



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.es 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**

19-3

Información general / General information		
ELEMENTO:	A_Laguardia_Huesera	:ELEMENT
TITULO:	Documentación geométrica del dolmen de La Huesera (Laguardia, Álava). Campaña 2013	:TITLE
FECHA:	marzo 2014 / March 2014	:DATE
NUMERO:	LDGP_mem_019-3	:NUMBER
IDIOMA:	español / Spanish	:LANGUAGE

Resumen	
TITULO:	Documentación geométrica del dolmen de La Huesera (Laguardia, Álava). Campaña 2013
DESCRIPCION GEOMÉTRICA:	Tumba megalítica compuesta por 9 losas de gran tamaño, incluida la tapa. La estructura ocupa un espacio de 4 x 4 metros en planta, unos 3 metros de altura en la cámara. Conserva restos del túmulo que pudo llegar a tener unos 14 metros de radio. En la presente campaña continúa con la excavación del corredor y aparecen enterramientos.
DOCUMENTACION:	Colección de fotografías para el modelado 3D. Actualización del modelo vectorial de superficies mediante restitución fotogramétrica y medidas con estación total.
TECNICAS:	topografía, fotogrametría convergente, fotogrametría estereoscópica
PRODUCTOS:	<ul style="list-style-type: none"> • Modelo tridimensional vectorial (superficies). • Ortoimágenes. • Dibujo vectorial de los enterramientos.
DESCRIPTORES NATURALES:	patrimonio, dolmen, megalito, topografía
DESCRIPTORES CONTROLADOS:	(Procedentes del Tesouro UNESCO [http://databases.unesco.org/thessp/]) Patrimonio Cultural, Reconocimiento Topográfico, Fotogrametría, Prehistoria, Arqueología

Abstract	
TITLE:	Geometric documentation of the dolmen "Alto de la Huesera" (Laguardia, Álava, Spain). Year 2013.
GEOMETRIC DESCRIPTION:	Megalithic tomb composed of 9 slabs, including the cover. The structure takes up around 4 x 4 meters on surface and is 3 meters high in the chamber. Some remains of the burial mound (tumulus) survive up to 14 meters from the centre of the chamber. During this year, the excavations in the corridor continued and a series of skeletons were found.
DOCUMENTATION:	Photographs for 3D modelling of the current state of the corridor. The three-dimensional meshed model was updated with measurements taken with a total station and photogrammetric stereoplotting.
METHODOLOGIES:	surveying, convergent photogrammetry, stereoscopic photogrammetry
PRODUCTS:	<ul style="list-style-type: none"> • Three-dimensional model of surfaces. • Orthoimages. • Line drawings of the skeletons.
NATURAL KEYWORDS:	heritage, dolmen, megalith, surveying
CONTROLLED KEYWORDS:	(From the UNESCO's thesaurus [http://databases.unesco.org/thesaurus/]) Cultural Heritage, Surveying, Photogrammetry, Prehistory, Archaeology

Localización / Placement		
ELEMENTO PATRIMONIAL:	Dolmen del Alto de la Huesera (Laguardia)	:HERITAGE ELEMENT
MUNICIPIO:	Laguardia, Álava, España/Spain (Getty TGN: 7007909)	:MUNICIPALITY
COORDENADAS:	EPSG:4326 WGS84/LatLong 42.56954,-2.56609	:COORDINATES

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

Derechos / Rights		
DERECHOS:	<p>Está permitido citar y extraer el texto, siempre que la fuente sea claramente identificada (respecto a la consideración de “no comercial” ver el apartado “otros derechos”). / Permission is granted to quote and take excerpts from this text, provided that the source of such material is fully acknowledged (for the “non commercial” label see below in “others rights”).</p> 	:RIGHTS
OTROS:	<p>Esta memoria de actuación corresponde a un trabajo encargado por una institución o empresa que retiene los derechos de explotación de la información aquí contenida y a quienes habrán de dirigirse todos aquellos interesados en ampliar la información aquí contenida, recabar datos adicionales o hacer uso comercial de los datos expuestos. / This report gives an overview of a commissioned work; therefore, their use for commercial purposes may be an infringement of the promoters rights. You are asked to contact the promoters in case you need either further information or to obtain commercial rights.</p>	:OTHERS

Reutilización / Re-use

REUTILIZACION:	<p>Los siguientes términos corresponden al Real Decreto 1495/2011, de 24 de octubre por el que se desarrolla la Ley 37/2007, de 16 de noviembre, sobre reutilización de la información del sector público, para el ámbito del sector público estatal.</p> <p>"Son de aplicación las siguientes condiciones generales para la reutilización de los documentos sometidos a ellas:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Está prohibido desnaturalizar el sentido de la información.2. Debe citarse la fuente de los documentos objeto de la reutilización. Esta cita podrá realizarse de la siguiente manera: "Origen de los datos: [órgano administrativo, organismo o entidad del sector público estatal de que se trate]".3. Debe mencionarse la fecha de la última actualización de los documentos objeto de la reutilización, siempre cuando estuviera incluida en el documento original.4. No se podrá indicar, insinuar o sugerir que la [órgano administrativo, organismo o entidad del sector público estatal de que se trate] titular de la información reutilizada participa, patrocina o apoya la reutilización que se lleve a cabo con ella.5. Deben conservarse, no alterarse ni suprimirse los metadatos sobre la fecha de actualización y las condiciones de reutilización aplicables incluidos, en su caso, en el documento puesto a disposición para su reutilización." <p style="text-align: center;">/</p> <p>The following terms come from the Royal Decree 1495/2011, of 24th October 2011, whereby the Law 37/2007, of November 16, on the re-use of public sector information, is developed for the public state sector.</p> <p>"The following general terms shall apply to all re-usable document availability methods:</p> <ol style="list-style-type: none">1. The information must not be distorted.2. The original source of re-usable documents must be cited.3. The date of the latest update of re-usable documents must be indicated when it appears in the original document.4. It must not be mentioned or suggested that the public sector agencies, bodies or entities are involved in, sponsor or support the re-use of information being made.5. Metadata indicating the latest update and the applicable terms of re-use included in re-usable documents made available by public agencies or bodies must not be deleted or altered."	:RE-USE
----------------	--	---------

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

Estructura / Framework		
ID PERMANENTE:	http://hdl.handle.net/10810/26833	:PERMANENT ID
ESTRUCTURA:	<ul style="list-style-type: none"> • ldgp_mem019-3_Laguardia_Huesera.pdf: este documento / <i>this document</i>. • ldgp_HUE13_fot_dolmen?.jpeg: 4 fotografías de documentación / <i>4 pictures for documentation purposes</i>. 	:FRAMEWORK

Cita completa recomendada / Recommended full citation		
CITA:	Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio (Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU) –LDGP-. <i>Documentación geométrica del dolmen de La Huesera (Laguardia, Álava). Campaña 2013. 2014</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

Documentación geométrica del dolmen de La Huesera (Laguardia, Álava). Campaña 2013

Vitoria, marzo 2014



Equipo:

*Pablo Pérez Vidiella
Álvaro Rodríguez Miranda
José Manuel Valle Melón*



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

Aulario de Las Nieves, ed. Institutos Universitarios
Nieves Cano, 33 – 01006 Vitoria-Gasteiz. Tfo. +34 945 01 3264 /3222
Email: jm.valle@ehu.es <http://www.ldgp.es>



INDICE

1.- Introducción	3
2.- Localización y emplazamiento	5
3.- Objetivos	5
4.- Esquema de procesos	6
5.- Desarrollo del proyecto	7
5.1.- Trabajos de campo	7
5.1.1.- Red topográfica.....	7
5.1.2.- Materialización de la cuadrícula de excavación	8
5.1.3.- Documentación topográfica de las estructuras arqueológicas y los puntos de apoyo fotogramétrico	9
5.1.4.- Documentación fotogramétrica del corredor	10
5.2.- Trabajos de gabinete	11
5.2.1.- Archivo fotográfico	11
5.2.2.- Restitución fotogramétrica	13
5.2.3.- Mallado	16
5.2.4.- Dibujo de inhumaciones.....	20
5.2.5.- Modelo tridimensional	23
5.2.5.- Planos	26
6.- Contenido del CD	28
ANEXOS	30
Anexo I: Instrumental empleado	31
Anexo II: Reseñas de las bases de la red topográfica	34
PLANOS	39

Con vistas a la campaña 2013, el área de trabajo consistía en la excavación del corredor en su conjunto lo cual suponía un cambio considerable respecto a la morfología que se documentó en 2010, razón por la cual se solicitó al Laboratorio que realizase un anteproyecto sobre los trabajos topográficos necesarios para actualizar el modelo tridimensional del monumento a su estado actual, así como para reflejar en el plano algunos hallazgos arqueológicos de las campañas anteriores.



Fig. 3.- Estado del corredor antes del comienzo de la excavación en 2013.

Para la realización de este anteproyecto se realizó una visita a campo y se analizó, conjuntamente con los arqueólogos responsables de la excavación, las necesidades de documentación para la presente campaña. Tras lo cual se presentó el correspondiente anteproyecto con diferentes alternativas que fue valorado y aceptado por la Excm. Diputación Foral de Álava.

2.- Localización y emplazamiento

El dolmen de La Huesera se encuentra dentro del término municipal de Laguardia y el acceso se realiza siguiendo un camino rural que sale hacia el Norte de la carretera A-3228 que une Laguardia y Elvillar. Sus coordenadas geográficas son 42° 34'10" N, 2° 33' 58" W.



Fig. 4.- Localización del dolmen (flecha verde) entre las localidades de Laguardia y Elvillar.

3.- Objetivos

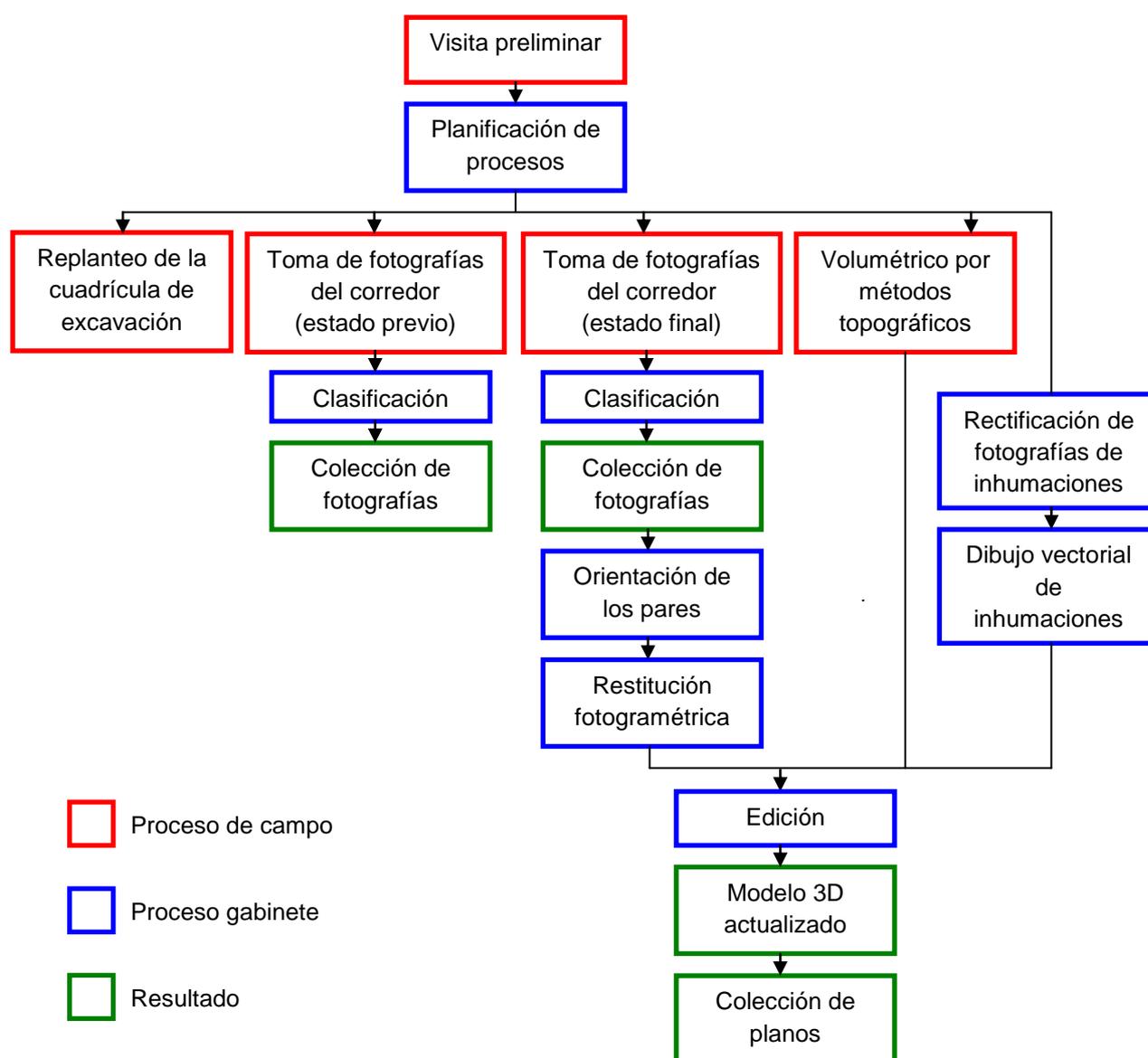
Para los trabajos de la presente campaña se establecieron los siguientes objetivos:

- a) Asistir al trabajo arqueológico materializando sobre el terreno las cuadrículas de coordenadas en el caso de ser necesario, de forma que puedan interrelacionarse las excavaciones actuales con las de los años anteriores.
- b) Documentar los restos significativos que se localicen durante el transcurso de las excavaciones, dotándolos de coordenadas y representándolos en los planos finales.
- c) Completar el modelo tridimensional de superficies generado en la campaña de 2010, incorporando las losas del corredor que se descubran durante la presente campaña, asimismo se reflejará la topografía actual del túmulo y el resto del entorno.
- d) A partir del modelo final, generar un conjunto de planos que incluyan plantas, alzados y perspectivas y que permitan visualizar correctamente el dolmen.

- e) Incorporar la cartografía las inhumaciones que se realizaron en la cámara en las campañas anteriores y las que aparezcan en el corredor durante la presente.
- f) Toda la información se presentará documentada, organizada y en formatos estándar con el fin de permitir su incorporación a las bases de datos de la Excma. Diputación Foral de Álava, así como su preservación a lo largo del tiempo.

4.- Esquema de procesos

El siguiente esquema indica los procesos realizados, en rojo se señalan las fases de campo, en azul las de gabinete y en verde los resultados obtenidos:



5.- Desarrollo del proyecto

5.1- Trabajos de campo

5.1.1.- Red topográfica

La red de estaciones que se utiliza es la que se estableció en la primera campaña (2010) de forma que todas las medidas y resultados que se obtengan este año se presenten en el mismo sistema de coordenadas que los proyectos anteriores que, además, es el sistema de la cartografía oficial: UTM-ETRS89 (huso 30).

En el Anexo II se presentan las reseñas de estas estaciones, cuya distribución alrededor del dolmen se muestra en la siguiente figura.

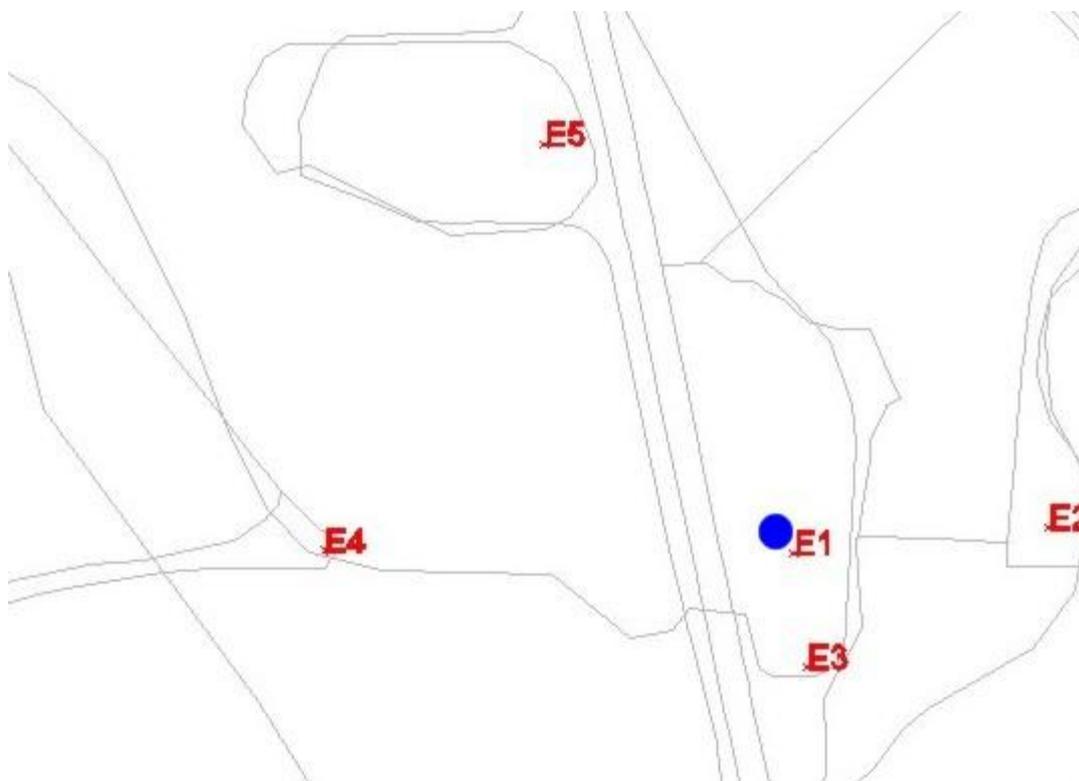


Fig. 5.- Red de estaciones utilizadas para la documentación del año 2010, la ubicación del dolmen está marcada por el punto azul y las líneas grises corresponden al parcelario (la distancia de E4 a E2 es aproximadamente de 150 metros).

5.1.2.- Materialización de la cuadrícula de excavación

La cuadrícula de excavación está formada por una rejilla de puntos distribuidos regularmente con una separación de un metro. Esta cuadrícula se diseña sobre la cartografía (véase fig. 2) y posteriormente se replantea en el terreno mediante varillas o clavos que materializan las esquinas de cada cuadro.

El replanteo se realiza con de forma aproximada con ayuda de una cinta métrica y, posteriormente, se afina utilizando la estación total topográfica.



Fig. 6.- Colocación aproximada de la cuadrícula de excavación.

En realidad, sobre el terreno se materializan de forma preferente las esquinas que se sitúan en el exterior de la zona de trabajo de forma que no supongan un estorbo a la hora de realizar la excavación. Durante la excavación, el equipo arqueológico, sitúa una malla de cuerdas que permite ver sobre el terreno la disposición de esta cuadrícula.



Fig. 7.- Materialización de la cuadrícula de excavación mediante varillas y cuerdas.

5.1.3.- Documentación topográfica de las estructuras arqueológicas y los puntos de apoyo fotogramétrico

Para la documentación de los elementos de la excavación, límites de las catas y demás estructuras indicadas en campo por el equipo arqueológico se ha utilizado una estación total topográfica, cuyas características y certificado de calibración se presentan en el Anexo I.

Dado que se ha continuado con las excavaciones después de la documentación fotográfica, se decidió realizar un día de campo adicional en enero de 2014, de manera que se dispone de un registro actualizado a esta fecha del estado de la excavación (nivel del suelo tanto en el corredor como en la cámara).



Fig. 8.- Estación total utilizada en campo.

Asimismo, la estación se utiliza para dotar de coordenadas a los puntos de apoyo que se sitúan por todo el área a documentar mediante técnicas fotogramétricas. Los puntos consisten en dianas plastificadas de 4x4 cm que se fijan a las losas mediante un adhesivo no agresivo. Una vez finalizada la documentación fotográfica, las dianas se retiran dejando el monumento tal y como estaba previamente.



Fig. 9.- Croquizado de la distribución de los puntos de apoyo.

5.1.4.- Documentación fotogramétrica del corredor

El corredor se ha documentado mediante pares fotogramétricos de forma previa al inicio de las excavaciones de la presente campaña (mayo de 2013) y una vez que la excavación ya había concluido (julio de 2013).



Fig. 10.- Toma de fotografías.

Para las tomas se ha utilizado una cámara métrica Canon EOS-5D Mark II cuyos parámetros geométricos se presentan en el Anexo II.

5.2.- Trabajos de gabinete

5.2.1.- Archivo fotográfico

A partir de las fotografías tomadas en campo se realiza una selección de las más representativas (eliminando duplicados y tomas de peor calidad) y se agrupan en los dos conjuntos (previo y posterior a la excavación).

Las fotografías disponen de metadatos internos que se registran durante las tomas (apertura, sensibilidad, tiempo de exposición, formato de la imagen, fecha...), esta información se almacena dentro de los propios ficheros de imagen en una cabecera denominada Exif (*Exchangeable Image File format*). Es posible editar estas cabeceras para completarlas incorporando información sobre el elemento documentado y su posición geográfica, para ello se utiliza el software gratuito *ExifTool*.

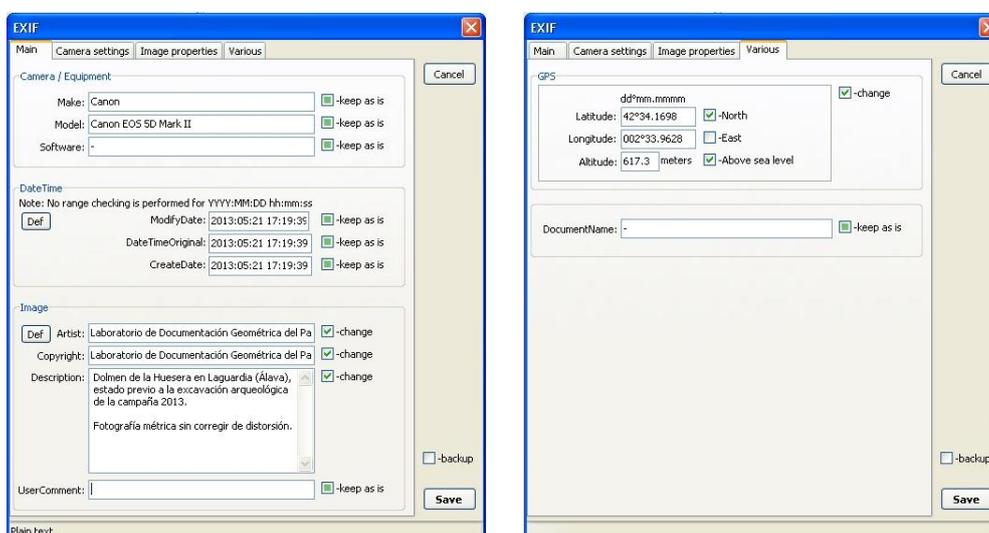


Fig. 11.- Incorporación de los metadatos sobre el elemento documentado y la posición geográfica dentro de las cabeceras Exif.

A las imágenes también se les pueden incorporar metadatos descriptivos que indiquen, por ejemplo, el nombre del creador de la fotografía o el lugar que aparece fotografiado. Este tipo de información se presenta en otro grupo de metadatos denominado IPTC (*International Press and Telecommunication Council*). La siguiente imagen muestra la plantilla que se ha introducido en las imágenes.

Nuevo ajuste preestablecido de metadatos

Nombre del ajuste: Dolmen de la Huesera

Ajuste preestablecido: A medida

Información básica

Contenido IPTC

Titular: Dolmen de la Huesera durante la excavación 2013

Código de tema IPTC:

Autor de la descripción: Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio

Categoría:

Otras categorías:

Copyright IPTC

Copyright: Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio

Estado de copyright: Desconocido

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: Aulario de las Nieves, institutos universitarias B-4. Calle N

Ciudad del creador: Vitoria-Gasteiz

Estado / provincia del creador: Álava

Código postal del creador: 01006

País del creador: España

Teléfono del creador: +34 945013222 / 3264

Correo electrónico del creador: ldgp@ehu.es

Sitio Web del creador: http://www.ehu.es/docarq

Cargo del creador:

Imagen IPTC

Fecha de creación: 2013-12-18

Género intelectual:

Escena:

Ubicación:

Ciudad: Laguardia

Estado / provincia: Álava (Araba)

País: España

Código de país ISO: ES

Seleccionar todo No seleccionar nada Seleccionar los metadatos rellenos Crear Cancelar

Fig. 12.- Metadatos descriptivos IPTC.

Para incorporar estos metadatos, se ha utilizado el programa *Adobe Lightroom*. Por otro lado, en este mismo programa se aprovecha para exportar las fotografías a los dos formatos en los que se entregarán las imágenes: DGN para el archivo y JPEG para el trabajo.

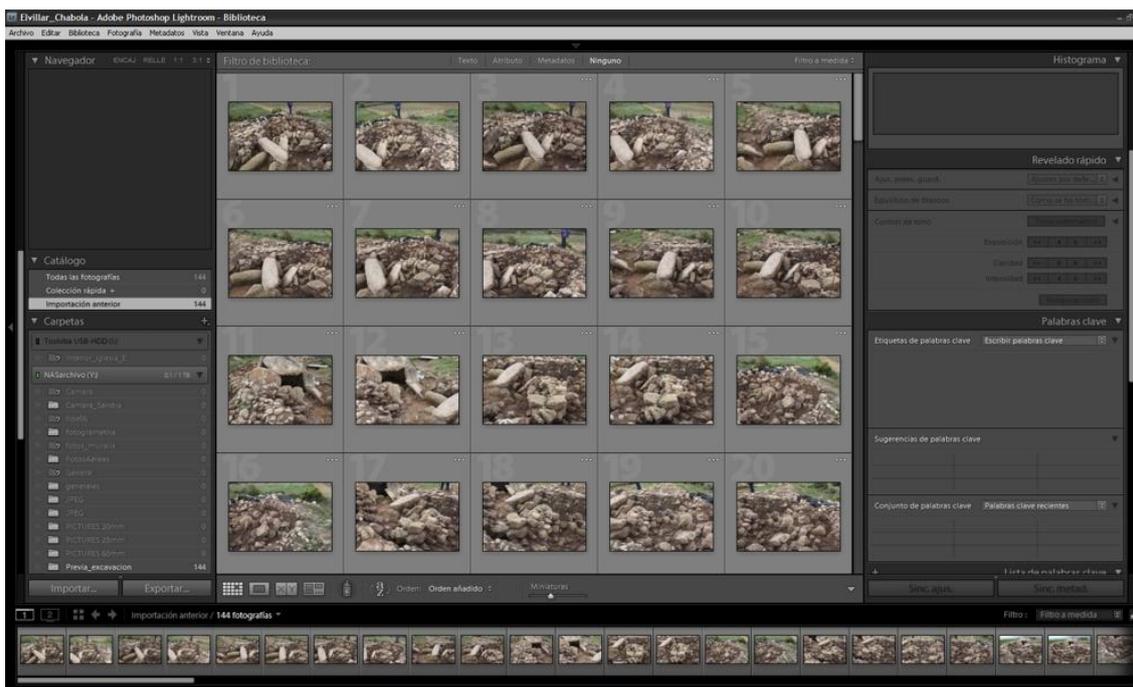


Fig. 13.- Base de datos fotográfica en el programa Adobe Lightroom.

La descripción de los formatos DGN y de los esquemas de metadatos Exif e IPTC se incluyen en la carpeta «útil» del CD que acompaña este proyecto.

5.2.2.- Restitución fotogramétrica

De las dos colecciones de pares (previa y posterior a la campaña de excavación), sólo ha sido necesario restituir la segunda ya que es la que muestra mejor el estado actual del monumento con las configuración del corredor. En todo caso, la colección del estado previo también está convenientemente preparada para poder extraer de ella la geometría de los elementos que aparecen representados en caso de que se estime oportuno.

El proceso de restitución comienza con la orientación de los pares (es decir, el cálculo de la posición de la cámara y la dirección de la toma) para lo que se ha utilizado el software *Photomodeler*. En este proceso es necesario cargar las diferentes fotografías y marcar sobre ellas la posición de las dianas que se han utilizado como puntos de apoyo.

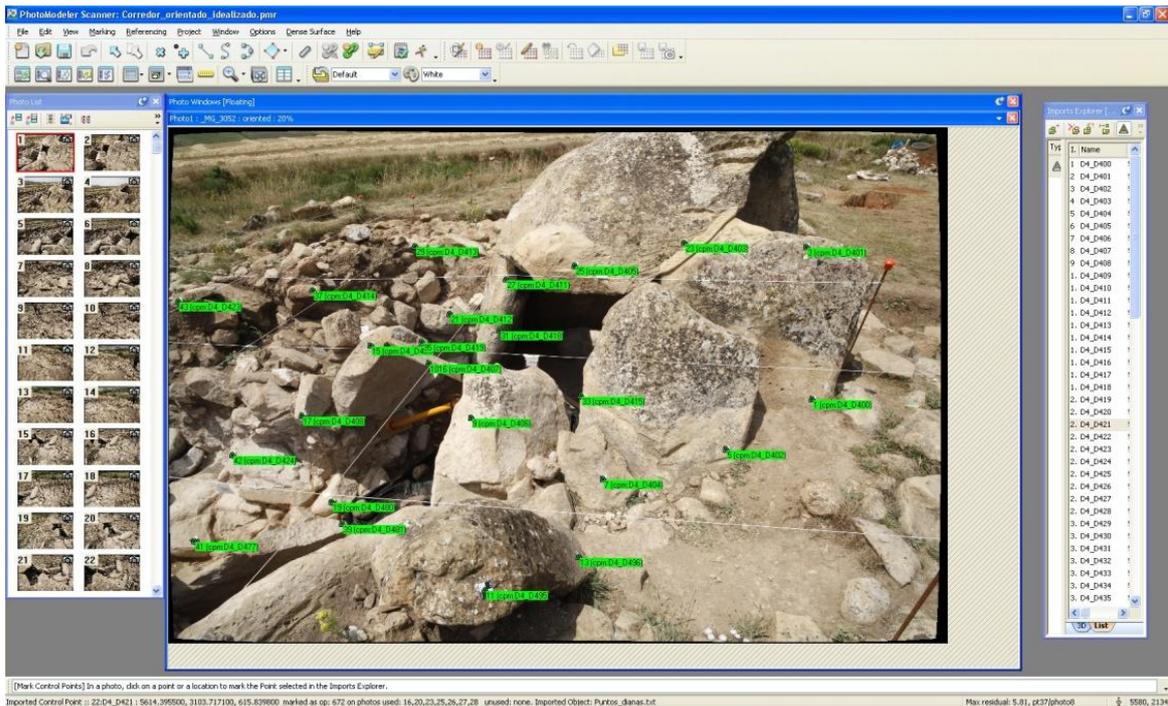


Fig. 14.- Marcado del apoyo sobre las fotografías para su orientación.

Posteriormente se pasa a la restitución de los pares, para lo que se utiliza el programa *Softplotter*. El programa de restitución presenta una vista estereoscópica del par (es decir, tridimensional) con un puntero que puede desplazarse tridimensionalmente por todo el modelo estereoscópico marcando los contornos y los puntos definitorios de los elementos que se quieren representar.

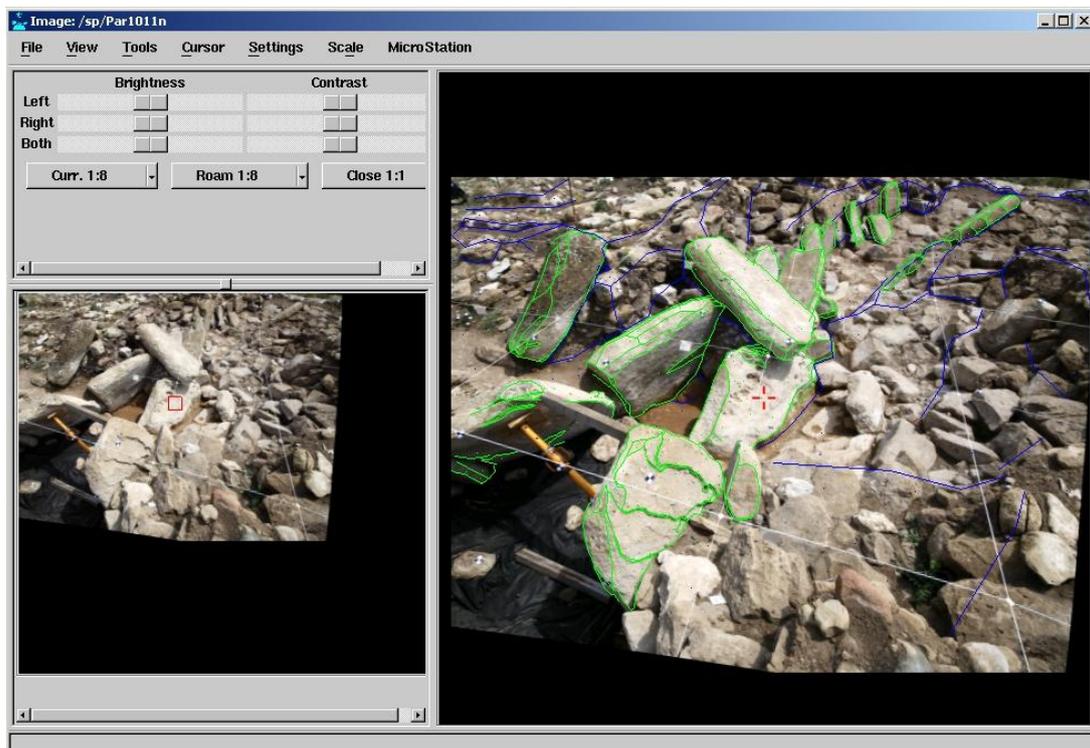


Fig. 15.- Dibujo tridimensional sobre el par fotogramétrico.

Cada par genera un dibujo individual, la figura siguiente corresponde al dibujo obtenido del par que se muestra en la imagen anterior del *Softplotter* en una vista en planta de las líneas extraídas. Se presenta parte del corredor que se orienta hacia el Sudeste.

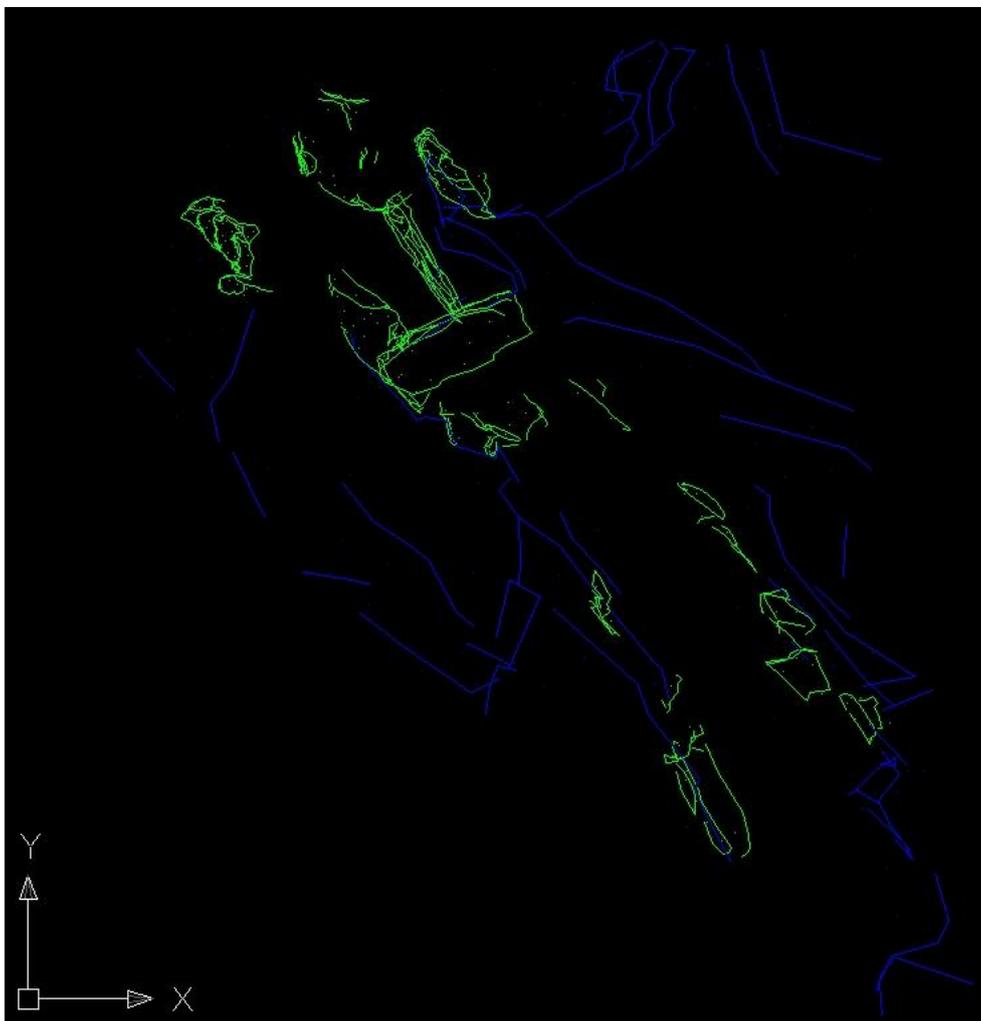


Fig. 16.- Líneas y puntos extraídos de un par fotogramétrico dentro del entorno CAD.

Todos estos dibujos parciales se juntan en un único fichero (líneas verdes de las piedras y azules del entorno junto a las losas previamente documentadas en campañas anteriores que se presentan en color blanco). Dado que se ha utilizado el mismo apoyo para todos los pares, los resultados ya están en el sistema de coordenadas del proyecto por lo que cada dibujo parcial se sitúa directamente en relación con los demás.

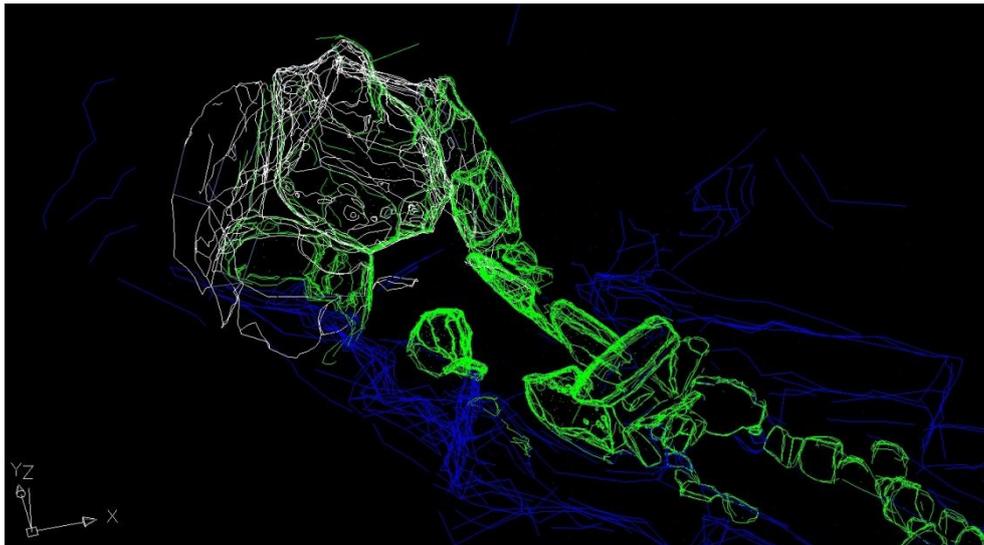


Fig. 17.- Unión de los dibujos parciales de cada par fotogramétrico en el fichero CAD.

5.2.3.- Mallado

Este fichero se repasa y edita de forma que se obtienen los perímetros definitivos de las losas (ahora en rojo) y los perímetros de área circundante (en cian en la imagen). Se dibuja un solo contorno en las líneas duplicadas y se corrigen errores. Con este proceso, obtenemos el modelo alámbrico.

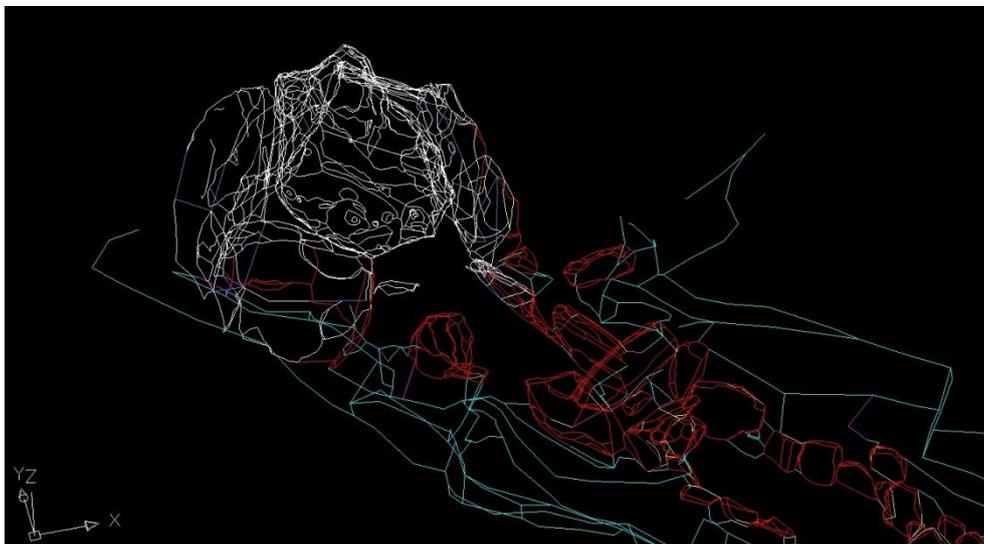


Fig. 18.- Modelo alámbrico editado a partir de las restituciones parciales.

El siguiente paso es el mallado de las superficies, para ello, se parte de seleccionar cada perímetro (en blanco en la imagen) junto a los puntos de cota de los que se disponga (en verde).

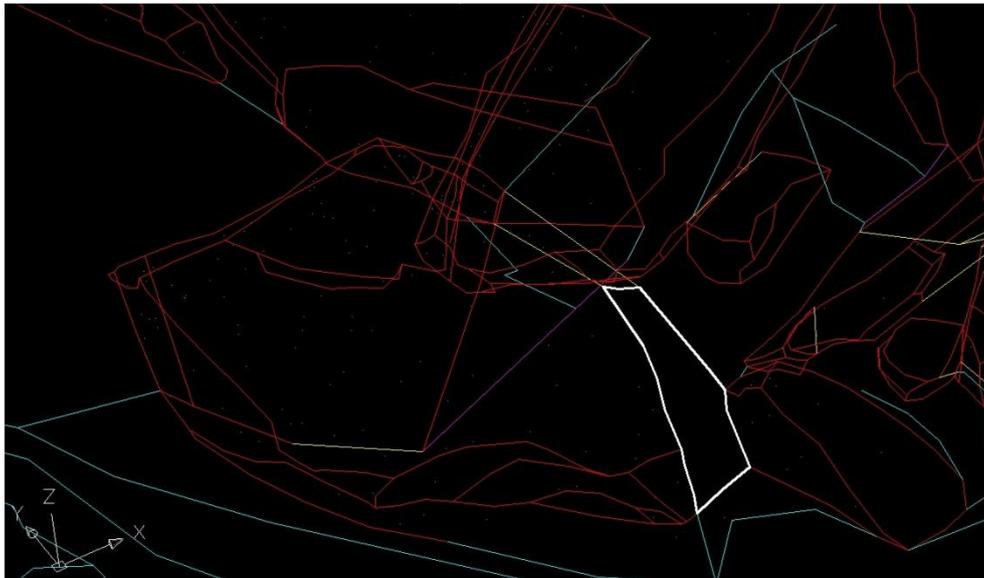


Fig. 19.- Dos perímetros de la misma losa, identificados de forma individual para proceder a recubrirlos con mallas que definan la superficie interior.

De cada uno de estos perímetros se genera un fichero individual con su propio sistema de coordenadas adaptado.

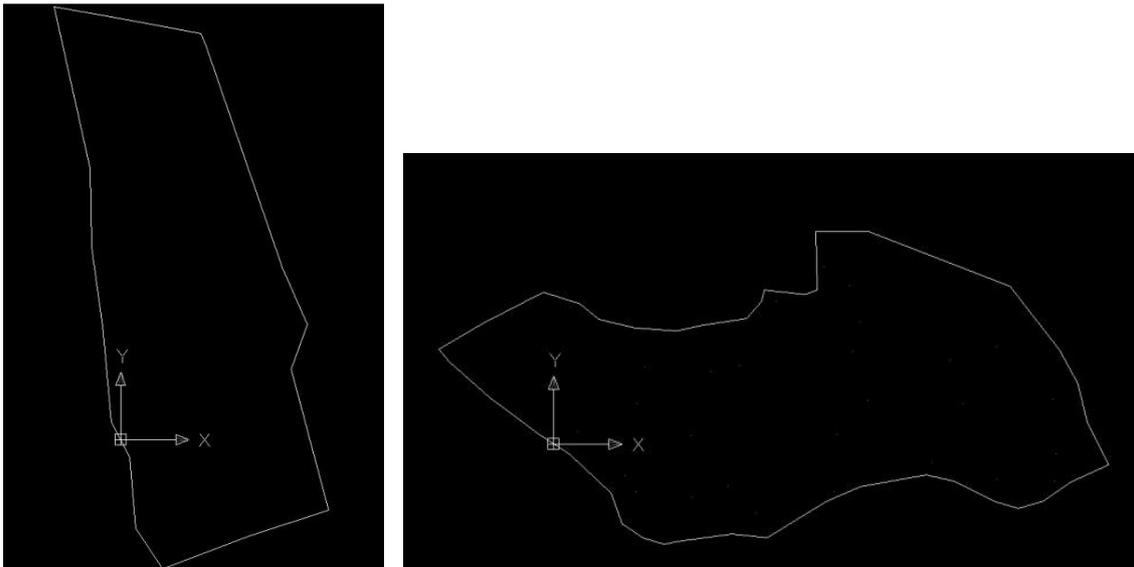


Fig. 20.- Perímetros individualizados, cada uno en el sistema de coordenadas más apropiado para dibujar su malla correspondiente.

Estos perímetros se procesan mediante un programa que genera una malla adaptada al contorno con la dimensión deseada (en este caso 3 cm).

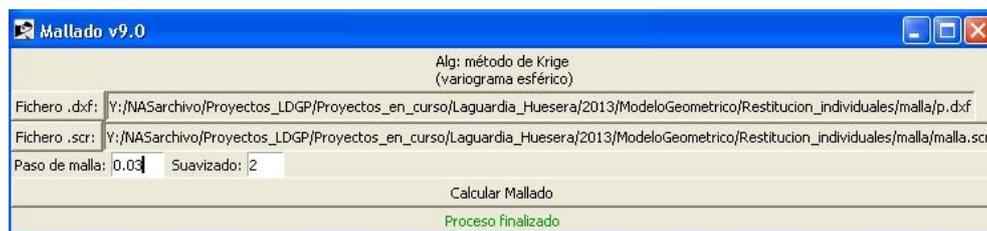


Fig. 21.- Programa de mallado.

Las mallas se dibujan en el modelo CAD y se comprueba que no existan errores.

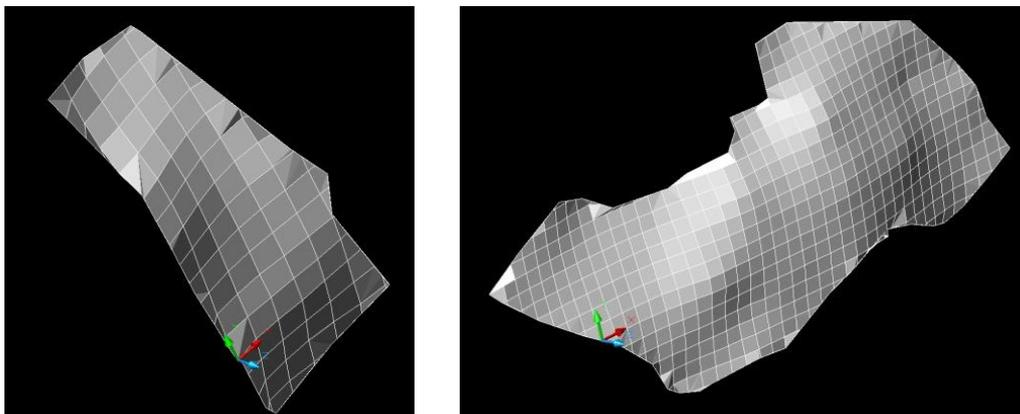


Fig. 22.- Mallas correspondientes a cada perímetro.

Si el mallado es correcto se pasa al modelo general. El mallado puede fallar si el sistema de coordenadas no es adecuado al perímetro, en cuyo caso se cambia y se repite. La malla se vuelca en la capa correspondiente de forma que se van juntando todas las que corresponden a cada losa.

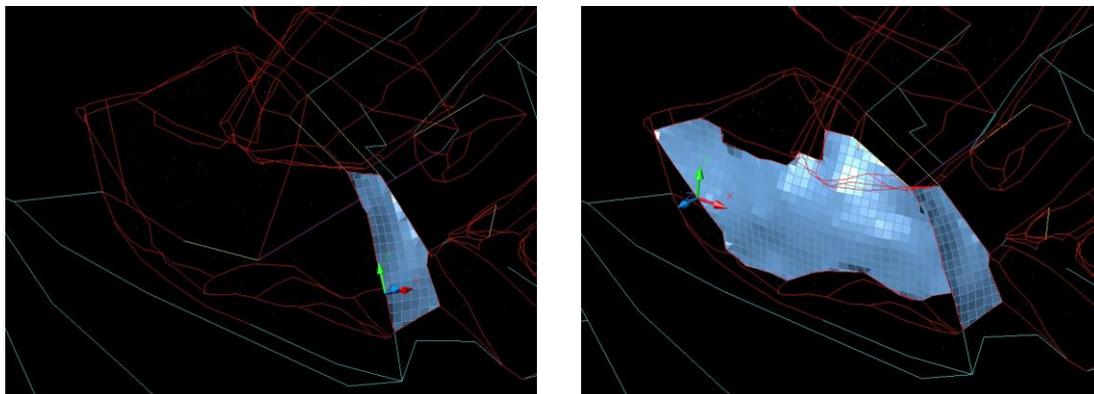


Fig. 23.- Volcado de las mallas al modelo general.

Posteriormente es preciso revisar el mallado en su conjunto y editarlo para comprobar que no existen zonas mal representadas. El resultado final se combina con los datos de las campañas anteriores:

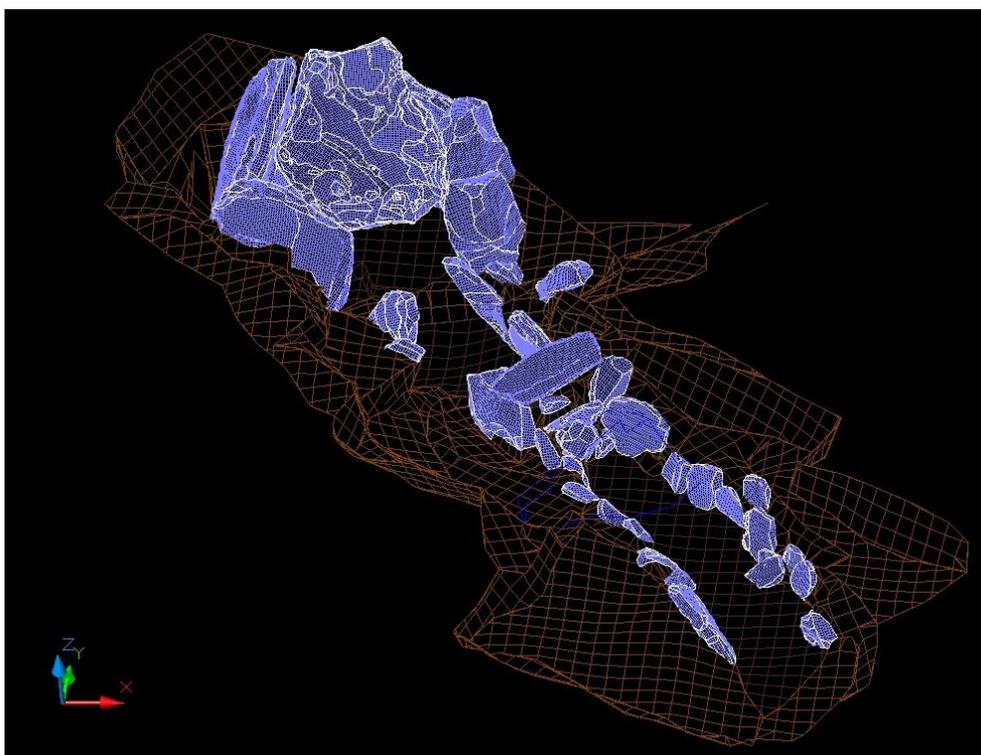


Fig. 24.- Modelo mallado actualizado al estado final de la campaña 2013.

5.2.4.- Dibujo de inhumaciones

Partiendo de las fotografías obtenidas en campo por el equipo de arqueólogos, se ha realizado el dibujo de los restos exhumados del interior de la cámara y del corredor. Para tal fin, se ha generado el modelo geométrico, a partir de fotografías obtenidas desde puntos de vista convergentes, este modelo geométrico generado, será la base del resto de trabajos a realizar, a partir del mismo y junto con la textura extraída de las fotos, serán generadas una serie de ortofotografías que nos permitirán digitalizar sobre ellas los restos óseos exhumados.

El primer paso, consiste en la orientación y obtención de la nube de puntos a partir de las fotografías,

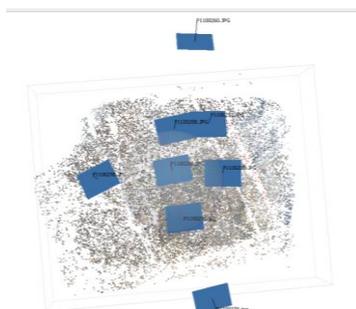


Fig. 25.- Orientación automática y generación de la nube de puntos a partir de las fotografías de la excavación.

A continuación, se procede a la generación del modelo digital del terreno, al que se le aplican las texturas fotográficas correspondientes.

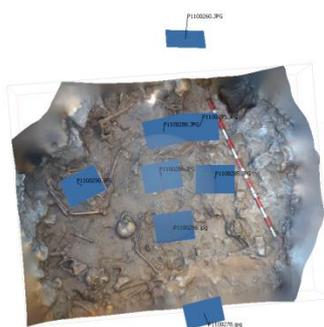


Fig. 26.- Modelo mallado con texturas fotográficas.

Como se puede observar en la imagen inferior, con el MDT y aplicando la generación de anáglifo, podemos ver los restos con gran detalle y en vista 3D.



Fig. 27.- Vista 3D (análifo) del modelo generado con las inhumaciones.

A partir de este modelo tridimensional con textura se exportan las ortoimágenes correspondientes a cada fase de la excavación (se han considerado cuatro fases para el interior de la cámara y tres para el corredor).

Las imágenes parciales se vuelcan ahora al fichero CAD donde se referencian a los restos previamente documentados (dado que las fotografías de las que se parte corresponden a la documentación arqueológica, no se cuenta con puntos de apoyo por lo que no aparecen directamente en las coordenadas del proyecto).

Seguidamente, se procede a digitalizar los elementos de cada una de las ortofotografías. En la imagen inferior se puede observar el detalle con el que se ha realizado el dibujo de los restos. En este proceso de digitalización, los elementos se dibujan en un plano, prescindiendo de la dimensión en altura Z, por lo tanto todos los elementos se encuentran en la misma cota, posteriormente, se les ha asignado una cota correspondiente al nivel del suelo actual.

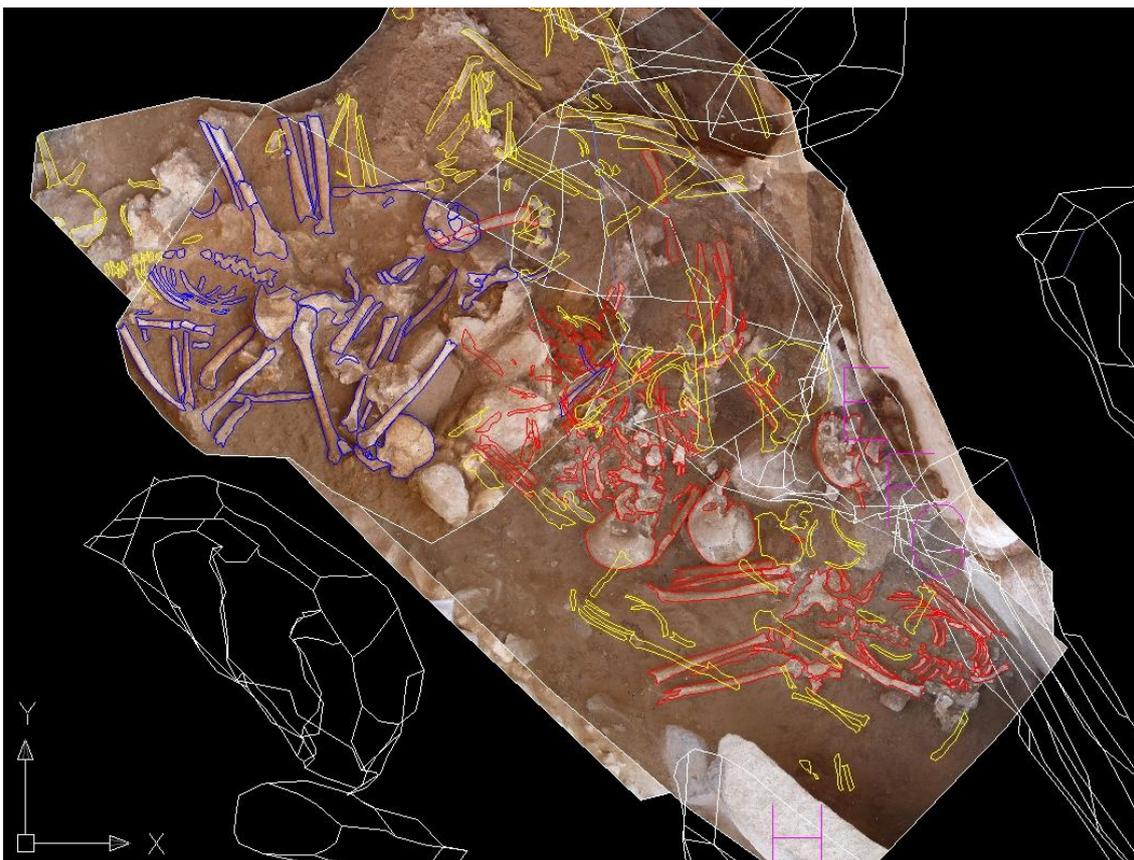


Fig. 28.- Dibujo de las inhumaciones sobre la ortoimagen en el entorno CAD.

Las fotografías proporcionadas por el equipo de arqueología, pertenecen a distintas fases de excavación de los enterramientos, por lo tanto, con el fin de poder distinguirlas y para que la visualización de los elementos no lleve a confusión, además de separarlos en sus correspondientes capas, los diferentes enterramientos se han dividido los elementos digitalizados por colores, atendiendo a una gama de colores compatible con un sistema de visualización estereoscópica denominado *Chromadepth*. En este sistema y mediante el uso de unas gafas adecuadas (se proporciona un ejemplar con el proyecto) los elementos se visualizan a diferentes alturas en función de su color, de forma que las líneas de color rojo (y demás colores calientes) aparecen resaltadas y las de color azul (y resto de colores fríos) hundidas.

Aprovechando esta característica, se han representado con tonos azules las inhumaciones encontradas a mayor profundidad, los elementos en tonos verdes y amarillos se visualizan se han utilizado para las inhumaciones de las fases intermedias y los colores rojos para las superiores. Además, con el fin de no confundir los enterramientos correspondientes a la cámara y el corredor, se han usado dos gamas de colores distintas.

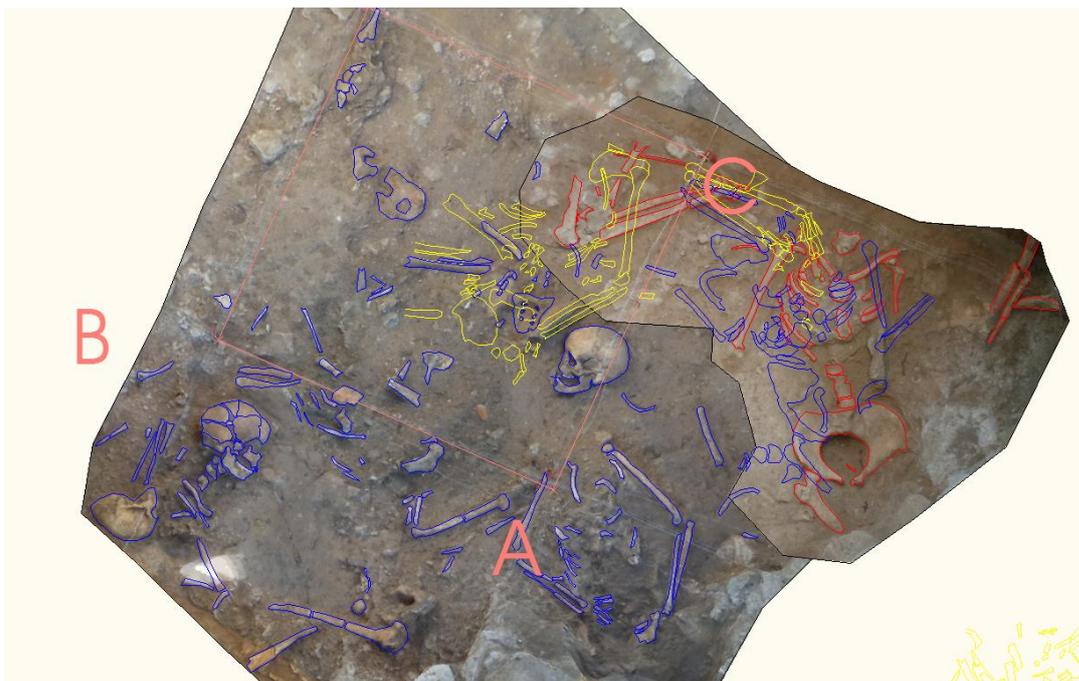


Fig. 29.- Inhumaciones coloreadas en función de la fase a la que pertenecen (en tonos rojos las que aparecieron en una cota superior y en azules las inferiores).

Como se ha mostrado, el dibujo de las inhumaciones se ha realizado de fotografía convencional (no calibrada), en muchos casos con una mala geometría y sin contar con puntos de apoyo, por todo ello, la precisión geométrica es algo menor que el resto del modelo. La posición absoluta de las piezas tiene una indeterminación de unos 10 cm y las dimensiones pueden diferir varios centímetros respecto a las reales.

5.2.5.- Modelo tridimensional

Se presenta el modelo CAD tridimensional actualizado al estado correspondiente a enero de 2014.

En los modelos presentados en fases anteriores, las capas se organizaban en función de la época de excavación. Para el modelo actual se ha considerado preferible recodificarlas poniendo en relieve el elemento al que hacen referencia (por ejemplo el ortostato). También se han unificado las diferentes mallas de la misma época para la misma losa (antes se separaban las interiores, las del borde y las exteriores). Se ha eliminado el ortostato número 9 del modelo anterior que se ha retirado en campo (al comprobar que no era tal).

00_cajetin	02_o7_visibles_M00
00_ventanas-graficas	02_o7_visibles_M02
01_bases_red-topografica	02_o7_visibles_M04
01_dianas_apoyo-documentacion-posterior_M04	02_tapa_completadas_M02
01_dianas_apoyo-documentacion-previa_M04	02_tapa_visibles_M02
01_enterramientos_camara_artefactos_M04	02_tumulo_bloques
01_hallazgos_M03	02_tumulo_estrato-natural
02_camara_enterramientos_nivel-1_M04	02_tumulo_estratos
02_camara_enterramientos_nivel-2_M04	02_tumulo_estructura
02_camara_enterramientos_nivel-3_M04	02_tumulo_posible-limite
02_camara_enterramientos_nivel-4_M04	02_tumulo_volumetrico
02_catas_excavacion	03_camara_paredes_M02
02_corredor_enterramientos_nivel-1_M04	03_camara_suelo_M02
02_corredor_enterramientos_nivel-2_M04	03_camara_suelo_M04
02_corredor_enterramientos_nivel-3_M04	03_corredor_losas_mallas-completadas_M04
02_corredor_excavacion_aristas-completadas_M04	03_corredor_losas_mallas-visibles_M04
02_corredor_excavacion_aristas-visibles_M04	03_corredor_paredes_M04
02_corredor_losas_aristas-completadas_M04	03_corredor_suelo_M04
02_corredor_losas_aristas-visibles_M04	03_o1_M00
02_corredor_muro_M03	03_o1_M02
02_o1_completadas_M00	03_o1_M04
02_o1_visibles_M00	03_o2_M00
02_o1_visibles_M02	03_o2_M02
02_o1_visibles_M04	03_o2_M04
02_o2_completadas_M00	03_o3_M00
02_o2_completadas_M02	03_o3_M02
02_o2_completadas_M04	03_o3_M04
02_o2_visibles_M00	03_o4_agujero_M00
02_o2_visibles_M02	03_o4_M00
02_o2_visibles_M04	03_o4_M02
02_o3_completadas_M00	03_o5_M00
02_o3_completadas_M02	03_o5_M02
02_o3_completadas_M04	03_o6_M00
02_o3_visibles_M00	03_o6_M02
02_o3_visibles_M02	03_o7_M00
02_o3_visibles_M04	03_o7_M02
02_o4_completadas_M00	03_o7_M04
02_o4_visibles_M00	03_tapa_mallas-completadas_M02
02_o4_visibles_M02	03_tapa_mallas-visibles_M02
02_o5_completadas_M00	03_tumulo_excavado-Norte_M00
02_o5_visibles_M00	03_tumulo_superficie_M00
02_o5_visibles_M02	04_camara_ortofotografia_nivel-1
02_o6_completadas_M00	04_camara_ortofotografia_nivel-2
02_o6_visibles_M00	04_camara_ortofotografia_nivel-3
02_o6_visibles_M02	04_camara_ortofotografia_nivel-4
02_o7_completadas_M00	04_corredor_ortofotografia_nivel-1
02_o7_completadas_M02	04_corredor_ortofotografia_nivel-2
02_o7_completadas_M04	04_corredor_ortofotografia_nivel-3
	05_cuadrícula-cámara
	05_cuadrícula-exterior

Fig. 30.- Listado de capas del modelo tridimensional.

El nombre de cada capa sigue la siguiente codificación:

- En primer lugar, un código numérico que indica el tipo de elemento. Así “00_” corresponde a las capas auxiliares, “01_” a elementos puntuales (puntos de apoyo, hallazgos arqueológicos que se hayan identificado mediante un punto, etc.), “02_” para elementos lineales, “03_” para los elementos mallados, “04_” para las ortofotografías y “05_” para las cuadrículas de excavación.
- El segundo bloque de información hace referencia al elemento documentado (“_corredor_”, “_o5_”, etc.) e información adicional para identificar el contenido de cada capa.
- Finalmente, algunas capas contienen información que ha ido capturándose en diferentes campañas como consecuencia del avance de la excavación. Para indicarlo, se incluye una última etiqueta que indica la época: “_M00” para el estado previo a la intervención arqueológica, “_M02” correspondiente al estado a finales de 2010 y “_M04” referente al estado en enero de 2014.

El modelo se presenta en formato DWG (versión 2000) y, con el fin de posibilitar un mayor rango de usos, en el formato de intercambio DXF (también de la versión 2000).

Por otro lado, se incluyen los metadatos descriptivos al fichero CAD con el fin de que el archivo quede contextualizado.

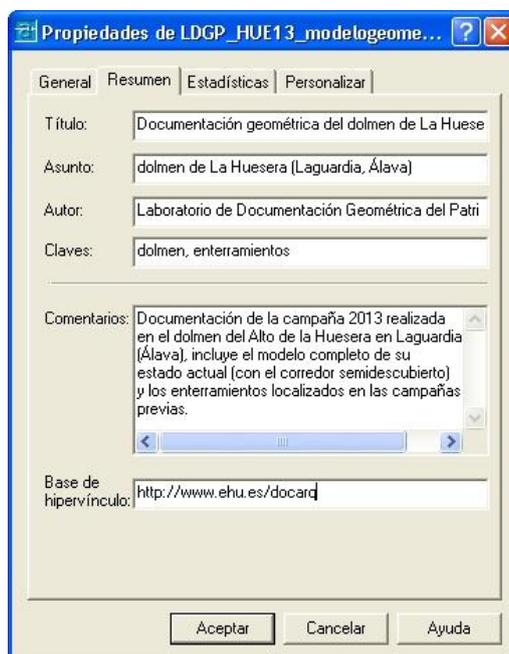


Fig. 31.- Metadatos descriptivos del modelo CAD.

En el CD, se presenta también una versión del modelo tridimensional para su exploración interactiva mediante el software gratuito Sketchup®.

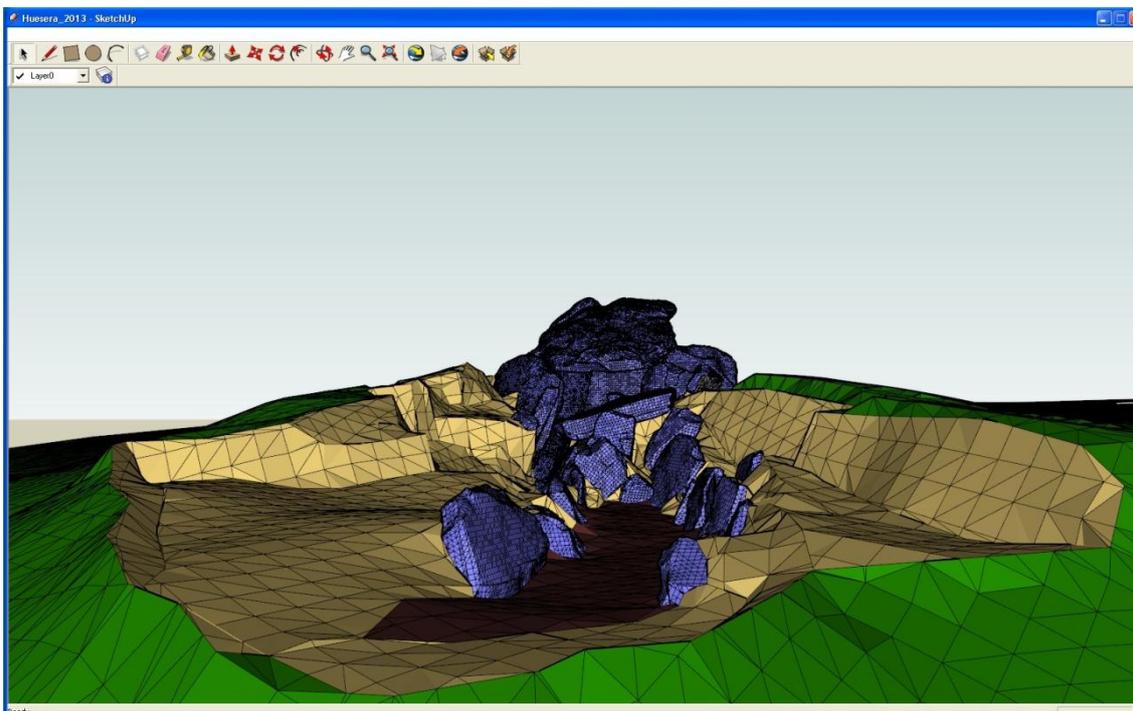
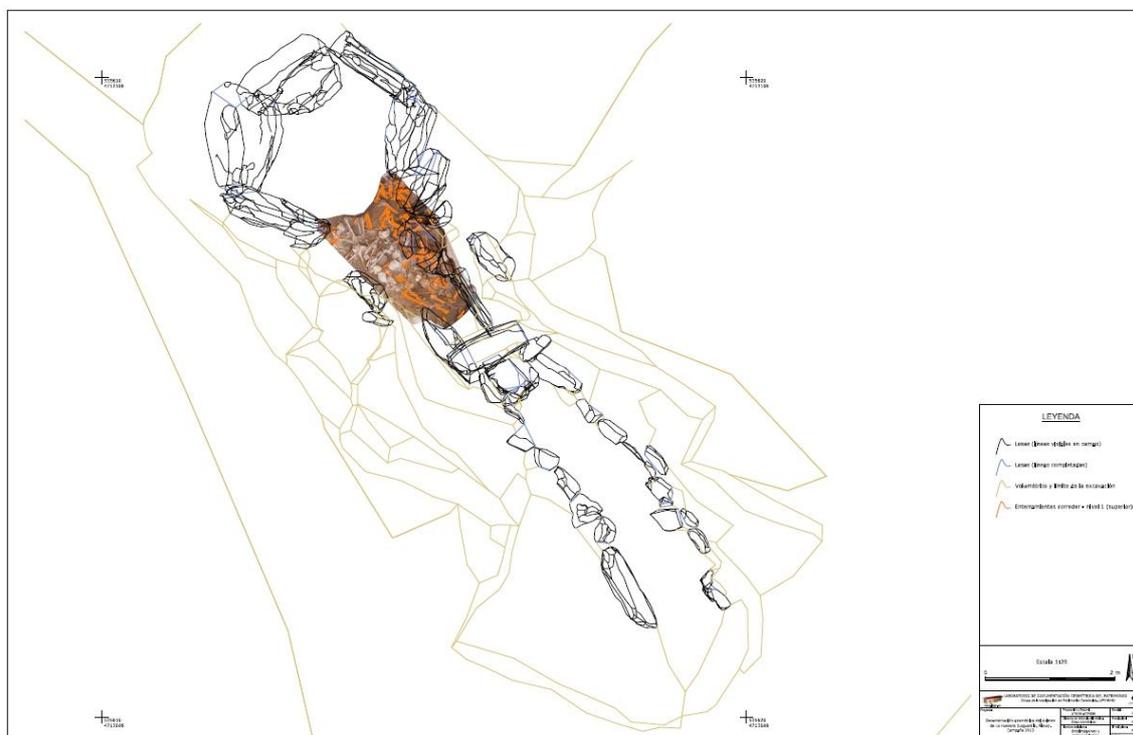
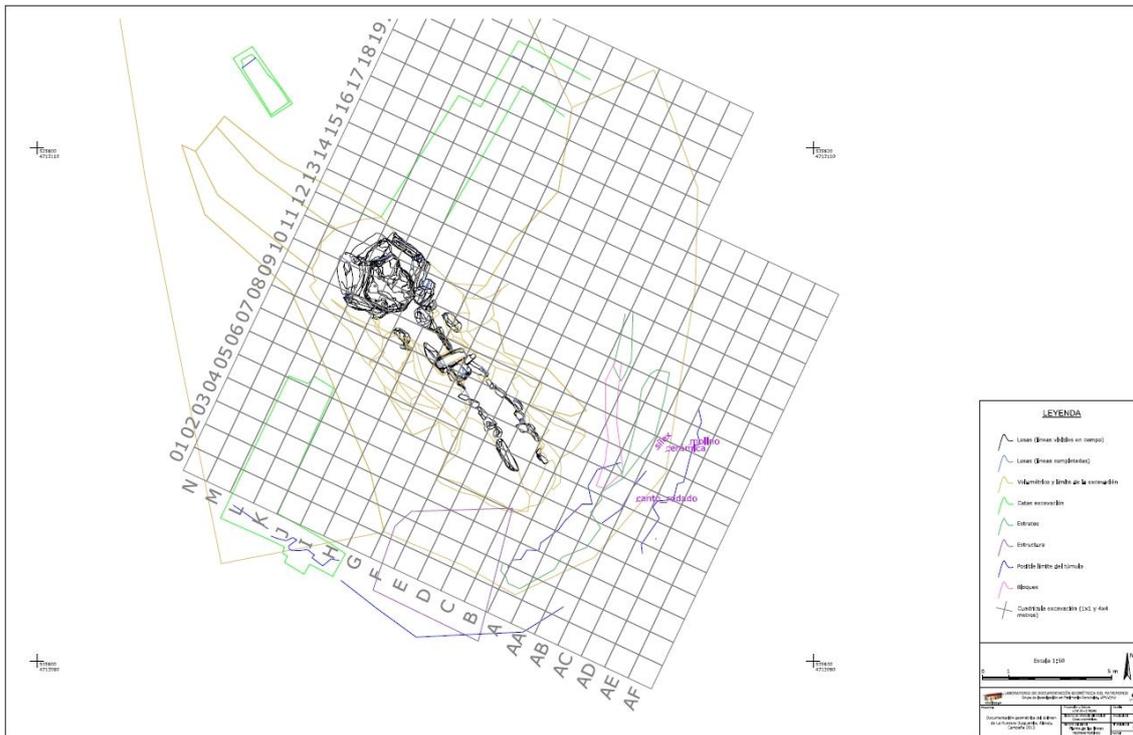


Fig. 32.- Modelo en formato Sketchup®.

5.2.6.- Planos

Una vez generado el modelo tridimensional integrando la información obtenida durante la presente campaña con la procedente de las anteriores, se realizó una reunión con el equipo de arqueólogos para decidir cuáles eran las salidas gráficas más convenientes para servir como base a los trabajos de investigación que están acometiendo. Finalmente, se decidió presentar un conjunto de plantas en las que se apreciaran claramente la estructura del dolmen con las losas que lo componen y también las inhumaciones que han ido apareciendo. La colección de planos se ha completado con un par de vistas perspectivas que dan una mejor idea del conjunto.



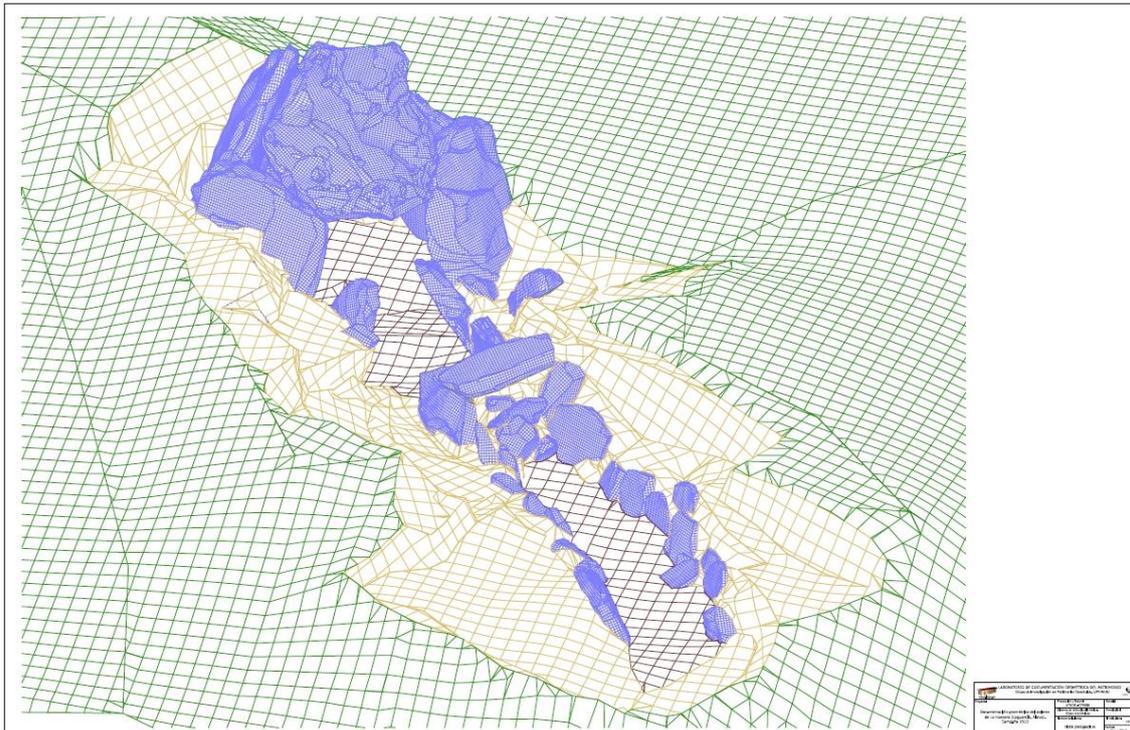


Fig. 35.- Vista en perspectiva de las losas que componen la cámara y el corredor (estado correspondiente a enero de 2014).

6.- Contenido del CD

El CD que acompaña el presente proyecto, se organiza según la siguiente estructura:

- + Documentos
- Fotogrametria
 - + Certificado
 - Posterior_excavacion
 - + DGN
 - + JPEG
 - Previa_excavacion
 - + DGN
 - + JPEG
- ModeloGeometrico
 - + logotipos
 - + ortoimagenes
 - + perspectivas
 - + ModeloSketchUp
 - + Planos
- Util
 - + AutocadDXF
 - + MetadatosFotos
 - + SketchUp

Fig. 36.- Organización del CD

Con más detalle, cada carpeta incluye el contenido siguiente:

- Documentos: copia en PDF de la memoria de ejecución del proyecto (este documento).
- Fotogrametría: pares fotogramétricos para la restitución, se dispone de dos momentos: previo a la excavación (con el corredor cubierto) y posterior a la excavación (con el corredor excavado). Las imágenes se presentan en dos formatos DNG y JPEG, en ambos casos con sus correspondientes metadatos. Por otro lado, se incluye el certificado de calibración de la cámara utilizada.
- Modelo geométrico: fichero CAD en formatos DWG y DXF (intercambio), contiene también los planos como presentaciones dentro del propio fichero CAD.
- Modelo SketchUp: modelo para su exploración interactiva mediante este software que puede descargarse de forma gratuita en Internet (se incluye también el visor en la carpeta «Util»).
- Planos: planos en formato PDF.
- Util: visor SketchUp, descripción del formato DXF y de los esquemas de metadatos utilizados para las imágenes.

ANEXOS

Anexo I: Instrumental empleado

A continuación se presenta el certificado de calibración del material topográfico empleado.



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

Certificado de Verificación y Control

Emitido por laboratorio de Leica Geosystems S.L.

UNIVERSIDAD DEL PAIS VASCO
E.U.I.T. Ind. e Ing.Tec.Topog.
C/ NIEVES CANO, 12
01006 VITORIA

Nº de Informe: 300878816
Fecha: 25.10.2012

Instrumento: TCR1205 R300
Nº de Serie: 213379

Nº de Cliente: 50198
Nº de Técnico: 125478

Identificación de patrones utilizados:

1. **Ángulos:** Colimador de ejes Wild modelo T4 nº 062 con certificado del CEM número 112316001.
2. **Distancia:** Línea base con centrado forzoso y 2 reflectores a la/las distancia/as con certificado del CEM número 112316006.

Incertidumbre asociada a los patrones e instrumento objeto:

La incertidumbre asociada con el patrón e instrumento al que hace referencia este certificado está calculada para un factor de cobertura $K=2$, aproximadamente equivalente a un nivel de confianza del 95%. La incertidumbre se ha determinado conforme al documento EAL-R2.

Procedimientos utilizados:

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

Condiciones ambientales:

Temperatura durante la revisión $22\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$.
Los resultados se refieren al momento y condiciones en que se efectuaron las mediciones.

Cálculo de resultados:

Los resultados aquí obtenidos pueden resultar por debajo de las precisiones marcadas en las características técnicas dadas por el fabricante debido a las condiciones ideales en las que se realizan las mediciones. Los valores de salida en los resultados se marcarán en el valor de la tolerancia.





Resultados:

	Entrada	Tolerancia	Salida	Incertidumbre
Desviación Hz (Gon)	0.0015	0.0015	0.0015	0.0003
Desviación V (Gon)	0.0015	0.0015	0.0015	0.0003
Desviación distancia (mm)				
Distanciómetro infrarrojo	2	2 mm + 2 ppm	2	0.1
Distanciómetro láser	3	3 mm + 2 ppm	3	0.2

Error de entrada angular (Gon):

	M1
Desviación Hz	0.0015
Desviación V	0.0015

Error de entrada distanciometría (mm):

	M1
Desviación D1	0.4
Desviación D2	0.7

Error de salida angular (Gon):

	M1	M2	M3	M4	M5
Desviación Hz	0.0004	0.0003	0.0004	0.0004	0.0002
Desviación V	0.0002	0.0003	0.0004	0.0001	0.0002

Error de salida distanciometría (mm):

	M1	M2	M3	M4	M5
Desviación D1	0	0	0	0.1	0
Desviación D2	0.3	0.3	0.1	0.2	0.3

Notas:

Terminología de siglas:
 V: valor ángulo vertical.
 Hz: valor ángulo horizontal.
 D1: distancia 1 conocida y certificada por el CEM.
 D2: distancia 2 conocida y certificada por el CEM.
 Mx: número de medida realizada.

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

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

Leica Geosystems, S.L.

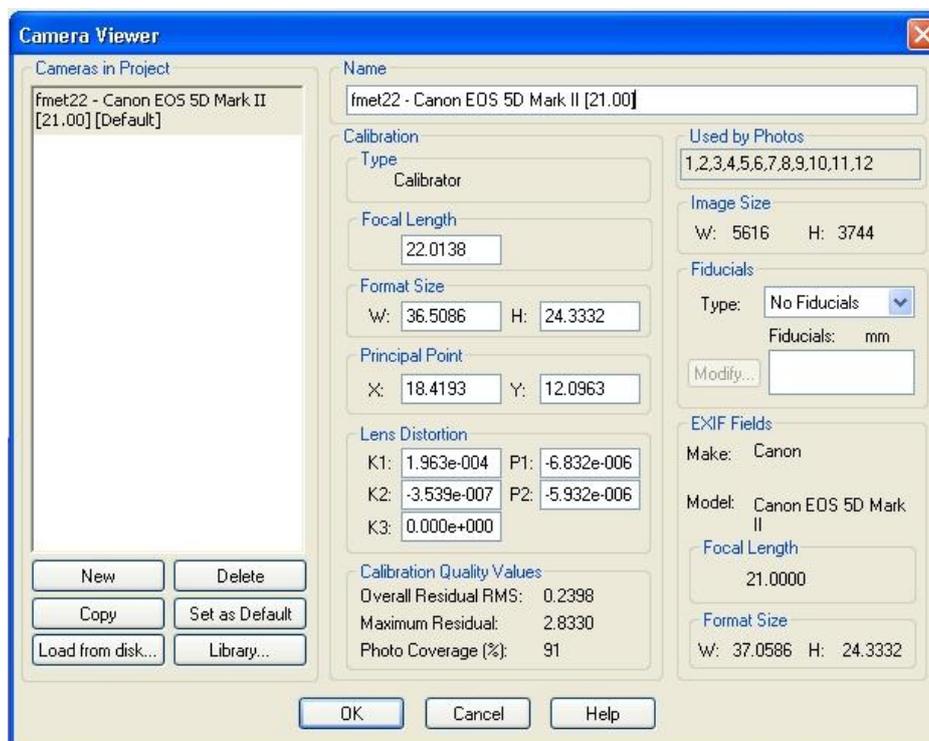
 Javier Carbonero
 Jefe de Servicio Técnico

Sociedad Unipersonal inscrita en el registro Mercantil de Bizkaia. Dato: 29.966. Págo: 187. NIF: B-153205. Municipio: 1.C.I.F: B6128487



Para la documentación fotogramétrica se ha utilizado una cámara Canon EOS-5D Mark II con un objetivo calibrado de 21 mm (denominada “fmet22”) cuyas características geométricas se presentan a continuación:

	fmet22
Modelo	Canon EOS 5D Mark II
Objetivo	21 mm
Focal calibrada	22,0138 mm
Formato	36,5086 x 24,3332 mm [5616 x 3744 celdillas]
Punto principal	x _p : 18,4193 mm y _p : 12,0963 mm
Distorsión Radial	k ₁ : 1,963 · 10 ⁻⁴ k ₂ : -3,539 · 10 ⁻⁷
Distorsión de descentramiento	p ₁ : -6,832 · 10 ⁻⁶ p ₂ : -5,932 · 10 ⁻⁶
Software de calibración	Photomodeler Scan (julio 2013)



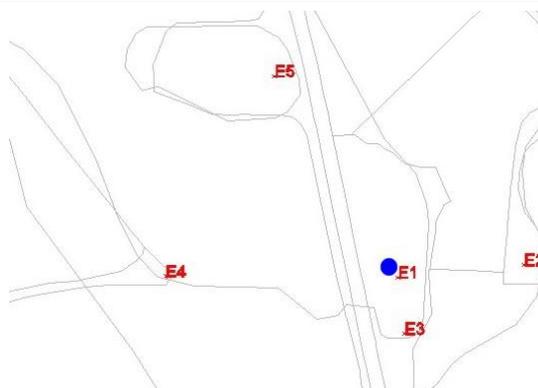
Anexo II: Reseñas de las bases de la red topográfica

	<h2>Documentación Geométrica del dolmen de La Huesera (Laguardia, Álava)</h2>
---	---

ESTACIÓN:	E1	Coordenadas UTM 30 - ETRS89	Anamorfosis: 0,999616
FECHA:	2 de marzo de 2010	X = 535616,843	
MUNICIPIO:	Laguardia	Y = 4713101,216	
PROVINCIA:	Álava	Z (ortométrica) = 617,280	

Reseña literal: hito feno (amarillo) situado junto a punto de nivelación en un hito sobre el túmulo a escasos metros al sudeste de la cámara.

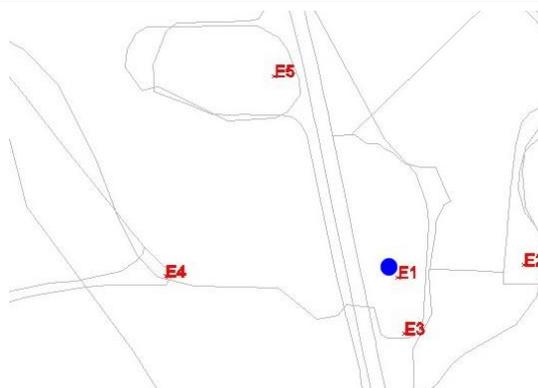
NOTA: Esta estación fue eliminada durante la excavación del túmulo.



	<h2>Documentación Geométrica del dolmen de La Huesera (Laguardia, Álava)</h2>
---	---

ESTACIÓN:	E2	Coordenadas UTM 30 - ETRS89	Anamorfosis: 0,999616
FECHA:	2 de marzo de 2010	X = 535667,920	
MUNICIPIO:	Laguardia	Y = 4713106,361	
PROVINCIA:	Álava	Z (ortométrica) = 611,435	

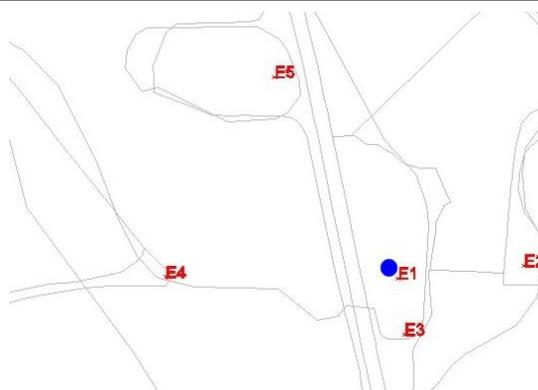
Reseña literal: clavo con cruz marcada en la cabeza sobre una roca prominente en un conjunto de bloques de gran tamaño situado unos 50 metros al Este de la cámara del dolmen.



	<h2 style="text-align: center;">Documentación Geométrica del dolmen de La Huesera (Laguardia, Álava)</h2>
---	---

ESTACIÓN:	E3	Coordenadas UTM 30 - ETRS89	Anamorfosis: 0,999616
FECHA:	2 de marzo de 2010	X = 535619,522	
MUNICIPIO:	Laguardia	Y = 4713078,078	
PROVINCIA:	Álava	Z (ortométrica) = 615,693	

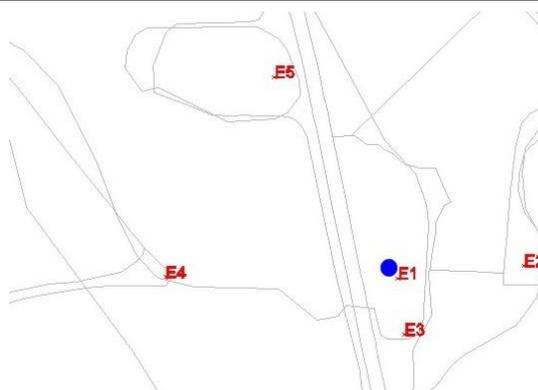
Reseña literal: clavo de acero inoxidable sobre roca en un conjunto de bloques entre maleza situado al sur de la explanad sin cultivar donde se encuentra el dolmen, a unos 20 metros de la cámara.



	<h2>Documentación Geométrica del dolmen de La Huesera (Laguardia, Álava)</h2>
---	---

ESTACIÓN:	E4	Coordenadas UTM 30 - ETRS89	Anamorfosis: 0,999616
FECHA:	2 de marzo de 2010	X = 535522,665	
MUNICIPIO:	Laguardia	Y = 4713101,758	
PROVINCIA:	Álava	Z (ortométrica) = 616,788	

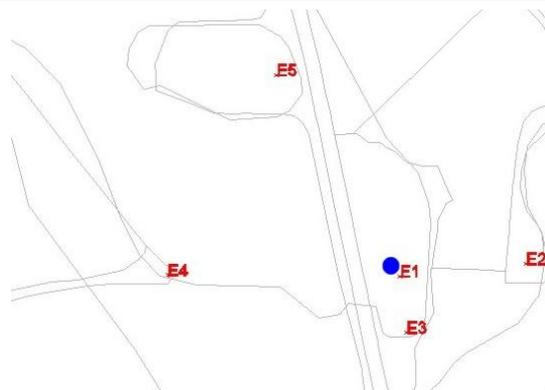
Reseña literal: clavo de acero inoxidable con cruz en la cabeza, sobre roca en un amontonamiento situado a unos 90 metros al Oeste de la cámara.



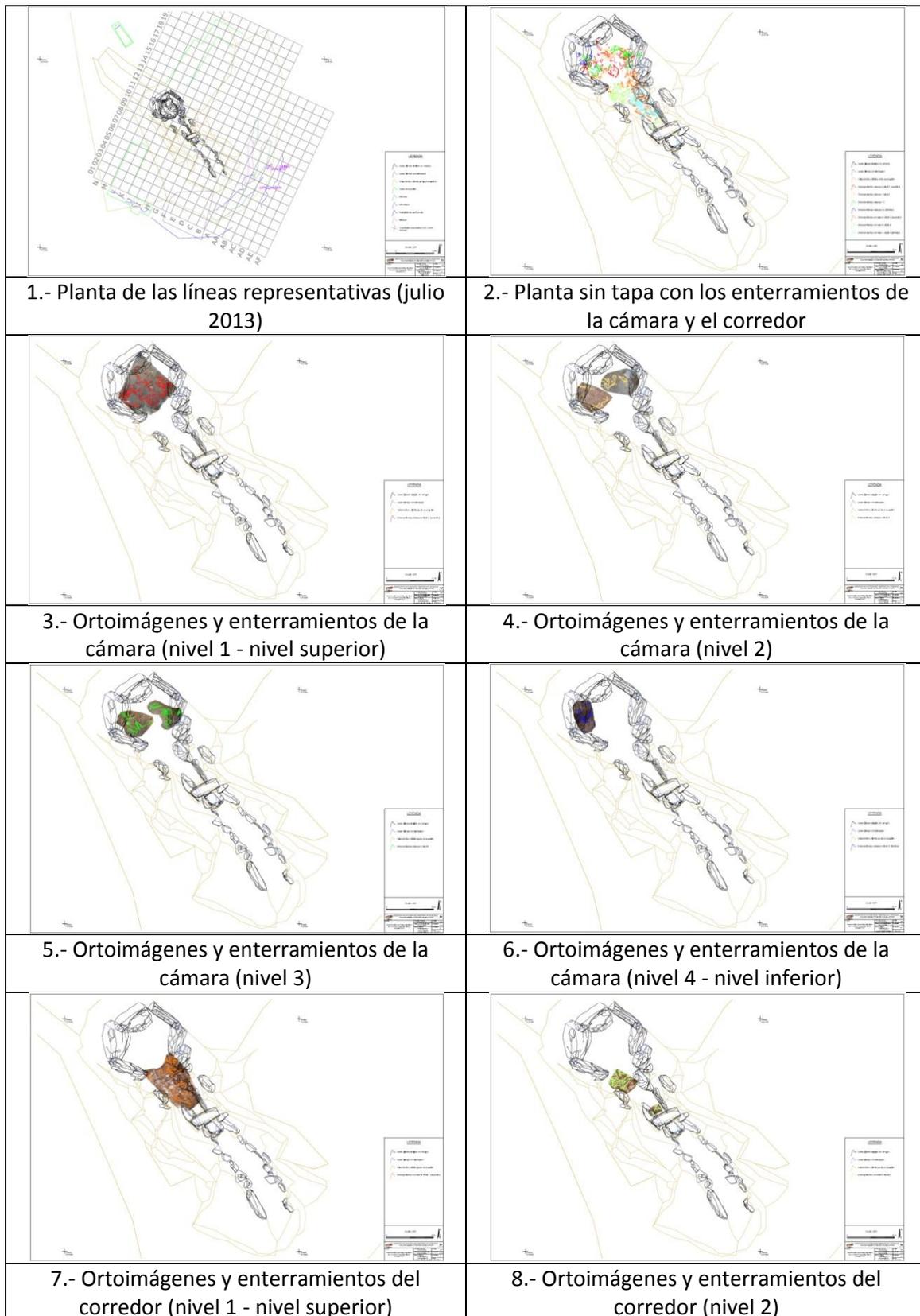
	<h2>Documentación Geométrica del dolmen de La Huesera (Laguardia, Álava)</h2>
---	---

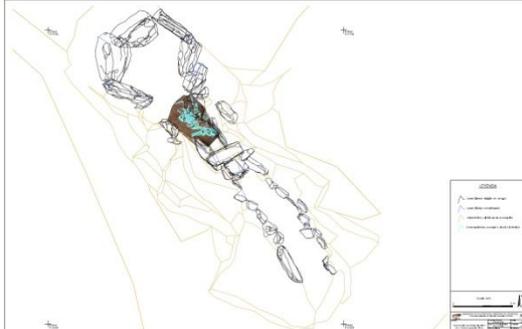
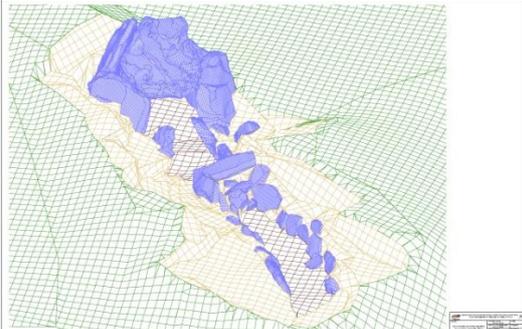
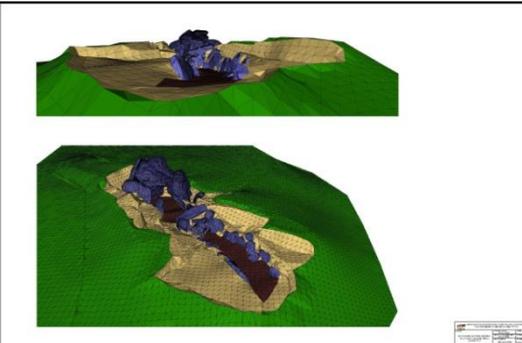
ESTACIÓN:	E5	Coordenadas UTM 30 - ETRS89	Anamorfosis: 0,999616
FECHA:	2 de marzo de 2010	X = 535566,824	
MUNICIPIO:	Laguardia	Y = 4713184,067	
PROVINCIA:	Álava	Z (ortométrica) = 623,077	

Reseña literal: clavo de acero con cruz grabada en la cabeza insertado en una roca en la parte más alta de un montículo de piedras sueltas situado a unos 90 metros al Nornoroeste de la cámara.



PLANOS



 <p>Ortoimagen y enterramientos del corredor (nivel 3 - nivel inferior)</p>	 <p>Vista perspectiva</p>
 <p>Vista perspectiva sombreada</p>	



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>

