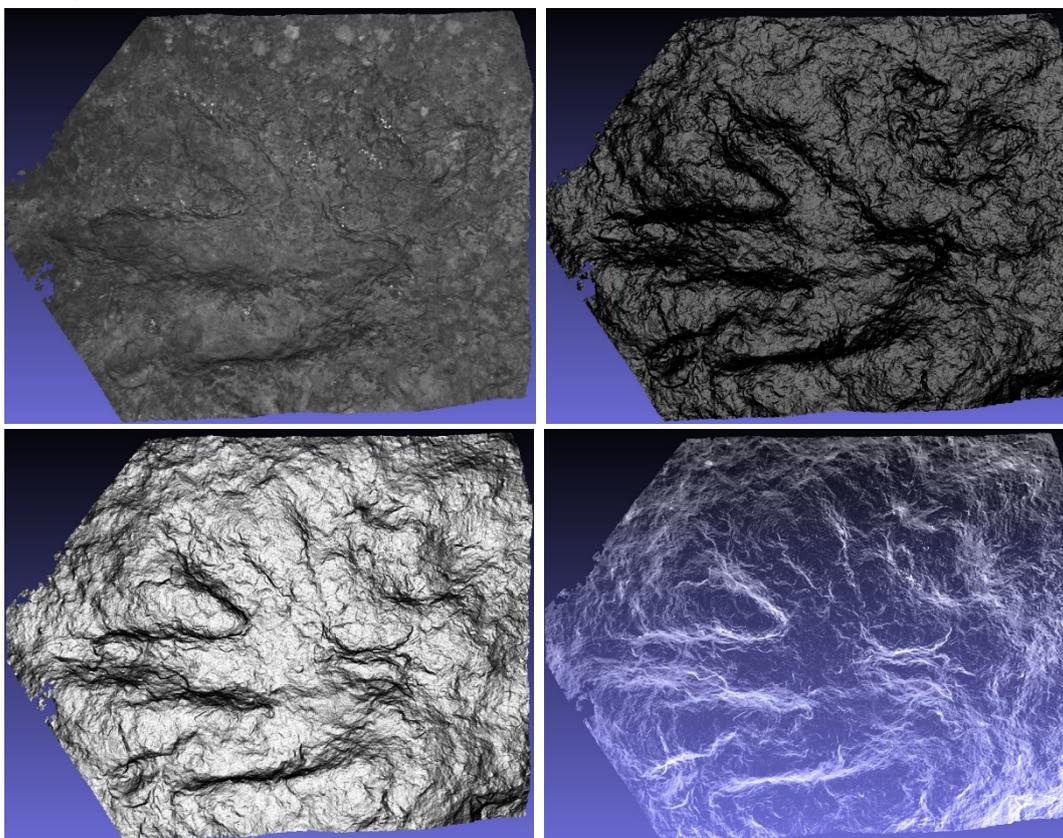


Fig. 38.- Modelo de huella con su textura fotográfica (arriba a la izquierda) y tres representaciones en las que se realza el relieve utilizando las opciones de representación del software *MeshLab*®.

#### 4.3.5.- Modelo CAD y planos

Los puntos utilizados para la determinación del plano de referencia se insertan en el fichero CAD sobre el que se cargará la ortoimagen del yacimiento con resolución de 2 mm. En función de la resolución obtenida y el tamaño de la zona a representar, se prepara una salida gráfica a escala 1:20 en formato de papel A3.

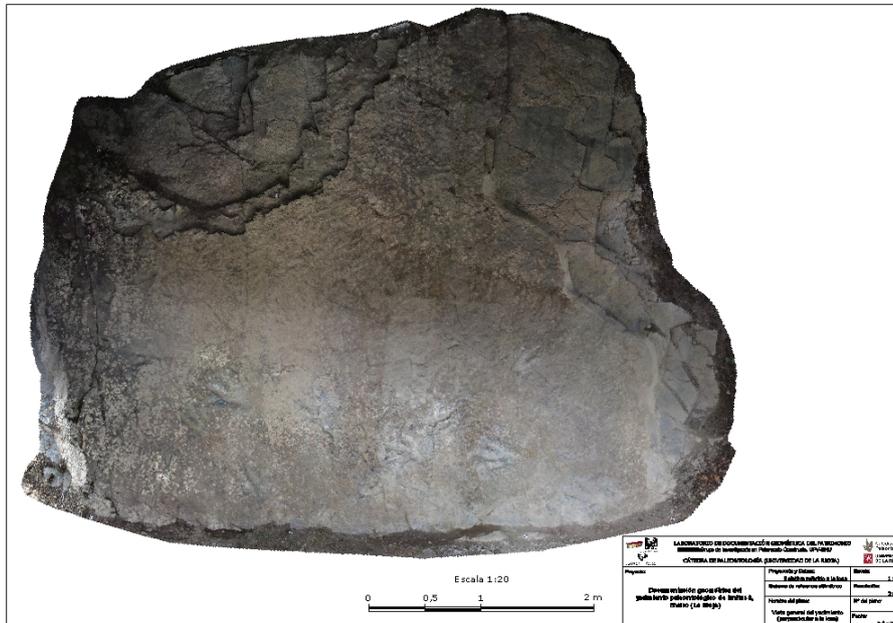


Fig. 39.- Plano a escala 1:20 con la ortoimagen (textura fotográfica) de la lastra que contiene la impresión de las huellas.

De la misma manera, se prepara una salida con las mismas características para la imagen generada a partir del modelo digital de elevaciones.

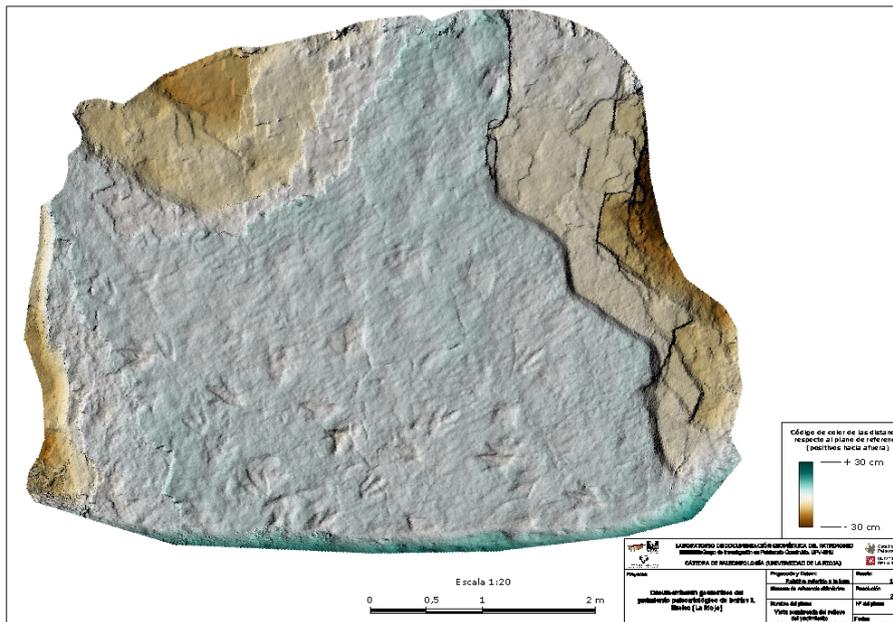


Fig. 40.- Plano a escala 1:20 con la imagen del relieve sombreado de la lastra que contiene la impresión de las huellas.

Por otro lado, se ha importado el dibujo de líneas de las huellas del trabajo de M.M. Romero del año 2001 y se ha situado sobre la ortoimagen y el modelo de elevaciones.

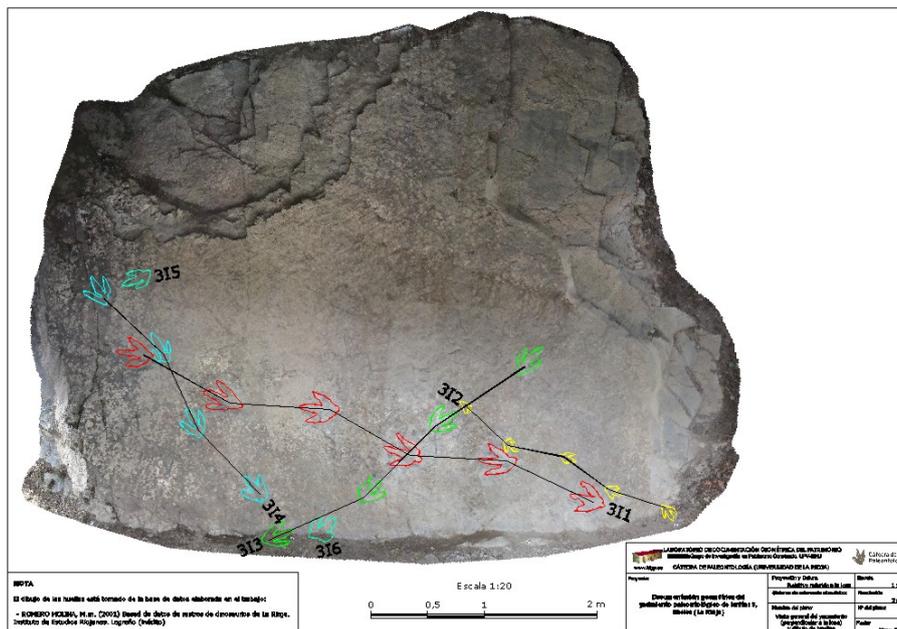


Fig. 41.- Plano a escala 1:20 con la ortoimagen (textura fotográfica) de la lastra que contiene la impresión de las huellas a la que se le ha superpuesto el dibujo de líneas de las huellas y rastros de la base de datos del año 2001.

El fichero CAD también incluye metadatos descriptivos para que pueda conocerse el contexto de su contenido incluso aunque el fichero se transmita de forma aislada.

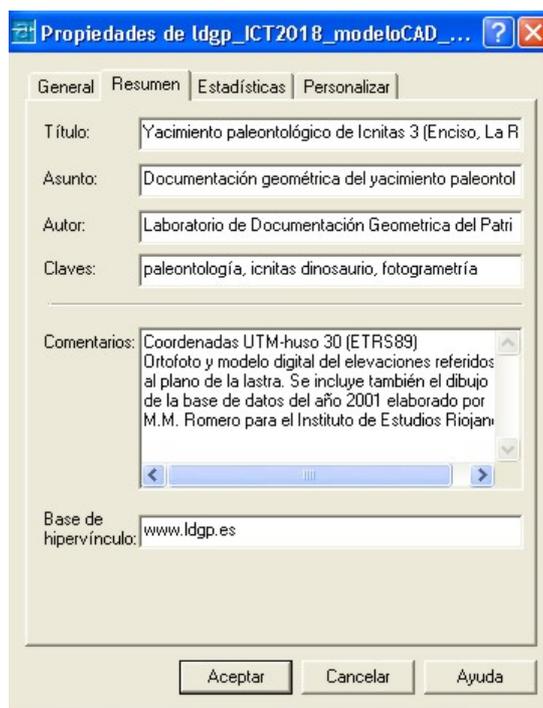


Fig. 42.- Metadatos asociados al fichero CAD.

La organización de la información dentro del fichero CAD es la que se muestra en la lista de capas siguiente.

```
00_cajetin  
00_ventanasgraficas  
01_apoyoD3  
01_basesGNSS  
01_scp  
04_orto-mdt  
04_ortolDErioja  
04_ortoyacimiento  
bd2001_1  
bd2001_2  
bd2001_3  
bd2001_4  
bd2001_AISLADAS  
bd2001_LÍNEA_CENTRADA  
bd2001_NOMBRES  
bd2001_RASTROS
```

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

Como puede verse, el tipo de entidad contenido en cada capa se identifica por un primer bloque de información al que, posteriormente, se le añade un texto descriptivo. De esta forma:

- Las capas que comienzan por “00\_” corresponden a elementos de la maquetación de los planos (dibujo del cajetín y ventanas gráficas).
- Las capas que comienzan por “01\_” son elementos puntuales, en concreto las bases de la red topográfica observadas mediante técnicas GNSS, los puntos de apoyo materializados por dianas de 3x3 cm y los puntos que definen el SCP (es decir, el plano de la lastra).
- Las capas que comienzan por “04\_” corresponden a ortoimágenes. Se ha descargado la correspondiente a la zona del servicio del Gobierno de La Rioja (año 2014). Por otro lado, se incluye la ortoimagen de 2 mm de resolución del yacimiento y la vista sombreada del modelo digital de elevaciones.
- Las capas que comienzan por “bd2001\_” son las que forman el dibujo elaborado en 2001 en la base de datos de yacimientos paleontológicos.

El fichero resultante se renombra según el criterio comentado y se guarda en formato DWG<sup>15</sup> y, además, se exportan en el formato de intercambio DXF<sup>16</sup> (ambos en versión 2000).

<sup>15</sup> DWG (DraWinG) es el formato propio del software *Autocad*®. Al ser el programa mayoritario en el mercado es un formato ampliamente reconocido por los diferentes usuarios y aplicaciones CAD.

<sup>16</sup> DXF es el formato de intercambio desarrollado por *Autodesk*®. Se trata de archivos ASCII que son aceptados por la mayoría de programas de dibujo y modelado 3D.

## **5.- RESULTADOS**

### **5.1.- Colección de fotografías**

Se han seleccionado 94 fotografías que son las empleadas para el modelado 3D de la superficie de la lastra con impresiones paleontológicas. Estas imágenes disponen de los metadatos Exif e IPTC que se han incluido según se han comentado anteriormente y se han renombrado conforme al criterio empleado en el presente proyecto.

Por otro lado, se incluye también una fotografía panorámica de 360º.

### **5.2.- Modelos virtuales**

Como se ha indicado, se ha generado un modelo virtual con textura fotográfica del yacimiento completo, el cual se presenta en formatos PLY y OBJ.

Por su parte, las dos zonas de detalle que se han modelado a partir de los datos del escáner 3D también se han exportado en los formatos anteriores y en el formato STL.

Cada fichero con el modelo 3D va acompañado de un archivo XML con los metadatos en el esquema Dublin Core.

### **5.3.- Modelo CAD**

El fichero CAD incluye los puntos de la base topográfica y de apoyo en coordenadas UTM-huso 30 (sistema de referencia ETRS89), así como los puntos que definen el plano de la superficie superior de la lastra que se ha utilizado para generar la ortoimagen fotográfica y la imagen sombreada obtenida a partir del modelo digital de elevaciones.

Este archivo también incluye el dibujo de líneas del yacimiento procedente de la base de datos del año 2001. Asimismo, contiene los cuatro planos maquetados para su impresión.

Los formatos de entrega son DWG y DXF, ambos en versión 2000.

## **6.- CONTENIDO DEL CD**

El CD que acompaña la presente memoria incluye los diferentes resultados mencionados en los apartados anteriores. En concreto, la estructura de archivos es la siguiente:

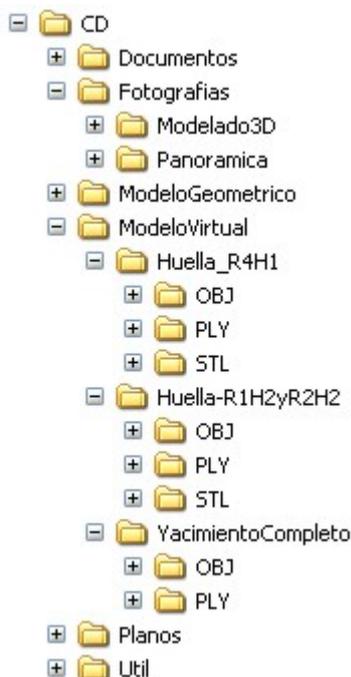


Fig. 45.- Contenido del CD que acompaña la presente memoria.

De forma más detallada, el contenido de cada carpeta es el que se indica a continuación:

- Documentos: copia de esta memoria en formato PDF.
- Fotografías: imágenes utilizadas para el modelado 3D del yacimiento completo e imagen de 360º de documentación. Todas las imágenes se presentan en formato JPEG, se han renombrado conforme al criterio descrito anteriormente e incluyen los metadatos Exif e IPTC incrustados en los propios ficheros.
- Modelo Geométrico: ficheros CAD en los formatos DWG y DXF con los metadatos dentro de las propiedades del fichero, incluye los planos maquetados y las ortoimágenes.
- Modelo Virtual: modelo 3D con textura fotográfica del yacimiento obtenido por fotogrametría convergente en formatos OBJ y PLY y modelos de detalle obtenidos mediante escaneado de las dos zonas de interés (en este caso también en formato STL). Todos los modelos van acompañados de un archivo XML con metadatos Dublin Core.

- Planos: copia en formato PDF de los cuatro planos generados, todos ellos a escala 1:20 y en formato de papel A3.
- Útil: especificaciones del formato de archivo DXF empleado y de los esquemas de metadatos de las imágenes.

**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:

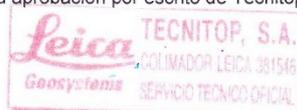
Línea base, Certificado del CENTRO ESPAÑOL DE METROLOGÍA CEM171145002

#### 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.



Registro Mercantil de Zaragoza, Tomo 3054, Folio 10, Hoja Z-35483, Inscripción 1

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

<b>HIPER PRO</b>	
<b>DESCRIPTION</b>	40 channel integrated GPS+ receiver/antenna with MINTER interface
<b>TRACKING SPECIFICATIONS</b>	
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
<b>PERFORMANCE SPECIFICATIONS</b>	
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
<b>POWER SPECIFICATIONS</b>	
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
<b>GPS+ ANTENNA SPECIFICATIONS</b>	
GPS / GLONASS Antenna	Integrated
Ground Plane	Integrated flat ground plane
<b>RADIO SPECIFICATIONS</b>	
Radio Type	Internal Tx/Rx (selectable frequency range)
Power Output	1.0 Watt / 0.25 Watt (selectable)
Radio Antenna	Center-mount UHF Antenna
<b>WIRELESS COMMUNICATION</b>	
Communication	Bluetooth® version 1.1 comp. **†
<b>I/O</b>	
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
<b>MEMORY &amp; RECORDING</b>	
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
<b>DATA OUTPUT</b>	
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)
<b>ENVIRONMENTAL SPECIFICATIONS</b>	
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.

La cámara de 360° utilizada tiene las siguientes características:



## Guía del usuario de RICOH THETA S

### Especificaciones

**Sensor de imagen:**

1/2.3 CMOS (12,0 megapíxeles totales aproximadamente) x 2

**Densidad de píxeles de salida:**

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

**Objetivo:**

Número F: F 2.0

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

Composición del objetivo: 7 elementos en 6 grupos x 2

**Modo captura:**

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

Vídeo: Automático

**Distancia del objeto:**

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

**Modo control de exposición:**

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

**Compensación de exposición:**

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

**Sensibilidad ISO (sensibilidad de salida estándar):**

Imagen fija: ISO100 - 1600

Vídeo: ISO100 - 1600

Emisión en vivo: ISO100 - 1600

**Modo balance de blancos:**

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

Vídeo: Automático

Emisión en vivo: Automático

**Velocidad de obturación:**

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

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

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

**Medio de grabación:**

Memoria interna: Aproximadamente 8 GB

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

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

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

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

**Fuente de alimentación:**

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

**Duración de la batería:**

260 fotos aproximadamente (\*5)

**Formato del archivo de imagen:**

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

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

**Otros:**

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

**Interfaz externa:**

Terminal Micro USB: USB 2.0

Terminal Micro HDMI (Tipo-D): HDMI 1.4

**Dimensiones exteriores/externas:**

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

**Peso:**

125 g aproximadamente

**Rango de temperatura de funcionamiento:**

0 °C - 40 °C

**Rango de humedad de funcionamiento:**

90 % o inferior

**Rango de temperatura de conservación:**

-20 °C ~ 60 °C

(\*1)

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

(\*2)

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

(\*3)

Cierre automático si aumenta la temperatura interna.

(\*4)

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

(\*5)

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

(\*6)

No incluye la sección del objetivo.

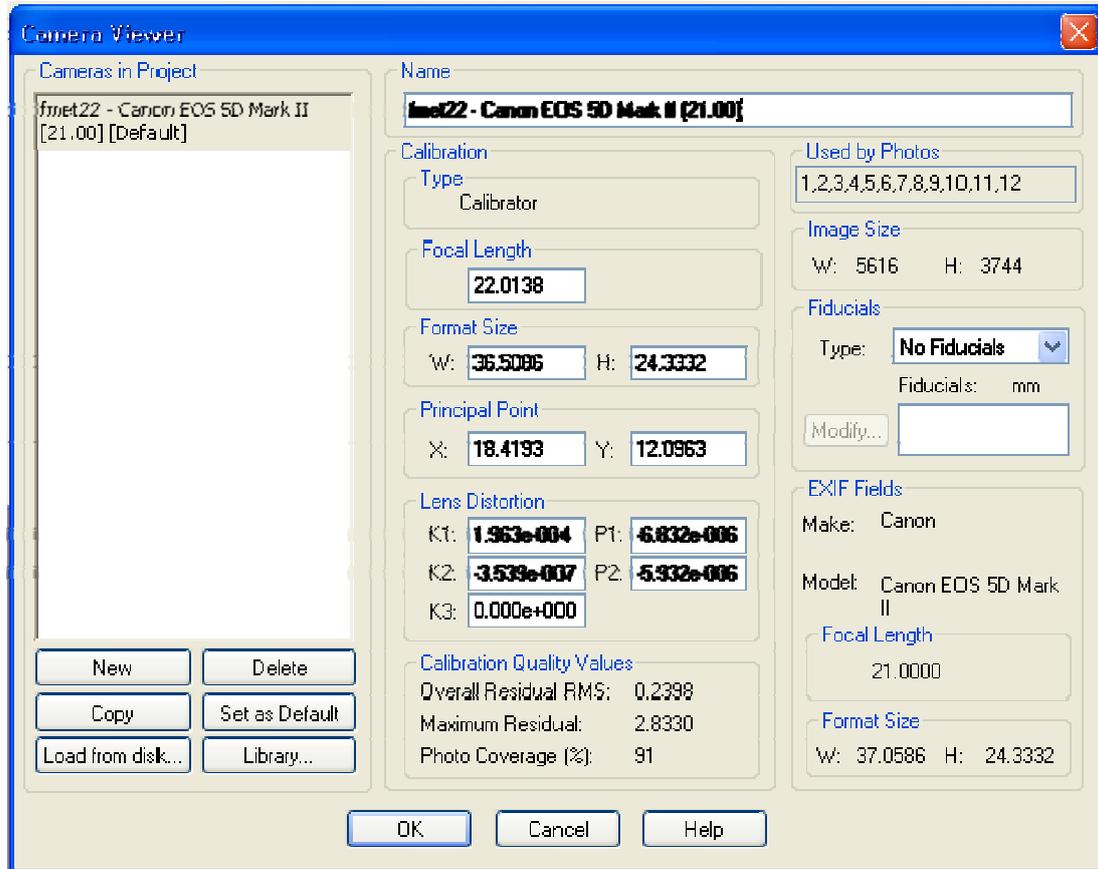
Por lo que respecta a la geometría de estas imágenes, estos panoramas aparecen denominados en ocasiones como «*equirectangular panoramic images*», lo que viene a significar que la imagen en primer lugar se proyecta de forma polar en una esfera unidad y posteriormente esta esfera se convierte en una imagen plana utilizando una proyección cilíndrica equidistante<sup>17</sup> (también denominada en cartografía con el nombre de «*plate carrée*»). Es decir que si suponemos una posición en esta esfera con la denominación geográfica (longitud, latitud), la coordenada X en la imagen (columna) correspondería con la longitud y la coordenada Y (fila) con la latitud<sup>18</sup>, esto genera que las este tipo de panoramas midan exactamente el doble a lo largo que en altura.

---

<sup>17</sup> Para más detalles ver, por ejemplo, la siguiente referencia sobre la formulación matemática (<http://panocontext.cs.princeton.edu/panorama.pdf>).

<sup>18</sup> Por supuesto, se entiende que las unidades angulares (longitud, latitud) se convierten a píxeles y se escalan en función de la resolución de la cámara (número de píxeles de los que se dispone para la vuelta de horizonte completa, es decir, 360°). Asimismo, hay que tener en cuenta que la coordenada Y (fila) debe mantenerse siempre en valores positivos y que empieza a contar desde la parte superior de la imagen, siendo creciente hacia abajo.

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**

	<p><b>Documentación geométrica del yacimiento paleontológico de Icnitas 3, Enciso (La Rioja)</b></p>
---	--

ESTACIÓN:	IGPS1	Coordenadas UTM 30 - ETRS89
FECHA:	16 de marzo de 2018	X = 563563,623
MUNICIPIO:	Enciso	Y = 4664085,751
PROVINCIA:	La Rioja	Z (ortométrica) = 892,553

Reseña literal: clavo de acero con cruz grabada en la cabeza, insertado en la parte superior de una pieza de hormigón que corresponde a la boca de desagüe de la cuneta, junto al cartel explicativo del yacimiento de Icnitas-3.





## Documentación geométrica del yacimiento paleontológico de Icnitas 3, Enciso (La Rioja)

ESTACIÓN:	IGPS2	Coordenadas UTM 30 - ETRS89
FECHA:	16 de marzo de 2018	X = 563572,315
MUNICIPIO:	Enciso	Y = 4664075,098
PROVINCIA:	La Rioja	Z (ortométrica) = 892,742

Reseña literal: clavo de acero con cruz grabada en la cabeza, insertado en el hormigón de la canalización que cubre la cuneta junto al yacimiento de Icnitas-3. Junto a la boca contraria de donde se sitúa el cartel explicativo del yacimiento.



 <p>www.ldgp.es</p>	<h2>Documentación geométrica del yacimiento paleontológico de Icnitas 3, Enciso (La Rioja)</h2>
--	---

ESTACIÓN:	IGPS3	Coordenadas UTM 30 - ETRS89
FECHA:	16 de marzo de 2018	X = 563607,236
MUNICIPIO:	Enciso	Y = 4664049,546
PROVINCIA:	La Rioja	Z (ortométrica) = 893,388

Reseña literal: clavo de acero con cruz grabada en la cabeza, insertado en el exterior de la bionda en el lateral que da al río.



	<h2>Documentación geométrica del yacimiento paleontológico de Icnitas 3, Enciso (La Rioja)</h2>
---	---

ESTACIÓN:	IGPS4	Coordenadas UTM 30 - ETRS89
FECHA:	16 de marzo de 2018	X = 563625,586
MUNICIPIO:	Enciso	Y = 4664031,973
PROVINCIA:	La Rioja	Z (ortométrica) = 894,213

<p><u>Reseña literal:</u> clavo de acero con cruz grabada en la cabeza, insertado en el exterior de la bionda en el lateral que da al río.</p>	
	

 <p>www.ldgp.es</p>	<h2>Documentación geométrica del yacimiento paleontológico de Icnitas 3, Enciso (La Rioja)</h2>
--	---

ESTACIÓN:	IGPS5	Coordenadas UTM 30 - ETRS89
FECHA:	16 de marzo de 2018	X = 563559,4414
MUNICIPIO:	Enciso	Y = 4664106,982
PROVINCIA:	La Rioja	Z (ortométrica) = 891,619

Reseña literal: clavo de acero con cruz grabada en la cabeza, insertado sobre la línea en el borde de la calzada que da al río.



Por su parte, el apoyo fotogramétrico (materializado por dianas de puntería metacrilato de 3x3 cm), tiene las siguientes coordenadas:

Punto	X	Y	Z
D3_01	563566,314	4664079,178	892,649
D3_02	563564,946	4664080,317	892,678
D3_03	563563,301	4664081,589	892,806
D3_04	563562,220	4664082,307	893,038
D3_05	563561,437	4664080,932	894,222
D3_06	563560,582	4664080,137	894,995
D3_07	563560,940	4664080,197	896,041
D3_08	563562,325	4664078,648	896,070
D3_09	563563,381	4664077,466	896,110
D3_10	563563,823	4664078,372	894,705
D3_11	563564,866	4664077,046	894,933
D3_12	563566,176	4664077,995	894,114

Cabe indicar que, para los procesos de modelado, se han restado los valores 560.000 a la coordenada X y 4.660.000 a las Y de forma que sólo se trabaja con dígitos significativos hasta el millar. De esta manera, los ficheros generados son más compactos y se evitan problemas durante los procesos de modelado y representación de los resultados.

El siguiente croquis muestra la distribución de las dianas.

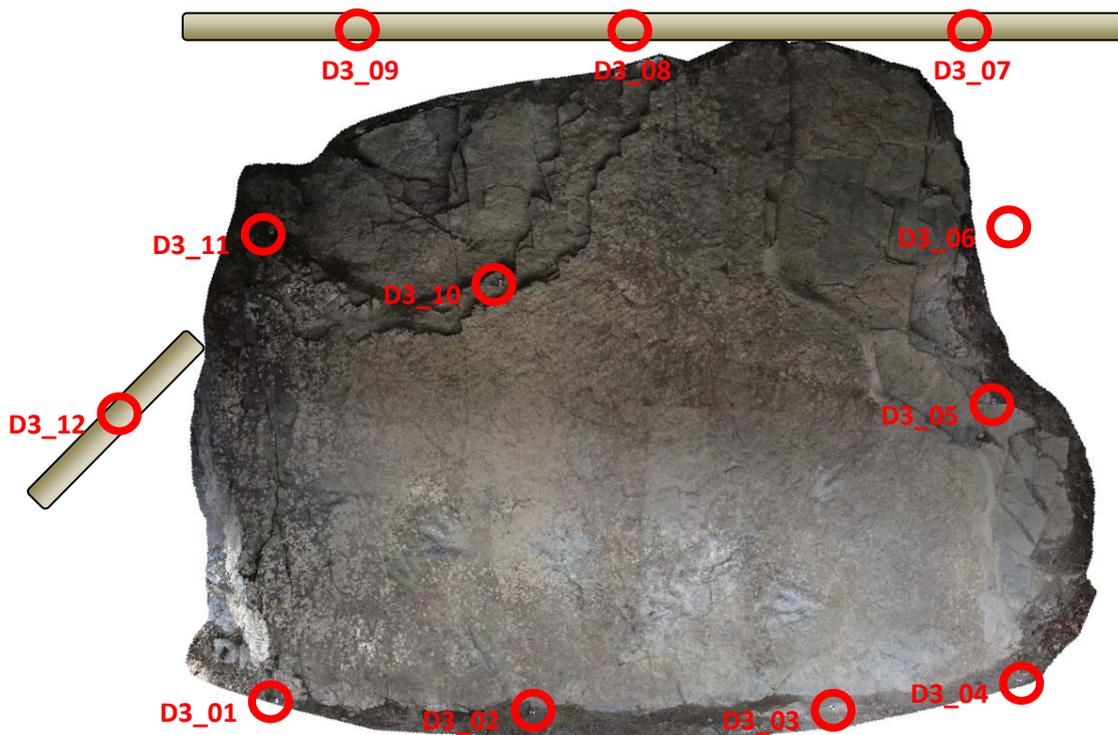


Fig. a2.1.- Situación de los puntos de apoyo.

### Anexo 3. Visualización de panoramas esféricos

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



Fig. a3.1.- Imagen esférica del yacimiento de Icnitas 3.

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

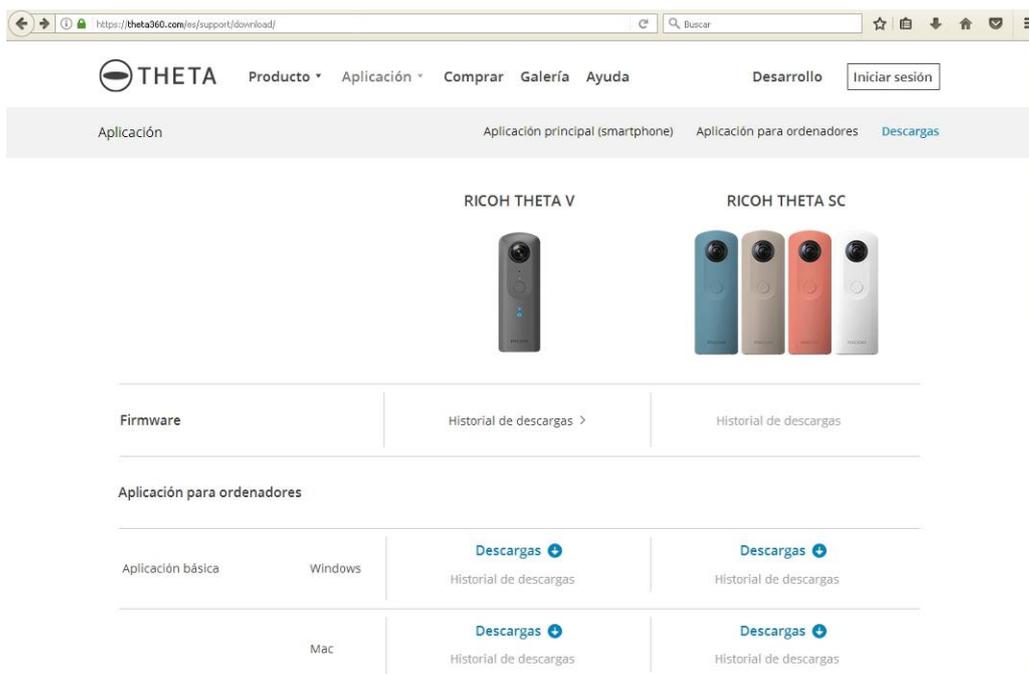


Fig. a3.2.- Web del fabricante desde donde puede descargarse el visor interactivo de imágenes esféricas.

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

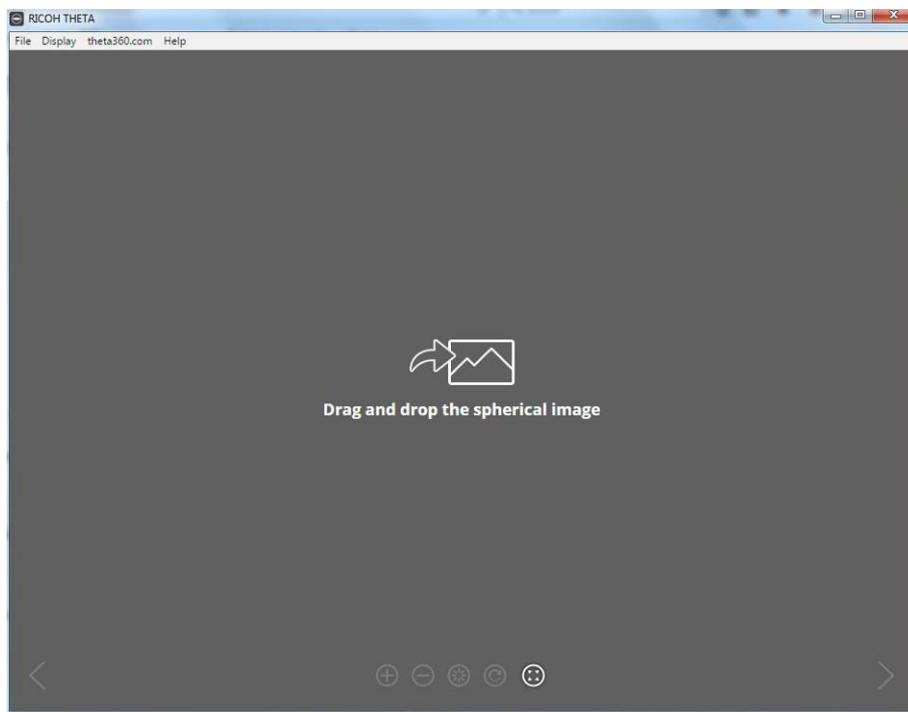


Fig. a3.3.- Pantalla de inicio del visor de imágenes esféricas.

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

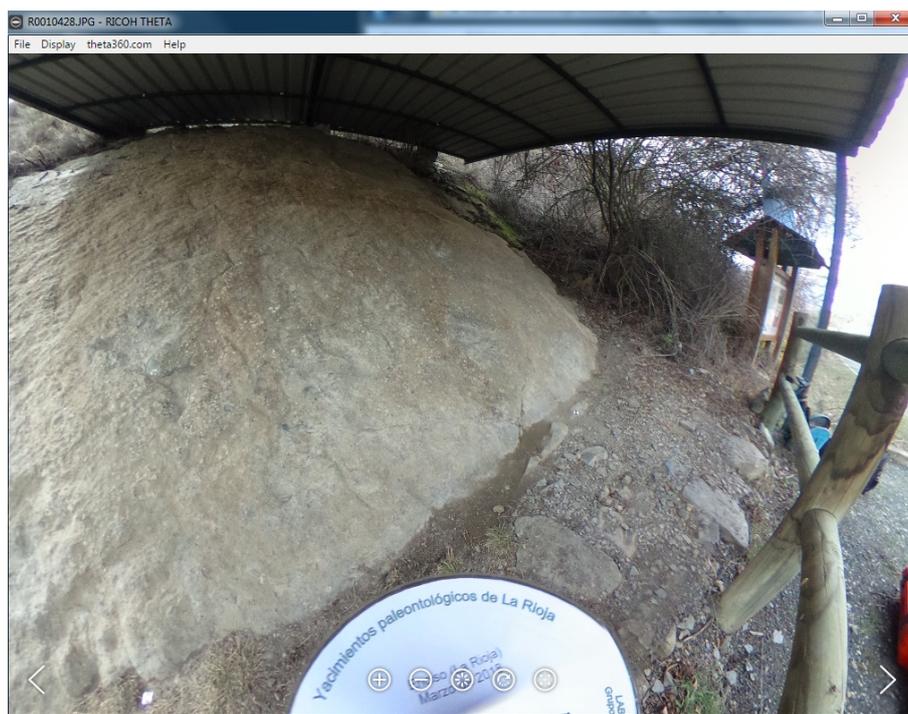


Fig. a3.4.- Vista interactiva de la imagen esférica.

#### **Anexo 4. 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 Icnitas 3 (Enciso, La Rioja). Icnitas de dinosaurios.
  - o UserComment: [www.ldgp.es](http://www.ldgp.es)
- Localización:
  - o Latitud: 42º 7,575' N
  - o Longitud: 2º 13,854' W

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

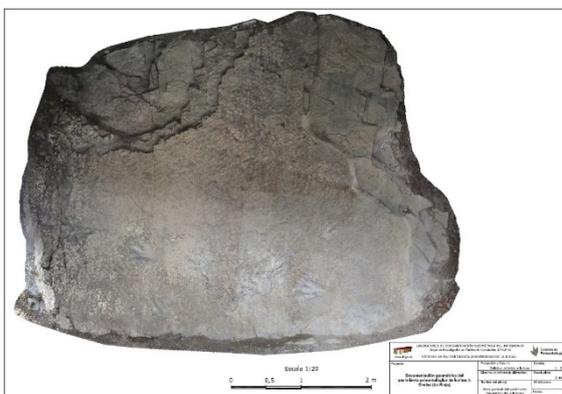
- Contenido IPTC:
  - o Titular: Huellas de dinosaurio del yacimiento paleontológico de Icnitas 3 (Enciso, La Rioja).
  - o Autor de la descripción: José Manuel Valle Melón, Álvaro Rodríguez Miranda.
- Copyright IPTC:
  - o Copyright: Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio UPV/EHU.
  - 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](mailto:ldgp@ehu.es)

- Sitio web del creador: <http://www.ldgp.es>
- Imagen IPTC:
  - Fecha de creación: 2018.
  - Ubicación: Yacimiento paleontológico de Icnitas 3 (I3).
  - Ciudad: Enciso.
  - Estado/provincia: La Rioja.
  - País: España.
  - Código de país ISO: ES
- Estado IPTC:
  - Título: Documentación geométrica del yacimiento paleontológico de Icnitas 3, Enciso (La Rioja).

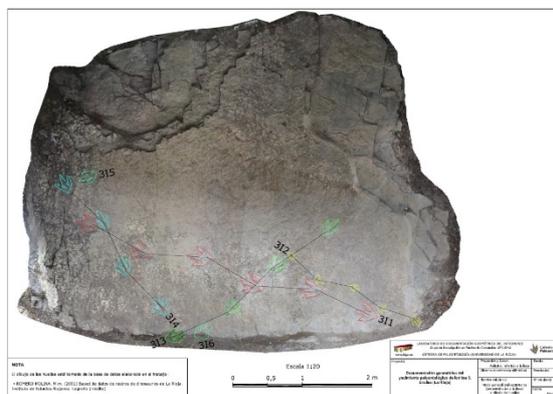
**PLANOS**

## Planos

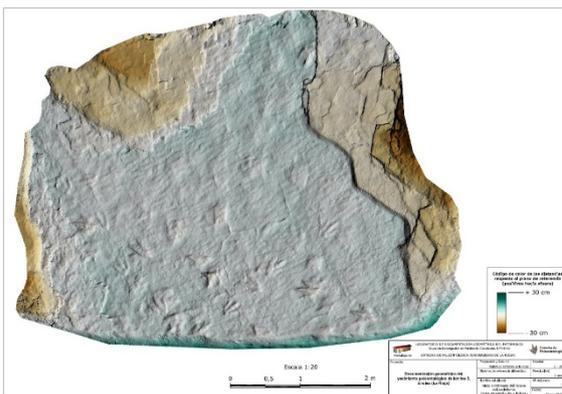
Se han preparado cuatro planos correspondientes a las vistas en el plano de la lastra a escala 1:20 de la imagen ortofotográfica y el modelo digital de elevaciones sombreado. Cada una de estas imágenes de fondo se presenta de forma aislada y con el dibujo vectorial de las huellas realizado en 2001.



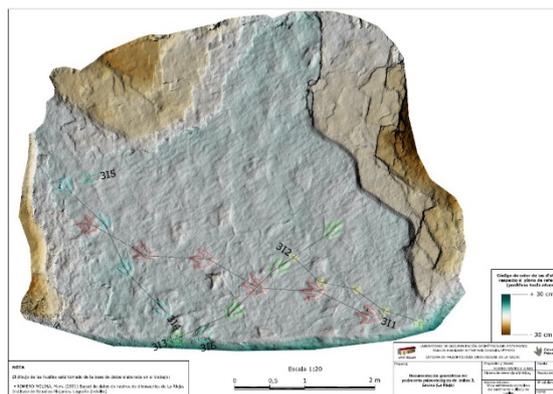
1.- Ortoimagen (1:20)



2.- Ortoimagen con dibujo vectorial (1:20)



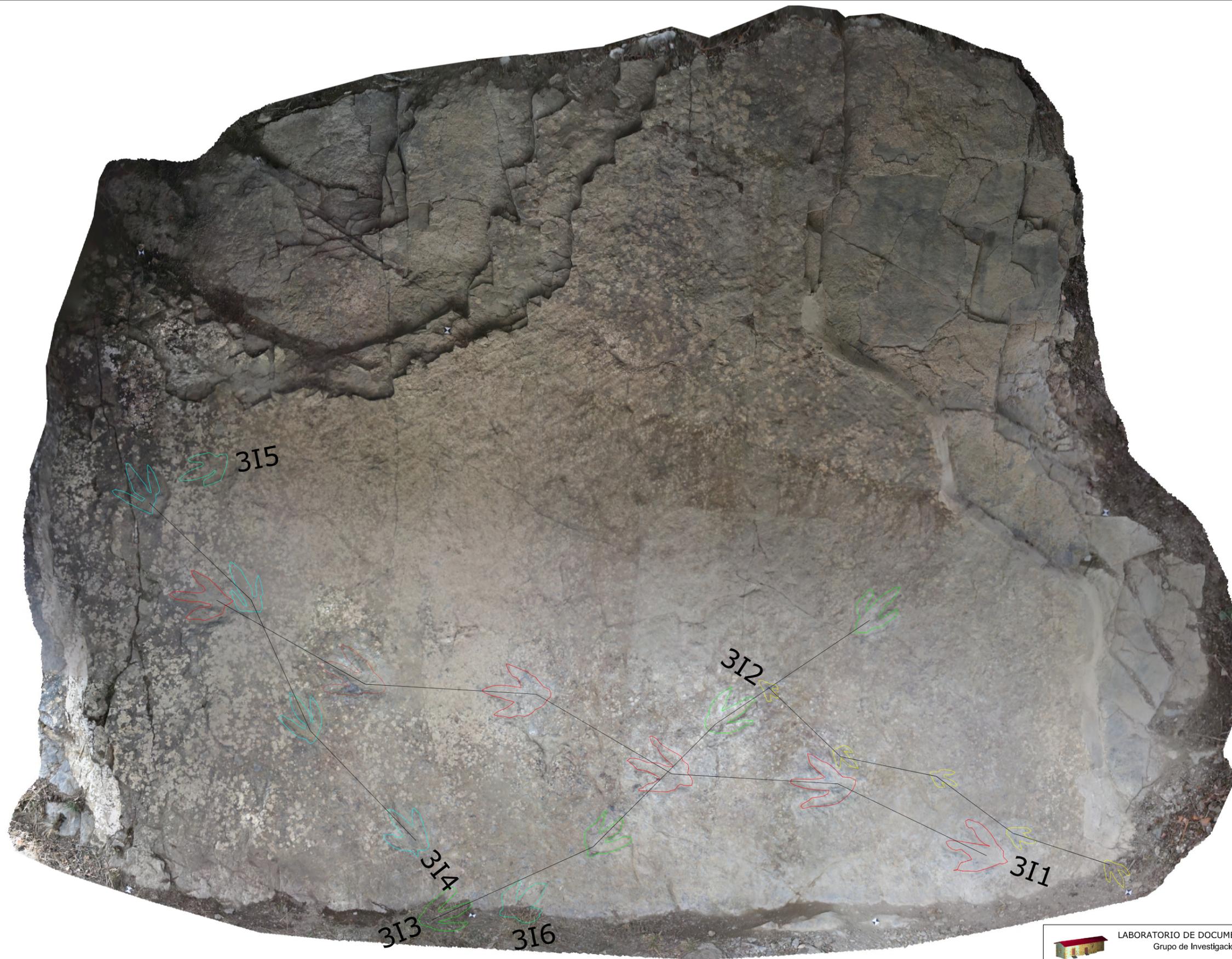
3.- Modelo Digital de Elevaciones (1:20)



4.- Modelo Digital de Elevaciones con dibujo vectorial (1:20)



 LABORATORIO DE DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DEL PATRIMONIO Grupo de Investigación en Patrimonio Construido. UPV-EHU <a href="http://www.ldgp.es">www.ldgp.es</a>	CÁTEDRA DE PALEONTOLOGÍA (UNIVERSIDAD DE LA RIOJA)		 Cátedra de <b>Paleontología</b>
	Proyecto:  <b>Documentación geométrica del          yacimiento paleontológico de Icnitas 3,          Enciso (La Rioja)</b>	Proyección y Datum: Relativo referido a la losa	
	Sistema de referencia alimétrico:	Resolución: 2 mm	N° del plano: 1
	Nombre del plano: Vista general del yacimiento (perpendicular a la losa)	Fecha: Mayo 2018	



**NOTA**

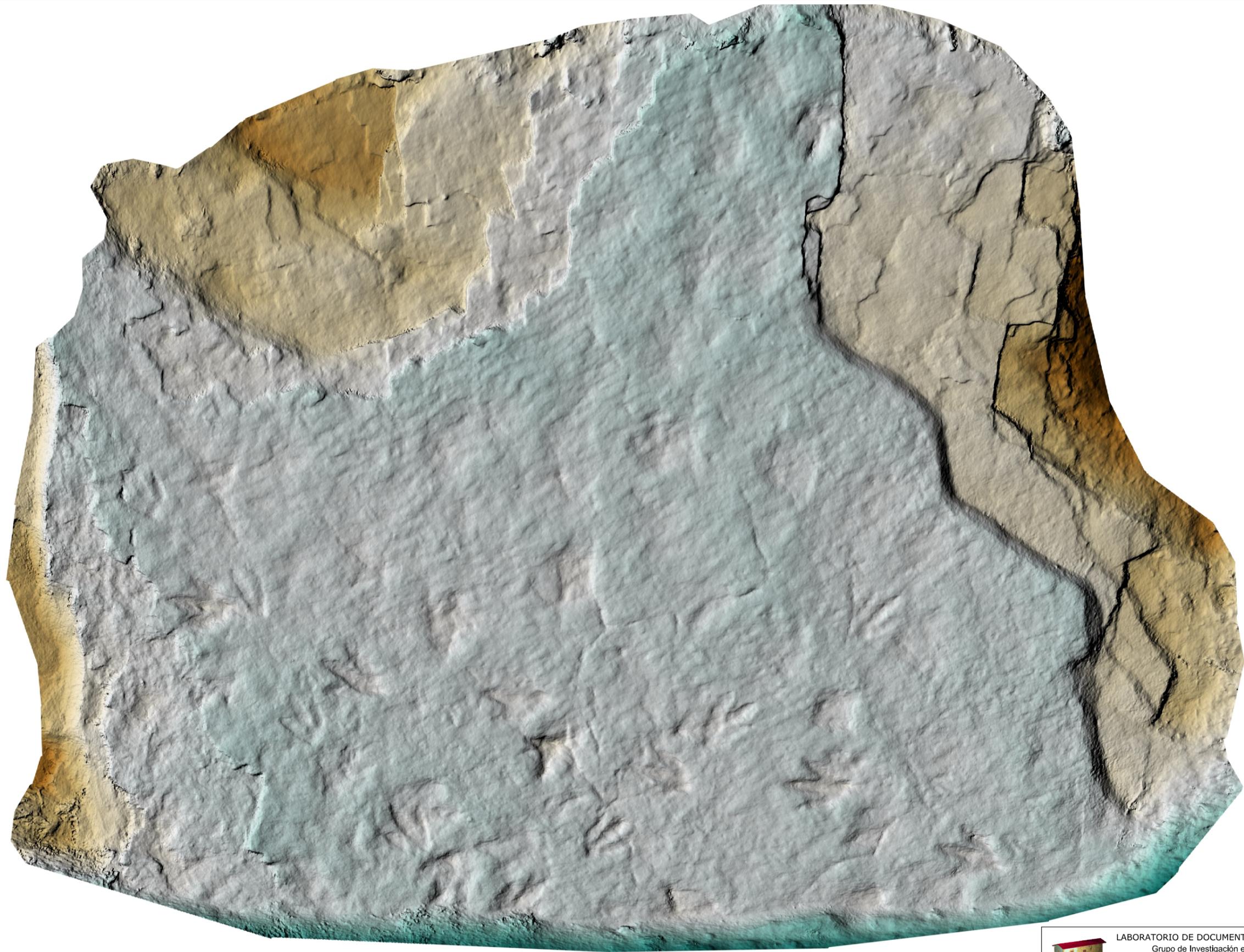
El dibujo de las huellas está tomado de la base de datos elaborada en el trabajo:

- ROMERO MOLINA, M.M. (2001) Base de datos de rastros de dinosaurios de La Rioja. Instituto de Estudios Riojanos. Logroño (inédito)

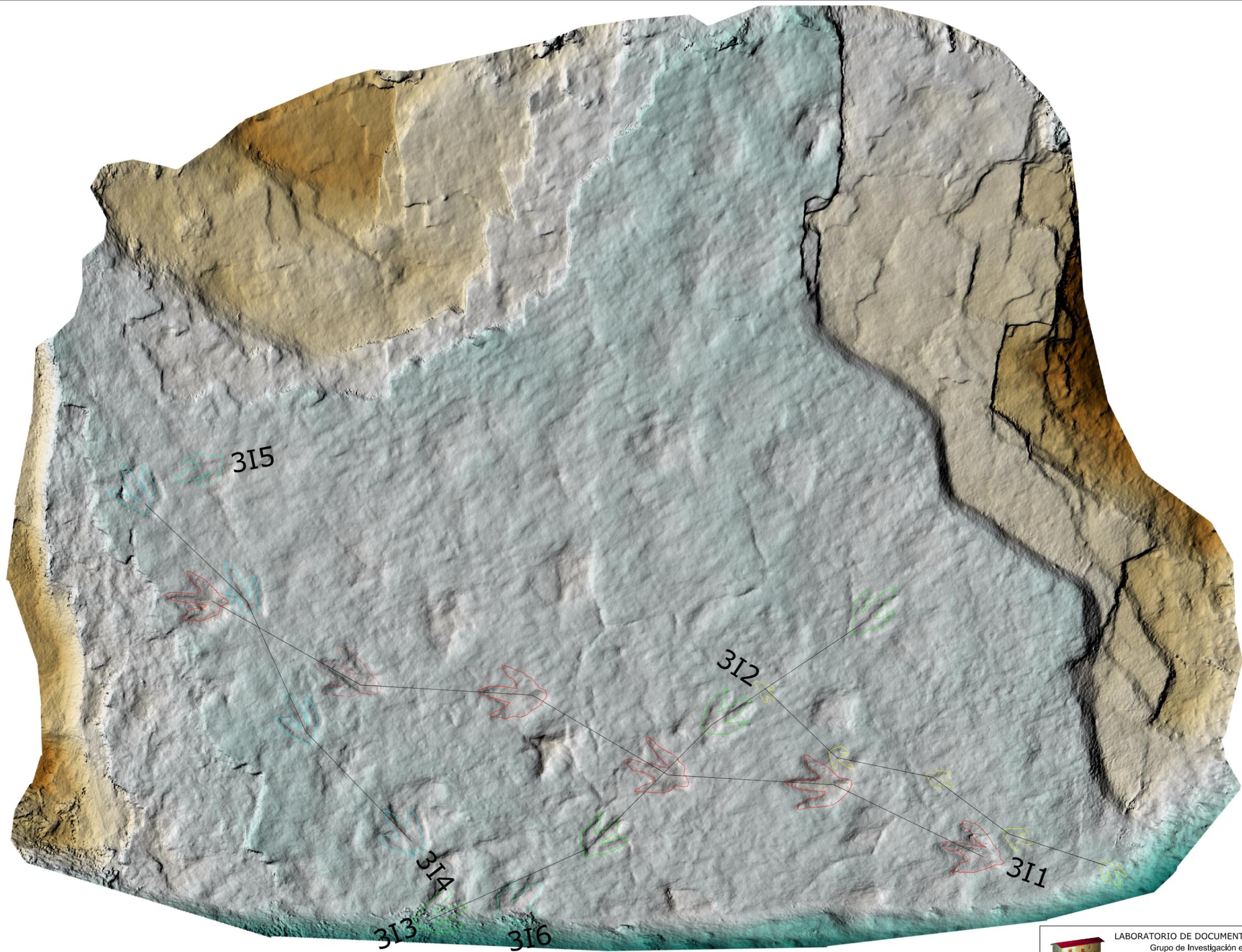
Escala 1:20



 www.ldgp.es	LABORATORIO DE DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DEL PATRIMONIO Grupo de Investigación en Patrimonio Construido. UPV-EHU		 <b>Cátedra de Paleontología</b>
	CÁTEDRA DE PALEONTOLOGÍA (UNIVERSIDAD DE LA RIOJA)		
Proyecto:  <b>Documentación geométrica del yacimiento paleontológico de Icnitas 3, Enciso (La Rioja)</b>	Proyección y Datum: Relativo referido a la losa	Escala: 1 : 20	
	Sistema de referencia alimétrico:	Resolución: 2 mm	
	Nombre del plano: Vista general del yacimiento (perpendicular a la losa) y dibujo de huellas	Nº del plano: 2	
		Fecha: Mayo 2018	



 LABORATORIO DE DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DEL PATRIMONIO Grupo de Investigación en Patrimonio Construido. UPV-EHU <a href="http://www.ldgp.es">www.ldgp.es</a>	 <b>Cátedra de Paleontología</b>	
	CÁTEDRA DE PALEONTOLOGÍA (UNIVERSIDAD DE LA RIOJA)	
Proyecto:  <b>Documentación geométrica del yacimiento paleontológico de Icnitas 3, Enciso (La Rioja)</b>	Proyección y Datum: Relativo referido a la losa	Escala: 1 : 20
	Sistema de referencia alimétrico:	Resolución: 2 mm
	Nombre del plano: Vista sombreada del relieve del yacimiento (vista perpendicular a la losa)	Nº del plano: 3
		Fecha: Mayo 2018



**NOTA**  
 El dibujo de las huellas está tomado de la base de datos elaborada en el trabajo:  
 - ROMERO MOLINA, M.M. (2001) Base de datos de rastros de dinosaurios de La Rioja. Instituto de Estudios Riojanos. Logroño (inédito)



 LABORATORIO DE DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DEL PATRIMONIO Grupo de Investigación en Patrimonio Construido. UPV-EHU <a href="http://www.ldgp.es">www.ldgp.es</a>	CÁTEDRA DE PALEONTOLOGÍA (UNIVERSIDAD DE LA RIOJA)		 Cátedra de Paleontología
	Proyecto:  <b>Documentación geométrica del yacimiento paleontológico de Icnitas 3, Enciso (La Rioja)</b>	Proyección y Datum: Relativo referido a la losa	
	Sistema de referencia alimétrico:	Resolución: 2 mm	N° del plano: 4
	Nombre del plano: Vista sombreada del relieve del yacimiento y dibujo de huellas (vista perpendicular a la losa)	Fecha: Mayo 2018	



**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](mailto:ldgp@ehu.es) web: <http://www.ldgp.es>

