



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**

45-2

Información general / General information		
ELEMENTO:	R_Enciso_Virgen-del-Campo	:ELEMENT
TÍTULO:	Puesta en valor de la «escena del cocodrilo» del yacimiento de la Virgen del Campo, en Enciso (La Rioja). Creación de una aplicación de Realidad Aumentada.	:TITLE
FECHA:	septiembre 2019 / September 2019	:DATE
NÚMERO:	LDGP_mem_045-2	:NUMBER
IDIOMA:	español / Spanish	:LANGUAGE

Resumen	
TÍTULO:	Puesta en valor de la «escena del cocodrilo» del yacimiento de la Virgen del Campo, en Enciso (La Rioja). Creación de una aplicación de Realidad Aumentada.
DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA:	El yacimiento paleontológico de la Virgen del Campo, está situado al sur del núcleo urbano de Enciso (La Rioja) y tiene una extensión superior a los 2000 m ² con una variada representación de huellas fósiles de diversos tipos de dinosaurios. De forma más concreta, el presente trabajo se centra en un área de unos 300 m ² caracterizada por la presencia de rastros que han sido identificados como pertenecientes a cocodrilos. La superficie sobre la que se sitúan los restos fósiles es un estrato aproximadamente plano, si bien presenta una notable inclinación respecto a la horizontal.
DOCUMENTACIÓN:	La documentación del estrato se realizó mediante fotogrametría desde un dron. La réplica virtual de los cocodrilos fue realizada por un paleontólogo utilizando software de modelado 3D. Finalmente la aplicación de Realidad Aumentada ha sido creada utilizando un software que permitió cargar ambos modelos (superficie y modelos de los cocodrilos), definir los marcadores y generar la aplicación.
TÉCNICAS:	Realidad Aumentada (RA), modelado virtual, fotogrametría
PRODUCTOS:	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de Realidad Aumentada (dispositivos Android)
DESCRIPTORES NATURALES:	goniopholis, cocodrilo prehistórico
DESCRIPTORES CONTROLADOS:	(Procedentes del Tesoro UNESCO [http://databases.unesco.org/thessp/]) Patrimonio natural, Geología, Paleontología, Difusión de la cultura

Abstract	
TITLE:	Improving the dissemination and attractiveness of the "scene of the crocodile" in the paleontological site of Virgen del Campo in Enciso (La Rioja, Spain). Generation of an Augmented Reality application.
GEOMETRIC DESCRIPTION:	The paleontological site of Virgen del Campo is located southern the town of Enciso (La Rioja) and covers more than 2000 m ² showing a wide variety of fossil footprints of many kind of dinosaurs. In particular, this work focusses on an area of around 300 m ² characterized by some traces that have been identified with crocodiles. The surface where the traces lay is approximately flat although with a steep slope.
DOCUMENTATION:	The geometric documentation of the surface was done by means of photographic images taken from a UAV. A paleontologist with software for 3D modeling generated the virtual replica of the crocodiles and, finally, both models where imported in another software for the generation of the AR application.
METHODOLOGIES:	Augmented Reality (AR), virtual modeling, photogrammetry
PRODUCTS:	<ul style="list-style-type: none"> • AR application (for Android devices)
NATURAL KEYWORDS:	goniopholis, prehistoric crocodile
CONTROLLED KEYWORDS:	(From the UNESCO's thesaurus [http://databases.unesco.org/thesaurus/]) Natural heritage, Geology, Palaeontology, Dissemination of culture

Localización / Placement		
ELEMENTO PATRIMONIAL:	Yacimiento paleontológico de la Virgen del Campo (Enciso)	:HERITAGE ELEMENT
MUNICIPIO:	Enciso, La Rioja, España/Spain (Getty TGN: 7333973)	:MUNICIPALITY
COORDENADAS:	EPSG:4326 WGS84/LatLong 42.1445,-2.2723	:COORDINATES

Equipo de trabajo / Staff		
EQUIPO:	Garbiñe ELORRIAGA AGUIRRE 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
----------------	--	---------

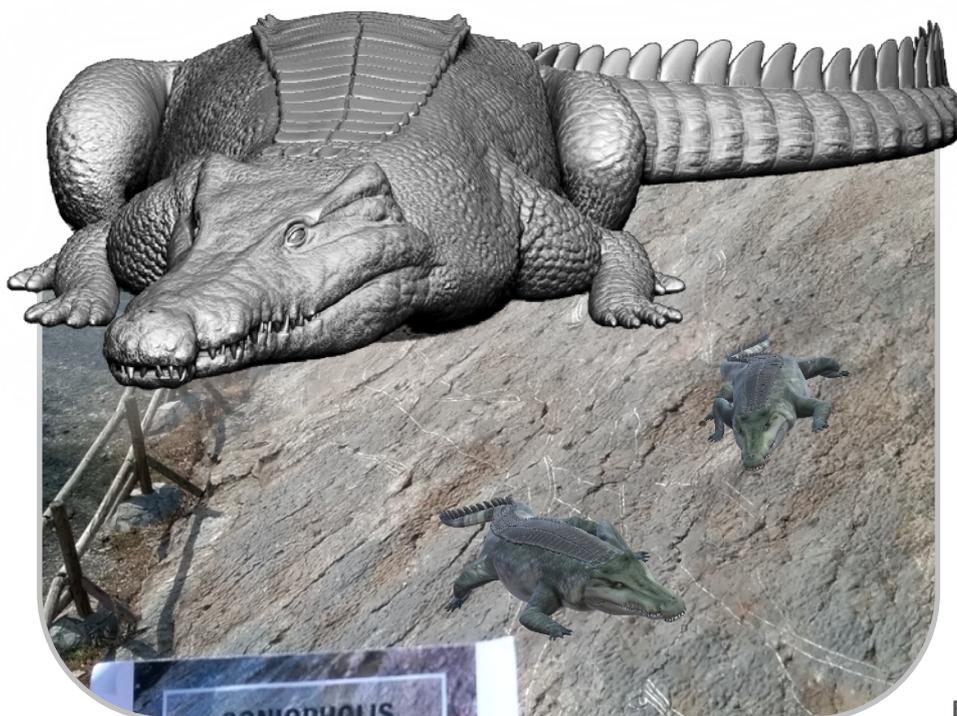
Estructura / Framework		
ID PERMANENTE:	http://hdl.handle.net/10810/35309	:PERMANENT ID
ESTRUCTURA:	<ul style="list-style-type: none"> • ldgp_mem045-2_Enciso_Goniopholis.pdf: este documento. Contiene la memoria y los marcadores para visualizar los modelos de Realidad Aumentada / this document. It contains the report and targets for the AR application. • LDGP_GON2019_fot_goniopholis??.jpeg: 5 fotografías de documentación de los trabajos realizados / 5 pictures for documentating the woks. • LDGP_GON2019_aplicacionRA_goniopholis.zip: aplicación para dispositivos Android (.apk) y fichero de metadatos según el esquema Dublin Core / application for Android devices (.apk) and an enclosed file with metadata according the Dublin Core schema. 	: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>Puesta en valor de la «escena del cocodrilo» del yacimiento de la Virgen del Campo, en Enciso (La Rioja). Creación de una aplicación de Realidad Aumentada. 2019</i>	: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

Puesta en valor de la «escena del cocodrilo» del yacimiento de la Virgen del Campo, en Enciso (La Rioja)

Creación de una aplicación de Realidad Aumentada



Equipo:

Garbiñe Elorriaga Aguirre
Álvaro Rodríguez Miranda
José Manuel Valle Melón

Vitoria-Gasteiz, septiembre de 2019



LABORATORIO DE DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DEL PATRIMONIO

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>



Cátedra de
Paleontología

CÁTEDRA DE PALEONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE LA RIOJA
e-mail: paleontología@unirioja.es



UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA

ÍNDICE

1. Introducción.....	3
2. Objetivos.....	4
3. Desarrollo del proyecto	5
3.1. Organigrama de procesos y resultados	5
3.2. Procesos de gabinete	6
3.2.1. Creación del modelo 3D del terreno.....	6
3.2.2. Diseño de la escena para la aplicación de Realidad Aumentada.....	8
3.2.3. Diseño de marcadores y su adecuación para la plataforma <i>Vuforia</i> ®	9
3.2.4. Creación del proyecto <i>Unity</i> ®.....	11
3.2.5. Marcadores físicos sobre el terreno.	13
4. Resultados	14
4.1. Aplicación de realidad aumentada para Android®.....	14
4.2. Disposición pública de los resultados obtenidos.....	15
5. Contenido del CD.....	16
ANEXOS.....	17
Anexo 1.- Esquema de ubicación de los marcadores.....	18
Anexo 2.- Marcadores.	19

1. Introducción

La intervención del Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio (LDGP) de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU) en el yacimiento de la Virgen del Campo de Enciso (La Rioja), se enmarca en los procesos de colaboración entre dicho Laboratorio y la Cátedra de Paleontología¹ de la Universidad de La Rioja, dirigida por la doctora Angélica Torices.

Los objetivos generales de esta colaboración se centran en el desarrollo, optimización y difusión de metodologías de documentación geométrica de yacimientos paleontológicos de huellas de dinosaurio. No obstante, también tienen cabida la realización de propuestas que posibiliten la puesta en valor de los yacimientos y el conocimiento que contienen, como puede ser la creación de aplicaciones de Realidad Aumentada.

Por lo tanto, partiendo de la documentación geométrica de «la escena del cocodrilo» del yacimiento de la Virgen del campo realizado en 2018², donde son perceptibles rizaduras de corriente tipo *ripple mark*, así como múltiples icnitas de vertebrados, entre ellas la de unos individuos clasificados dentro del género *Goniopholis*³, producidas por roce de uñas y arrastre de otras partes del cuerpo, fundamentalmente panza y cola, se ha procedido a realizar una propuesta de Realidad Aumentada que permita visibilizar a estos vertebrados en una posición en la que pudieron crear las icnitas existentes.



Fig. 1. Imagen que reproduce la aplicación de realidad aumentada sobre el yacimiento.

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

² LDGP (2018) Documentación geométrica de «la escena del cocodrilo» del yacimiento paleontológico de la Virgen del Campo Enciso (La Rioja). Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio (UPV/EHU). www.ldgp.es

³ *Goniopholis*: es un género extinto de cocodriloforme neosuquio que vivió en el espacio que ahora ocupa Europa durante los periodos Jurásico superior y Cretácico inferior. Era un animal semiacuático, muy similar a los cocodrilos modernos.

2. Objetivos

El objetivo general de este trabajo ha sido la puesta en valor de «la escena del cocodrilo» del yacimiento paleontológico de la Virgen del Campo (Enciso, La Rioja) mediante la realización de una aplicación de Realidad Aumentada para dispositivos móviles con sistema operativo *Android*[®] que permita la visualización de varios vertebrados del género *Gonipholis* sobre el terreno donde se encuentran las icnitas correspondientes.

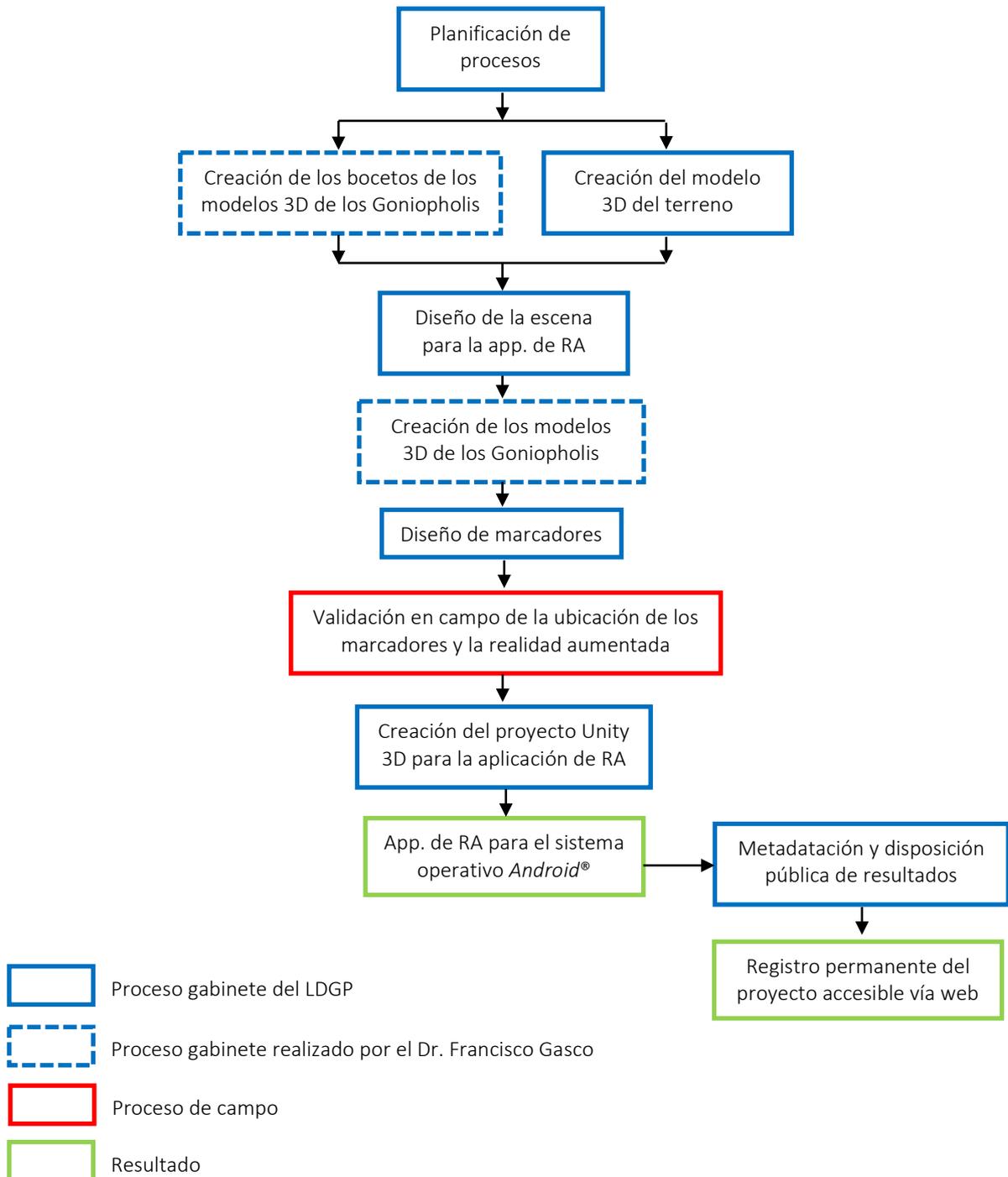
Para la consecución de este objetivo general se han desarrollado los siguientes objetivos específicos:

- a) Creación de modelos 3D del terreno y de los vertebrados del género *Goniopholis*.
- b) Creación de la aplicación mediante la plataforma *Unity 3D*[®] junto con el desarrollador de realidad aumentada *Vuforia SDK*[®].
- c) Generación de marcadores y los soportes de madera para su ubicación en campo.
- d) Adecuación de toda la información generada para que puede ser incorporada a las bases de datos de la Cátedra de Paleontología y del Gobierno de La Rioja, y difundida de forma abierta, para lo que se exportará en formatos estándar, a los que se adjuntarán los metadatos que permitan su localización, indexación, valoración y utilización.

3. Desarrollo del proyecto

3.1. Organigrama de procesos y resultados

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.



3.2. Procesos de gabinete

De entre las distintas plataformas que existen en el mercado para generar aplicaciones de Realidad Aumentada, en este trabajo se ha optado por la utilización de la plataforma *Unity 3D*[®] con *Vuforia SDK*[®].

Unity 3D[®] es una plataforma de contenidos tridimensionales interactivos y desarrollo de juegos, tanto 2D como 3D, que junto a la extensión y librería *Vuforia SDK*[®], de desarrollo de realidad aumentada permiten generar, a partir de creaciones 3D propias, tantas aplicaciones de visualizadores de realidad aumentada como videojuegos más avanzados y muchos otros productos. Esta plataforma permite, además, compilar la realidad aumentada para *Android*[®], entre otros sistemas operativos, de tal manera que con solo instalar la aplicación en un dispositivo móvil estará lista para su utilización.

En este caso, la aplicación creada ha sido un visualizador de realidad aumentada, que utiliza marcadores que, colocados sobre el terreno, permiten visualizar en la pantalla del dispositivo la realidad virtual de los modelos 3D de los ejemplares de *Goniopholis* superpuesto al mundo real, constituido por las icnitas registradas en el yacimiento.

3.2.1. Creación del modelo 3D del terreno

La creación del modelado 3D con textura fotográfica del terreno se realiza a partir de la documentación registrada y procesada del proyecto de “Documentación geométrica de «la escena del cocodrilo» del yacimiento paleontológico de la Virgen del Campo, Enciso (La Rioja)” realizado en 2018, por el Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio de la UPV/EHU.

Los resultados de esta documentación se enfocaron en dos zonas muy concretas, con numerosas icnitas, del área más septentrional del yacimiento de la Virgen del Campo, que para el proyecto actual resultan algo escasas. No obstante, se realizaron fotografías mediante dron y se registraron puntos de apoyo repartidos por toda la zona, cuyas coordenadas están referenciadas al sistema de coordenadas absoluto UTM ETRS89 (huso 30)⁴, para poder modelar toda esta zona septentrional del yacimiento, incluidas las pasarelas, que serán necesarias a la hora de diseñar la escena para la aplicación de Realidad Aumentada.

El modelado fotogramétrico del terreno se ha realizado con el software *Agisoft Metashape Professional*[®]. El proceso comienza con la importación de las fotografías, tras lo cual el programa identifica automáticamente correspondencias entre ellas (puntos que aparecen en varias imágenes) lo que utiliza para determinar la orientación relativa de las cámaras en el momento de la toma, así como para determinar las coordenadas 3D de los

⁴ La información sobre los procesos de campo referente a la red topográfica, apoyo fotogramétrico y el registro fotográfico, así como el proceso de cálculo de las coordenadas de la red topográfica y los puntos de apoyo se pueden consultar en el proyecto “Documentación geométrica de «la escena del cocodrilo» del yacimiento paleontológico de la Virgen del Campo, Enciso (La Rioja)”.

puntos comunes identificados (en esta primera fase, las coordenadas están en un sistema relativo).

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

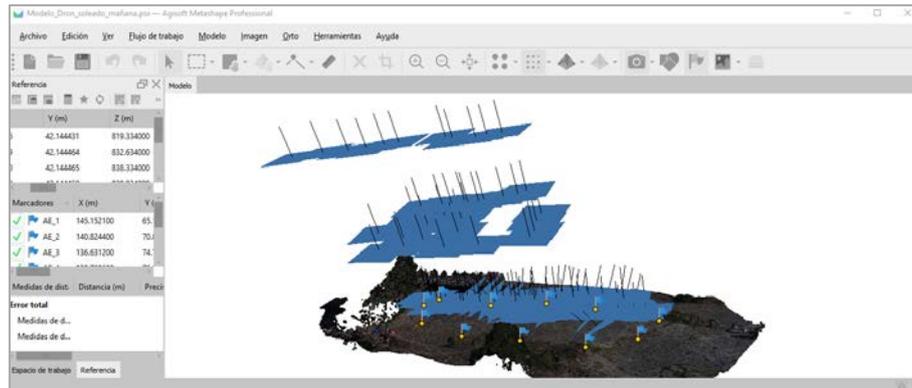


Fig.2. Posición de las cámaras sobre la nube de puntos densa y los marcadores.

Esta nube de puntos aún se encuentra en coordenadas relativas, para referirla al sistema del proyecto se marcan los puntos de apoyo⁵ sobre las fotografías o el modelo y se calcula la transformación de coordenadas.

El siguiente paso consiste en la generación de una superficie de malla a partir de la nube de puntos densa ya orientada.

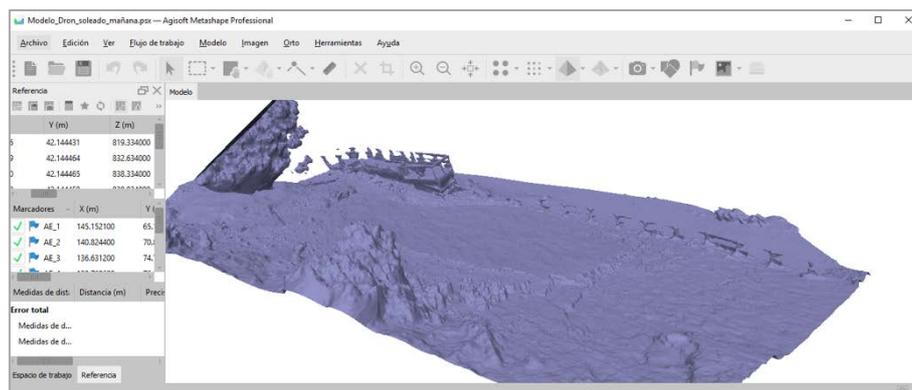


Fig.3. Superficie de mallas.

⁵ En el caso de este proyecto, puntos preseñalizados sobre el terreno mediante dianas, a los que se dota de coordenadas por métodos topográficos.

Seguidamente, a esta superficie mallada se le aplica la textura correspondiente a cada una de las caras de la malla, tomada de las fotografías más favorables, obteniendo un modelo de superficies texturizado.

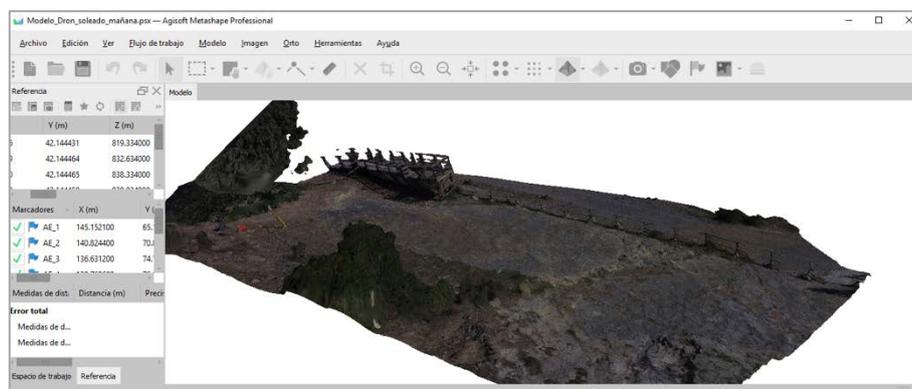


Fig.4. Modelo de superficies con textura fotográfica.

El fichero con el mallado 3D con textura fotográfica se exporta en un formato de intercambio PLY⁶ de forma que pueda utilizarse con una amplia gama de programas de visualización y tratamiento de modelos 3D.

3.2.2. Diseño de la escena para la aplicación de Realidad Aumentada

El diseño de los modelos 3D de los goniopholis han sido realizados por el Dr. Francisco Gasco Lluna y la textura de estos fue aportada por la empresa Paleomás S.L.

Con el modelo 3D del yacimiento y los de los goniopholis se ha montado la escena de realidad aumentada definiendo las dimensiones y posición de los modelos 3D definitivos de los goniopholis, en función de su colocación en el terreno sobre las icnitas localizadas en el yacimiento.

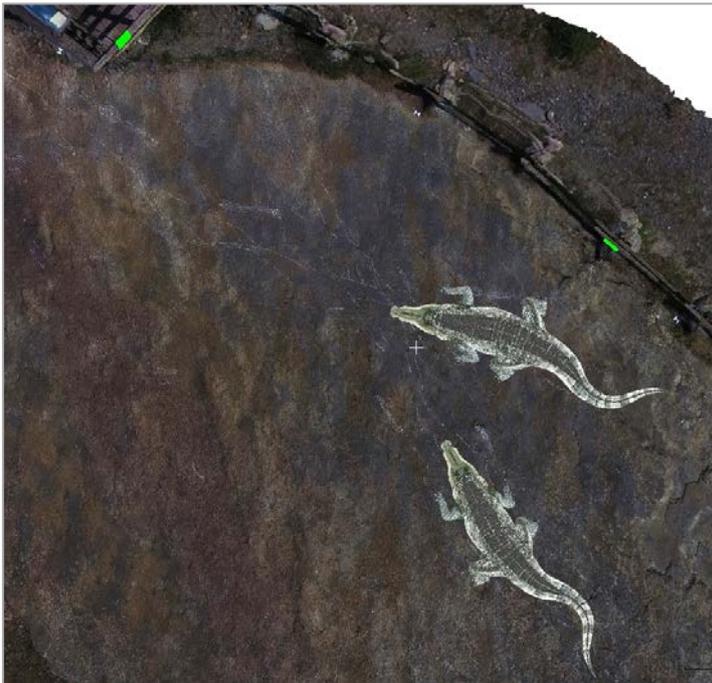


Fig.5. Los rastros del roce de uñas y arrastre de otras partes del cuerpo en el modelo 3D del terreno.

⁶ PLY, (PoLYgon file format) Es un formato ASCII abierto para archivos de modelos 3D.

El diseño de esta escena se ha realizado en el software *Cloud Compare*⁷, donde se ha abierto el fichero del modelo 3D del terreno con textura fotográfica y orientado en el sistema de coordenadas absoluto UTM ETRS89, y en el que son visibles los rastros del roce de uñas y arrastre de otras partes del cuerpo.

A partir de este modelo, se ha procedido a colocar en dos posiciones diferentes el modelo inicial sin textura del goniopholis, de manera que sus patas traseras coincidieran con los roces de uñas, lo que determina la dimensión y la posición de los modelos 3D definitivos, así como la posición de la cola, para que ésta también pudiera coincidir con rastros existentes en el terreno. Lo que ha supuesto el ajuste de la forma de los individuos sobre el yacimiento hasta encajar con las improntas de las distintas partes del cuerpo.



El resultado final ha sido la incorporación de dos goniopholis con su textura colocados sobre los rastros del modelo 3D del terreno del yacimiento. También es necesaria la ubicación de los soportes sobre los que se colocarán los marcadores activación para la realidad aumentada.

Fig.6. Composición en Cloud Compare la escena con los dos goniopholis y de los soportes (En verde claro) desde los que activará la visualización en la aplicación de RA.

3.2.3. Diseño de marcadores y su adecuación para la plataforma *Vuforia*[®]

El diseño de los marcadores debe realizarse acorde con los requerimientos que el desarrollador de realidad aumentada *Vuforia*[®] recomienda. En este sentido, es conveniente que la imagen que se utilice como marcador tenga elementos distinguibles en toda la superficie que ocupa, así como suficiente contraste entre ellos, donde se incluyan líneas de corte que la visión artificial identifique como característica singular. De esta manera, al subir una imagen a *Vuforia*[®] para utilizarlo de marcador, éste analiza su calidad como marcador y en función de elementos característicos distinguibles que tenga la imagen, valora con un código, de entre una a cinco estrellas, su calidad.

⁷ *Cloud Compare* es un software de iniciativa *open source*. Entre sus principales funcionalidades está la capacidad de realizar análisis y comparación de diferencias entre nubes masivas de puntos 3D con otras nubes e incluso con mallas 3D, lo que permite realizar análisis de precisiones entre fuentes de datos de naturaleza diversa.

Por lo tanto, será recomendable que la imagen que se proponga de marcador obtenga una puntuación máxima de cinco estrellas para que la activación de la aplicación de realidad aumentada sea inmediata, como es el caso de los dos marcadores diseñados para este proyecto.

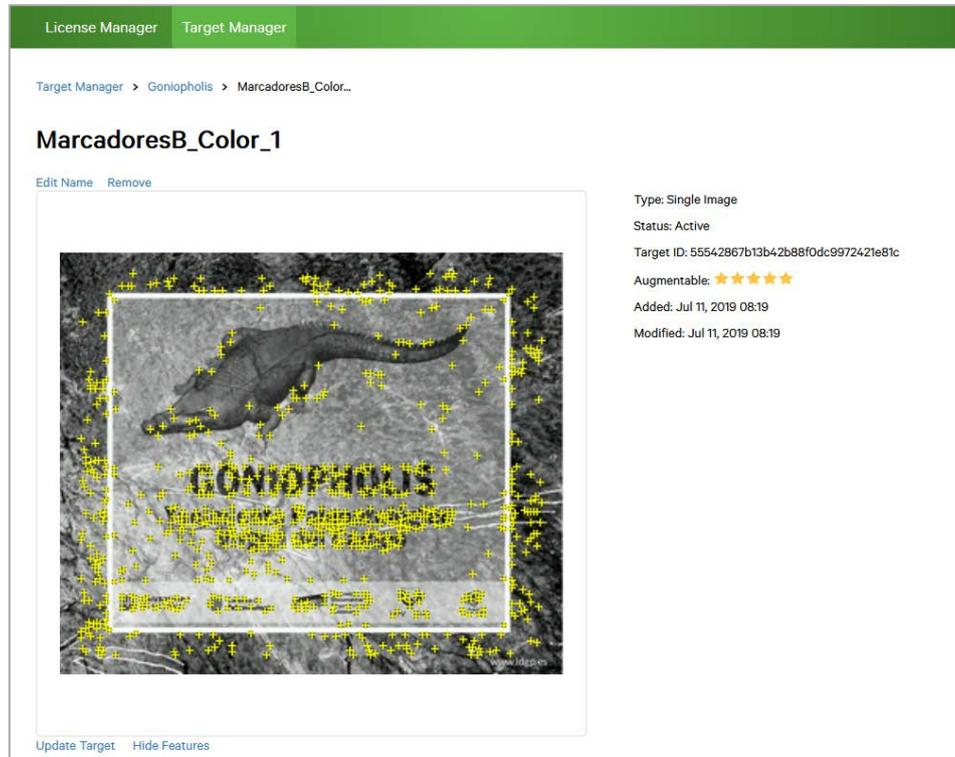


Fig.7. Resultado de cinco estrellas en la calidad del marcador *Vuforia*®.

Estos marcadores, diseñados con unas dimensiones de 14,2 x 12 cm, incluyen los siguientes elementos:

- Imagen del terreno con las marcas de las rozaduras resaltadas con líneas blancas donde irá colocado el modelo 3D del goniopholis de la aplicación de Realidad Aumentada al fondo, cubriendo todo el lienzo del marcador.
- Sobre la imagen del fondo un recuadro blanco, con un 30 % de opacidad y de 11,3 x 9,5 cm, centrado en el marcador y enmarcado con una línea blanca opaca, que permite ver la imagen del fondo.
- Sobre este recuadro, en su parte superior se ha colocado el epígrafe *Goniopholis – Yacimiento Paleontológico Virgen del Campo*.
- Situado bajo el epígrafe, una imagen del modelo 3D de goniopholis en blanco y negro con una opacidad del 70 %. En el otro marcador, la posición de la imagen del goniopholis y el epígrafe están invertidos.
- Bajo esta imagen se ha añadido una franja blanca, con opacidad del 50 %, sobre la que se han colocado los logotipos de las organizaciones que han intervenido en el

desarrollo de la aplicación: logotipo del LDGP y UPV/EHU, logotipo de la cátedra de paleontología y de la Universidad de La Rioja y finalmente el logotipo del Dr. Francisco Gasco.

- Por último, en la parte inferior derecha se ha colocado la dirección web del LDGP.

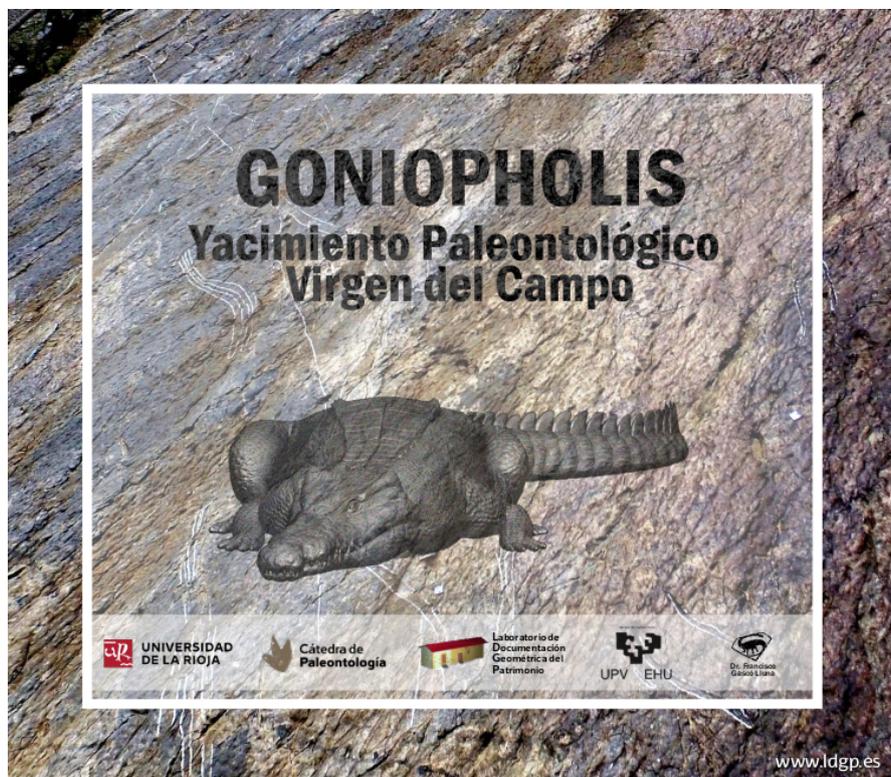


Fig.8. El segundo de los marcadores de Realidad Aumentada.

3.2.4. Creación del proyecto *Unity*®

Creados los marcadores, para la generación de la aplicación se accede a la plataforma de *Vuforia*® para subir las imágenes que se van a utilizar como marcadores y generar la correspondiente base de datos para su utilización en el software *Unity 3D*®.

A continuación, en el entorno de *Unity 3D*®, se ha cargado tanto la base de datos con los marcadores, como el modelo 3D del terreno, los dos paneles y los dos modelos 3D del goniopholis, como se ha indicado anteriormente, utilizando para la correcta ubicación de estos dos modelos de goniopholis y sus marcadores correspondientes en la misma situación que tendrían en la realidad.

Una vez que la escena del terreno, los marcadores y sus goniopholis enlazados se encuentran en el mismo sistema de referencia, el modelo del terreno ya se puede eliminar u ocultar, puesto que en la aplicación de Realidad Aumentada no debe aparecer, sino que será parte de la realidad que se observará desde el dispositivo móvil y en la que se superpondrán los modelos 3D de los vertebrados.

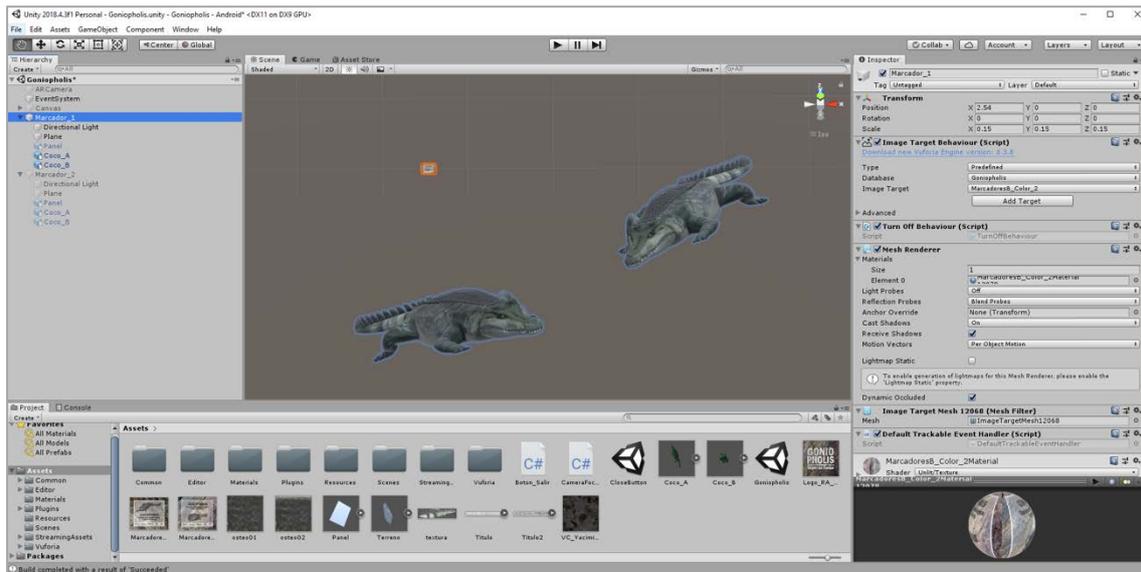


Fig.9. En Unity 3D® posición de los modelos 3D de los dos Goniopholis respecto al primer marcador.

El resultado se ha exportado como aplicación (.apk) para dispositivos *Android*® y es precisamente este fichero el que se descarga y se instala en los dispositivos móviles. Al ejecutarlo se presenta un acceso a la cámara del dispositivo. Al encuadrar la imagen que se ve en la pantalla con el marcador, el elemento 3D de los goniopholis aparece superpuesto a la realidad.



Fig.10. Prueba de funcionamiento de la aplicación creada para Android.

3.2.5. Marcadores físicos sobre el terreno.

Para que la realidad virtual digital reconstruida, en este caso la imagen de los goniopholis, interactúe en con la realidad existente, conformando lo que se conoce como realidad aumentada es necesario que, entre ambas, realidad física y virtual, exista un vínculo que las relacione, este será el marcador o marcadores a los que hacemos referencia en el apartado 3.2.2. Su ubicación dentro del yacimiento se ha elegido de manera que pueda ser realizada cómodamente por los potenciales usuarios y posibilite dos vistas de los mismos ejemplares de goniópholis.

Los marcadores se acompañan de un pequeño manual de instrucciones, junto a una dirección URL, en concreto <http://bit.ly/Goniopholis>, junto a un código QR que da acceso a esta misma dirección. En ella se produce la descarga directa de la aplicación Goniopholis.apk al dispositivo móvil desde el que se acceda, una vez descargado, instalado y ejecutado, a la aplicación.

Para la construcción de los soportes en los que se ubican los marcadores, se ha utilizado madera de pino, a la que se le ha dado un tratamiento en dos manos de lasur especial para exteriores con garantía de 5 años, además se han colocado tornillos de acero inoxidable con cabeza de llave de estrella, para dificultar la acción vandálica.



Fig.11. Ubicación de los marcadores sobre los soportes anclados en el vallado del yacimiento.

4. Resultados

El resultado fundamental perseguido en este proyecto era la generación de una aplicación de realidad aumentada que permitiera la interacción de las icnitas dejadas por uno o varios individuos de goniopholis, con los modelos virtuales recreados de este tipo de saurios.

4.1. Aplicación de realidad aumentada para Android®

Todas las fases del diseño y ejecución del proyecto han convergido en la consecución del objetivo, ya que la aplicación Goniopholis.apk, la cual es descargable en el propio yacimiento y fuera de él, y los marcadores interactúan con ella de manera que se obtienen los resultados que pueden verse en las imágenes 12 y 13.

La aplicación ldgp_GON2019_aplicacionRA_goniopholis.apk, se acompaña de un archivo de metadatos ldgp_GON2019_metadatos_goniopolis-apk.xml, que contiene la descripción de la aplicación, el contexto en el que se crea y los derechos que le son aplicables.



Fig.12. Captura de pantalla con la integración de la realidad aumentada desde el marcador situado en el vallado, junto al camino de acceso.



Fig.13. Captura de pantalla desde el marcador situado en la pasarela.

4.2. Disposición pública de los resultados obtenidos.

Los resultados obtenidos en este proyecto, han sido puestos a disposición pública en el repositorio de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU) dentro de la colección de proyectos de documentación de elementos patrimoniales del Laboratorio de documentación geométrica del Patrimonio, desde donde será accesible. Además de estar indexado por agregadores como *Hispana* y *Europeana*.

La dirección de acceso es: El CD que se acompaña y su soporte en el repositorio ADDI contiene la siguiente información: <http://hdl.handle.net/10810/35309>



The screenshot shows the ADDI repository interface. At the top, there are logos for LDGP, UPV/EHU, and the Cátedra de Paleontología. The main navigation bar includes 'Inicio / Buscar', 'Login', 'Español', and 'FAQ'. The search bar contains the text 'goniopholis'. Below the search bar, there is a list of search results. The first result is titled '[R_Enciso_Virgen-del-Campo] Puesta en valor de la «escena del cocodrilo» del yacimiento de la Virgen del Campo, en Enciso (La Rioja). Creación de una aplicación de Realidad Aumentada.' The result includes a thumbnail image of a crocodile and a brief description of the project. On the right side of the interface, there is a 'LISTAR' menu with options like 'Todo DSpace', 'Comunidades & Colecciones', 'Por fecha de publicación', 'Autores', 'Títulos', 'Departamentos (cas.)', 'Departamentos (eus.)', 'Materias', and 'MI CUENTA'.

Fig.14. Visualización del registro del proyecto dentro del repositorio ADDI (addi.ehu.es)

5. Contenido del CD

El CD que se acompaña y su soporte en el repositorio ADDI contiene la siguiente información:

Documentos:

- Copia de esta memoria en formato PDF, que incluye los marcadores en el anexo II y el esquema de su ubicación en el campo, en el anexo I.
 - Idgp_GON2019_doc_memoria.pdf

Aplicación de realidad aumentada:

- Aplicación para su instalación en dispositivos Android.
 - Idgp_GON2019_aplicacionRA_goniopholis.apk
- Archivo de metadatos, que contiene los metadatos en esquema Dublin Core que describen la aplicación Goniopholis.apk.
 - Idgp_GON2019_metadatos_goniopolis-apk.xml

ANEXOS

Anexo 1.- Esquema de ubicación de los marcadores.

CROQUIS DE COLOCACIÓN DE LOS MARCADORES:



Anexo 2.- Marcadores.



GONIOPHOLIS

Yacimiento Paleontológico Virgen del Campo

 UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA

 Cátedra de
Paleontología

 Laboratorio de
Documentación
Geométrica del
Patrimonio

 UPV EHU

 Dr. Francisco
Gascó Urte


www.ldgp.es

Realidad Aumentada

Aplicación de Realidad Aumentada para visualizar Goniopholis sobre el yacimiento mediante dispositivos móviles.

Instrucciones:

1. Descargue la aplicación gratuita para dispositivos Android (teléfono o tableta) accediendo a la siguiente URL o escaneando el código QR.
2. Instale la aplicación, ábrala y apunte la cámara a cualquiera de los marcadores desde una distancia de alrededor de 50 cm.
3. ¡Los cocodrilos están ahí! ... Apunte su cámara hacia el yacimiento y mira.
4. Vuelva a enfocar el marcador si el modelo desaparece y muévase a otro marcador para ver los cocodrilos desde otro punto de vista.

Augmented Reality

AR Application for visualizing the Goniopholis over the site by means of mobile devices.

Instructions:

1. Download the free App for Android devices (phone or tablet) either by accessing the following URL or by scanning the QR code.
2. Install the application, open it and point the camera at any of the markers from a distance of around 50 cm.
3. The crocodiles are there! ... do point your camera towards the site and see.
4. Focus again the marker if the model go away and move to another marker so as to see the crocodiles from another point of view.

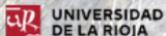
URL:

<http://bit.ly/Goniopholis>



GONIOPHOLIS

Yacimiento Paleontológico Virgen del Campo



UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA



Cátedra de
Paleontología



Laboratorio de
Documentación
Geométrica del
Patrimonio



Dr. Francisco
Gascó Llana

www.ldgp.es

Realidad Aumentada

Aplicación de Realidad Aumentada para visualizar Goniopholis sobre el yacimiento mediante dispositivos móviles.

Instrucciones:

1. Descargue la aplicación gratuita para dispositivos Android (teléfono o tableta) accediendo a la siguiente URL o escaneando el código QR.
2. Instale la aplicación, ábrala y apunte la cámara a cualquiera de los marcadores desde una distancia de alrededor de 50 cm.
3. ¡Los cocodrilos están ahí! ... Apunte su cámara hacia el yacimiento y mira.
4. Vuelva a enfocar el marcador si el modelo desaparece y muévase a otro marcador para ver los cocodrilos desde otro punto de vista.

Augmented Reality

AR Application for visualizing the Goniopholis over the site by means of mobile devices.

Instructions:

1. Download the free App for Android devices (phone or tablet) either by accessing the following URL or by scanning the QR code.
2. Install the application, open it and point the camera at any of the markers from a distance of around 50 cm.
3. The crocodiles are there! ... do point your camera towards the site and see.
4. Focus again the marker if the model go away and move to another marker so as to see the crocodiles from another point of view.

URL:

<http://bit.ly/Goniopholis>





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>

