



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**

48-1

Información general / General information		
ELEMENTO:	R_Enciso_Centro Paleontológico	:ELEMENT
TÍTULO:	Modelado 3D de los huesos de una réplica de la pata trasera de un <i>Edmontosaurus</i> , expuesta en el Centro Paleontológico de Enciso (La Rioja)	:TITLE
FECHA:	mayo 2018 / May 2018	:DATE
NÚMERO:	LDGP_mem_048-1	:NUMBER
IDIOMA:	español / Spanish	:LANGUAGE

Resumen	
TÍTULO:	Modelado 3D de los huesos de una réplica de la pata trasera de un <i>Edmontosaurus</i> , expuesta en el Centro Paleontológico de Enciso (La Rioja)
DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA:	Se trata de una réplica a tamaño natural de una pata trasera de <i>Edmontosaurus</i> , compuesta por 18 huesos de diferentes tamaños y que, montada, tiene una altura de 1'8 metros.
DOCUMENTACIÓN:	La documentación se realizó mediante fotogrametría convergente sobre la pieza montada tal como se encuentra en exhibición. Cada hueso se ha modelado de manera individual y los resultados se han remuestreado a una resolución común de 1 punto cada 5 mm. Estos modelos se han preparado para su uso en programas de estudio de la biomecánica.
TÉCNICAS:	modelado virtual, fotogrametría
PRODUCTOS:	<ul style="list-style-type: none"> Modelo de superficies.
DESCRIPTORES NATURALES:	hueso de dinosaurio
DESCRIPTORES CONTROLADOS:	(Procedentes del Tesoro UNESCO [http://databases.unesco.org/thessp/]) Patrimonio natural, Geología, Paleontología, Fotogrametría

Abstract	
TITLE:	3D modeling of the bones (replicas) of a hind leg of an <i>Edmontosaurus</i> , which is exhibited in the Palaeontological Centre of Enciso (La Rioja, Spain)
GEOMETRIC DESCRIPTION:	A full size replica of a hind leg of an <i>Edmontosaurus</i> , it consists of 18 bones of different sized that, once mounted, form a piece 1.8 metres high.
DOCUMENTATION:	The geometric documentation of the surface was done by means of convergent photogrammetry over the piece mounted as it is exhibited. Then, every bones was modeled independently and the final results were subsampled to a common resolution of 1 point every 5 mm. These models are suitable for the software for biomechanical studies.
METHODOLOGIES:	virtual modeling, photogrammetry
PRODUCTS:	<ul style="list-style-type: none"> 3D models (meshes).
NATURAL KEYWORDS:	dinosaur bone
CONTROLLED KEYWORDS:	(From the UNESCO's thesaurus [http://databases.unesco.org/thesaurus/]) Natural heritage, Geology, Palaeontology, Photogrammetry

Localización / Placement		
ELEMENTO PATRIMONIAL:	Centro Paleontológico de Enciso (Enciso) –colección-	:HERITAGE ELEMENT
MUNICIPIO:	Enciso, La Rioja, España/Spain (Getty TGN: 7333973)	:MUNICIPALITY
COORDENADAS:	EPSG:4326 WGS84/LatLong 42.1482,-2.2693	:COORDINATES

Equipo de trabajo / Staff		
EQUIPO:	Garbiñe ELORRIAGA AGIRRE 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/10810/36060	:PERMANENT ID
ESTRUCTURA:	<ul style="list-style-type: none"> • ldgp_mem048-1_Enciso_Edmontosaurus.pdf: este documento. Contiene la memoria y 2 planos en formato A3 con diferentes vistas del conjunto a escala 1:10. / this document. It contains the report and 2 plans in A3 layout with different views of the leg at scale 1:10. • LDGP_CPE2018_fot_Edmontosaurus-?.jpg: 3 fotografías de documentación de los trabajos realizados. / 3 pictures for documenting the woks. • LDGP_CPE2018_modelovirtual_Edmontosaurus.zip: 18 modelos de los huesos individuales (formato PLY) en su posición relativa de forma que pueden cargarse en un mismo espacio de trabajo para formar la pata completa. / 18 three-dimensional models (PLY format) that can be imported in their correct relative position so the complete leg can be studied. 	: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>Modelado 3D de los huesos de una réplica de la pata trasera de un Edmontosaurus, expuesta en el Centro Paleontológico de 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 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

Modelado 3D de los huesos de una réplica de la pata trasera de un *Edmontosaurus*, expuesta en el Centro Paleontológico de Enciso (La Rioja)

Vitoria-Gasteiz, mayo de 2018



Equipo:

Garbiñe Elorriaga Agirre
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.....	7
4.2.2.- Registro fotográfico	8
4.2.3.- Escaneado	9
4.3.- Trabajos de gabinete.....	11
4.3.1.- Volcado de datos topográficos	11
4.3.2.- Clasificación y archivo de las fotografías y video.....	11
4.3.3.- Modelado 3D con textura fotográfica.....	14
4.3.4.- Modelado a partir del escaneado con luz estructurada	23
5.- RESULTADOS	27
5.1.- Colección de fotografías y videos	27
5.2.- Modelos virtuales.....	27
5.3.- Planos.....	29
6.- CONTENIDO DEL CD	30
Agradecimientos	30
ANEXOS	31
Anexo 1. Instrumental empleado.....	32
Anexo 2. Reseñas de la red topográfica.....	34
Anexo 3: Metadatos introducidos en las fotografías	35
PLANOS.....	37

1.- INTRODUCCIÓN

Dentro del programa de estudio del comportamiento de los dinosaurios que se está llevando a cabo por la Cátedra de Paleontología¹ de la Universidad de La Rioja –dirigida por la doctora Angélica Torices- se pretende realizar un estudio sobre la biodinámica de los conjuntos de yacimientos de icnitas.

Con el fin de estudiar el proceso de impresión de las huellas, se requiere disponer de un modelo 3D de los diferentes huesos que intervienen en la formación de las pisadas. Con este fin, se ha seleccionado, de entre las piezas expuestas en el Centro Paleontológico de Enciso (La Rioja), un conjunto que representa una réplica de pata trasera de un ejemplar de *Edmontosaurus* como modelo.

Esta pieza está ya montada en una reconstrucción de lo que sería su posición natural. El conjunto está formado por 18 huesos de diferente tamaño, desde el fémur que mide aproximadamente 1 metro de largo hasta la menor de las falanges que tiene una longitud de unos 3 centímetros. La fijación se realiza mediante uniones metálicas entre los huesos y un soporte de metal que rodea la parte superior del fémur. En total, la altura es de un metro ochenta centímetros, a los que hay que sumar el pequeño estrado sobre el que se sitúa.



Fig. 1.- Pata de *Edmontosaurus* en la sala de exposición del Centro Paleontológico de Enciso.

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

2.- OBJETIVOS

Se pretende generar un modelo que sea utilizable con los programas de análisis que se utilizarán para determinar la impresión de las huellas. Por este motivo, las características a cumplir son las siguientes:

- a) Los huesos deberán individualizarse. Además será necesario que se presenten como elementos completos y cerrados. El formato de entrega será STL, ya que es el utilizado por el software de tratamiento posterior. Esto no obsta para que la información se presenten también en otros formatos que se consideren adecuados para la difusión o el archivo.
- b) El número de elementos que gestiona el software es limitado y, además, aspectos como la rugosidad o las marcas de deterioro del fósil no son significativos para el análisis de fuerzas por lo que la resolución geométrica a alcanzar se ha estimado en un tamaño de malla de unos 5 mm.
- c) Por el mismo motivo anterior, se entiende que no es relevante capturar la textura fotográfica.
- d) El modelo deberá presentarse escalado a su tamaño real.

En un principio, se planteó desmontar la estructura y proceder a documentar cada hueso de forma individual. Sin embargo, una vez en el Centro Paleontológico, se constató que la pieza montada para su exposición no podía ser separada de su posición por lo que la documentación tuvo que realizarse sobre el elemento tal como se encontraba expuesto. Esto ha limitado la visibilidad de algunas partes del conjunto, lo que ocasiona que el modelo tenga zonas sin registro directo.

Por el contrario, el hecho de que el esqueleto ya esté montado facilita la situación relativa de los diferentes huesos que componen la pata. También tiene la ventaja de que todo se modela de una sola vez, por lo que no será necesario disponer de varios sistemas de referencia para cada hueso que después haya que juntar.

Para el modelado se utilizarán técnicas de fotogrametría convergente. De forma paralela, también se realizará un modelado parcial mediante escaneado con luz estructurada, lo que permitirá ver la aplicabilidad de esta técnica y servir como control de calidad adicional para el trabajo fotogramétrico.

Finalmente, indicar que la información generada se presentará organizada y en formatos estándar con el fin de permitir su incorporación y posterior gestión en las bases de datos de la Cátedra del Paleontología y del Gobierno de la Rioja.

3.- LOCALIZACIÓN

El Centro Paleontológico de Enciso se encuentra situado en el número 3 de la calle El Portillo de la localidad de Enciso (La Rioja), siendo sus coordenadas geográficas: $\phi=42,1482$ N, $\lambda=2,2693$ W. Enciso se sitúa al sur de Logroño, a algo menos de 40 km en línea recta, no obstante, el trayecto por carretera supone una hora aproximadamente, dado que el acceso se realiza pasando previamente por Arnedo, lo que realizar algo más de 70 km.

El centro dispone de una muestra abierta al público donde se pueden encontrar diversos paneles informativos relativos a la vida de los dinosaurios, así como contemplar una amplia variedad de piezas paleontológicas (originales y réplicas). Asimismo, el centro cuenta con una sala de conferencias, salas de trabajo y espacio de almacenamiento.

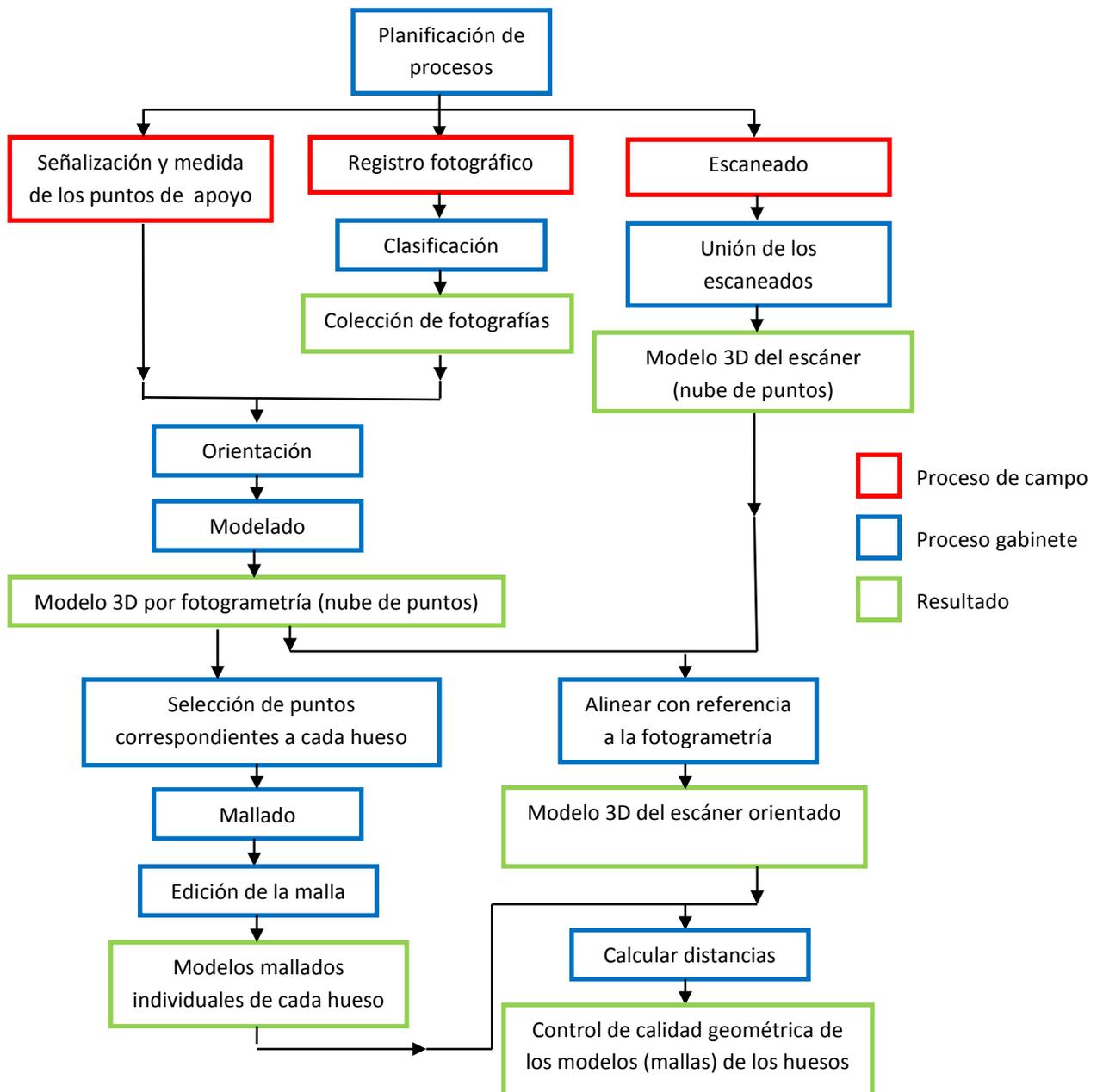


Fig. 2.- Biblioteca y espacio de investigación del Centro Paleontológico de Enciso.

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

Con el fin de poder escalar a sus dimensiones correctas el modelo fotogramétrico, se requiere disponer de un conjunto de puntos cuyas coordenadas sean conocidas.

Estos puntos de referencia consisten en dianas de metacrilato de 2x2 cm, situadas en la base donde se apoya la pieza (4 dianas) y en la parte superior del panel trasero, coincidiendo aproximadamente con la altura total de la pieza expuesta (otras 4 dianas).

Para obtener las coordenadas se utilizó una estación total que se situó a unos pocos metros de la pieza expuesta (las características del instrumental empleado se presentan en el Anexo 1), realizando medidas sin prisma (con láser) que, para estas distancias, ofrecen una precisión de unos 3 mm. La estación se situó sobre una estrella metálica con el fin de asegurar su estabilidad durante la captura de las coordenadas.



Fig. 3.- Medida con estación total de las dianas que forman la red topográfica.

El sistema de coordenadas utilizado es relativo. El croquis de distribución de las dianas, así como sus respectivas coordenadas, puede consultarse en el Anexo 2.

4.2.2.- Registro fotográfico

Para la captura fotográfica se utilizó una cámara Canon EOS Mark II de 20 megapíxeles con un objetivo de 21 mm. Las características de esta cámara pueden verse en el Anexo 1.



Fig. 4.- Toma de fotografías para el modelado fotogramétrico.

Con esta cámara se obtuvieron fotografías por la zona accesible de la pata (es decir, que no fue posible tomar imágenes donde está situado el panel ni en la parte inferior de los huesos del pie). Como se ha indicado, la altura del montaje de los huesos es de aproximadamente 1'8 metros a lo que hay que sumar el estrado sobre el que se encuentra situada, por este motivo, para las tomas de la parte superior del fémur se utilizó una banqueta. La distancia de las tomas (cámara objeto) se sitúa entre los 40 cm y el metro.

Las condiciones de iluminación son las de la propia exposición, las cuales no son del todo idóneas para la documentación fotográfica con vistas al modelado geométrico ya que existen fuertes contrastes con el fondo, reflejos en las superficies de los huesos y sombras proyectadas.

4.2.3.- Escaneado

El escáner utilizado es un equipo *Scan In a Box*[®], que consiste en un proyector y dos cámaras que capturan la imagen de diferentes patrones de luz que se proyectan sobre la zona de interés.

En el Anexo 1, se presentan las características técnicas del mismo, junto con los datos relativos a las precisiones esperables, rangos de configuración, tamaño máximo recomendable de los objetos, etc.

El tamaño de la pata entra dentro del rango máximo recomendable que es de 2 metros. La precisión esperable con este tamaño es del 0'1%, lo que significa que con un tamaño de 1'8 metros la precisión será de unos dos milímetros.

Como puede comprobarse de la información anterior, la resolución de este sistema excede las necesidades del presente proyecto por lo que se utilizará la fotogrametría como técnica para el modelado definitivo. No obstante, es interesante aplicar el escaneado con un doble motivo:

- a) Comprobar la aplicación de esta técnica a los restos óseos fósiles de forma que se pueda valorar su empleo con vistas a otras finalidades (como podría ser la obtención de réplicas).
- b) Servir como contraste para evaluar la calidad geométrica del modelado fotogramétrico.

Para analizar ambas finalidades no se consideró necesario disponer de un registro completo de la pata, sino que sería suficiente con modelar mediante escaneo una zona de control. Por este motivo, la zona escaneada se limita a los huesos de los dedos.

De manera previa a la ejecución del proceso de escaneado se procedió a calibrar las cámaras con relación al proyector, siguiendo el protocolo del fabricante. El sistema permite configuraciones desde 200 a 1120 mm de distancia al objeto. Para esta ocasión se calibró a 1008 mm, lo que da una ventana operativa de 450 X 360 mm.

El trabajo se realizó fuera del horario de apertura del Centro Paleontológico, por lo que se pudo regular la iluminación ambiental de forma adecuada para el sistema de escaneado seleccionado, lo que básicamente supone trabajar con la zona a documentar en oscuridad de forma que la única iluminación existente sea la propia proyección del equipo de escaneado.



Fig. 5.- Proyección de franjas durante el escaneado.

Durante el proceso de registro, se va moviendo el conjunto proyector-cámaras para ir recubriendo el objeto desde diferentes puntos de vista. Para cada toma, se controla que la distancia corresponde a la que se ha definido para la configuración de la toma.

Los diferentes escaneados se van orientando a medida que se registran, de forma que se comprueban las zonas ya recubiertas y las que faltan por completar, guiando así los siguientes escaneados. El número total de escaneados válidos, obtenidos para el modelado del pie ha sido de 22.



Fig. 6.- Procesado de las nubes de puntos durante su registro mediante su alineación para ir comprobando las zonas a recubrir en los siguientes escaneos.

4.3.- Trabajos de gabinete

4.3.1.- Volcado de datos topográficos

Dado que el sistema de trabajo es relativo, las coordenadas que se descargan de la estación ya corresponden a los valores que se utilizarán para el resto de procesos. Simplemente hay que añadir un croquis que permita identificar cada punto con su posición en las fotografías, el cual se presenta en el Anexo 2.

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

Las fotografías son documentos de gran poder descriptivo, sin embargo, es necesario que se presenten contextualizadas para que el usuario conozca en todo momento a qué hacen referencia, cuándo fueron tomadas, por quién, etc. Las propias cámaras fotográficas almacenan parte de estos datos y los incluyen dentro de los propios ficheros de imagen (por ejemplo en los archivos JPEG que se generan), son los denominados como metadatos *Exif*². No obstante, hay algunos metadatos que la cámara no registra de forma automática como, por ejemplo, la descripción de la escena fotografiada, por este motivo, resulta muy provechoso editar las descripciones de metadatos disponibles en las fotografías con el fin de completarlas, aportándoles así una mayor riqueza descriptiva.

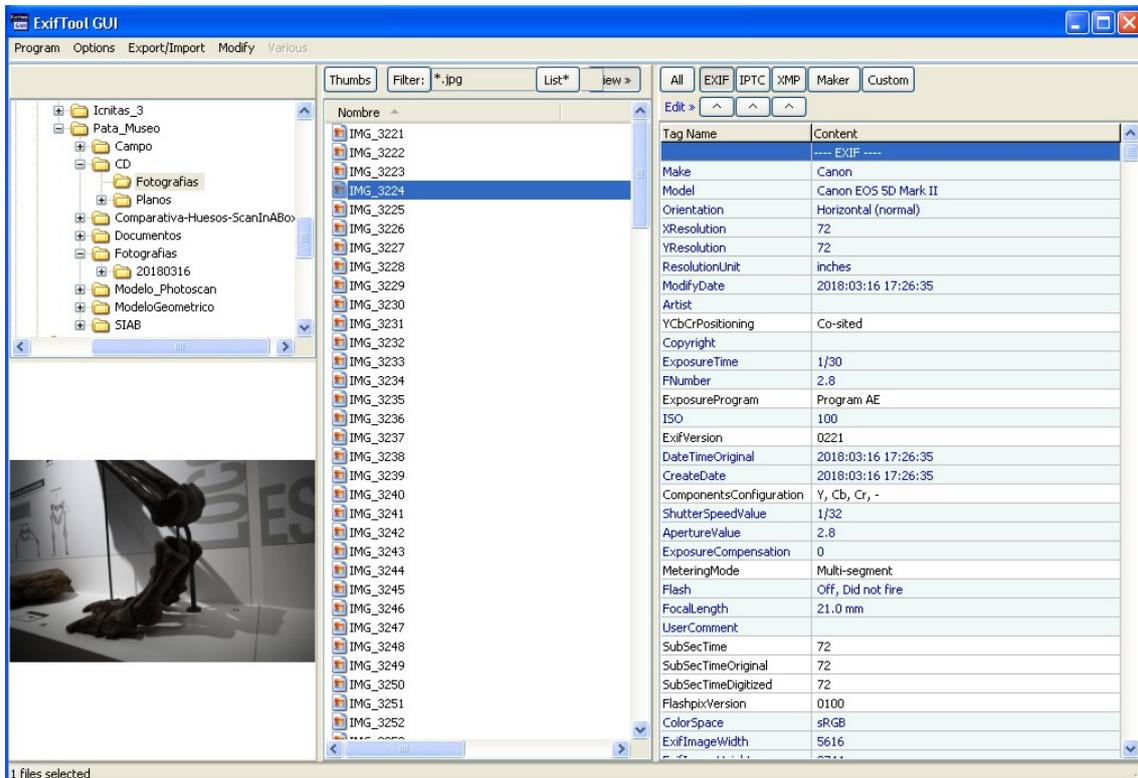


Fig. 7.- Metadatos almacenados automáticamente por la cámara (modelo de la cámara, resolución de la imagen, tiempo de exposición, fecha...).

² 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*)- .

Para este paso, se ha utilizado el software *ExifTool*[®]. En concreto, se ha añadido la información sobre el autor de las fotografías, una breve descripción, el enlace a la web del Laboratorio para que el usuario pueda obtener información adicional sobre el proyecto y la localización espacial (longitud y latitud). Los valores introducidos se presentan en el Anexo 3.

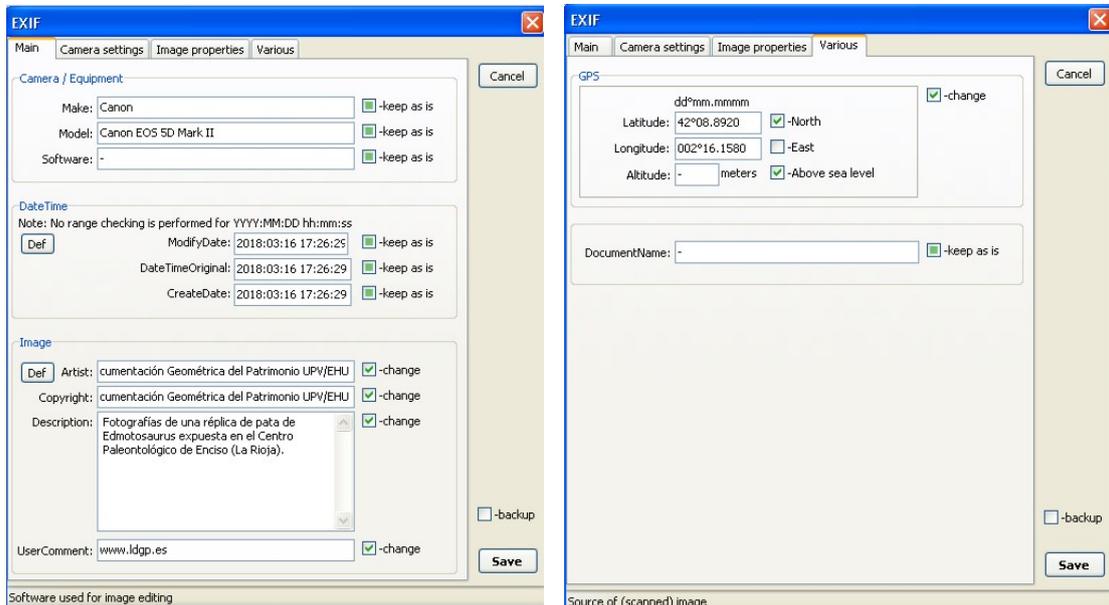


Fig. 8.- Metadatos Exif añadidos (programa *ExifTool*[®]).

Aún es posible enriquecer la descripción mediante otra lista de metadatos denominada IPTC³, la cual también puede almacenarse dentro del archivo de imagen. 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.

³ 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).

The image shows a screenshot of the IPTC metadata fields in Adobe Lightroom. The fields are organized into five sections, each with a green header and a dropdown arrow:

- Contenido IPTC:** Titular (Réplica de una pata de Edmontosauro expuesta en el Cer), Código de tema IPTC, Autor de la descripción (José Manuel Valle Melón, Álvaro Rodríguez Miranda), Categoría, Otras categorías.
- Copyright IPTC:** Copyright (Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio), Estado de copyright (Con copyright), Términos de uso de derechos, URL de información de copyright (http://www.ldgp.es).
- Creador IPTC:** Creador (Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio), Dirección del creador (c/ Justo Vález 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.
- Imagen IPTC:** Fecha de creación (2018), Género intelectual, Escena, Ubicación (Centro Paleontológico de Enciso), Ciudad (Enciso), Estado / provincia (La Rioja), País (España), Código de país ISO (ES).
- Estado IPTC:** Título (Modelado 3D de los huesos de una réplica de la pata tras).

Fig. 9.- Metadatos IPTC añadidos (programa *Adobe Lightroom*[®]).

Por otro lado, se renombran las imágenes con el fin de que sea más sencillo gestionarlas. El criterio empleado –que es igualmente empleado en el resto de ficheros que componen el proyecto- consiste en componer el nombre a partir de varios bloques de información, así por ejemplo, el fichero denominado como «ldgp_CPE2018_foto_PataEdmontosaurus-1.jpg» se descompone en los siguientes datos:

- ldgp: indica el autor de la imagen (Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio de la UPV/EHU).
- CPE2018: identificador interno del proyecto utilizado por el Laboratorio (CPE indica Centro Paleontológico de Enciso).
- foto: tipo de documento⁴.

⁴ Igualmente, se encontrarán otros ficheros identificados como: «modelo3D», «plano», etc.

- PataEdmontosaurus-1: nombre específico del fichero que indica el elemento fotografiado, además incorpora 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.

Como puede comprobarse, tras estas operaciones, las imágenes incluyen suficiente información como para que, a partir de cualquiera de ellas, se puedan 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 modelado se ha realizado con el software *Agisoft Photoscan*®. El proceso comienza cargando las fotografías, tras lo que se procede a realizar el emparejamiento automático de las imágenes mediante la búsqueda de puntos comunes. Como resultado de este proceso se contará con una primera versión de la nube de puntos del objeto y la orientación relativa de las cámaras.

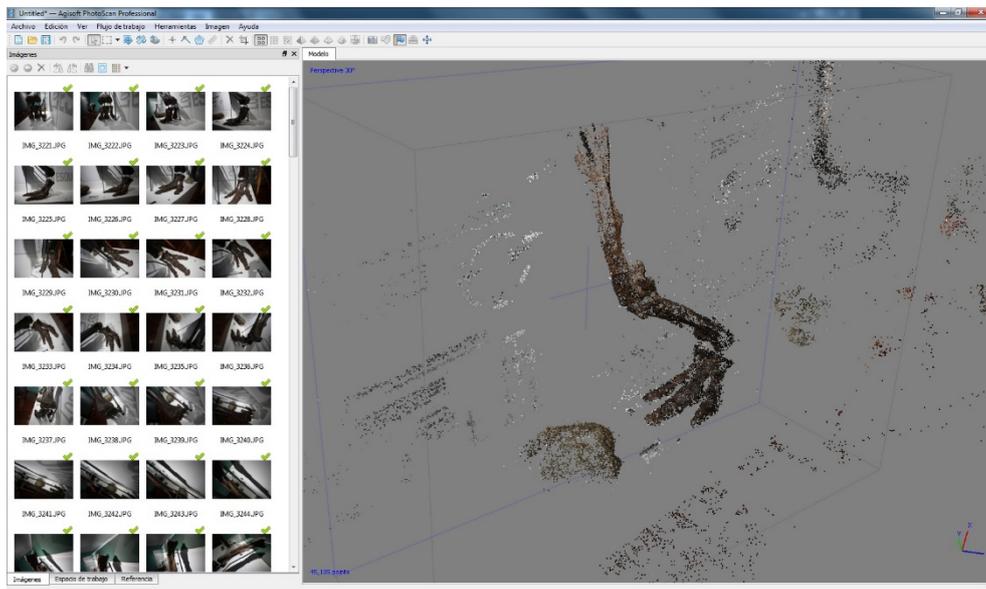


Fig. 10.- Nube de puntos dispersa obtenida automáticamente por el software mediante emparejamiento de puntos comunes detectados en las diferentes imágenes.

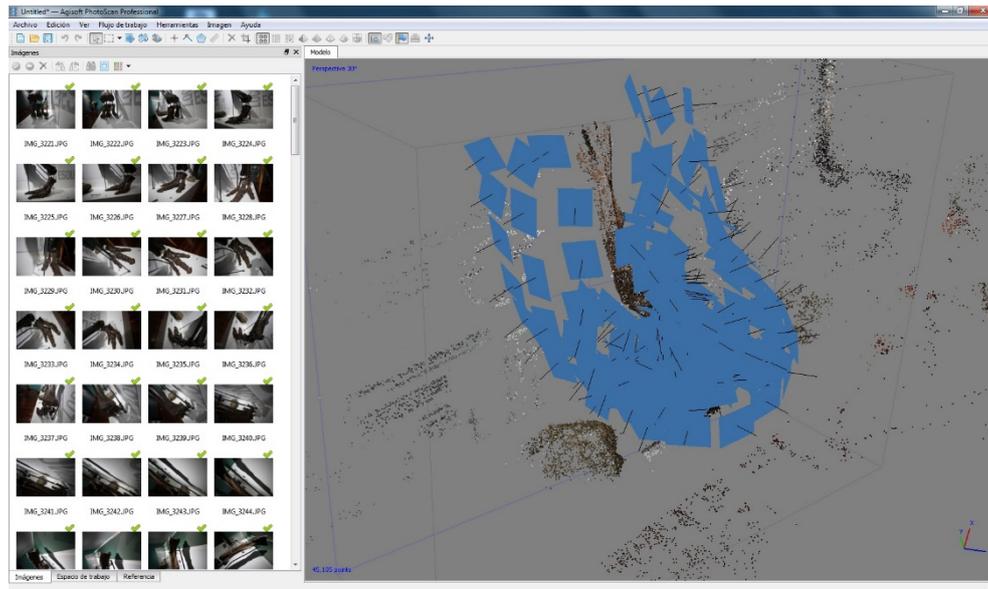


Fig. 11.- Posición de las cámaras (cuadriláteros azules) en la nube de puntos dispersa.

A continuación se cargan las coordenadas de los puntos de control y se procede a marcarlos en las fotografías. Como mínimo, deben marcarse en dos imágenes para poder estimar su posición en el espacio tridimensional. Si se marcan en más imágenes, el programa podrá calcular un valor de error analizando las discrepancias en la intersección de los haces.

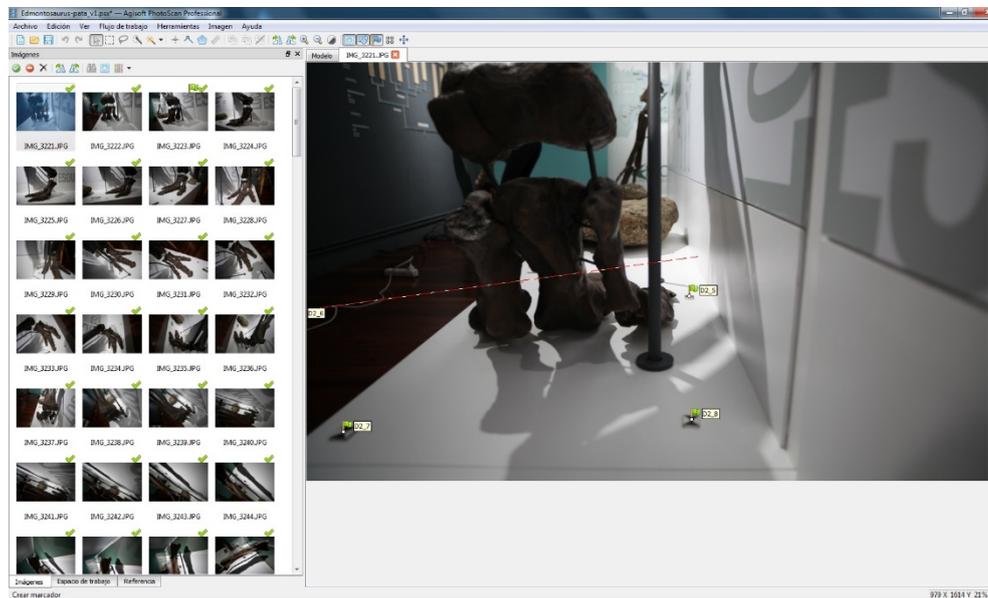


Fig. 12.- Identificación de los puntos de apoyo sobre las fotografías.

Tras marcar los puntos, el modelo se gira y escala de forma que se presenta en el sistema en que se dispone de las coordenadas del apoyo (dianas).

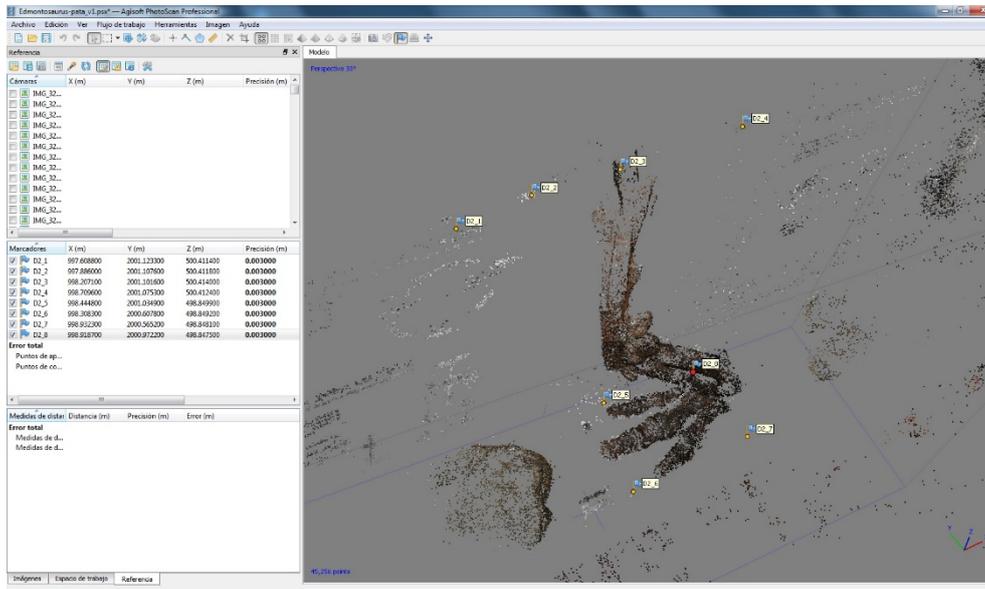


Fig. 13.- Modelo (nube de puntos dispersa) en el sistema de coordenadas de los puntos de apoyo.

Como se ha indicado, al haberse marcado los puntos en varias imágenes se dispone de un estimador de la precisión del cálculo de las intersecciones. En nuestro caso, se ha obtenido un error en los puntos de control de unos 5 mm, valor que se considera coherente con la metodología empleada.

Marcadores	X (m)	Y (m)	Z (m)	Precisión (m)	Error (m)	Proyecciones
<input checked="" type="checkbox"/> D2_1	997.608800	2001.123300	500.411400	0.003000	0.008735	11
<input checked="" type="checkbox"/> D2_2	997.886000	2001.107600	500.411800	0.003000	0.002555	19
<input checked="" type="checkbox"/> D2_3	998.207100	2001.101600	500.414000	0.003000	0.008741	25
<input checked="" type="checkbox"/> D2_4	998.709600	2001.075300	500.412400	0.003000	0.004558	15
<input checked="" type="checkbox"/> D2_5	998.444800	2001.034900	498.849900	0.003000	0.001453	19
<input checked="" type="checkbox"/> D2_6	998.308300	2000.607800	498.849200	0.003000	0.001848	16
<input checked="" type="checkbox"/> D2_7	998.932300	2000.565200	498.848100	0.003000	0.002492	14
<input checked="" type="checkbox"/> D2_8	998.918700	2000.972200	498.847500	0.003000	0.003711	14
Error total						
Puntos de ap...					0.005068	
Puntos de co...						

Fig. 14.- Estimación de los errores de la orientación a partir de los puntos de apoyo.

Procedemos ahora a densificar la nube de puntos. Este proceso se realiza mediante la identificación de puntos en varias imágenes y el cálculo de su posición 3D mediante intersección de haces desde las posiciones ya conocidas de las cámaras. En este caso, el resultado obtenido tiene una importante cantidad de ruido (puntos fuera de la zona

de interés), debido a la combinación del color del elemento a documentar (muy oscuro), el entorno (blanco brillante) y las condiciones de iluminación⁵.

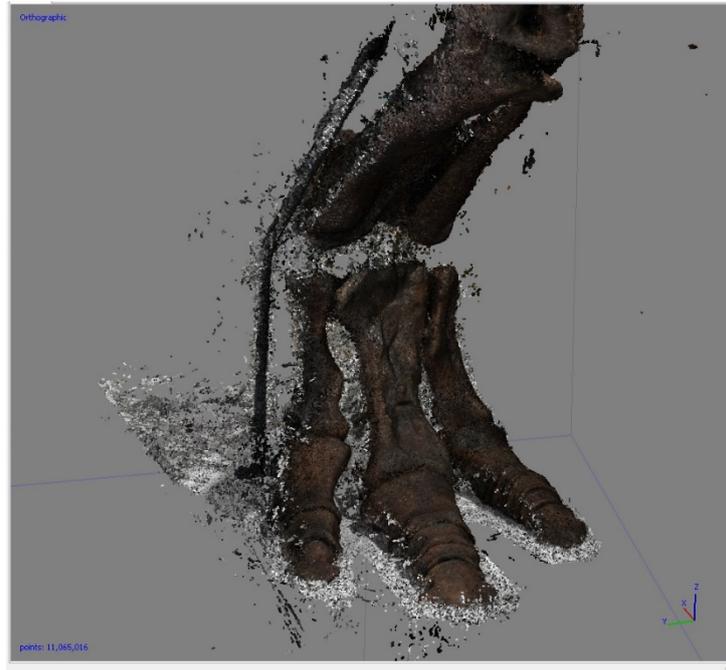


Fig. 15.- Nube de puntos densa.

En un siguiente paso, se procede a realizar una limpieza general, eliminando la mayor parte de los puntos ruidosos para quedarnos con los que corresponden al conjunto de huesos. Este modelo cuenta con algo más de 10 millones de puntos.



Fig. 16.- Nube de puntos densa una vez eliminada la mayor parte de los puntos ruidosos.

⁵ En efecto, la iluminación de la pieza está pensada para su exposición y utiliza luz directa que produce brillos y resalta determinadas partes. Sin embargo, para las labores de documentación, suele ser preferible disponer de una iluminación difusa que permita observar toda la pieza por igual.

A continuación se generan copias de este modelo general que se utilizan para seleccionar sólo los puntos que corresponden a cada hueso de manera individual. Se comienza borrando los puntos correspondientes a los demás huesos y completando la limpieza de puntos ruidosos, así como los elementos no deseados como las sujeciones metálicas.

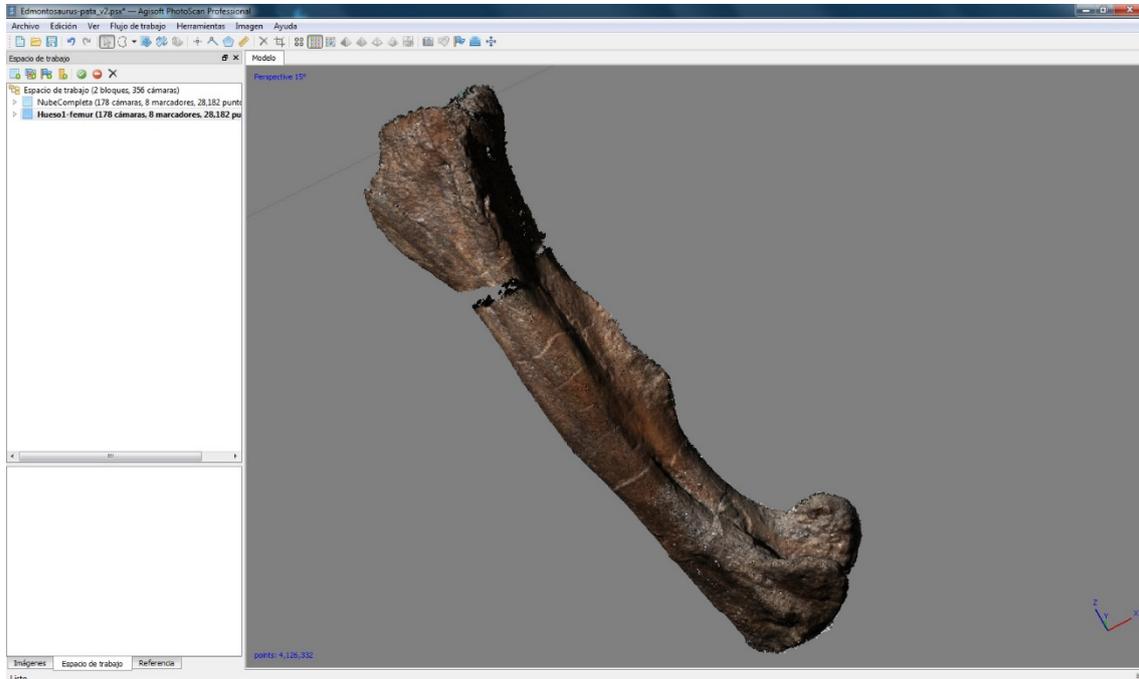


Fig. 17.- Nube de puntos limpia correspondiente al fémur.

El siguiente paso consiste en generar la malla. Dada la finalidad del trabajo, no es necesario disponer de una representación detallada de las superficies sino dar una versión cerrada del volumen que pueda ser utilizado en los programas de biodinámica. Por este motivo, se elige un sistema de mallado con extrapolación y una resolución aproximada de un punto cada 5 mm. Como el programa no determina el espaciado sino que indica la cantidad de puntos, se procede a estimar la superficie de cada hueso midiendo su altura y anchura⁶. Así por ejemplo, para el fémur de 1 metro de altura y un radio de unos 6'5 cm obtenemos una superficie de unos 0'4 m², lo que supone unos 20.000 puntos para disponer de la resolución determinada.

⁶ La estimación se hace suponiendo la superficie de un cilindro con los valores de altura y radio medidos sobre el hueso. Sobre el número de mallas a generar se aplica un incremento del 20% como margen de seguridad y se redondea el valor obtenido. De esta manera, además del fémur (para el que se utilizan 20.000 mallas), la tibia y el peroné tienen respectivamente 12.000 y 10.000 elementos y las falanges de los pies están compuestas entre 500 y 4.500 elementos, según el tamaño.

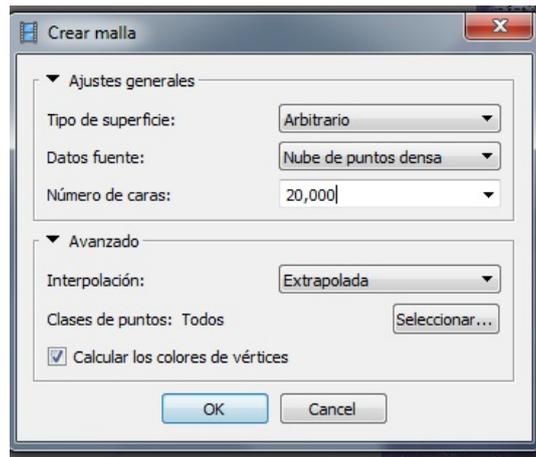


Fig. 18.- Ventana para indicar los parámetros del mallado a realizar.

El mallado generado se revisa, corrigiendo irregularidades y rellenando agujeros. Finalmente, se le aplica un ligero suavizado para eliminar la rugosidad superficial, ya que esta característica no es relevante para el estudio posterior que se pretende realizar.

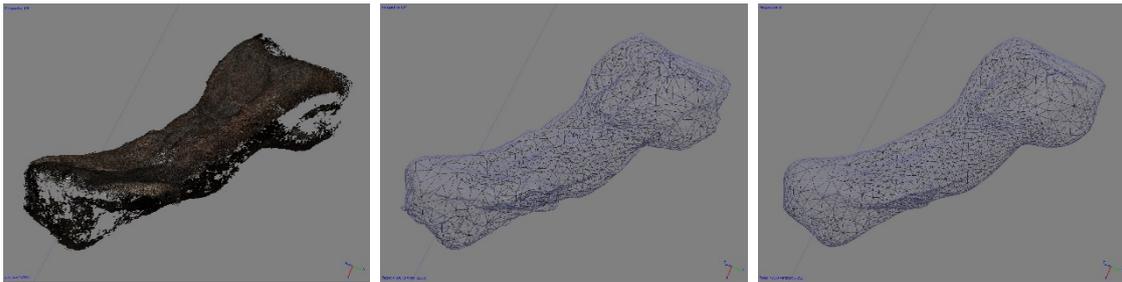


Fig. 19.- Nube de punto de uno de los dedos del pie (tarso, longitud aproximada de 28 cm), mallado original y versión suavizada.

De esta forma, los modelos solventan en gran parte el problema de la falta de detalle en la captura de la zona interior de la pieza, así como las zonas ocultas que se presentan en la unión entre las piezas, la cual cuenta con un registro más pobre debido a la falta de accesibilidad.

En todo caso, el modelado que se entrega debe considerarse sólo como una propuesta inicial que deberá validarse paleontológicamente, para ver si la representación es acorde con los huesos a modelar y que ni las zonas completadas ni la simplificación aplicada distorsionan los cálculos que se pretenden realizar.

El grado de recreación de los huesos es especialmente importante en las falanges ya que son elementos de los que, en algunos casos, sólo es visible menos del 50 % de la superficie (además, hay que tener en cuenta que las partes interpoladas corresponden a la unión entre elementos y la superficie inferior que son la que puede tener más influencia en el apoyo). Además, al ser elementos de menor tamaño pero seguir utilizando el mismo tamaño de malla, los detalles como el remate de las aristas (base y

cabeza de los huesos) aparecen más simplificados que en el caso de los huesos de mayor tamaño.

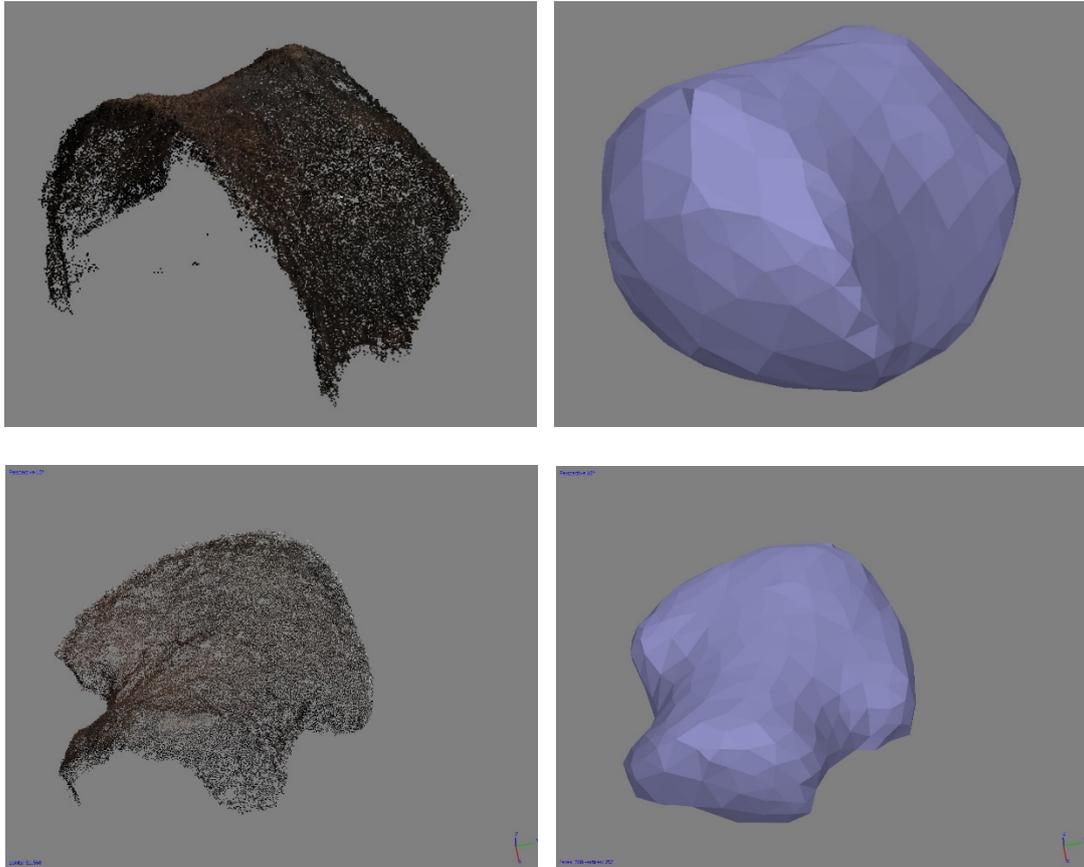


Fig. 20.- Nubes de puntos de las zonas visibles y mallas generadas (completadas las zonas no visibles) correspondientes a una falange media (fila superior) y a una falange distal (fila inferior).

Los modelos individuales se han exportado a formato .STL y pueden importarse y gestionarse de forma individual en los programas de visualización y tratamiento de objetos 3D.

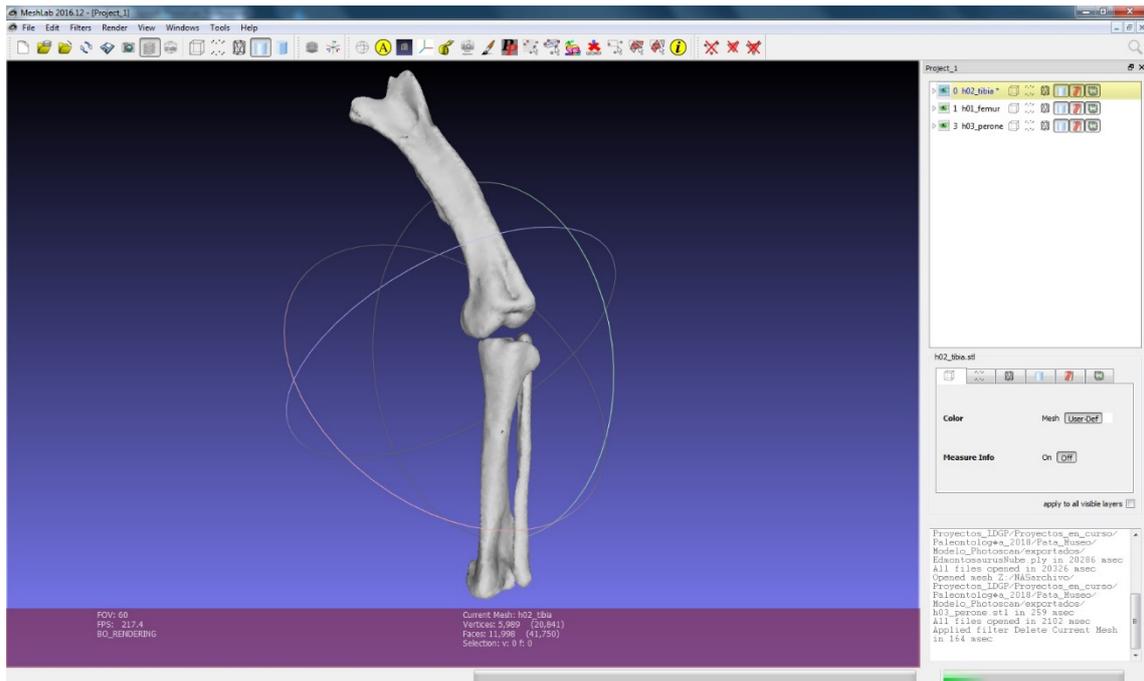


Fig. 21.- Modelos en formato STL correspondientes al fémur, la tibia y el peroné en el programa de visualización 3D Meshlab®.

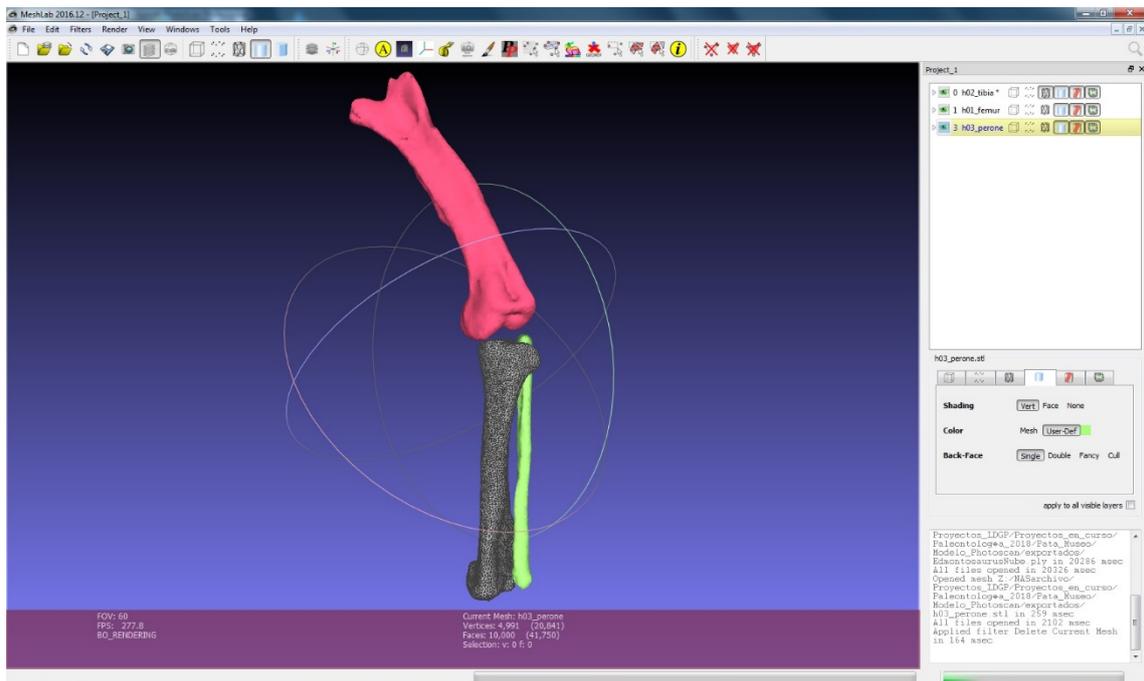


Fig. 22.- Tratamiento individualizado de cada elemento en el software Meshlab®.

Para contextualizar estos modelos, se han generado ficheros de metadatos que incluyen los campos Dublin Core⁷, que proporcionan una descripción general de cualquier recurso digital.

⁷ <http://www.dublincore.org/documents/dces/>

Los ficheros se han creado como archivos de texto, de forma que puedan ser leídos fácilmente por los usuarios, además, estos archivos están formateados con etiquetas XML para que también sean legibles por los programas informáticos que reconocen este tipo de archivos.

Para generar los ficheros de metadatos se ha utilizado el programa *CatMDEdit*[®].

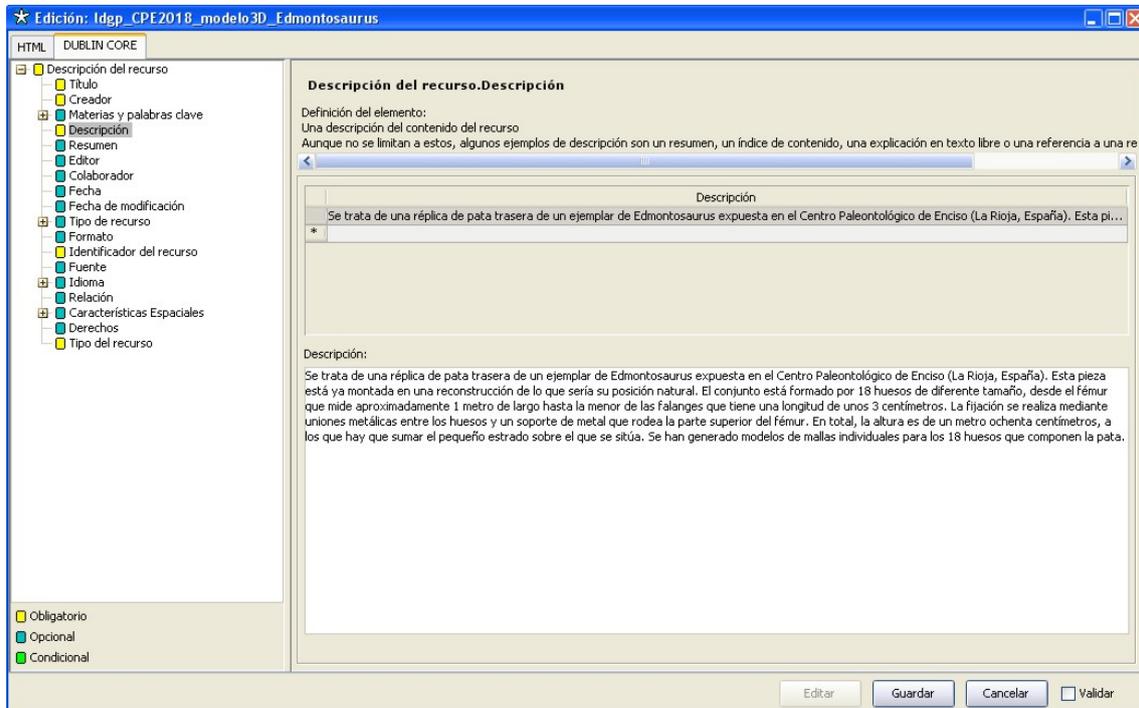


Fig. 23.- Introduciendo metadatos descriptivos Dublin Core con el programa *CatMDEdit*[®].

El resultado final es el que se muestra en la siguiente figura.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<!-- Metadata generated with CatMDEdit 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="Idgp_CPE2018_modelo3D_Edmontosaurus">
    <dc:title>Modelo 3D de una réplica de pata de Edmontosaurus que se expone en el Centro Paleontológico de 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">dinosaurio</skos:prefLabel>
      </skos:Concept>
    </dc:subject>
    <dc:description>Se trata de una réplica de pata trasera de un ejemplar de Edmontosaurus expuesta en el Centro Paleontológico de Enciso (La Rioja, España). Esta pieza está ya montada en una reconstrucción de lo que sería su posición natural. El conjunto está formado por 18 huesos de diferente tamaño, desde el fémur que mide aproximadamente 1 metro de largo hasta la menor de las falanges que tiene una longitud de unos 3 centímetros. La fijación se realiza mediante uniones metálicas entre los huesos y un soporte de metal que rodea la parte superior del fémur. En total, la altura es de un metro ochenta centímetros, a los que hay que sumar el pequeño estrado sobre el que se sitúa. Se han generado modelos de mallas individuales para los 18 huesos que componen la pata.</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>
    <dc:format>
      <skos:Concept rdf:about="STL">
```

Fig. 24.- Extracto del fichero XML resultante.

Los ficheros XML se añaden a los directorios en los que se encuentran los modelos 3D, tanto de mallas como nubes de puntos de forma que acompañen a éstos para que los usuarios puedan leerlos y contextualizarlos.

4.3.4.- Modelado a partir del escaneado con luz estructurada

Como se ha comentado, la alineación de los escaneados se realizó en el momento de su toma, comprobando que cada escaneado con respecto a los anteriores, no tenía una desviación estándar mayor de 3 centésimas de milímetro.

El alineado manual se realiza, seleccionando al menos tres puntos, entre un escaneado y otro, u otros que previamente hayan sido alineados entre ellos.

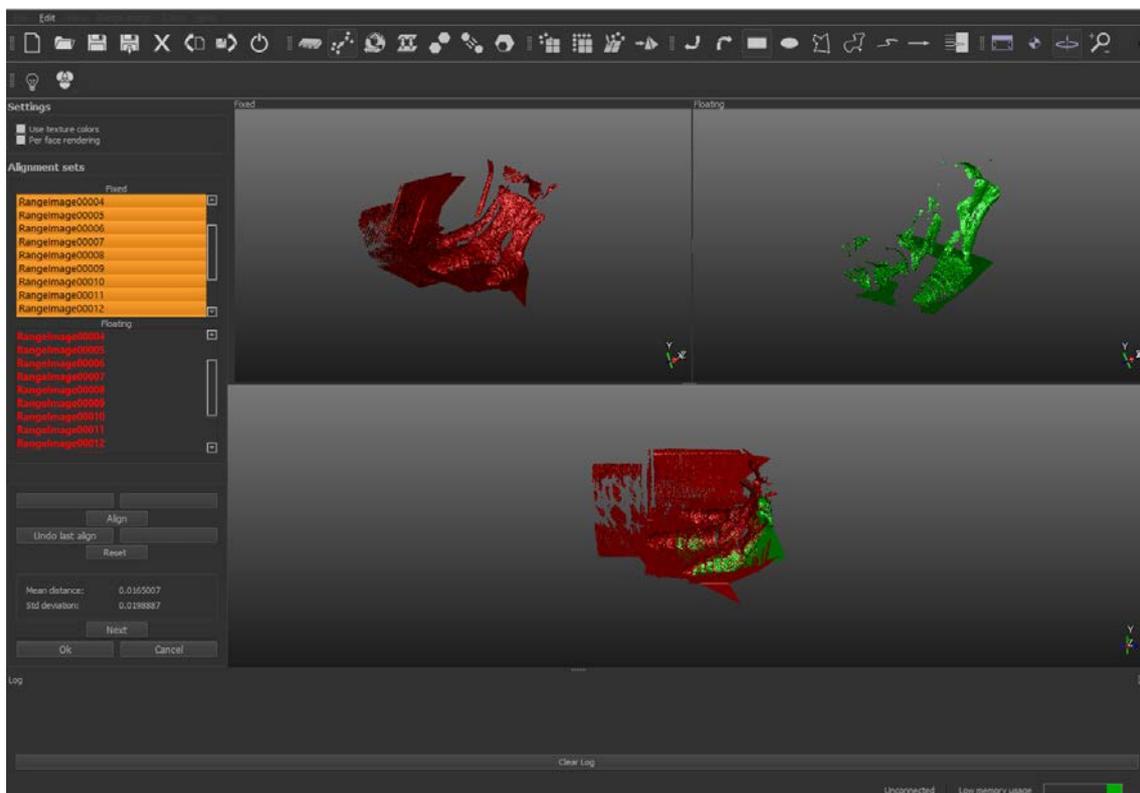


Fig. 25.- Proceso de alineación de una nube de puntos con las alineadas previamente y estimación de la calidad de la misma.

Ya en el laboratorio, se procedió a la edición del modelo de nubes de puntos eliminando aquellos que no forman parte del propio modelo de la pata, como el estrado, los soportes metálicos o la pared que le sirve como fondo.

El modelo final de detalle se exporta con el fin de emplearlo para contrastar la calidad de los modelos mallados generados de cada hueso mediante fotogrametría (según el procedimiento descrito en los párrafos anteriores).

Para realizar este control se ha utilizado el software *Cloud Compare*®. En primer lugar es necesario referir el modelo escaneado al sistema de referencia del proyecto, para ello se cargan en el programa la nube de puntos densa procedente de la fotogrametría (la parte correspondiente a los huesos del pie) que está en este sistema de coordenadas del proyecto y la nube de puntos generada con el escáner (que está en un sistema relativo).

El proceso de alineamiento consta de dos pasos, en un primer momento se identifican un mínimo de tres puntos comunes, lo que permite generar un alineamiento aproximado de ambos modelos.

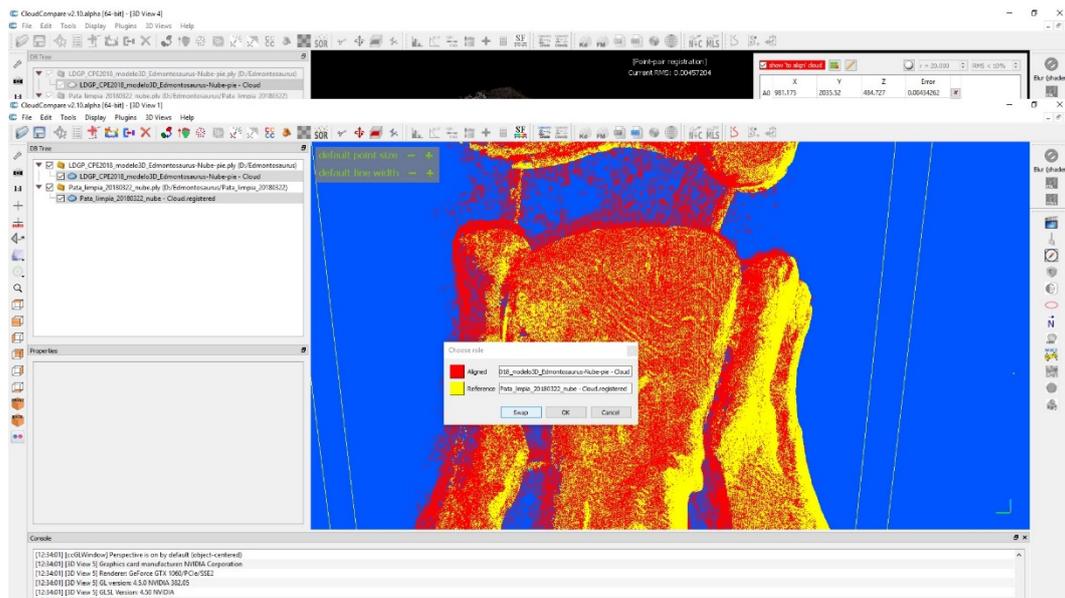


Fig. 26.- Alineamiento aproximado de la nube de puntos procedente del escáner con respecto a la obtenida por fotogrametría.

En un segundo paso, el programa refina de forma automática el mejor case entre las nubes de puntos tomando una mayor cantidad de puntos de ambos modelos (en este caso se ha seleccionado un valor de 50.000 puntos). Como puede apreciarse en la siguiente imagen, el ajuste así obtenido ofrece un error medio cuadrático del orden de las 2⁵ micras, lo que nos garantiza que el modelo escaneado se ha situado correctamente en el sistema de coordenadas definido en el trabajo fotogramétrico.

Modelado 3D de los huesos de una réplica de la pata trasera de un *Edmontosaurus*, expuesta en el Centro Paleontológico de Enciso (La Rioja)

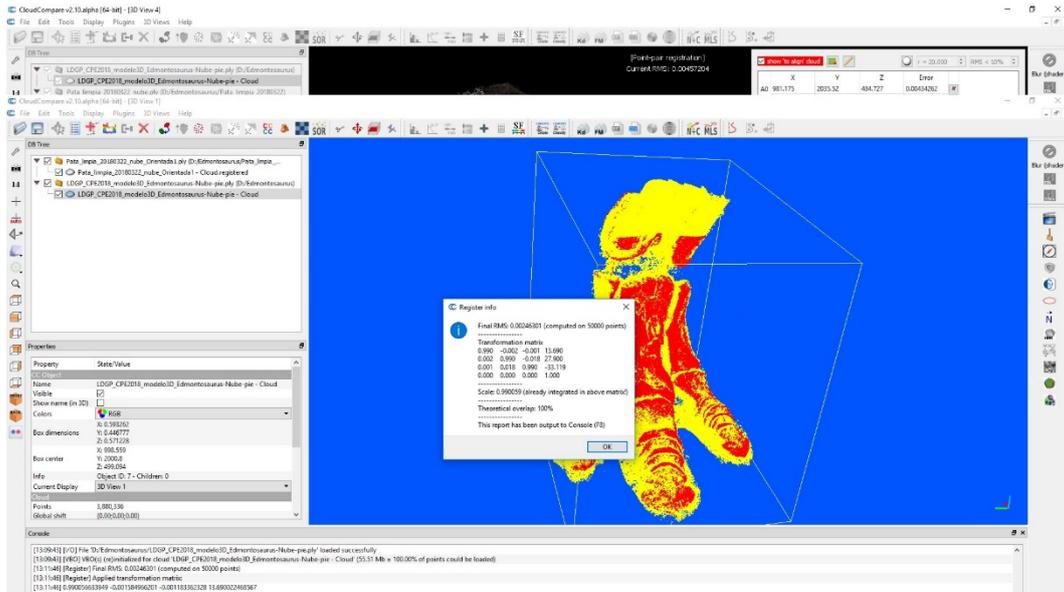


Fig. 27.- Alineamiento refinado de la nube de puntos procedente del escáner con respecto a la obtenida por fotogrametría.

Por lo tanto, tras este proceso, disponemos ya de la nube de puntos escaneada en el sistema de coordenadas del proyecto.

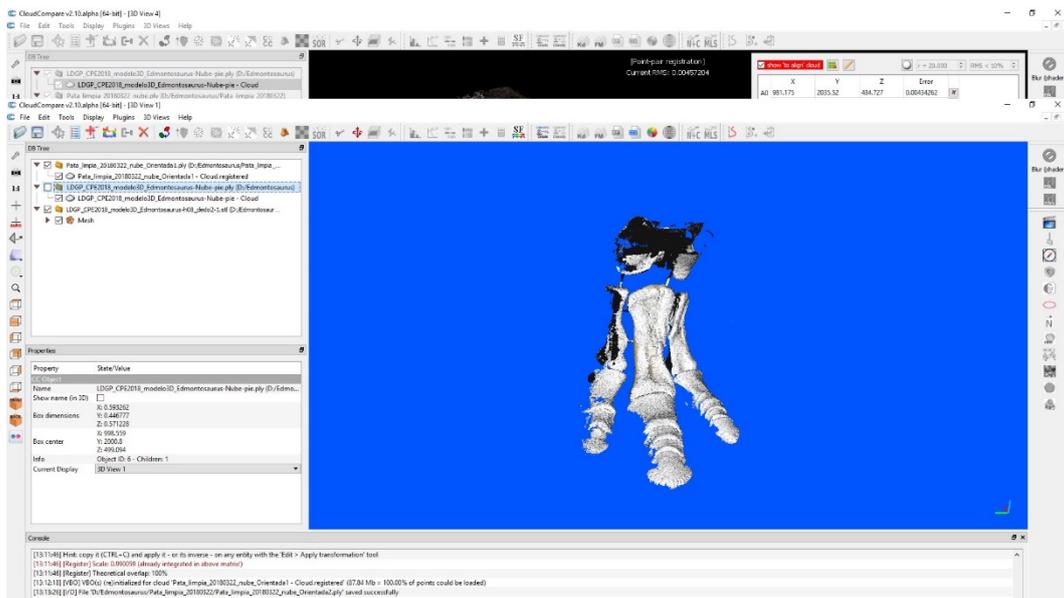


Fig. 28.- Nube de puntos procedente del escáner en el sistema de coordenadas del proyecto.

Importamos, a continuación, los modelos mallados correspondientes a los diferentes huesos del pie (los cuales tenemos en formato STL).

Modelado 3D de los huesos de una réplica de la pata trasera de un *Edmontosaurus*, expuesta en el Centro Paleontológico de Enciso (La Rioja)

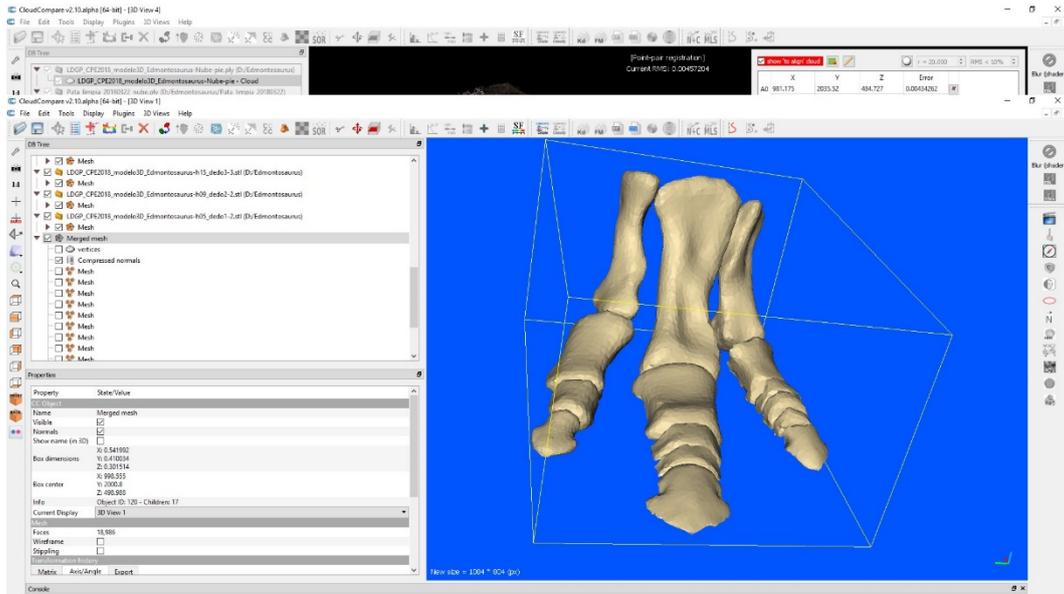


Fig. 29.- Modelos mallados correspondientes a los diferentes huesos del pie.

Utilizando las herramientas de este software calculamos las diferencias de los puntos del escaneado con respecto a las superficies modeladas de los huesos. Como se muestra en la siguiente figura, las zonas en color verde tienen una discrepancia de hasta 3 mm, las naranjas de hasta 5 mm y las rojas de hasta 1 cm. En general, la coincidencia entre ambos modelos se mantiene por debajo de los 5 mm a excepción de algunas partes de las protuberancias de los extremos de las falanges que, por el proceso de simplificación empleado se presentan suavizadas en el modelo de mallas.

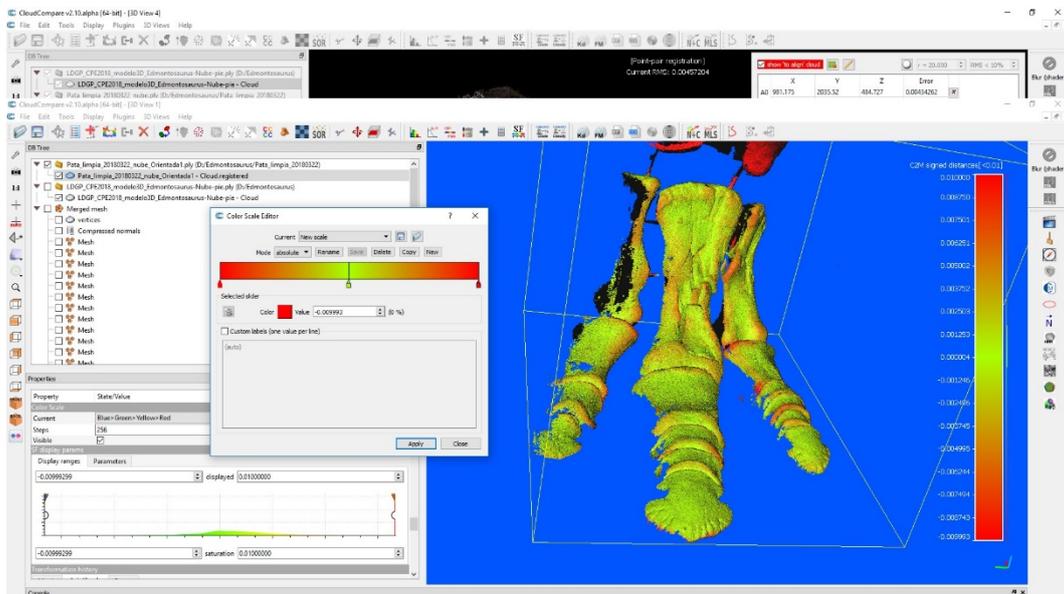


Fig. 30.- Diferencia entre la nube de puntos escaneada con respecto a la superficie mallada de los huesos modelados.

Este control permite tener una idea general de la calidad global del modelado de los huesos. No obstante, no se debe olvidar que sólo abarca la zona que ha sido registrada por el escáner y que los mallados incluyen zonas extrapoladas de las que no se dispone de información directa, en las que es previsible que el error sea mayor.

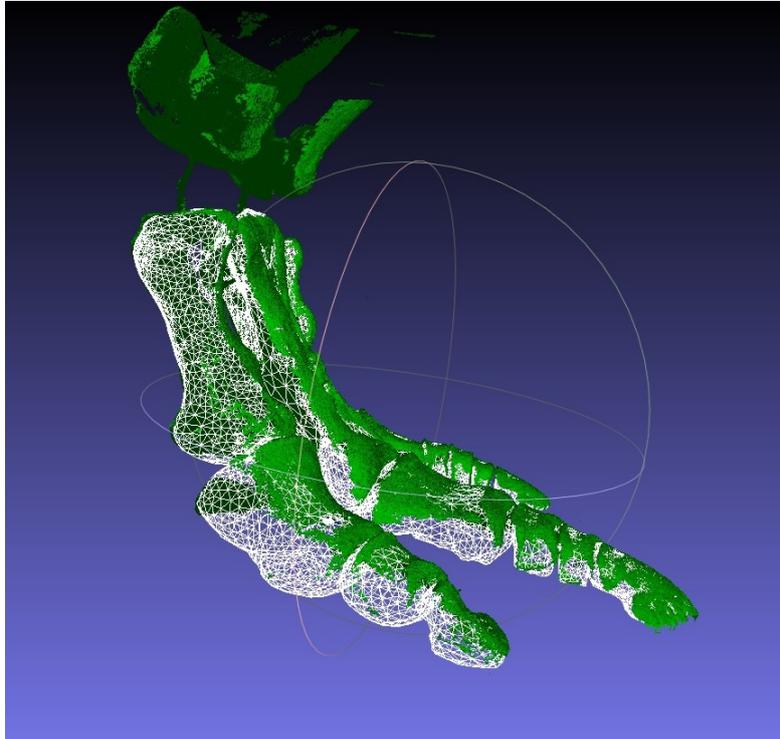


Fig. 31.- Comparación de la zona escaneada (en color verde) con las superficies modeladas de los huesos mediante mallas.

5.- RESULTADOS

5.1.- Colección de fotografías y videos

Se incluyen un total de 178 fotografías que han sido empleadas para el modelado 3D de los huesos según el proceso descrito en los apartados anteriores. Las fotografías han sido descritas mediante metadatos Exif e IPTC, se presentan en formato JPEG y se denominan según el criterio indicado previamente.

5.2.- Modelos virtuales

Por un lado, se presenta la nube de puntos densa y parcialmente limpia de ruido que fue obtenida en el modelado fotogramétrico, en la cual se representan todos los huesos que forman la pata sin individualizar.

Esta nube contiene unos 10'5 millones de puntos. Se presenta en formato PLY y como archivo de texto organizado por columnas (X Y Z R G B). La extensión de este último es TXT, las columnas vienen separadas por espacios y el rango para los canales de color es [0 - 255].

Por otro lado, se presentan las versiones malladas de los 18 huesos en archivos individuales. Estos ficheros se presentan en el formato requerido (STL) y, además, en otros dos formatos de intercambio (PLY y OBJ) de forma que puedan ser utilizados con una amplia variedad de aplicaciones informáticas.

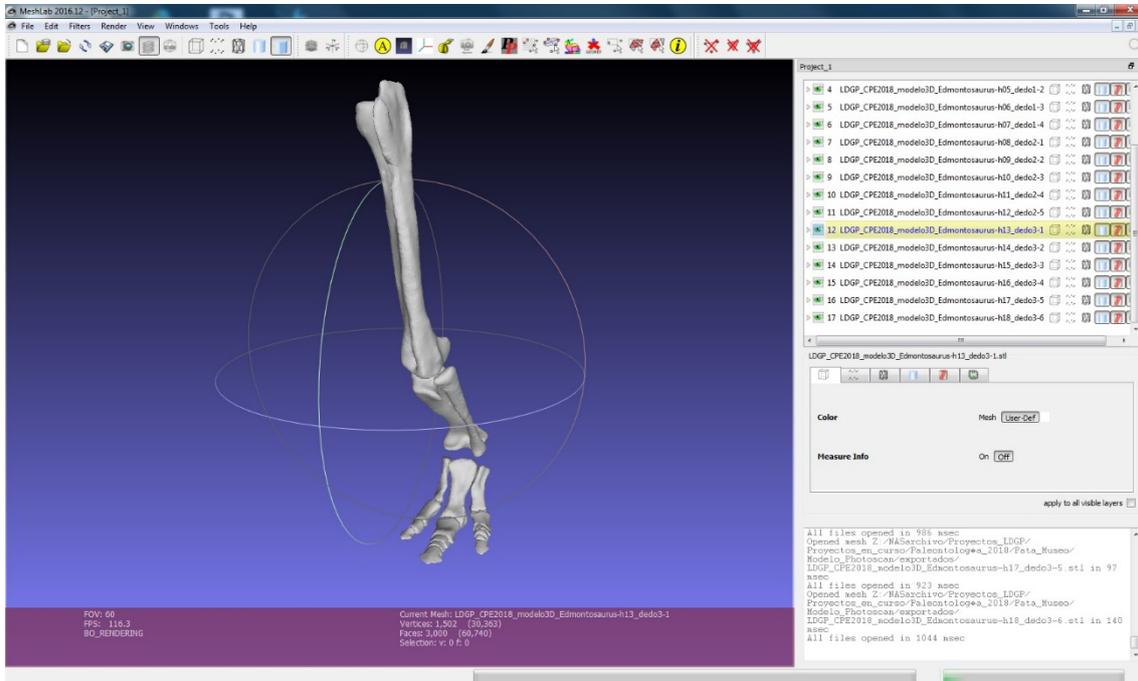


Fig. 32.- Archivos individuales de los huesos cargados en *MeshLab*®.

A la hora de emplear estos modelos, se deben tener en cuenta las consideraciones que se han ido indicando durante la descripción del proceso de modelado en lo referente al diferente grado de fiabilidad de cada modelo. En efecto, para los huesos largos (representados en verde en la siguiente imagen) se cuenta con imagen fotográfica de la mayor parte de su superficie y las partes que quedaban ocultas por la unión entre huesos se consideran bien resueltas por la interpolación realizada. En segundo lugar, los huesos marcados en color amarillo contaban con puntos obtenidos por fotogrametría en la mayor parte de su superficie, en este segundo grupo, aunque el grado de interpolación es mayor que en el caso anterior, la volumetría de cada hueso sigue siendo fiel a la realidad. Por último, de los huesos de los dedos (en naranja en la imagen siguiente) sólo se dispone de información sobre su superficie superior, no existiendo datos de las conexiones con otros huesos ni de la parte de apoyo inferior, por este motivo, aunque los modelos se presentan cerrados para su posterior uso, debe tenerse presente en todo momento que las partes completadas pueden discrepar de la forma real.

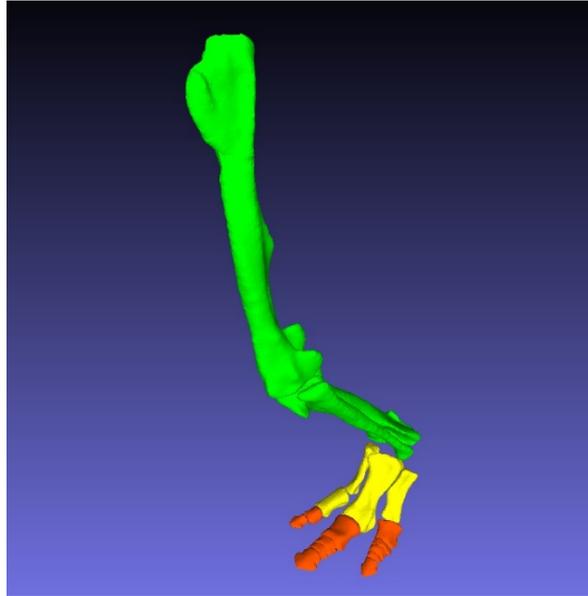


Fig. 33.- Clasificación de los huesos en función del porcentaje de superficie que ha sido reconstruida por extrapolación.

5.3.- Planos

Se han generado dos láminas con vistas ortogonales de la pata desde diferentes direcciones preparadas para su impresión en hojas de tamaño A3. La escala de representación es 1:10, si bien, dado que los huesos presentan diferentes ángulos, las medidas sólo están en escala en la dirección horizontal.

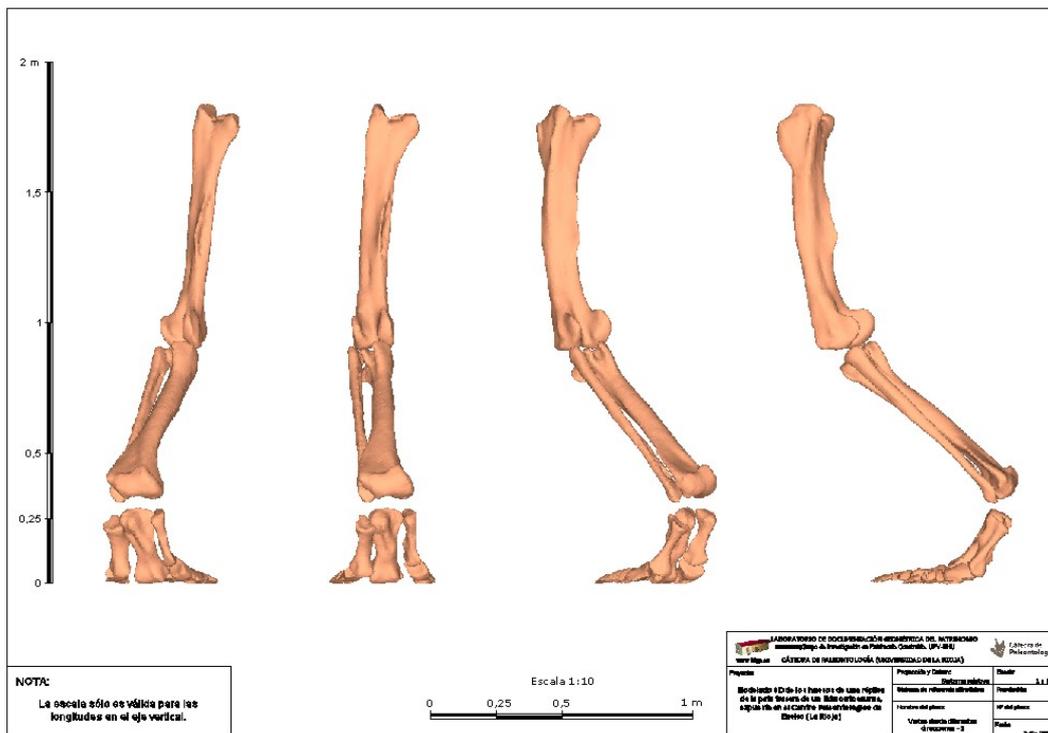


Fig. 34.- Lámina que muestra la pata desde diferentes puntos de vista.

6.- CONTENIDO DEL CD

La presente memoria viene acompañada de un CD que incluye la información digital de los registros y resultados. La estructura de carpetas se muestra en la siguiente imagen.

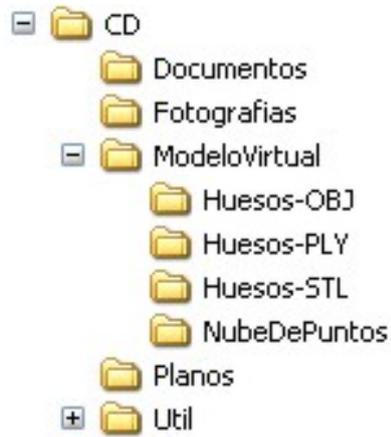


Fig. 35.- Contenido del CD que acompaña la presente memoria.

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

- Documentos: copia de este documento en formato PDF.
- Fotografías: imágenes utilizadas para el modelado fotogramétrico, con sus correspondientes metadatos, en formato JPEG.
- Modelo Virtual: modelos de mallas individuales de los 18 huesos que componen la pata en formatos OBJ, PLY y STL. Por otro lado, se incluye la nube de puntos del modelado fotogramétrico en formato PLY y TXT.
- Planos: dos láminas en formato A3 con vistas de la pata desde diferentes direcciones a una escala aproximada 1:10.
- Útil: descripción de los esquemas de metadatos Exif e IPTC incorporados en las fotografías.

Agradecimientos

El personal del Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio de la UPV/EHU quiere agradecer a Dña. Raquel González Palacios responsable de atención al público del Centro Paleontológico de Enciso, por su disposición y colaboración con las tareas de tomas de datos de este proyecto.

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:

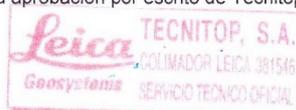
Línea base, Certificado del CENTRO ESPAÑOL DE METROLOGÍA CEM171145002

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.

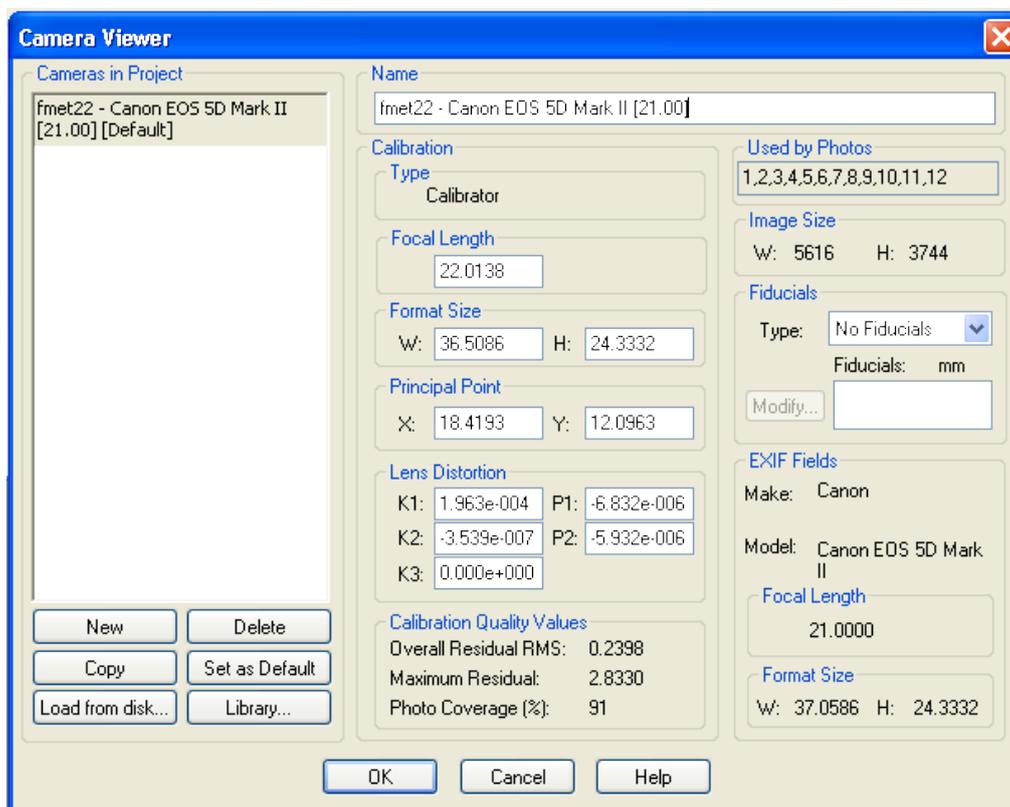


El escáner de luz estructurada empleado (modelo *Scan in a Box*) presenta las siguientes especificaciones técnicas:

SCAN IN A BOX - TECHNICAL SPECIFICATIONS

Scanner Dimensions	400 x 105 x 92 mm
Box Dimensions	468 x 440 x 130 mm
Box Weight	5,5Kg
Scanning Technology	Structured Light
Scanning Time	≤ 4 sec per scan
Scanning Fields	reconfigurable from 100 x 80mm to 500 x 400mm
Scanning Object Dimensions	suggested from 10mm to 2000mm
Scanning Working Distance	from 200mm to 1120mm
Resolution / Point Spacing	from 0,078mm to 0,390mm
Precision / Accuracy	until 0,1% compared to scanned object
Mesh Density	until 10 million vertexes per model
Texture / Colour Data	available, included
Automatic TurnTable	available, optional
Software	IDEA the Software
Export File Format	OBJ, STL, PLY, OFF

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

Para el apoyo se han utilizado ocho dianas de metacrilato de 2x2 cm. Cuatro situadas en la parte superior y otras cuatro en la base. La distribución se indica sobre la siguiente fotografía (los círculos con trazo punteado indican que la diana aparece tapada en la imagen).



Las coordenadas están en un sistema relativo, siendo los valores los que se presentan en la tabla siguiente:

<u>Punto</u>	<u>X</u>	<u>Y</u>	<u>Z</u>
D2_1	997.6088	2001.1233	500.4114
D2_2	997.8860	2001.1076	500.4118
D2_3	998.2071	2001.1016	500.4140
D2_4	998.7096	2001.0753	500.4124
D2_5	998.4448	2001.0349	498.8499
D2_6	998.3083	2000.6078	498.8492
D2_7	998.9323	2000.5652	498.8481
D2_8	998.9187	2000.9722	498.8475

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 de una réplica de pata de Edmontosaurus expuesta en el Centro Paleontológico de Enciso (La Rioja).
 - o UserComment: www.ldgp.es
- Localización:
 - o Latitud: 42º 8,892' N
 - o Longitud: 2º 16,158' W

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

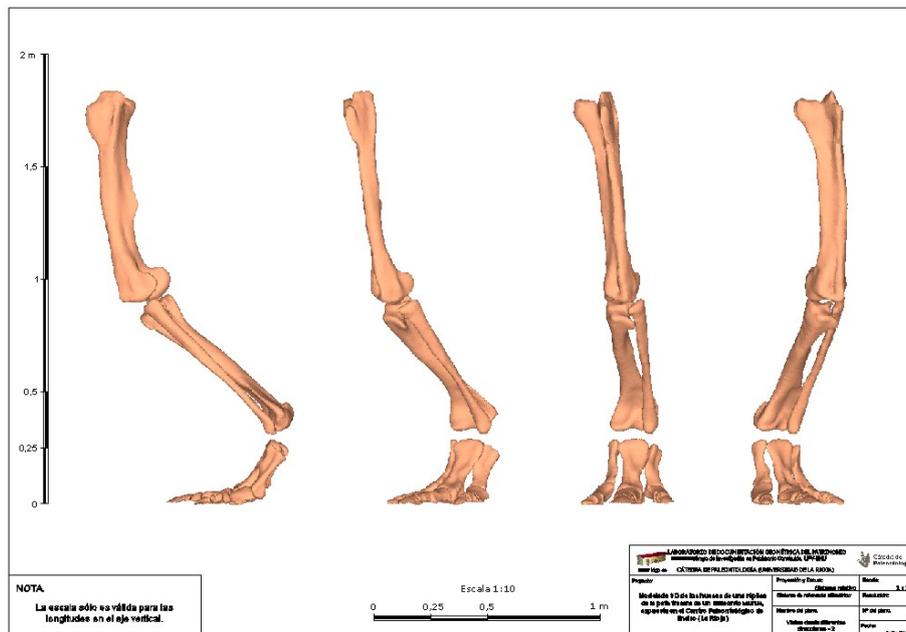
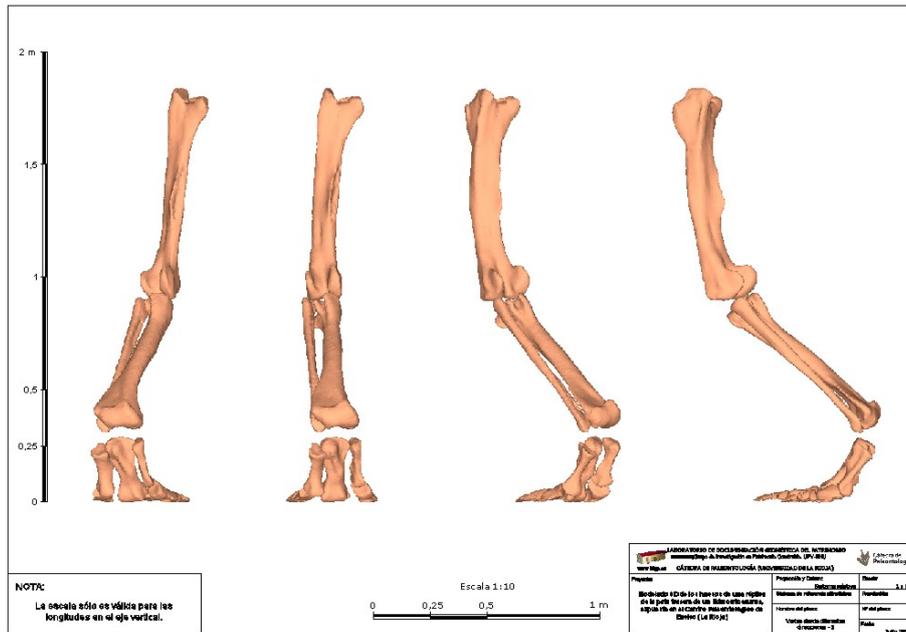
- Contenido IPTC:
 - o Titular: Réplica de una pata de Edmontosaurus expuesta en el Centro Paleontológico de Enciso (La Rioja).
 - o Autor de la descripción: José Manuel Valle Melón, Álvaro Rodríguez Miranda.
- Copyright IPTC:
 - o Copyright: Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio UPV/EHU.
 - 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

- Sitio web del creador: <http://www.ldgp.es>
- Imagen IPTC:
 - Fecha de creación: 2018.
 - Ubicación: Centro Paleontológico de Enciso.
 - Ciudad: Enciso.
 - Estado/provincia: La Rioja.
 - País: España.
 - Código de país ISO: ES
- Estado IPTC:
 - Título: Modelado 3D de los huesos de una réplica de la pata trasera de un *Edmontosaurus*, expuesta en el Centro Paleontológico de Enciso (La Rioja).

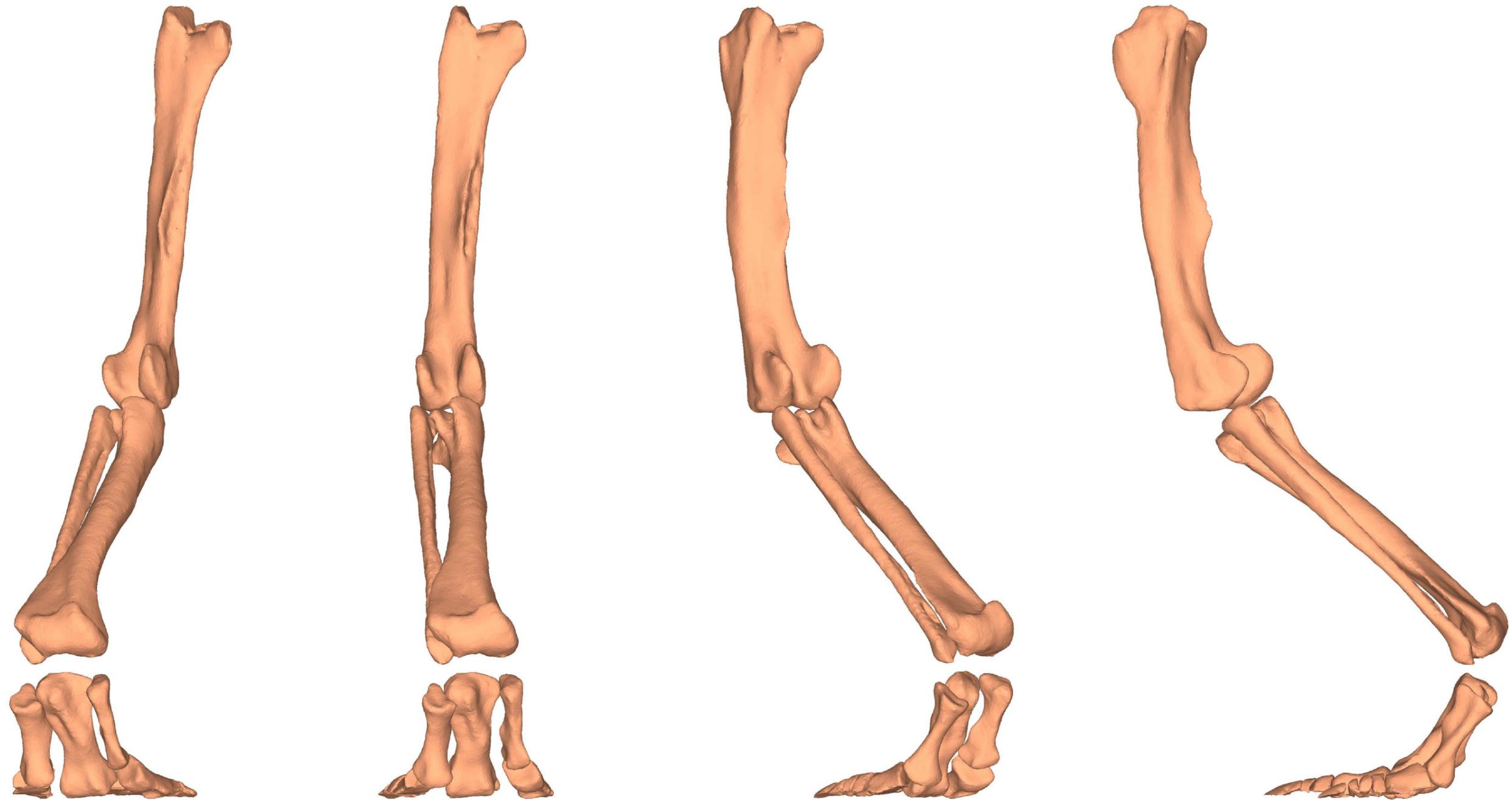
PLANOS

Planos

Con el esqueleto formado con los modelos mallados de los huesos se han confeccionado dos láminas que muestran la pata desde diferentes puntos de vista permitiendo un recorrido que va rodeando el elemento. Aunque las vistas son ortogonales, el hecho de que los ángulos de inclinación de los huesos sean variables hace que las únicas distancias que se mantienen en escala sean las medidas a lo largo del eje vertical. La escala de representación es 1:10.



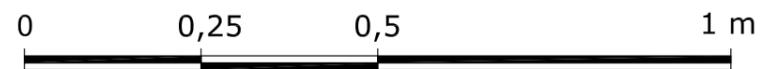
2 m
1,5
1
0,5
0,25
0



NOTA:

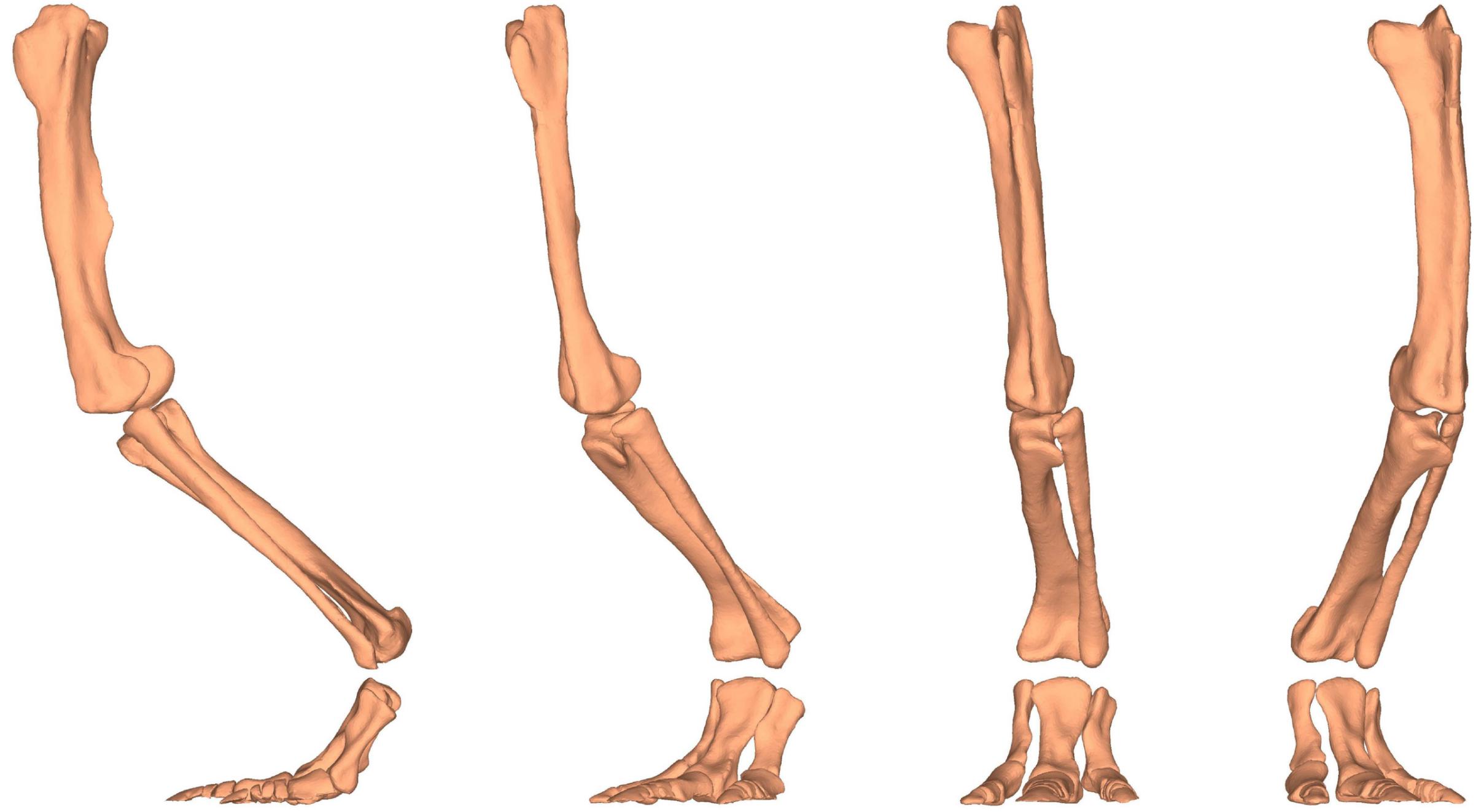
La escala sólo es válida para las longitudes en el eje vertical.

Escala 1:10



 LABORATORIO DE DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DEL PATRIMONIO Grupo de Investigación en Patrimonio Construido. UPV-EHU www.ldgp.es	CÁTEDRA DE PALEONTOLOGÍA (UNIVERSIDAD DE LA RIOJA)		 Cátedra de Paleontología
	Proyecto: Modelado 3D de los huesos de una réplica de la pata trasera de un Edmontosaurus, expuesta en el Centro Paleontológico de Enciso (La Rioja)	Proyección y Datum: Sistema relativo	
	Sistema de referencia alimétrico:	Resolución:	
	Nombre del plano: Vistas desde diferentes direcciones - 1	Nº del plano: 1	Fecha: Mayo 2018

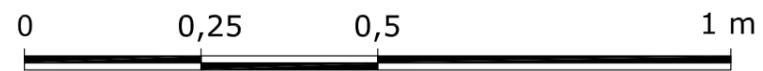
2 m
1,5
1
0,5
0,25
0



NOTA:

La escala sólo es válida para las longitudes en el eje vertical.

Escala 1:10



 LABORATORIO DE DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DEL PATRIMONIO Grupo de Investigación en Patrimonio Construido. UPV-EHU www.ldgp.es	CÁTEDRA DE PALEONTOLOGÍA (UNIVERSIDAD DE LA RIOJA)		 Cátedra de Paleontología
	Proyecto: Modelado 3D de los huesos de una réplica de la pata trasera de un Edmontosaurus, expuesta en el Centro Paleontológico de Enciso (La Rioja)	Proyección y Datum: Sistema relativo	
	Sistema de referencia alimétrico:	Resolución:	
	Nombre del plano: Vistas desde diferentes direcciones - 2	Nº del plano: 2	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 web: <http://www.ldgp.es>

