



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



UPV EHU

Aulario de las Nieves, edificio de Institutos Universitarios
C/ Nieves Cano 33, 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*

10-1

Información general / General information		
ELEMENTO:	A_Elvillar_Hechicera	:ELEMENT
TITULO:	Documentación geométrica del dolmen de la Chabola de la Hechicera (Elvillar, Álava)	:TITLE
FECHA:	febrero 2012 / <i>February 2012</i>	:DATE
NUMERO:	LDGP_mem_010-1	:NUMBER
IDIOMA:	español / <i>Spanish</i>	:LANGUAGE

Resumen	
TITULO:	Documentación geométrica del dolmen de la Chabola de la Hechicera (Elvillar, Álava)
DESCRIPCION GEOMÉTRICA:	Tumba megalítica compuesta por 17 losas de gran tamaño, incluida la tapa. La estructura ocupa un espacio de 10 x 4 metros en planta, unos 4 metros de altura en la cámara. Conserva restos del túmulo que forma aproximadamente un círculo de unos 10 metros de radio.
DOCUMENTACION:	Colección de fotografías métricas tomadas desde tierra y desde un helicóptero de radiocontrol. Observación GPS de varias bases para obtener sus coordenadas en el sistema de referencia oficial UTM-ETRS89 y radiación de coordenadas de los puntos de apoyo.
TECNICAS:	topografía, fotogrametría estereoscópica, GPS
PRODUCTOS:	<ul style="list-style-type: none"> • Modelo tridimensional vectorial. • Modelo tridimensional mallado. • Modelo virtual con textura fotográfica. • Ortoimágenes. • Colección de pares fotogramétricos.
DESCRIPTORES NATURALES:	patrimonio, dolmen, megalito, topografía
DESCRIPTORES CONTROLADOS:	(Procedentes del Tesauro UNESCO [http://databases.unesco.org/thessp/]) Patrimonio Cultural, Reconocimiento Topográfico, Fotogrametría, Prehistoria, Arqueología

Abstract	
TITLE:	Geometric documentation of the dolmen "la Chabola de la Hechicera" (Elvillar, Álava, Spain)
GEOMETRIC DESCRIPTION:	Megalithic tomb composed of 17 slabs, including the cover. The structure takes up around 10 x 4 meters on surface and is 4 meters high in the chamber. Remains of the burial mound (tumulus) survive forming a circle with a radius of 10 meters roughly.
DOCUMENTATION:	Photogrammetric pairs from the surface and from a remote controlled helicopter, GPS observation in order to get UTM-ETRS89 coordinates and direct surveying for the coordinates of the control points.
METHODOLOGIES:	surveying, stereoscopic photogrammetry, GPS
PRODUCTS:	<ul style="list-style-type: none"> • Wireframe three-dimensional model. • Meshed three-dimensional model. • Virtual model with photographic textures. • Orthoimages. • Photogrammetric pairs.
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 de la Chabola de la Hechicera (Elvillar)	:HERITAGE ELEMENT
MUNICIPIO:	Elvillar, Álava, España/Spain (Getty TGN: 4003615 / 7334045)	:MUNICIPALITY
COORDENADAS:	EPSG:4326 WGS84/LatLong 42.56755500,-2.55355167	: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/10810/7072	:PERMANENT ID
ESTRUCTURA:	<ul style="list-style-type: none"> • ldgp_mem010-1_Elvillar_Hechicera.pdf: este documento / this document. • ldgp_HEC11_fot_dolmen?.jpeg: 5 fotografías de documentación / 5 pictures for documentation purposes. 	:FRAMEWORK

Cita completa recomendada / Recommended full citation

CITA:	<p>Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio (Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU) –LDGP-. <i>Documentación geométrica del dolmen de la Chabola de la Hechicera (Elvillar, Álava)</i>. 2012</p>	:CITATION
-------	---	-----------

Documentación geométrica del dolmen de la Chabola de la Hechicera (Elvillar, Álava)

Vitoria, febrero 2012



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	4
3.- Objetivos	4
4.- Esquema de procesos	4
5.- Desarrollo del proyecto	6
5.1- Observación y cálculo GNSS de la red topográfica	6
5.2- Señalización y observación del apoyo fotogramétrico	7
5.3- Volumétrico y observación del apoyo por topografía	9
5.4- Toma de pares fotogramétricos.....	11
5.5- Orientación y restitución de los pares fotogramétricos	14
5.5.1.- Restitución	14
5.5.2.- Modelado y aplicación de texturas fotográficas	17
5.5.3.- Fotogrametría aérea	24
5.6- Edición del modelo tridimensional	25
5.7- Alzados y secciones	28
5.8- Planos	29
5.9.- Hipótesis arqueológicas.....	29
5.10.- Estabilidad del monumento.....	30
5.11.- Clasificación, archivo y documentación de la información.....	31
6.- Resultados	34
6.1- Pares fotogramétricos.....	34
6.2- Modelo geométrico	34
6.3- Colección de planos	36
6.4- Modelo virtual	36
7.- Contenido del CD.....	37
ANEXOS	38
Anexo I: Instrumental empleado	39
Anexo II: Reseñas de las bases de la red topográfica	42
Anexo III: Volúmenes y ángulos entre las losas.....	48
PLANOS	54

1.- Introducción

Tras las experiencias de documentación geométrica de elementos megalíticos desarrollada en los dólmenes de “La Huesera” y “El Montecillo” en 2010, el Dpto. de Cultura de la Excelentísima Diputación Foral de Álava solicitó al Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio de la UPV/EHU que procediese a realizar la medida y representación del dolmen de “La Chabola de la Hechicera”, situado en Elvillar de Álava.

En enero de 2011 se visitó el yacimiento, en compañía de los arqueólogos Javier Fernández Eraso y José Antonio Mujika, con el fin de tomar contacto y establecer las necesidades de documentación y los requerimientos específicos de esta construcción, así como las circunstancias de su entorno y accesos.

Seguidamente, se preparó un anteproyecto que detallaba los resultados a obtener y las metodologías a emplear, teniendo en cuenta que los procesos a seguir serían similares a los realizados en las dos intervenciones anteriores (los dólmenes del Montecillo en Villabuena de Álava y de la Huesera en Laguardia), y que se coordinarían con la intervención arqueológica, con el fin de obtener la máxima optimización de los registros.

En la presente memoria se presenta el desarrollo del mismo y los resultados obtenidos.



Fig. 1.- Vista del dolmen durante su excavación.

2.- Localización y emplazamiento

Próximo al caserío del municipio de Elvillar se encuentran los restos del dolmen conocido como La Chabola de la Hechicera. Se trata de uno de los monumentos megalíticos más emblemáticos de la provincia, siendo una imagen habitual en las campañas turísticas y apareciendo citado en múltiples libros.

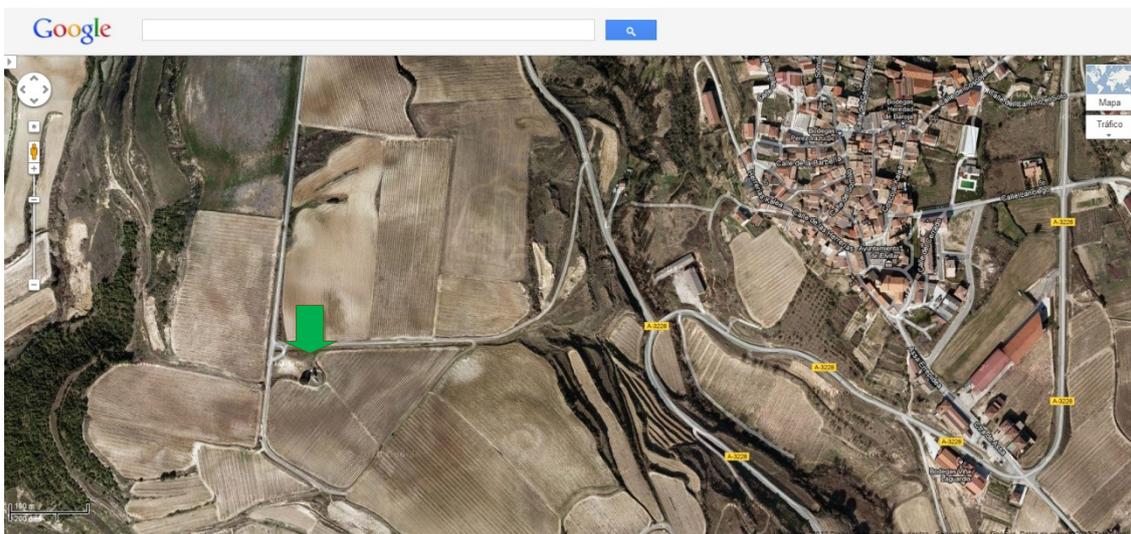


Fig. 2.- Imagen de "Google maps" que muestra la localización del dolmen (flecha verde) en las proximidades de Elvillar, las coordenadas del mismo son: 42° 34' 3" N, 2° 33' 13" W.

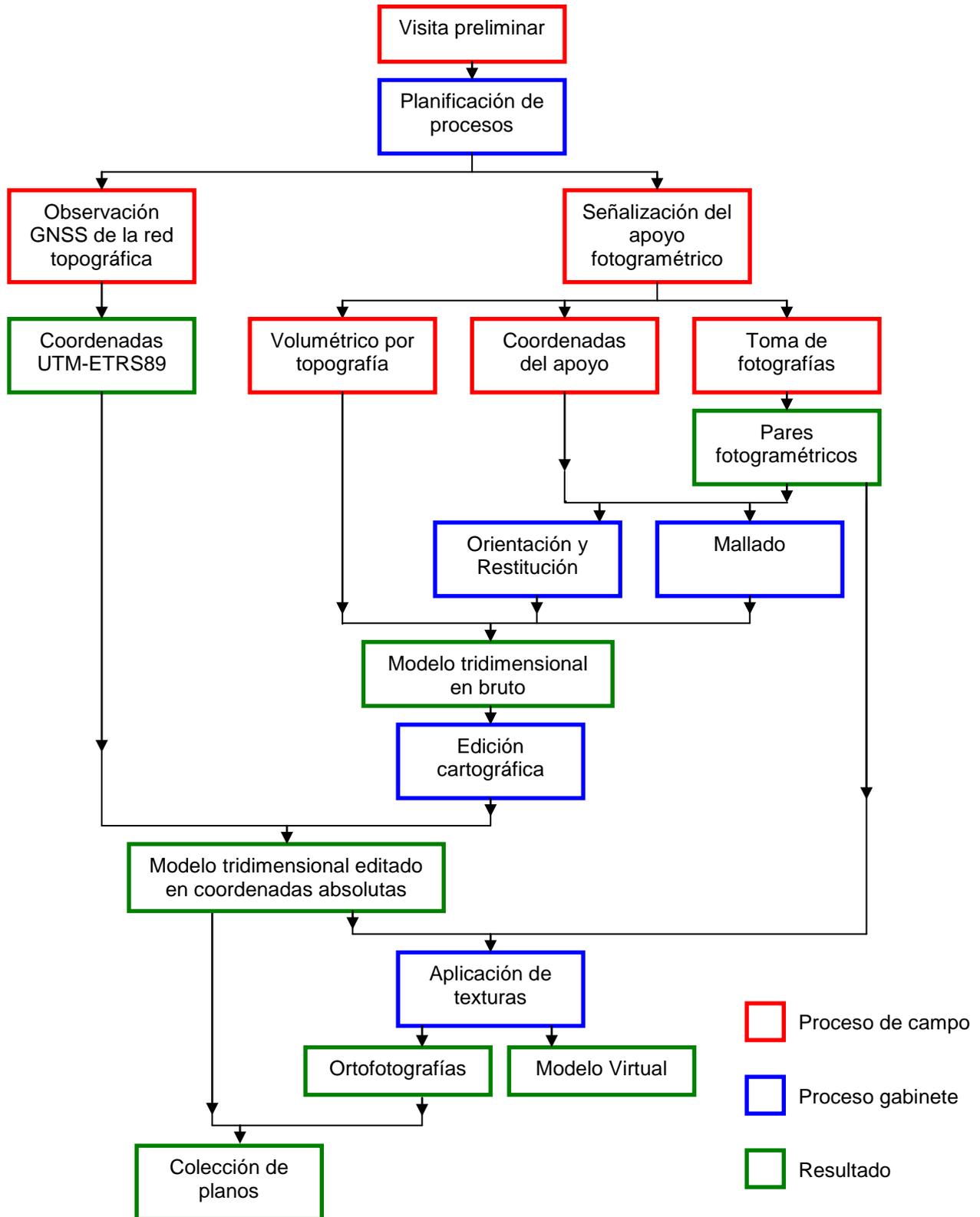
3.- Objetivos

A continuación se listan los objetivos propuestos:

- Establecer una red de estaciones dotadas de coordenadas en un sistema global (UTM-ETRS89), de esta manera, los resultados se pueden poner en relación con el resto de yacimientos de la zona posibilitando la realización de estudios sobre la distribución geográfica y orientación de estos elementos patrimoniales. A partir de esta red se realiza la toma de datos y también se utiliza para la representación final.
- Obtención de una colección de pares fotogramétricos estereoscópicos que permitan conservar una documentación del estado del yacimiento durante su excavación. Estos pares se clasifican y se entregan con toda la información adicional necesaria para que, en el futuro, puedan recuperarse y utilizarse nuevamente tanto para inspeccionar tridimensionalmente el yacimiento como para extraer nuevas medidas.
- Generación de un modelo tridimensional del dolmen a partir de los pares fotogramétricos y medidas obtenidas con estación total topográfica. El modelo representará el estado del monumento durante su excavación de 2011.
- A partir del modelo tridimensional se genera un conjunto de planos: planta, secciones, perspectivas, etc. que representan el dolmen objeto de estudio.

4.- Esquema de procesos

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



5.- Desarrollo del proyecto

5.1.- Observación y cálculo GNSS de la red topográfica

Como primer paso del proyecto, se procedió a situar un conjunto de señales alrededor del dolmen que se observaron mediante técnicas GNSS de posicionamiento por satélite, el instrumento utilizado fue un receptor Topcon HiperPro, cuyas características se presentan en el Anexo I. La distribución de estos puntos se muestra en el siguiente croquis:

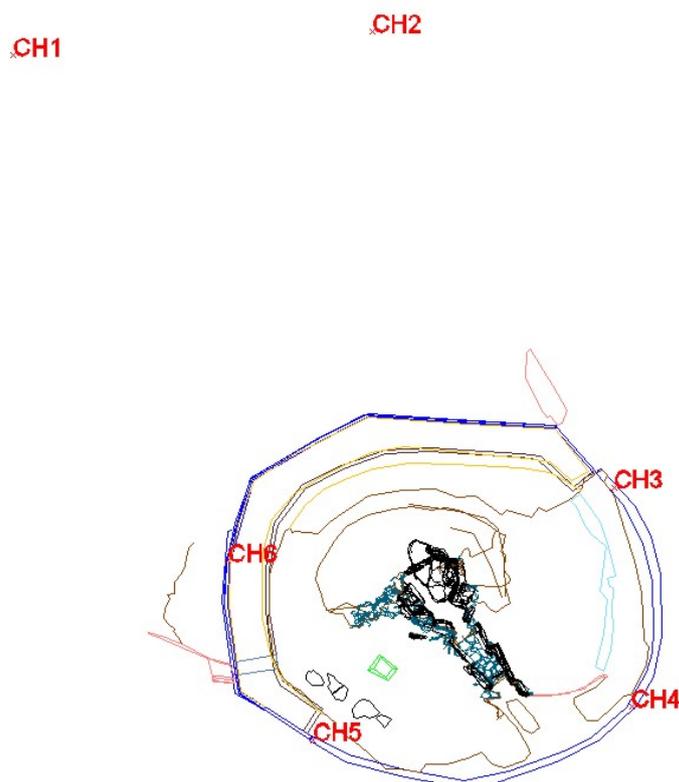


Fig. 3.- Distribución de las estaciones observadas con GNSS.

La observación se hizo mediante la metodología RTK (*Real Time Kinematic*) utilizando como referencia una de las estaciones utilizadas en el vecino dolmen de la Huesera (Laguardia) recientemente documentado.

Las estaciones están materializadas por clavos de acero inoxidable sobre superficies estables (roca u hormigón) de tal forma que permanecieran durante todo el periodo que durasen los trabajos; aún así, algunas señales fueron removidas como consecuencia de la eliminación del murete que rodeaba el dolmen, sin embargo, esto no supuso un problema ya que a partir de las estaciones restantes se pudo continuar con el trabajo.

Las coordenadas se calculan en el sistema UTM-ETRS89 (huso 30) con cotas elipsoidales que se transforman a alturas ortométricas (sobre el nivel del mar) utilizando el programa informático PAG del Instituto Geográfico Nacional.

Los resultados finales tienen una precisión absoluta de 1 cm en planimetría (coordenadas XY) y un centímetro y medio en cotas. La siguiente tabla recoge los valores definitivos. Las reseñas completas se presentan en el Anexo II.

Estación	X_{UTM-ETRS89}	Y_{UTM-ETRS89}	Z_{NIVEL DEL MAR}
CH1	536618,518	4712926,148	596,824
CH2	536639,129	4712927,519	596,486
CH3	536652,998	4712901,112	596,014
CH4	536654,009	4712888,426	595,991
CH5	536635,723	4712886,490	596,516
CH6	536630,851	4712896,840	596,691

A partir de estos puntos se realizaron las mediciones con estación total que consistirán en el registro volumétrico vectorial de los elementos y la obtención de coordenadas de los puntos de apoyo para la fotogrametría tanto terrestre como aérea.

5.2.- Señalización del apoyo fotogramétrico

Con el fin de disponer de información de la mayor parte posible del dolmen, la documentación fotogramétrica se ha dividido en dos partes: por un lado, se han tomado fotografías desde el terreno de los ostostatos y la parte inferior de la tapa, en segundo término, se realizó un vuelo con un helicóptero radiodirigido que recoge la parte superior de la tapa y la parte del túmulo descubierta alrededor de la cámara y corredor.

En ambos casos es necesario que aparezcan fotografiadas una serie de señales identificables en las imágenes y cuyas coordenadas sean conocidas. Estas señales, denominadas puntos de apoyo, permiten la formación de los pares estereoscópicos y que la información que se extraiga a partir de ellos esté en el sistema de coordenadas del proyecto antes definido.

Las señales para la fotogrametría de los ortostatos se materializa mediante dianas de 4x4 cm en papel plastificado que se fijan de forma temporal mediante masilla que puede ser eliminada sin dejar rastro ni degradar la superficie una vez finalizado el trabajo. Para el apoyo de las fotografías aéreas se utilizan dianas de 10x10 cm.



Fig. 4.- Distribución de las dianas utilizadas como puntos de apoyo fotogramétrico.

Las coordenadas y la distribución del apoyo se puede consultar en el fichero CAD presentado con el modelo que incluye dos capas: "01_apoyo_fotogrametría" y "01_apoyo_vuelo" que incluyen las dianas de 4x4 cm y de 10x10 cm respectivamente. La siguiente imagen presenta una vista del modelo vectorial con las dianas de 4x4 cm.

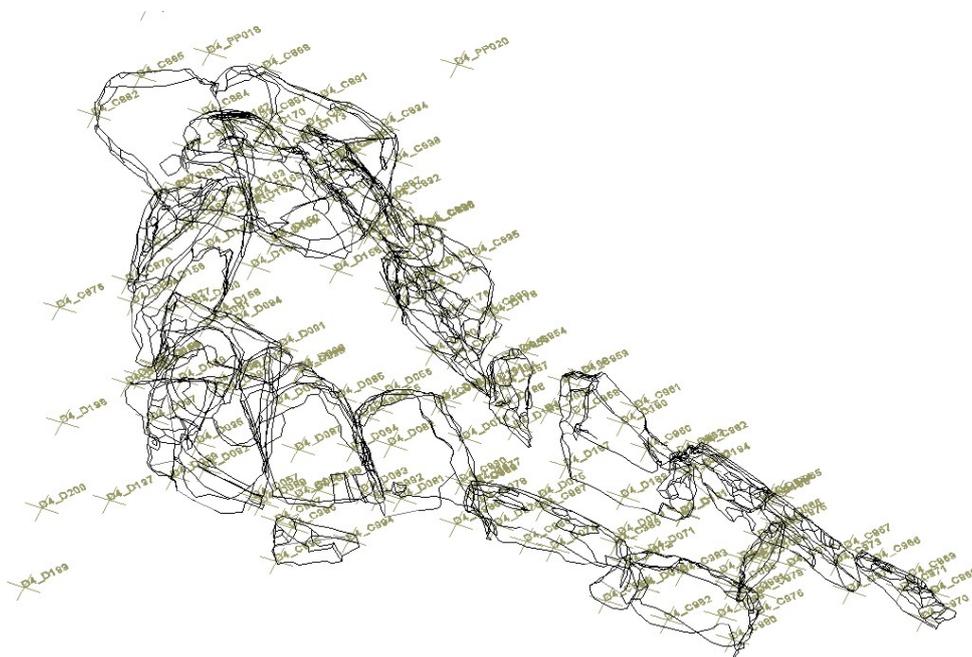


Fig. 5.- Dianas sobre la superficie de las losas que componen el dolmen.

5.3.- Volumétrico y observación del apoyo por topografía

Mediante observaciones con estación total topográfica (Leica TCR-1205, cuyas características se presentan en el Anexo I) se dotan de coordenadas las dianas de puntería descritas.

Por otro lado, se dibuja el volumétrico general de la zona para la preparación de un plano inicial que sirva para la planificación de las excavaciones. Sobre este plano se diseña una cuadrícula de 1x1 metros que permitirá identificar las zonas excavadas.

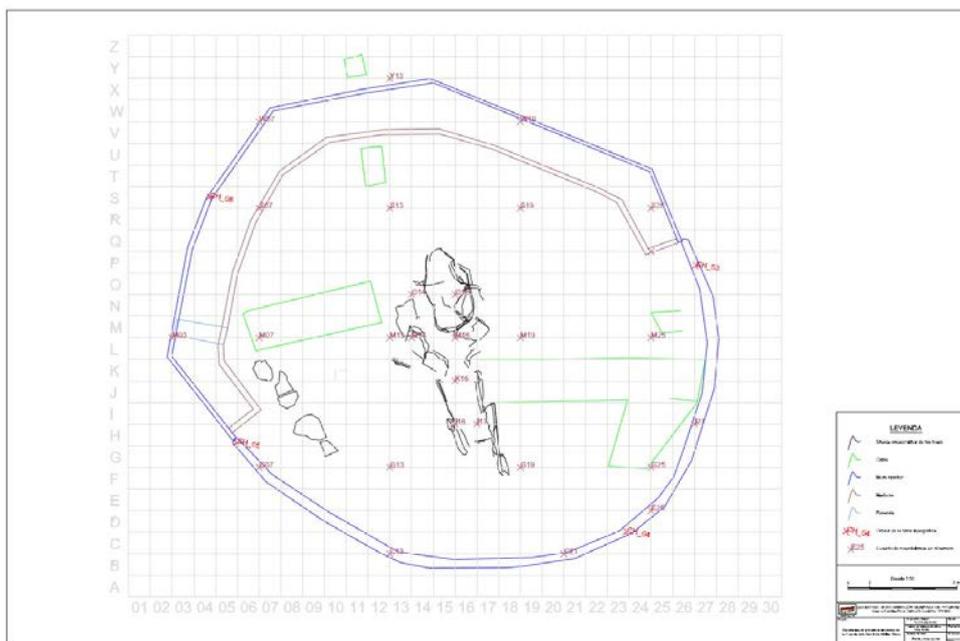


Fig. 6.- Plano preliminar obtenido con estación total topográfica y que incluye la cuadrícula de excavación.

Una vez en campo, esta cuadrícula se replantea, es decir, se materializan sus vértices mediante señales que permitan marcar los cuadros sobre el terreno, para lo cual se utilizan diferentes tipos de clavos, estacas o arandelas en función del tipo de terreno donde se deban fijar (madera, roca, hormigón, tierra, ...) y su consistencia.



Fig. 7.- Diferentes señales utilizadas para el replanteo de la cuadrícula de excavación.

No ha sido necesario marcar la cuadrícula completa, sino cada 6 x 6 metros más algunos puntos adicionales, siendo posible localizar los puntos intermedios directamente en campo con la ayuda de una cinta métrica.



Fig. 8.- Replanteo de la cuadrícula en el interior de la cámara.

5.4.- Toma de pares fotogramétricos

Para la documentación fotogramétrica se ha utilizado una cámara Canon EOS-5D Mark II de 20 megapíxeles con un objetivo calibrado de 21 mm de distancia focal en las tomas realizadas sobre el terreno.

La información es redundante, es decir, que las diferentes tomas y colecciones repiten la zona fotografiada de tal forma que cada elemento aparece desde diferentes puntos de vista. Para la restitución fotogramétrica no se utilizan todas las fotografías ya que es suficiente con un par en el que aparezca representado cada elemento que se va a dibujar, en cualquier caso, todas las fotografías se incluyen en el CD del proyecto por lo que se puede recurrir a ellas si se considera de interés en el futuro.

Las imágenes siguientes muestran el aspecto de los pares fotogramétricos tomados desde el terreno.



Fig. 9.- Fotografías que forman un par fotogramétrico.

Con el fin de completar la parte superior de la tapa del dolmen, así como para obtener tomas aéreas del túmulo, se encargó –a la empresa DIGITAL ingeniería y gestión, S.L.- la realización de un vuelo con un helicóptero radiodirigido equipado de una cámara Olympus EP1 de 12 megapíxeles y 14 mm de distancia focal (28 mm de distancia focal equivalente a formato de 35 mm).

Las siguientes imágenes muestran el equipo de radiocontrol y el helicóptero utilizado:



Fig. 10.- Fotografías que forman un par fotogramétrico.

Las siguientes imágenes muestran ejemplos de tomas cenitales y perspectivas obtenidas desde el helicóptero:



Fig. 11.- Vistas aéreas cenital y perspectiva del dolmen tomadas desde el helicóptero.

Por otro lado, se han obtenido pares de fotografías convencionales (no métricas) con el fin de obtener anaglifos que permitan difundir de una manera ágil el aspecto tridimensional del dolmen durante su excavación.

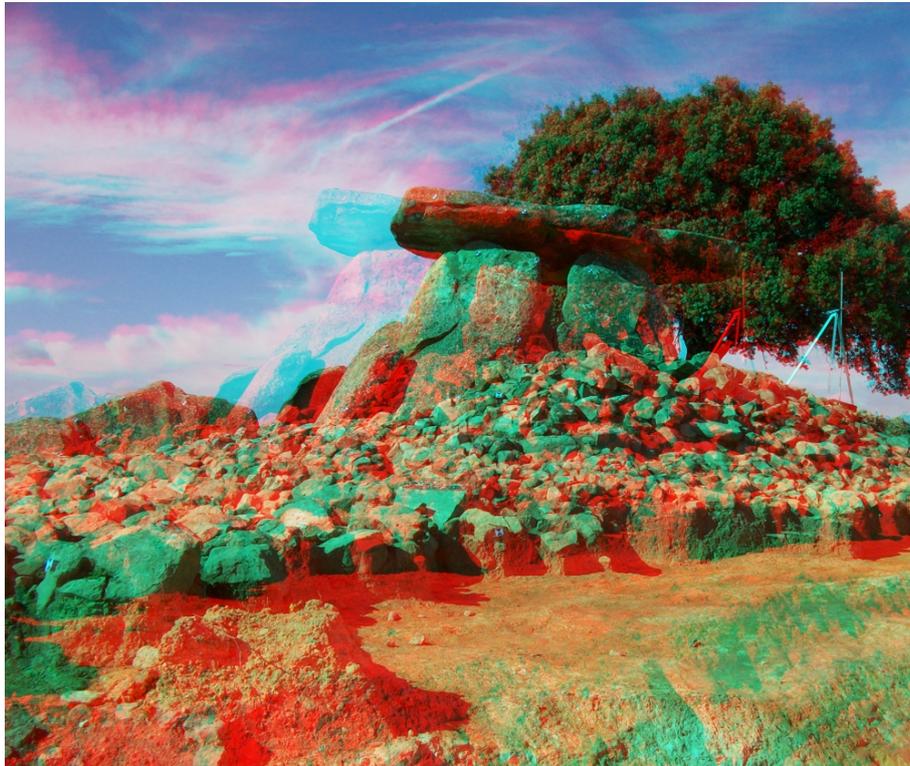


Fig. 12.- Anaglifo rojo-cian del dolmen.

5.5.- Orientación y restitución de los pares fotogramétricos

El procesado de la información se ha dividido en tres líneas de proceso con diferentes: por un lado se ha procedido a la orientación de pares para su restitución, es decir, el dibujo tridimensional de los perímetros, para esta línea se han utilizado los programas *Photomodeler Scan v.6* y *Softplotter*. De forma paralela, se ha procedido a orientar, modelar y aplicar texturas fotográficas utilizando los softwares *Image Master* y *Meshlab*. Finalmente, se ha realizado el proceso de las fotografía aéreas, en este caso también con el programa *Image Master*.

5.5.1.- Restitución

El dibujo de las líneas tridimensionales que definen los perímetros de los elementos de interés se realiza con el software *Softplotter* de *Autometric*®, este software permite la orientación de los pares pero se ha preferido realizarla de forma previa con otro software *Photomodeler Scan* que da la posibilidad de orientar todos los pares de forma conjunta formando un bloque lo que proporciona un resultado con una mejor precisión y mayor homogeneidad.

En primer lugar hay que cargar todas las imágenes que documentan las diferentes partes del monumento y marcar las dianas del apoyo.

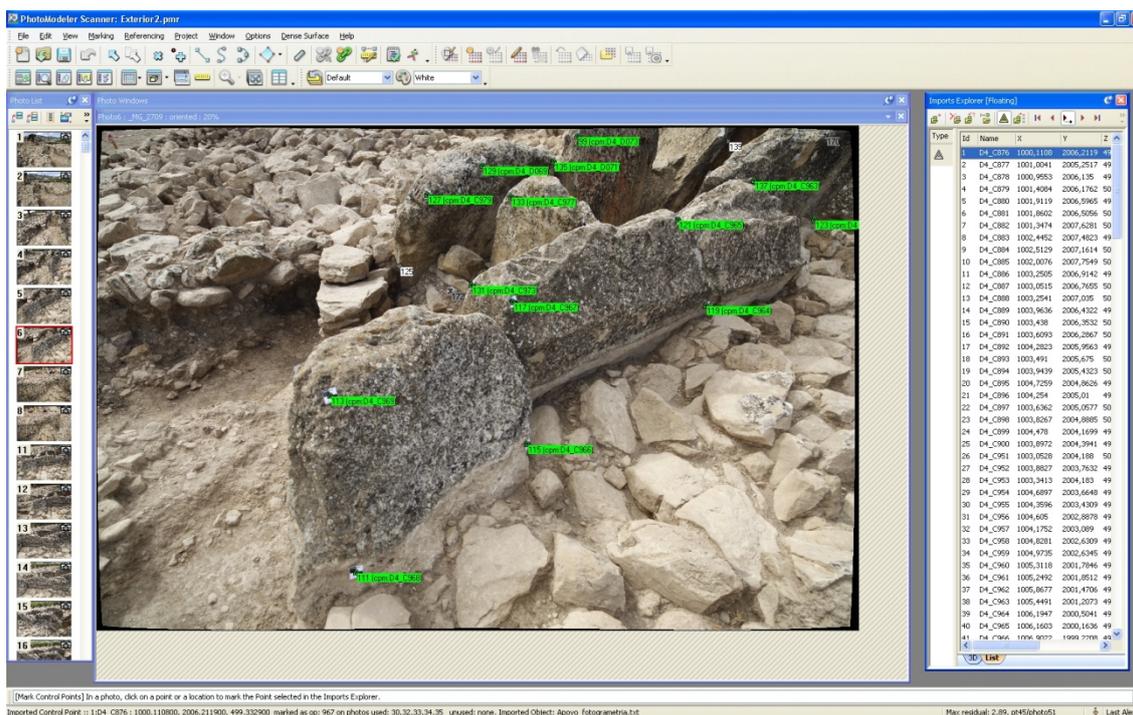


Fig. 13.- Marcado del apoyo sobre una de las fotografías en el software *Photomodeler Scan*.

Una vez que se ha identificado el apoyo visible en cada fotografía se procesa el bloque completo. La precisión obtenida es de unos pocos milímetros en la posición de los puntos de toma.

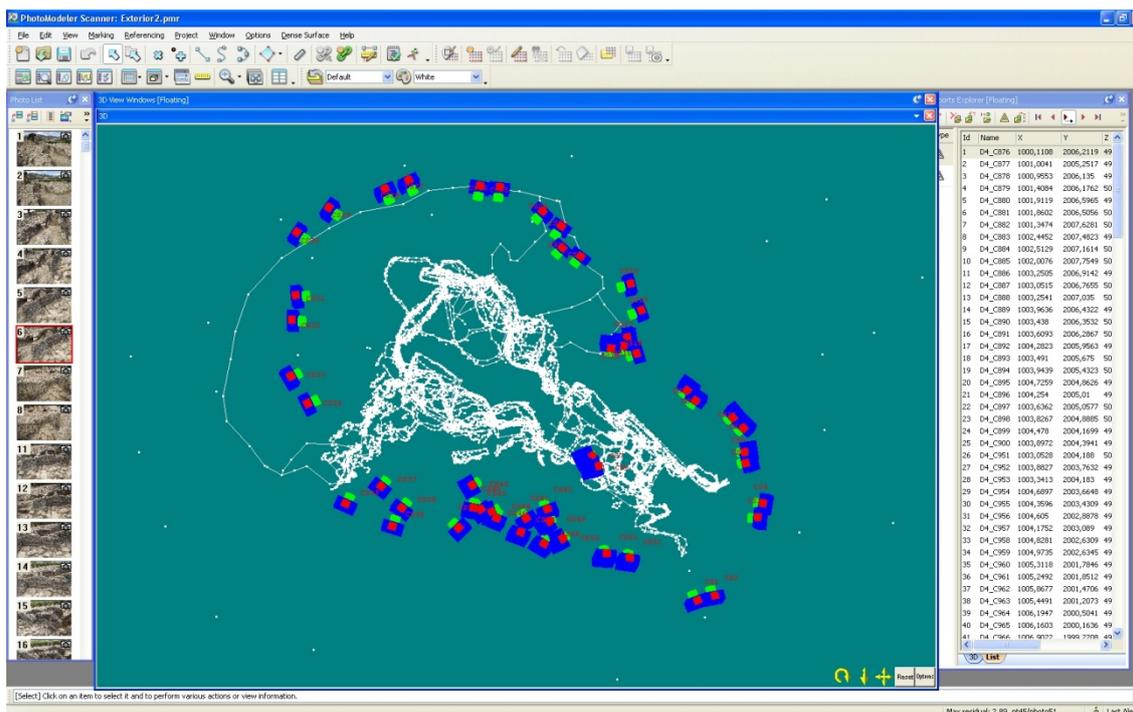


Fig. 14.- Vista del bloque fotogramétrico exterior con indicación de la posición de las cámaras.

En este software también se procesan las fotografías originales para generar imágenes libres de distorsión que serán las que se utilicen en el software de restitución *Softplotter*.

Una vez en este segundo software, hay que volver a orientar las fotografías, pero se introducen como valores iniciales los obtenidos en el cálculo previo por lo que el proceso es directo.

Las siguientes imágenes muestran los procesos de orientación interna y externa dentro del software:

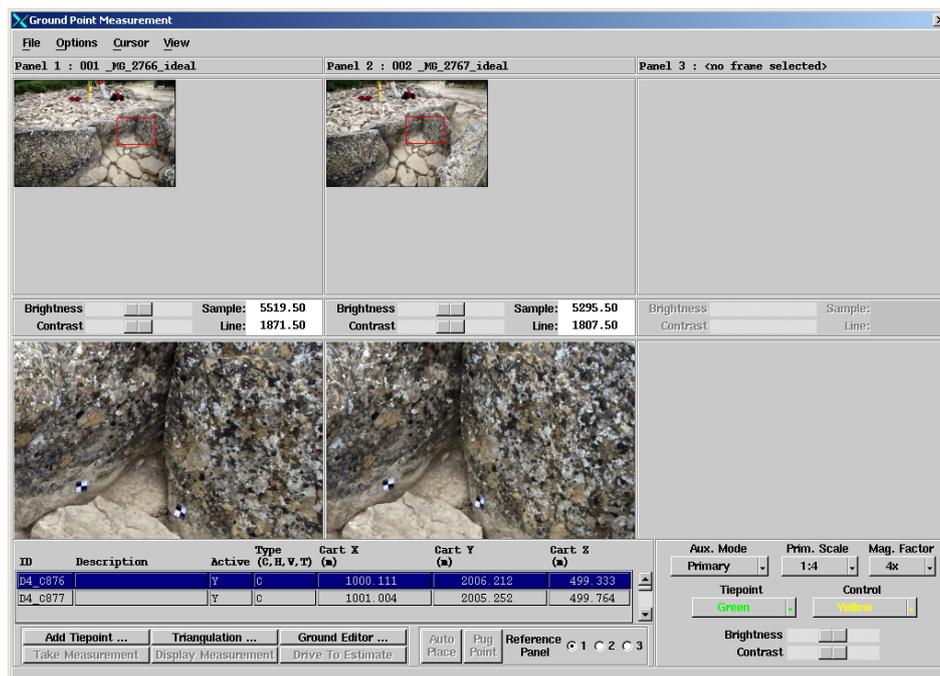
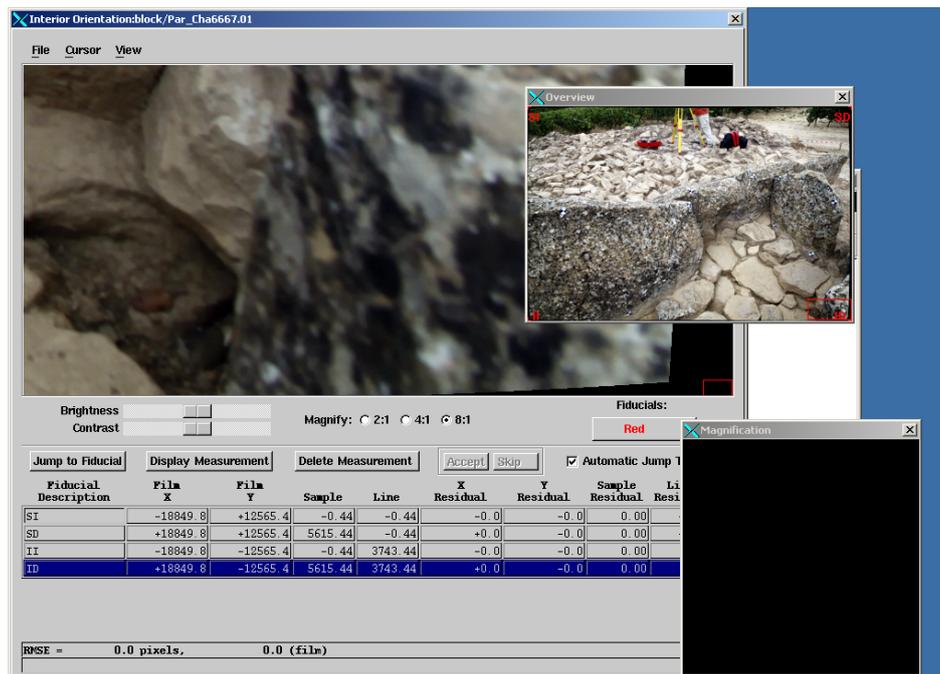


Fig. 15.- Ventanas del software mientras se realizan los procesos de orientación, interna y externa de las fotografías.

Una vez orientadas las fotografías, se seleccionan las parejas que forman la imagen estereoscópica y se procede a su dibujo tridimensional. Como puede apreciarse en la figura siguiente, la restitución consiste en el dibujo manual de los contornos más representativos, en el caso del dolmen, este dibujo supone una abstracción de la realidad que incluye cierta carga subjetiva ya que dichos límites no están siempre bien definidos en las losas que conforman el monumento.

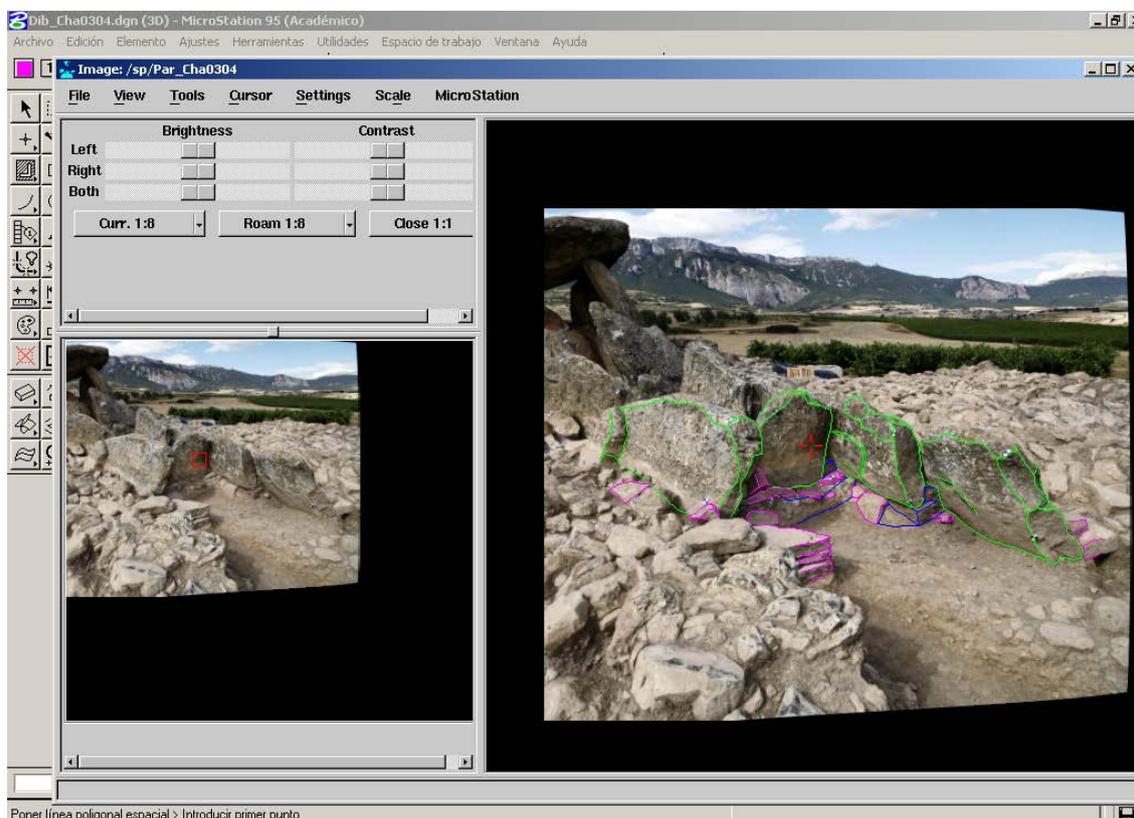


Fig. 16.- Dibujo tridimensional sobre el par fotogramétrico.

Al basarse la orientación en las coordenadas de los puntos de apoyo, los dibujos parciales resultantes de cada par están en un sistema común de coordenadas (el de los puntos de apoyo) por lo que pueden integrarse de forma directa.

5.5.2.- Modelado y aplicación de texturas fotográficas

Mediante el Software fotogramétrico *ImageMaster*, se consigue obtener el modelo digital de elevaciones (MDE) de cada uno de los ortostatos, para ello el programa, siguiendo el proceso fotogramétrico, realiza la orientación de las imágenes obteniendo los pares estereoscópicos.

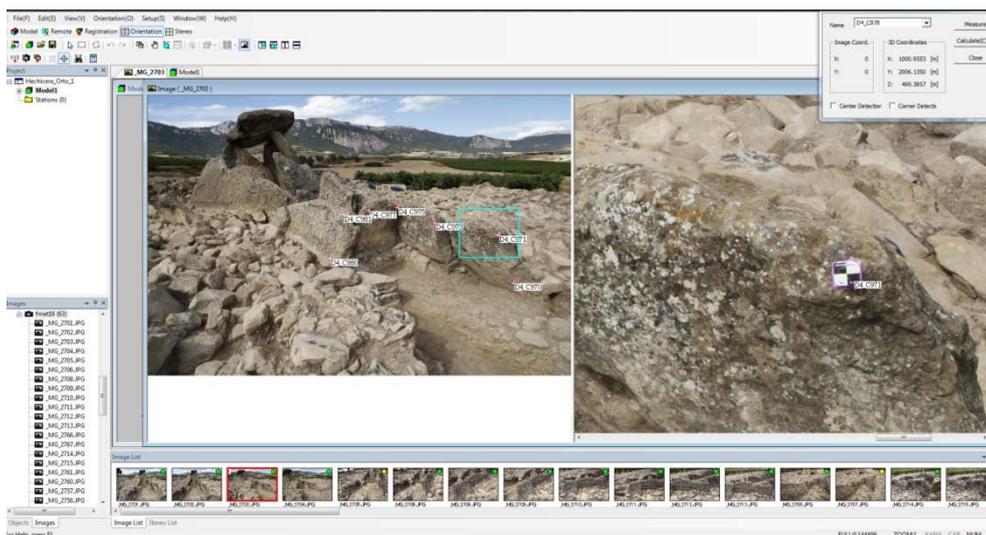


Fig. 17.- Proceso de identificación de los puntos de apoyo.

Mediante un sistema correlación automática, podemos restituir sobre el par formado el perímetro aproximado del elemento que deseamos obtener.



Fig. 18.- Par estereoscópico formado y proceso de restitución.

Una vez restituidas las líneas que definen su geometría, el programa nos permite generar el modelo digital de elevaciones de cada zona elegida, permitiendo seleccionar el paso de malla que se desee. De esta forma se obtiene un MDE de una parte del ortostato que, posteriormente, deberá juntarse con el resto de porciones del mismo y editarse en una única malla por cada losa. Se procura que entre las superficies de las caras obtenidas exista solape, para evitar huecos entre las mallas.

Los modelos de superficie generados tienen originalmente un paso de malla de 1 cm, posteriormente, en el proceso de edición, este paso de malla fue aumentado en función de la geometría del elemento, con el fin de conseguir un modelo con menor tamaño de archivo, sin disminuir la calidad del elemento representado por dicha malla, consiguiendo un modelo de superficie con un paso de malla de entre 3 y 10 cm.

Para el proceso de edición de los modelos de superficies, se empleó el programa de código abierto *MeshLab*. El proceso de edición consiste en la fusión de las zonas con solape y la unión de cada una de las mallas que forman cada ortostato. Para ello, en primer lugar se convierte el modelo de superficies en una nube de puntos.

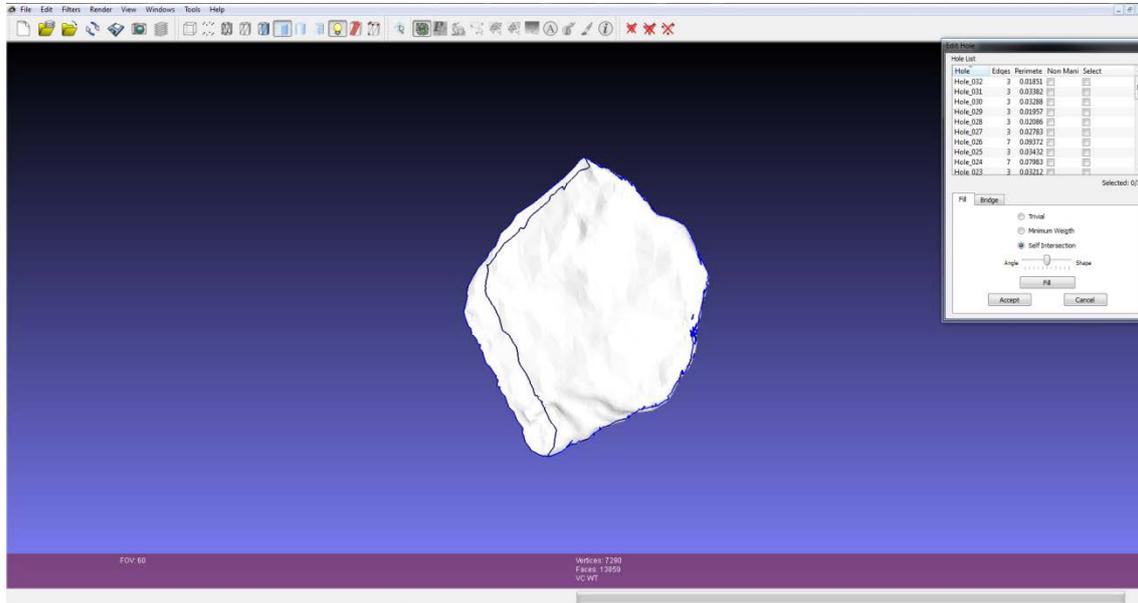


Fig. 19.- Modelo de superficies de un ortostato en MeshLab.

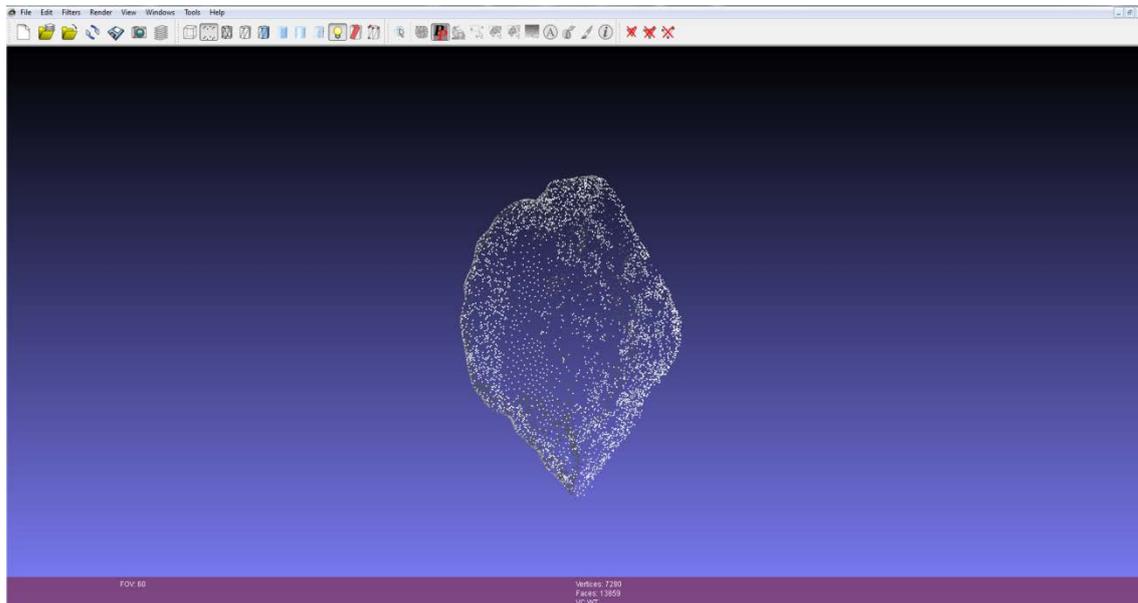


Fig. 20.- Nube de puntos generada a partir del modelo de superficies.

Trabajando ahora con la nube de puntos, se realiza una depuración de la misma, eliminando de forma automática puntos redundantes en las zonas de solape y se unen las nubes de puntos que representan al mismo ortostato en una única nube. Posteriormente se procede a la reducción de la nube de puntos, mediante una herramienta, que nos permite eliminar puntos en aquellas

zonas en las que la geometría del elemento es continua, es decir, elimina puntos en las zonas en las que la geometría del ortostato es plana dejando la nube original en las zonas en las que la geometría es curva o presenta una geometría más irregular.

El final del proceso de edición concluye con el mallado de la nube de puntos y la obtención del modelo digital del ortostato.

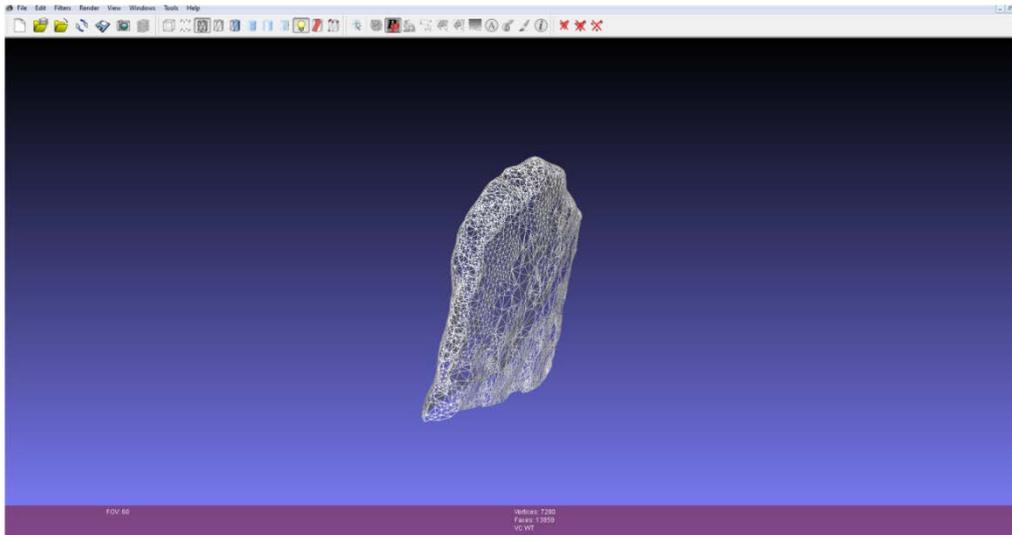


Fig. 21.- Modelo de superficie generado a partir de la nube de puntos editada.

Se repite el proceso para el resto de ortostatos y entorno hasta obtener el modelo mallado completo.

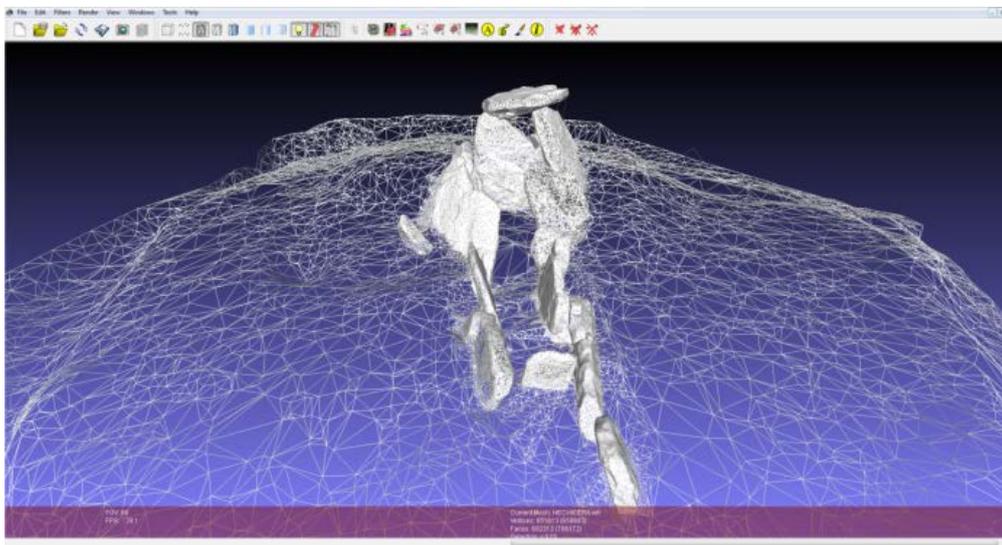


Fig. 22.- Modelo mallado completo.

El modelo de superficies con texturas aplicadas se consigue mediante un proceso de rectificación de las fotografías de los pares utilizados sobre el modelo de superficies mallado. Para ello se necesita tener por separado cada una de las partes de la malla que aparece en cada fotografía. Este proceso se realiza mediante el programa de edición que se utilizó anteriormente.

A continuación, mediante el programa *Image Master*, en el cual ya tenemos las imágenes orientadas, puesto que anteriormente se habían obtenido los pares estereoscópicos, se procede al proceso de rectificación de cada imagen sobre su malla correspondiente, obteniendo en este caso una textura con una resolución de 1 mm por pixel.

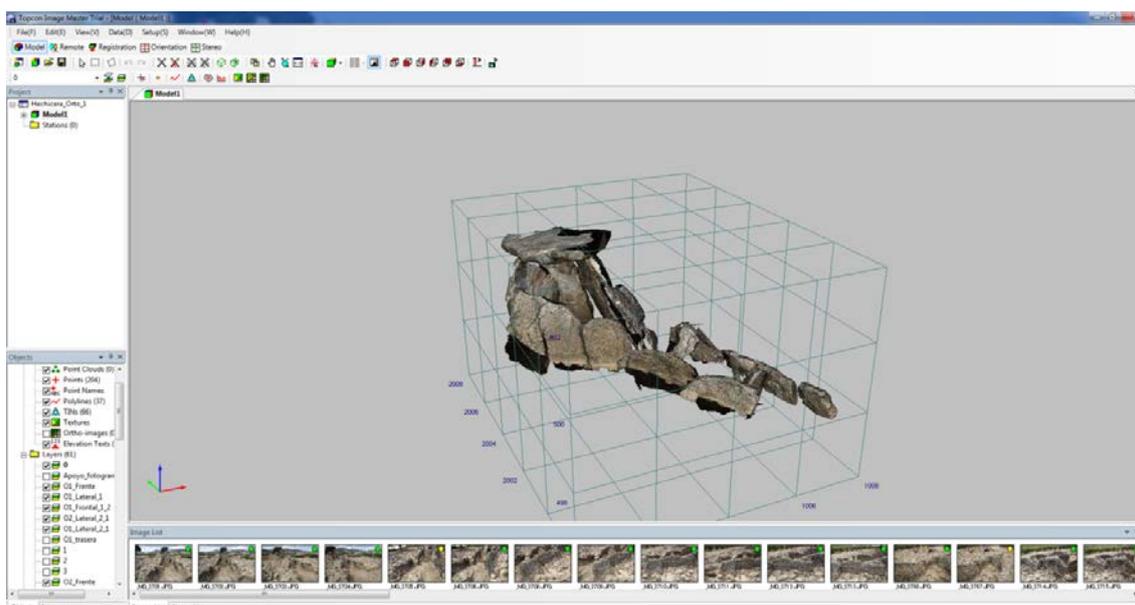


Fig. 23.- Modelo de superficies con texturas.

Las texturas se aplican a partir de los pares fotogramétricos utilizados para el modelado y, aunque recubren la mayoría de la superficie visible del dolmen, no lo recubren completamente.

En efecto, para obtener las texturas se han utilizado las mismas fotografías que forman los pares fotogramétricos, de esta forma, se cuenta con texturas para los lados interior y exterior de los ortostatos, el inferior de la tapa (todos ellos desde las fotografías tomadas en el terreno) y la parte superior de la tapa (desde las tomas del helicóptero). Los bordes de las losas no cuentan con fotografías específicas para coger sus texturas por lo que en estas zonas no siempre existe una buena cobertura como puede apreciarse en la siguiente imagen.

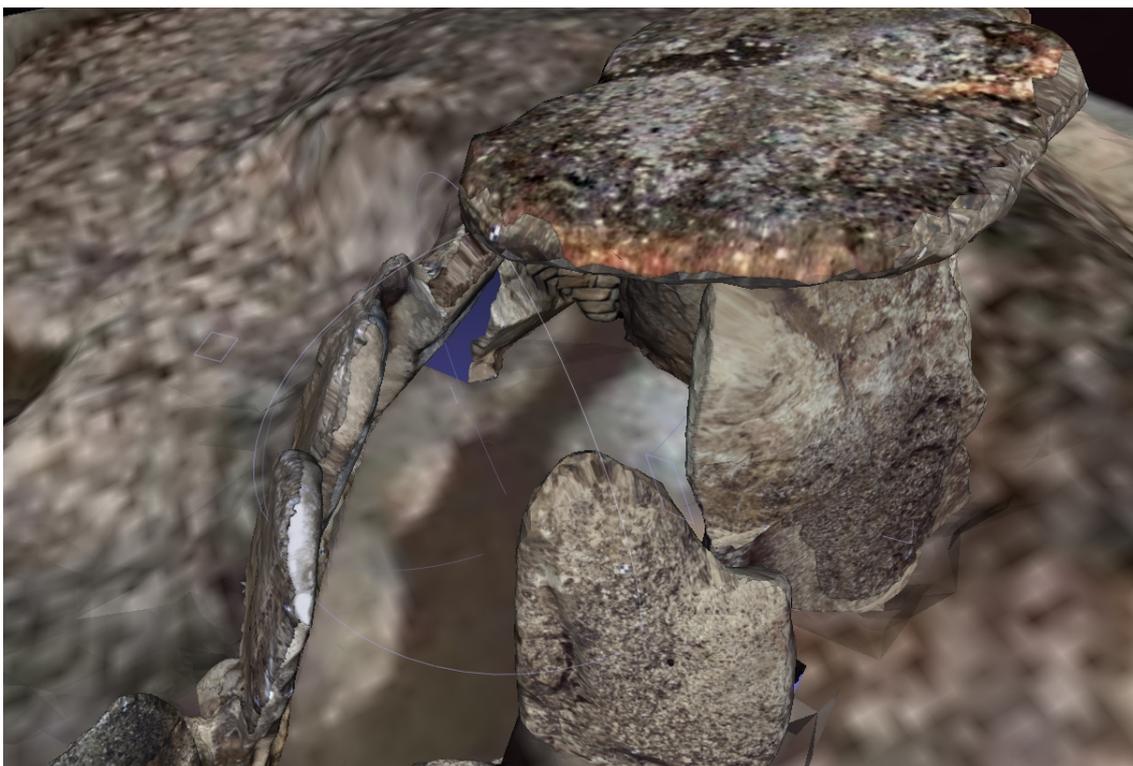


Fig. 24.- Vista del modelo con texturas en la que se aprecian las faltas en los bordes entre la parte interior y exterior de los ortostatos.

Otro problema con las texturas son los cambios de iluminación que tienen las diferentes imágenes desde las que se obtienen las texturas, lo que genera discontinuidades en la tonalidad de los elementos. Con el fin de mitigar este efecto, las texturas se procesan con un programa desarrollado por el Laboratorio¹.



Fig. 25.- Modelo previo (izquierda) y después de realizar el ajuste radiométrico de las texturas (derecha).

¹ Disponible, tanto el programa como la descripción en la web: <http://hdl.handle.net/10810/6166>

Finalmente, el modelo virtual tridimensional se exporta en formato VRML para que pueda ser explorado interactivamente.

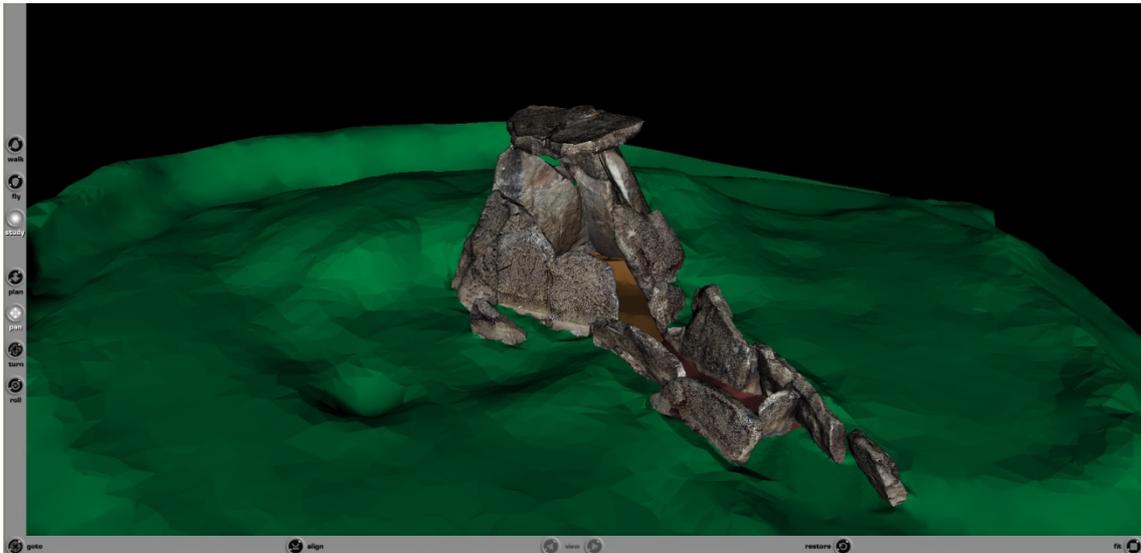


Fig. 26.- Modelo VRML del dolmen con texturas fotográficas.

Además de para realizar esta inspección interactiva del dolmen, los elementos con textura se utilizan para generar ortomágenes que componer junto con el modelo vectorial. Para ello se seleccionan los puntos de vista adecuados y los ortostatos que aparecerán en cada una. Para su generación se ha utilizado el software *3DStudio Max* de *Autodesk®*.

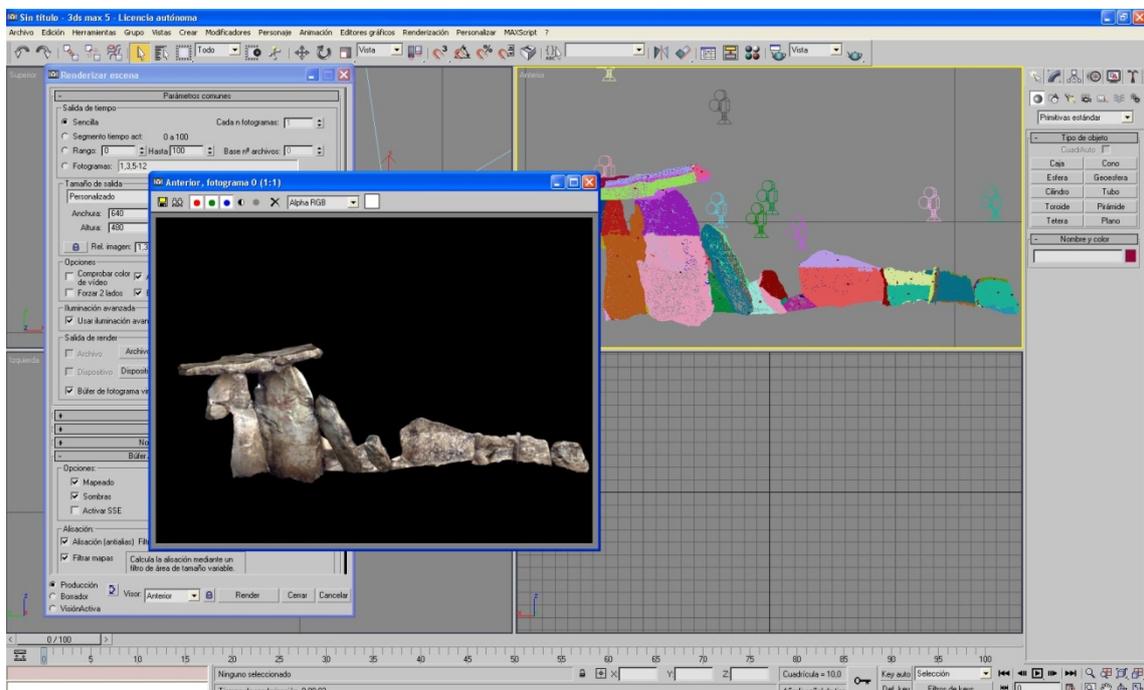


Fig. 27.- Generación de vistas ortogonales (ortofotografías) a partir de los elementos con textura.

Finalmente, cabe citar que con el software *Image Master* también es posible obtener vistas de realidad aumentada en las que se superpone el modelo a la imagen fotográfica.

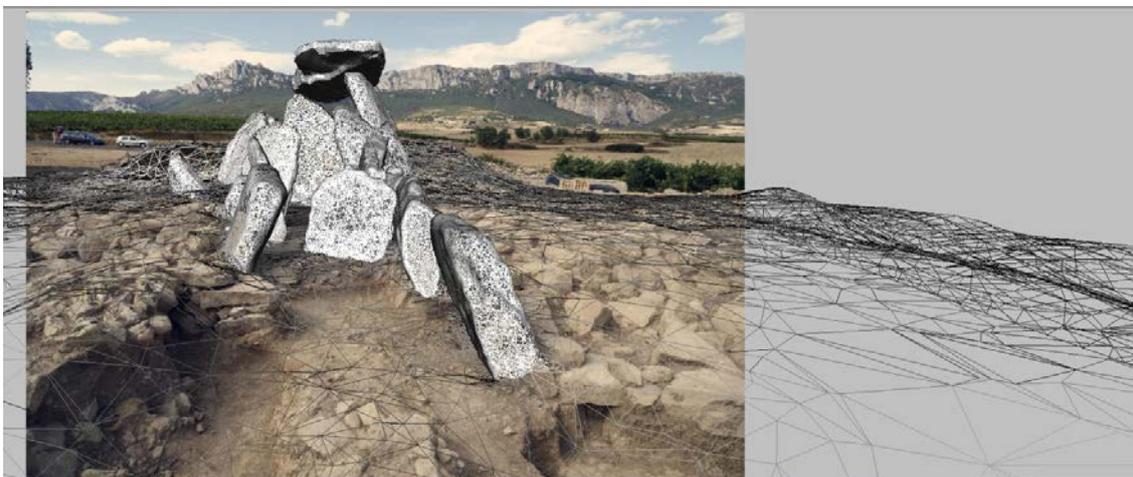


Fig. 28.- Vista de realidad aumentada con el modelo superpuesto a la imagen fotográfica.

5.5.3.- Fotogrametría aérea

Para el tratamiento de las fotografías obtenidas desde el helicóptero también se ha utilizado el programa *Image Master*. Partiendo de los datos de campo, fotografías del vuelo y apoyo de campo, se procede a la obtención de pares estereoscópicos. Igual que en el caso anterior, se procede a la orientación automática de las imágenes y a la obtención del modelo digital de elevaciones de todo el área. Este modelo debe editarse y se comprueba con el modelo volumétrico de líneas obtenido en campo, con el fin de eliminar posibles errores.

Una vez que se dispone del modelo editado y de las imágenes orientadas se obtiene la ortomagen proyectando la textura fotográfica. La resolución de la ortofoto es de 1 cm por píxel.



Fig. 29.- Ortoimagen cenital del dolmen y su entorno.

5.6.- Edición del modelo tridimensional

El conjunto de líneas restituidas y unidas en un mismo fichero presenta el aspecto de la siguiente imagen en el fichero CAD:



Fig. 30.- Líneas originales restituidas antes de su edición.

Este modelo inicial debe editarse de tal forma que la representación esquemática de cada ortostato esté formado por una única línea.

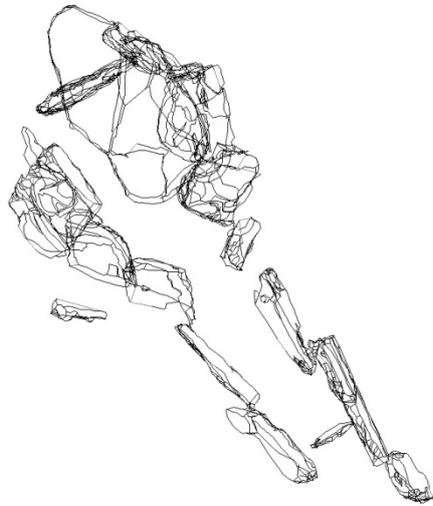


Fig. 31.- Perímetros editados de las losas.

Cada losa se ha individualizado y colocado en una capa separada siguiendo la siguiente numeración:



Fig. 32.- Numeración de las losas en el fichero CAD.

El modelo CAD definitivo incluye los elementos vectoriales obtenidos directamente en campo por topografía (base topográfica, apoyo fotogramétrico, volumétrico, etc.), los perímetros editados procedentes de la restitución fotogramétrica, las mallas y las ortofotografías descritas anteriormente. Cada elemento en su capa correspondiente y su simbología específica.

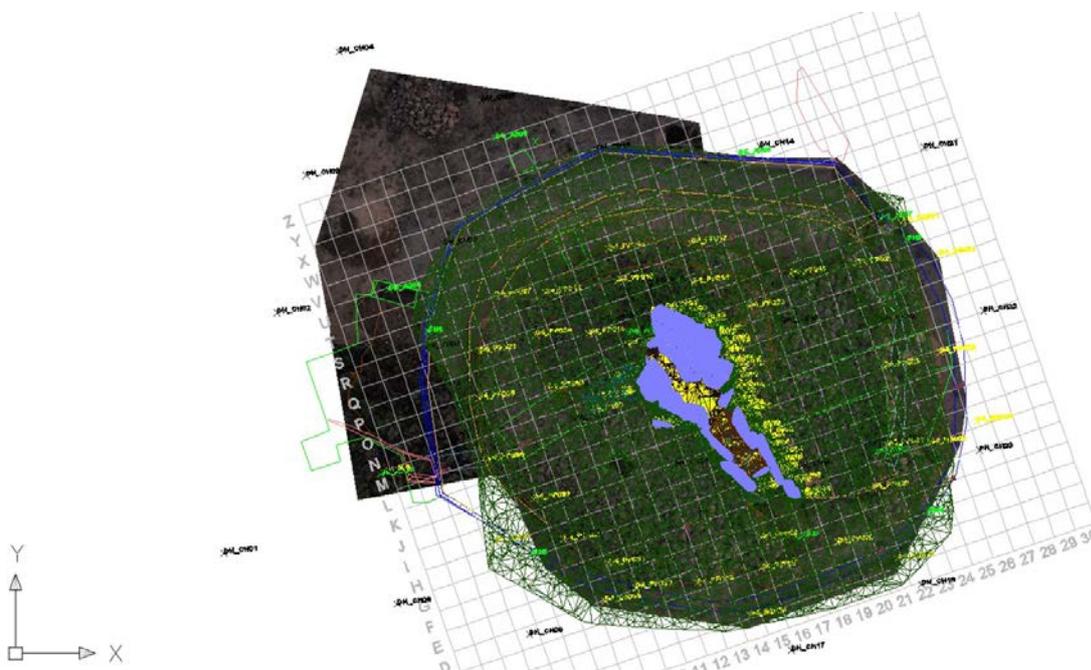


Fig. 33.- Modelo completo CAD con vectores, mallas y ortoimágenes.

El modelo mallado se exporta además en el formato de *Google SketchUp®* que también permite su exploración interactiva.

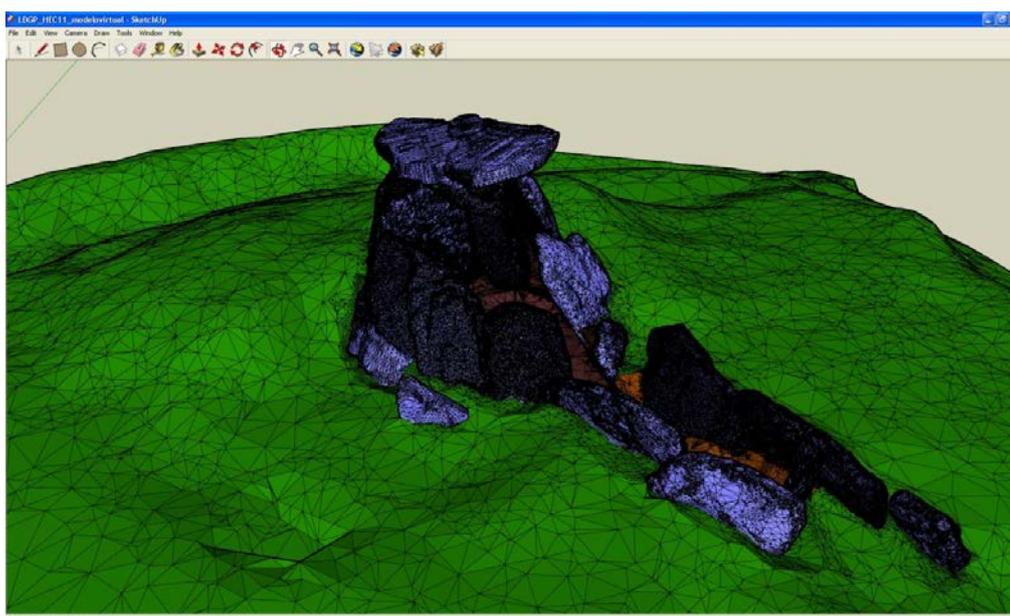


Fig. 34.- Modelo mallado exportado en *Google SketchUp®*.

5.7.- Alzados y secciones

El modelo tridimensional se complementa con una serie de vistas en alzado y secciones que muestran la configuración del monumento.

Las secciones se han dibujado a lo largo del corredor (hacia ambos lados), perpendicular al corredor por el centro de la cámara y una sección por el centro de la cámara que pase por la losa con el número 16 (esta última para comprobar una hipótesis arqueológica sobre su posible función estructural).

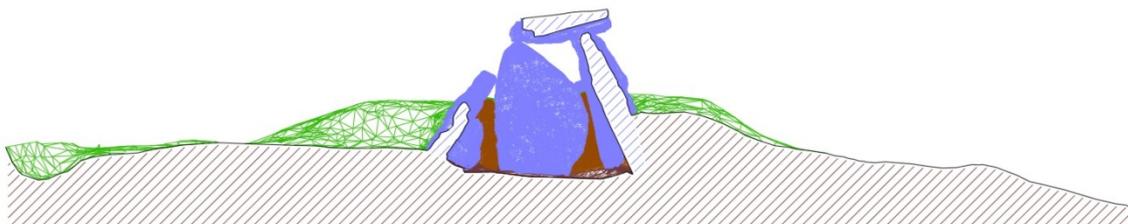


Fig. 35.- Sección del túmulo y la cámara.

También se han preparado las vistas con ortofotografías de los alzados y secciones a lo largo del corredor.

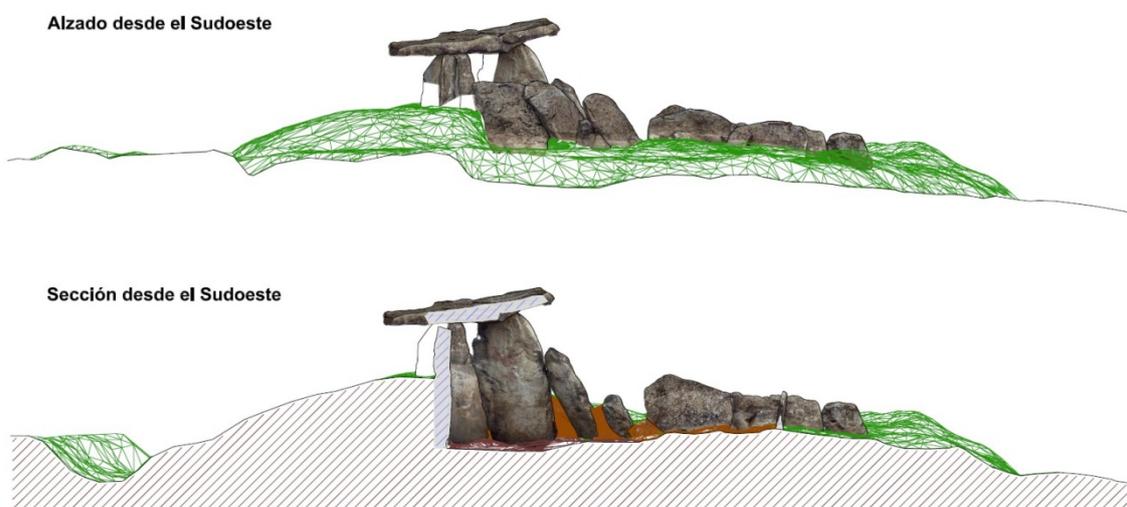


Fig. 36.- Ortofotografías del alzado y la sección a lo largo del corredor.

5.8.- Planos

A partir del modelo tridimensional en entorno CAD, se prepara un conjunto de planos representativos que incluyen las plantas, alzados, secciones y perspectivas antes comentadas. Todos ellos con sus correspondientes escalas, leyenda, etc.

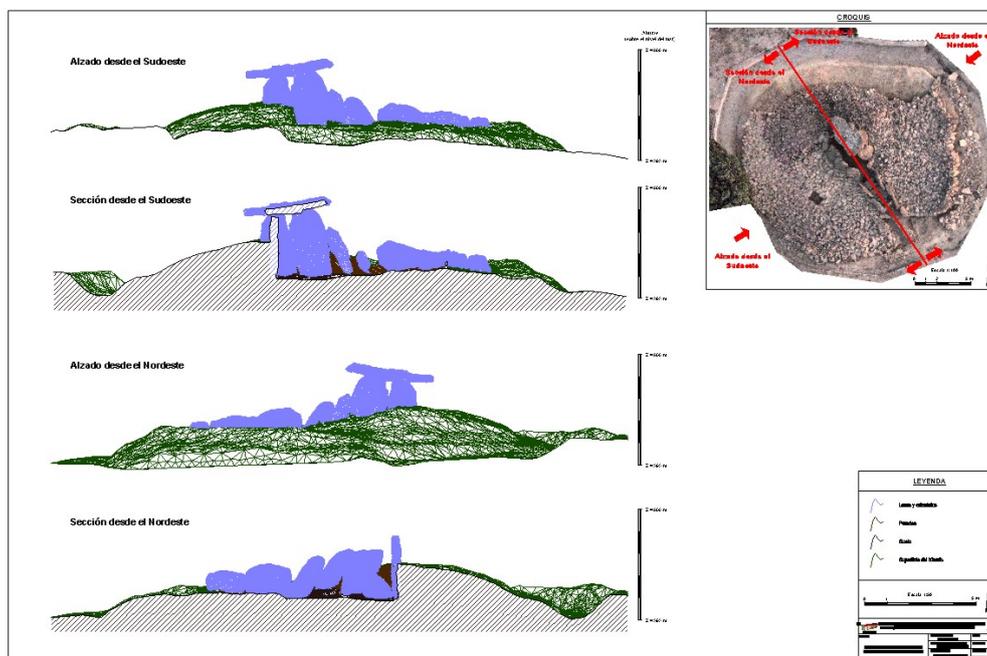


Fig. 37.- Ortofotografías del alzado y la sección a lo largo del corredor.

5.9.- Hipótesis arqueológicas

Por otro lado, a partir del modelo, se ha generado una reconstrucción hipotética de la disposición original de las losas según las indicaciones de los arqueólogos responsables de la excavación.

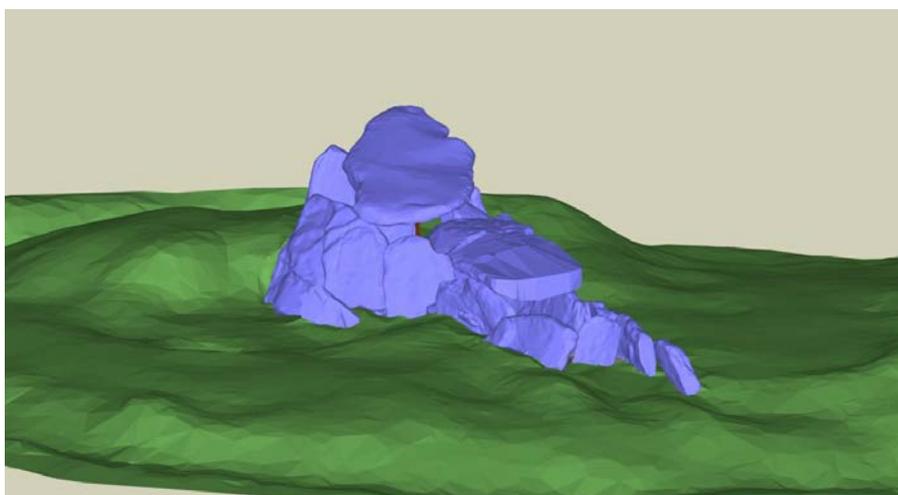


Fig. 38.- Vista hipotética de la configuración original del dolmen.

5.10.- Estabilidad del monumento

A partir del modelo geométrico, se han estimado los volúmenes de cada losa, su inclinación y los ángulos que forman en las uniones de tal forma que se pueda analizar la estabilidad del monumento. Los valores obtenidos se presentan en el Anexo III.

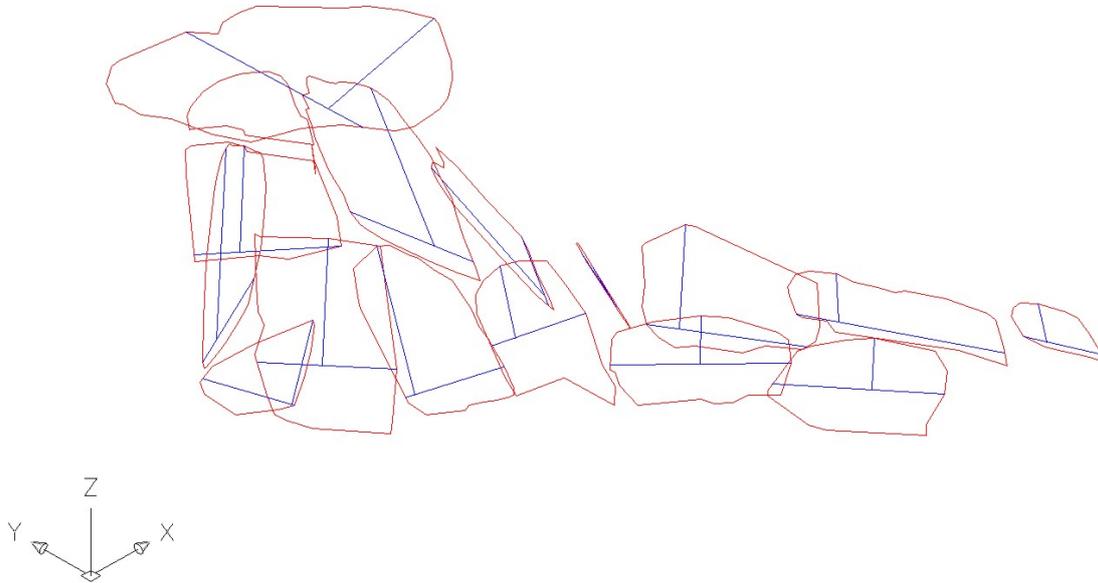


Fig. 39.- Planos que definen cada losa para el estudio de estabilidad del monumento.

5.11.- Clasificación, archivo y documentación de la información

La información generada debe permitir el análisis del monumento en la actualidad pero también ha de servir como referencia de estudio para el futuro, dando así la posibilidad de realizar nuevas interpretaciones y medidas. Con el fin de permitir este uso futuro, es necesario que los datos suministrados estén correctamente documentados, lo que posibilitará conservarlos en su contexto, y que se presenten en formatos estándares y abiertos que faciliten su permanencia y comprensión a lo largo del tiempo.

Aunque no existen estrategias definitivas que aseguren su mantenimiento a lo largo del tiempo, sí que se dispone de recomendaciones y buenas prácticas que aumentan considerablemente la vida útil de la información.

En primer lugar, se ha recurrido a un criterio de denominación de los ficheros que incluye diferentes datos dentro de los nombres, así por ejemplo, LDGP_HEC11_fmet06_2704.jpg proporciona la siguiente información:

1. Productor de los datos, "LDGP", que indica que han sido obtenidos por el Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio de la UPV-EHU.
2. Proyecto al que pertenecen, "HEC11", que es el identificador interno asignado al dolmen de la Chabola de la Hechicera y el año 2011.
3. Tipo de documento, "fmet06", que corresponde a una fotografía métrica obtenida con una combinación de cámara y objetivo que se ha denominado como 06 y que corresponde al certificado de calibración del mismo nombre.
4. Nombre del fichero, "2704", identificador único del fichero.
5. Tipo de fichero a través de la extensión, ".jpg", que permite conocer tanto las características del documento (imagen, texto, modelo CAD, ...) y el software necesario para su utilización.

Los tipos de documentos que se presentan (dato número 3 en la lista anterior) son los que se presentan a continuación:

- fmet06: fotografía métrica con focal de 21 mm, fotografías originales.
- fide06: fotografía métrica con focal de 21 mm, fotografías procesadas en las que se ha eliminado la distorsión y centrado el punto principal.
- fmet19: fotografía métrica de la cámara montada en el helicóptero.
- fot: fotografía convencional utilizada como documentación.
- anaglifo: imágenes preparadas para su observación tridimensional con gafas rojo-cian (no son métricas).
- doc (documento): informes y textos relacionados con el proyecto.
- modelogeometrico: modelo tridimensional CAD (formatos .dwg y .dxf de Autocad v.2000), contiene también la colección de planos dentro del fichero.
- ortofoto: ortofotografía.
- plano: salida gráfica de cada plano en formato .pdf.
- modelovirtual: modelo tridimensional para su inspección interactiva (formato de Google SketchUp).

Pasamos ahora a hacer una descripción de los diferentes tipos de documentos, comenzamos por las fotografías que forman los pares estereoscópicos; éstas son especialmente apropiadas para su reutilización ya que contienen mucha más información de la que se ha extraído originalmente, por lo tanto, es muy interesante conservarlas y proporcionar toda la información adicional necesaria para poder recuperarlos más adelante, si se considera necesario. Para ello, es imprescindible que se conserven las propias imágenes, que se conozcan las características de las cámaras fotográficas utilizadas y se puedan identificar los puntos de apoyo fotografiados.

Así, por ejemplo, los ficheros de imagen se presentan en dos formatos diferentes: DNG (que se utiliza como formato máster) y JPEG; ambos de gran difusión y que permiten la inclusión de metadatos para que las imágenes puedan autodescribirse manteniendo así su contexto.

A este respecto –los metadatos-, cabe indicar que, en el caso de las fotografías, destacamos dos tipos diferentes: por un lado están las características de la toma (fecha, hora, apertura, tiempo de exposición, focal, ...) que se registran de forma automática por la cámara y, por otro lado, la descripción que debe incorporarse de forma manual y que incluye datos como el lugar, autor, derechos de la imagen, teléfono de contacto, etc. Para el primer tipo utilizamos una lista denominada *Exif*, mientras que para el segundo se recurre a otra denominada *IPTC*. Las descripciones de ambas listas se presentan en la carpeta “útil” del CD que acompaña esta memoria.

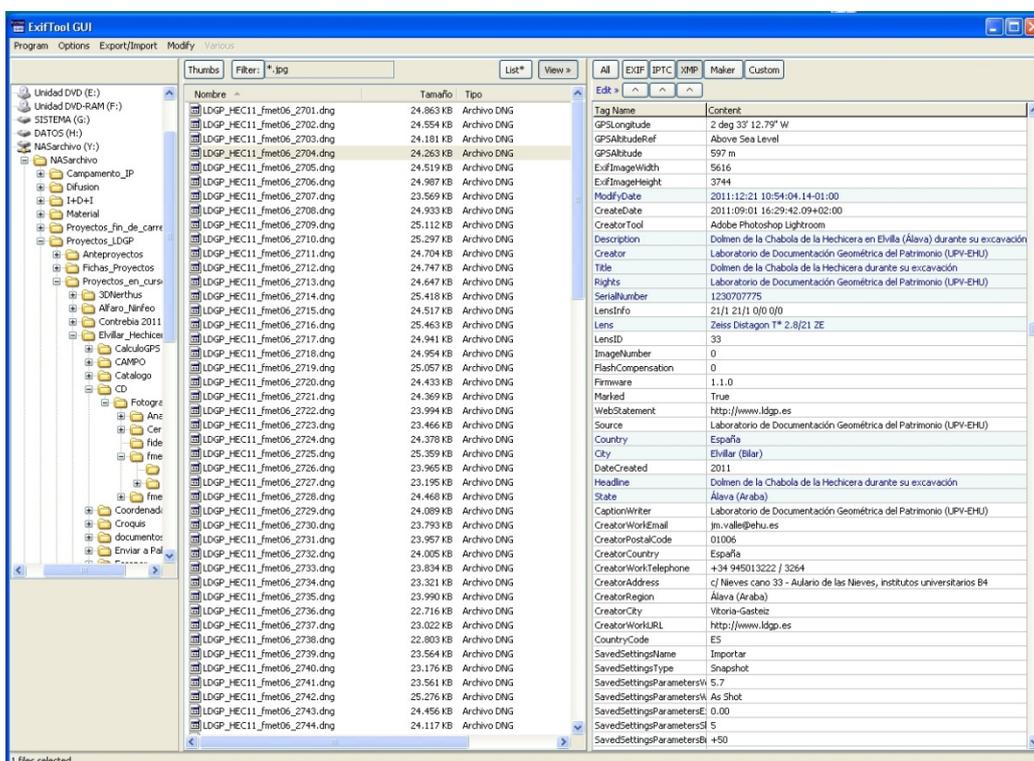


Fig. 40.- Vista parcial del listado de metadatos contenidos en una fotografía.

Por su parte, los ficheros CAD se han desarrollado con el software AutoCAD v. 2000 y se presentan tanto en el formato de dibujo propio (dwg) como en el de intercambio (dxf), éste último es un fichero de tipo ASCII que puede leerse fácilmente y del cual se presenta la descripción completa en la carpeta "útil" del CD. Además, el propio software permite incluir información adicional que se ha rellenado convenientemente.

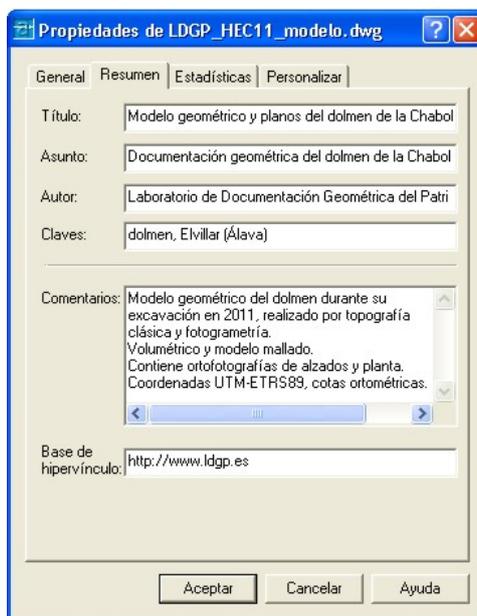


Fig. 41.- Metadatos de los ficheros CAD.

Por otro lado, cabe indicar que para el modelo virtual con textura fotográfica se ha utilizado el formato VRML que es un estándar ISO (ISO/IEC DIS 14772-1), la descripción de este estándar también se incluye en la carpeta "útil". A este fichero también se le han incluido metadatos utilizando la opción de escribir comentarios.

Finalmente, indicar que una copia del proyecto ha sido depositado en ADDI, el repositorio de la Universidad del País Vasco UPV/EHU, desde donde aparece catalogado con objeto de su preservación, su difusión y posible descarga de forma pública. El enlace permanente a la entrada es: <http://hdl.handle.net/10810/7072>.

Actualmente, la información descargable desde ADDI corresponde a la memoria y un conjunto de fotografías a baja resolución e incluye una nota donde de forma explícita se indica que los derechos de explotación comercial de este proyecto corresponden a la Exma. Diputación Foral de Álava, a quien tienen que dirigirse en caso de requerir información adicional. Existe la posibilidad de que el repositorio acoja el resto de información sobre el proyecto (modelo CAD, fotografía métrica, modelos virtuales, etc...) en el caso de que la Exma. Diputación Foral de Álava considere que no supone un perjuicio para sus derechos o para el propio monumento. De hecho, esta opción sería muy conveniente ya que facilitaría la preservación de la información, su difusión y utilización por parte de la sociedad.

6.- Resultados

6.1.- Pares fotogramétricos

Las fotografías y análogos se presentan en dos formatos:

- DNG para los másteres y conservación, ya que permiten conservar toda la información obtenida de la cámara.
- JPEG para su utilización inmediata, debido a su reducido tamaño y difusión.

Ambos tipos de ficheros incorporan los metadatos técnicos y descriptivos necesarios para mantener cada imagen en su contexto.

Las fotografías utilizadas para la restitución (dibujo tridimensional) con la cámara fmet06, se presentan también en una versión libre de distorsión (identificadas como fide06). Estos ficheros sin distorsión se generan como parte del proceso de orientación pero pueden ser muy útiles en diferentes tipos de programas ya que permiten un uso métrico de las imágenes sin necesidad de cálculos adicionales a la consideración de una perspectiva pura, en consecuencia, se decide conservarlos.

6.2.- Modelo geométrico

El fichero del modelo CAD recoge la información gráfica tridimensional del monumento incluyendo el túmulo y entorno que lo rodea. La información se encuentra estructurada en capas de tal forma que, en todo momento, se puedan seleccionar las partes que se quieren visualizar.

La denominación de las capas indica el elemento representado así como su tipo de representación (puntual, líneas, mallas u ortoimágenes). Cuando se trata de elementos que han variado su fisonomía a lo largo de la excavación se ha incluido un identificador para indicar el momento a que no hacen referencia "M1" para el estado inicial y "M2" para el final.

En resumen, los nombres de las capas responden a los siguientes criterios:

- 00_: capas auxiliares utilizadas para la maquetación de los planos (cajetin y ventanas_graficas). También se ha incluido con esta denominación la cuadrícula de la excavación.
- 01_: capas de elementos puntuales y textos, incluye las estaciones de la red topográfica y las dianas utilizadas como puntos de apoyo. Están diferenciados los puntos utilizados en el apoyo de la fotogrametría terrestre y la aérea desde el helicóptero.
- 02_: capas de elementos lineales correspondientes al modelo alámbrico. También se incluyen capas individualizados para las líneas representativas de cada ortostato y el volumétrico general del túmulo, catas y otros elementos indicados por los arqueólogos durante los trabajos de campo. En el caso de los ortostatos se cuenta con dos

capas, una para las líneas que se han podido restituir a partir de los pares y otra que completa estas líneas para cerrar la geometría de las losas.

- 03_: capas de elementos superficiales. Se incluyen mallas para cada ortostato, suelo y entorno. El tamaño de las mallas es variable en cada caso para adaptarse a la irregularidad de cada superficie.
- 04_: ortoimagen cenital.

El listado completo de capas es el siguiente:

ID	Lightbulb	Yellow Circle	Hand	Color/Value	ID	Lightbulb	Yellow Circle	Hand	Color/Value
00_cajetin	☑	☑	☑	Blanco	02_M2_ortoestrato15_ocultas	☑	☑	☑	8
00_cuadrícula_1m	☑	☑	☑	Blanco	02_M2_ortoestrato16	☑	☑	☑	Blanco
00_ventanas_graficas	☑	☑	☑	254	02_M2_ortoestrato16_ocultas	☑	☑	☑	8
01_ampliacion_red	☑	☑	☑	Magenta	02_M2_ortoestrato17	☑	☑	☑	Blanco
01_apoyo_escaner	☑	☑	☑	Blanco	02_M2_piedras	☑	☑	☑	144
01_apoyo_fotogrametria	☑	☑	☑	Verde	02_M2_terreno	☑	☑	☑	34
01_apoyo_vuelo	☑	☑	☑	Amarillo	02_M2_tumulo	☑	☑	☑	34
01_bases_ETRS89	☑	☑	☑	Blanco	02_muro_1	☑	☑	☑	11
01_cotas_lajas	☑	☑	☑	Verde	02_muro_2	☑	☑	☑	11
01_cuadrícula_materializada	☑	☑	☑	252	02_muro_3	☑	☑	☑	11
02_foso	☑	☑	☑	245	02_pasillo	☑	☑	☑	141
02_isla	☑	☑	☑	40	02_seccion_Este_Deste	☑	☑	☑	Rojo
02_limite_empedrado	☑	☑	☑	34	02_seccion_Norte_Sur	☑	☑	☑	214
02_M1_catas	☑	☑	☑	34	02_sondeo_1974	☑	☑	☑	Verde
02_M1_madera	☑	☑	☑	Verde	03_M2_entre_01	☑	☑	☑	36
02_M1_muro	☑	☑	☑	17	03_M2_entre_02	☑	☑	☑	36
02_M1_ortostratos	☑	☑	☑	Azul	03_M2_entre_03	☑	☑	☑	36
02_M1_pasarela	☑	☑	☑	Blanco	03_M2_entre_04	☑	☑	☑	36
02_M1_tumulo	☑	☑	☑	153	03_M2_entre_05	☑	☑	☑	36
02_M2_cata_interior	☑	☑	☑	34	03_M2_entre_06	☑	☑	☑	36
02_M2_limite_cata	☑	☑	☑	Verde	03_M2_ortoestrato_01	☑	☑	☑	171
02_M2_muro	☑	☑	☑	Verde	03_M2_ortoestrato_02	☑	☑	☑	171
02_M2_ortoestrato01	☑	☑	☑	Azul	03_M2_ortoestrato_03	☑	☑	☑	171
02_M2_ortoestrato01_ocultas	☑	☑	☑	Blanco	03_M2_ortoestrato_04	☑	☑	☑	171
02_M2_ortoestrato02	☑	☑	☑	8	03_M2_ortoestrato_05	☑	☑	☑	171
02_M2_ortoestrato02_ocultas	☑	☑	☑	Blanco	03_M2_ortoestrato_06	☑	☑	☑	171
02_M2_ortoestrato03	☑	☑	☑	8	03_M2_ortoestrato_07	☑	☑	☑	171
02_M2_ortoestrato04	☑	☑	☑	Blanco	03_M2_ortoestrato_08	☑	☑	☑	171
02_M2_ortoestrato04_ocultas	☑	☑	☑	Blanco	03_M2_ortoestrato_09	☑	☑	☑	171
02_M2_ortoestrato05	☑	☑	☑	8	03_M2_ortoestrato_10	☑	☑	☑	171
02_M2_ortoestrato05_ocultas	☑	☑	☑	Blanco	03_M2_ortoestrato_11	☑	☑	☑	171
02_M2_ortoestrato06	☑	☑	☑	8	03_M2_ortoestrato_12	☑	☑	☑	171
02_M2_ortoestrato06_ocultas	☑	☑	☑	Blanco	03_M2_ortoestrato_13	☑	☑	☑	171
02_M2_ortoestrato07	☑	☑	☑	8	03_M2_ortoestrato_14	☑	☑	☑	171
02_M2_ortoestrato07_ocultas	☑	☑	☑	Blanco	03_M2_ortoestrato_15	☑	☑	☑	171
02_M2_ortoestrato08	☑	☑	☑	8	03_M2_ortoestrato_16	☑	☑	☑	171
02_M2_ortoestrato08_ocultas	☑	☑	☑	Blanco	03_M2_ortoestrato_17	☑	☑	☑	171
02_M2_ortoestrato09	☑	☑	☑	8	03_M2_piedras	☑	☑	☑	36
02_M2_ortoestrato09_ocultas	☑	☑	☑	Blanco	03_M2_suelo_empedrado	☑	☑	☑	36
02_M2_ortoestrato10	☑	☑	☑	8	03_M2_suelo_tierra	☑	☑	☑	19
02_M2_ortoestrato10_ocultas	☑	☑	☑	Blanco	03_M2_tumulo	☑	☑	☑	86
02_M2_ortoestrato11	☑	☑	☑	8	04_Orto_General_10mm	☑	☑	☑	Blanco
02_M2_ortoestrato11_ocultas	☑	☑	☑	Blanco					
02_M2_ortoestrato12	☑	☑	☑	8					
02_M2_ortoestrato12_ocultas	☑	☑	☑	Blanco					
02_M2_ortoestrato13	☑	☑	☑	8					
02_M2_ortoestrato13_ocultas	☑	☑	☑	Blanco					
02_M2_ortoestrato14	☑	☑	☑	8					
02_M2_ortoestrato14_ocultas	☑	☑	☑	Blanco					
02_M2_ortoestrato15	☑	☑	☑	8					

Fig. 42.- Listado completo de capas del fichero CAD.

6.3.- Colección de planos

Los planos corresponden a vistas seleccionadas (planta, secciones, perspectivas y desarrollo de la cámara) de la información disponible en el modelo geométrico a una escala determinada. Los planos están incluidos dentro de los ficheros CAD del modelo geométrico pero también se presentan como documentos .pdf directamente preparados para su impresión.

6.4.- Modelo virtual

El modelo CAD es la herramienta de trabajo tridimensional que permite obtener el máximo partido geométrico de la información suministrada. No obstante, para su utilización, es necesario disponer del software adecuado para el tratamiento de estos ficheros y experiencia en su manejo.

No siempre será necesario recurrir al modelo con el fin de extraer información métrica, en ocasiones, lo que se buscará principalmente será visualizarlo de forma interactiva. Con este fin, se presenta el modelo también en dos formatos que pueden visualizarse mediante aplicaciones gratuitas descargables de Internet (también se incluyen en la carpeta "útil" del CD que acompaña el proyecto): un modelo VRML y un modelo SketchUp. El modelo SketchUp presenta la geometría de mallas similar a la del fichero CAD, mientras que el VRML contiene la textura fotográfica.

7.- Contenido del CD

La información suministrada en el CD se organiza según la estructura siguiente:

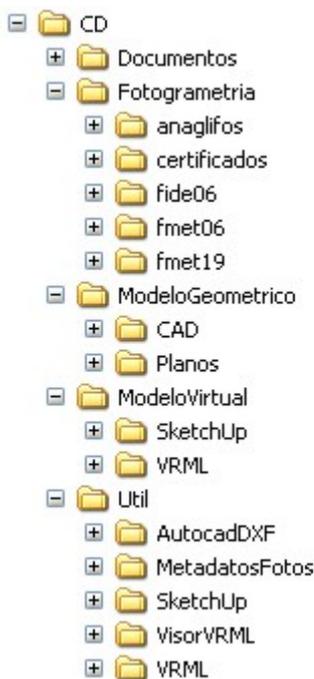


Fig. 43.- Estructura de carpetas del CD del proyecto.

De forma más detallada, la información que se presenta incluye:

- Documentos: copia de la memoria (este documento) en formato .pdf.
- Fotogrametría: pares fotogramétricos organizados según la cámara utilizada, la subcarpeta “certificados” contiene la descripción de la geometría de las cámaras utilizadas. Dentro de “fotogrametría” también se ha incluido la colección de anaglifos. Todas las imágenes se presentan en formatos DNG y JPEG con sus correspondientes metadatos.
- Modelo Geométrico: contiene una subcarpeta CAD con el fichero en formatos DWG y DXF del modelo geométrico. La subcarpeta “planos” incluye una copia de cada plano en formato PDF
- Modelo Virtual: modelo con texturas fotogramáficas en formato VRML y mallas en “SketchUp”
- Util: definición de los formatos utilizados para el almacenamiento y metadatos así como los visores para modelos VRML y SketchUp.

ANEXOS

Anexo I: Instrumental empleado

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

HIPER PRO	
DESCRIPTION	40 channel integrated GPS+ receiver/antenna with MINTER interface
TRACKING SPECIFICATIONS	
Tracking channels, standard	40 L1 GPS (20GPS L1+L2 on Cinderella days) *
Tracking channels, optional	20 GPS L1+L2 (GD), GPS L1 + GLONASS (GG) 20 GPS L1+L2+GLONASS (GGD)
Signals Tracked	GPS L1/L2, C/A and P Code & Carrier and GLONASS L1/L2 and L2C
PERFORMANCE SPECIFICATIONS	
Static, Rapid Static	H: 3 mm + 0.5 ppm V: 5 mm + 0.5 ppm
RTK	H: 10 mm + 1.0 ppm V: 15 mm + 1.0 ppm
Cold Start	<60 seconds
Warm Start	<10 seconds
Reacquisition	<1 second
POWER SPECIFICATIONS	
Battery	Internal Lithium-Ion batteries for up to 14+ hours of operation (10 hours Tx)
External power input	6 to 28 volts DC
Power consumption	Less than 4.2 watts
GPS+ ANTENNA SPECIFICATIONS	
GPS / GLONASS Antenna	Integrated
Ground Plane	Integrated flat ground plane
RADIO SPECIFICATIONS	
Radio Type	Internal Tx/Rx (selectable frequency range)
Power Output	1.0 Watt / 0.25 Watt (selectable)
Radio Antenna	Center-mount UHF Antenna
WIRELESS COMMUNICATION	
Communication	Bluetooth® version 1.1 comp. **†
I/O	
Communication Ports	2x serial (RS232)
Other I/O Signals	1pps, Event Marker
Status Indicator	4x3-color LEDs (Green, Red, Yellow), two-function keys (MINTER)
Control & Display Unit	External Field Controller
MEMORY & RECORDING	
Internal Memory	Up to 1 GB
Update Rate	Up to 20 times per second (20Hz)
Data Type	Code and Carrier from L1 and L2, GPS and GLONASS and L2C GLONASS
DATA OUTPUT	
Real time data outputs	RTCM SC104 version 2.1, 2.2, 2.3, CMR, CMR+
ASCII Output	NMEA 0183 version 3.0
Other Outputs	TPS format
Output Rate	Up to 20 times per second (20Hz)
ENVIRONMENTAL SPECIFICATIONS	
Enclosure	Aluminum extrusion, waterproof
Operating	Temperature -30°C to 55°C
Dimensions	W:159 x H:172 x D:88 mm
Weight	1.65 kg

Specifications are subject to change without notice. Performance specifications assume a minimum of 6 GPS or 7 GPS/GLONASS satellites above 15 degrees in elevation and adherence to procedures recommended by TPS in the appropriate manuals. In areas of high multipath, during periods of high PDOP and during periods of high ionospheric activity performance may be degraded. Robust checking procedures are highly recommended in areas of extreme multipath or under dense foliage.

* Cinderella feature activates full receiver reception at GPS midnight every other Tuesday for 24 hours.

** Bluetooth® type approvals are country specific. Please contact your Topcon representative for more information.

† The Bluetooth word mark and logos are owned by the Bluetooth SIG, Inc. and any use of such marks by Topcon Positioning Systems, Inc. is under license. Other trademarks and trade names are those of their respective owners.

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

Certificado de Verificación y Control

Nº de Certificado 300647080
Fecha 19.02.2010

Leica Geosystems, s.l.
Autov.Fuencarral-Alcobendas
Km 15'700, nº 24
Edif. Europa 1, Portal 3, 1º
28108 ALCOBENDAS (Madrid)
Teléfono (+34) 91 744 0740
Fax (+34) 91 744 0741
www.leica-geosystems.com

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

01006 VITORIA

Número de cliente 50198
Instrumento TCR1205 R300, taquímetro + EDM sin ref.
Nº de Serie 213379
Técnico 120003

Proceso de Verificación y Control:

El instrumento ha sido verificado y controlado conforme a los procedimientos establecidos por Leica Geosystems, S.L. según el manual del instrumento en cuestión.

Resultados:

Temperatura durante la verificación (°C): 24

	Entrada	Tolerancia	Salida	Incertidumbre
Desviación Hz (Gon)	0.0015	0.0015	0.0015	0.0008
Desviación Vt (Gon)	0.0020	0.0015	0.0015	0.0009
Desviación distancia (mm) (Distanciómetro infrarrojo)	2	2mm + 2ppm	2	1.5
Desviación distancia (mm) (Distanciómetro láser)	3	3mm + 2ppm	3	2

Patrones empleados:

Ángulos:

Colimador de ejes: Wild n°24ncertidumbre asociado con el patrón: 0.0005 gon)

Distancia:

La base de distancias ha sido calibrada por el Centro Español de Metrología con un taquímetro electrónico de 0,01 mm de resolución, con trazabilidad a patrones nacionales

Comentarios:

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 Leica Geosystems, s.l. Este documento no tiene carácter de calibración.



Leica

Para la documentación fotogramétrica se ha utilizado una cámara Canon EOS-5D Mark II con un objetivo calibrado de 21 mm de distancia focal en las tomas realizadas sobre el terreno y una cámara Olympus EP1 de 14 mm de distancia focal (28 mm de distancia focal equivalente a formato de 35 mm) para las tomas desde el helicóptero radiodirigido.

Las fotografías obtenidas con el objetivo de 21 mm se identifican con el texto “fmet09” siendo sus características geométricas las siguientes:

- Nombre: Canon EOS 5D –focal 21 mm-
- Focal: 21,9854 mm.
- Formato: 36,5083 x 24,3332 mm ; 5.616 x 3.744 celdillas.
- Punto principal: 18,3534 mm ; 12,1338 mm.
- Distorsión radial: $k_1: 2,013 \cdot 10^{-4}$; $k_2: -3,532 \cdot 10^{-7}$.
- Distorsión tangencial: $p_1: 9,415 \cdot 10^{-6}$; $p_2: 1,354 \cdot 10^{-5}$.
- Calibración: Software Photodeler Scan, junio de 2010.

Las fotografías también se presentan en una versión sin distorsión (“idealizadas”) que es la forma con la que se trabaja en el programa de restitución con el fin de obtener las máximas precisiones. Estas fotografías se identifican con el texto “fide06”. Sus características geométricas son:

- Nombre: Canon EOS 5D –focal 21 mm-
- Focal: 21,9854 mm.
- Formato: 37,6996 x 25,1309 mm ; 5.616 x 3.744 celdillas.
- Punto principal: 18,8498 mm ; 12,5654 mm.
- Distorsión radial: $k_1: 0$; $k_2: 0$.
- Distorsión tangencial: $p_1: 0$; $p_2: 0$.

Por lo que respecta a la cámara portada por el helicóptero, se identifican mediante el texto “fmet19” y sus características son las siguientes:

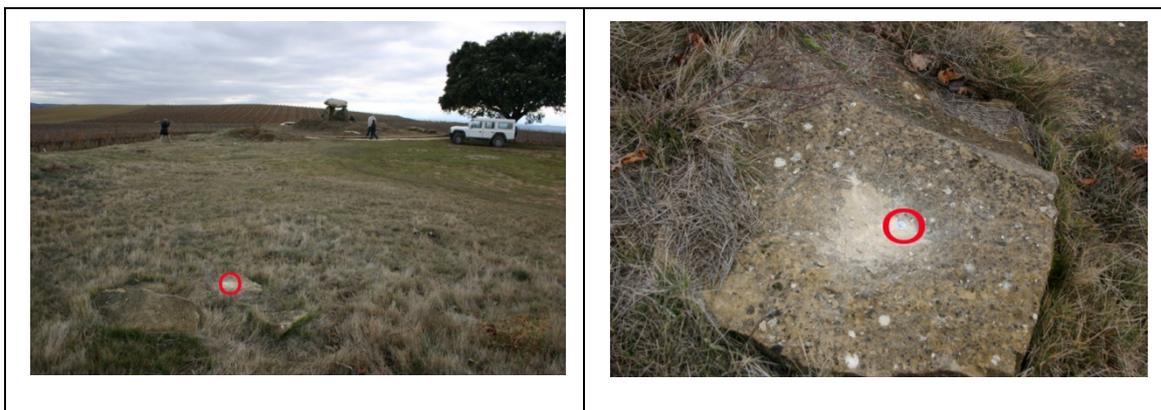
- Nombre: Olympus EP1 –focal 14 mm-
- Focal: 13,924983 mm.
- Formato: 17,3376 x 13,0032 mm ; 4.032 x 3.024 celdillas.
- Punto principal: 8,694279 mm ; 6,642829 mm.
- Distorsión radial: $k_1: 2,505 \cdot 10^{-4}$; $k_2: 2,368 \cdot 10^{-7}$.
- Distorsión tangencial: $p_1: -4,351 \cdot 10^{-5}$; $p_2: 1,503 \cdot 10^{-4}$.
- Calibración: Software Topcon Image Master, septiembre de 2011.

Anexo II: Reseñas de las bases de la red topográfica

	<p>Documentación Geométrica del Dolmen “Chabola de la Hechicera” Elvillar de Álava</p>
---	--

3 de enero de 2011	ESTACIÓN: CH1	MUNICIPIO: Elvillar-Bilar (Álava)	
Coordenadas Locales		Coordenadas UTM 30 - ETRS89	Anamorfosis: 0.99961650
X = 981,556		X = 536618,518	
Y = 2038,118		Y = 4712926,148	
Z = 498,56		Z (Ortométrica) = 596,824 Z (Elipsódica) = 647,999	

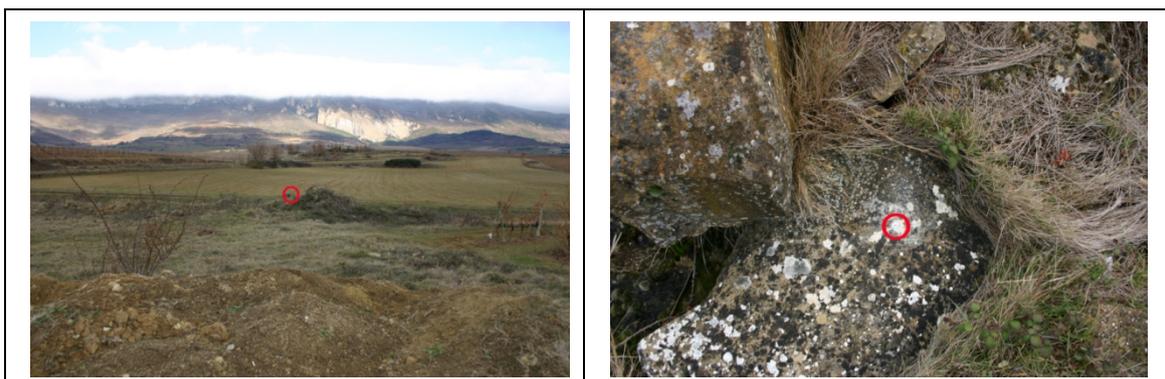
Reseña literal: Clavo de acero con cruz grabada en la cabeza, empotrado en una roca que aflora a la izquierda de la rotonda a la que se accede con vehículos.



	<h2>Documentación Geométrica del Dolmen "Chabola de la Hechicera" Elvillar de Álava</h2>
---	--

3 de enero de 2011	ESTACIÓN: CH2	MUNICIPIO: Elvillar-Bilar (Álava)	
Coordenadas Locales		Coordenadas UTM 30 - ETRS89	Anamorfosis: 0.99961650
X = 1002,203		X = 536639,129	
Y = 2037,45		Y = 4712927,519	
Z = 498,222		Z (Ortométrica) = 596,486 Z (Elipsódica) = 647,661	

Reseña literal: Clavo de acero con cruz grabada en la cabeza, empotrado en una roca que conforma un pequeño montículo situado al noroeste del dolmen, a unos 40 metros, en el límite de la explanada



	<h2>Documentación Geométrica del Dolmen "Chabola de la Hechicera" Elvillar de Álava</h2>
---	--

3 de enero de 2011	ESTACIÓN: CH3	MUNICIPIO: Elvillar-Bilar (Álava)	
Coordenadas Locales		Coordenadas UTM 30 - ETRS89	Anamorfosis: 0.99961650
X = 1013,403		X = 536652,998	
Y = 2009,803		Y = 4712901,112	
Z = 497,75		Z (Ortométrica) = 596,014 Z (Elipsódica) = 647,189	

Reseña literal: Clavo de acero con cruz grabada en la cabeza, implantado en el murete que circunda el dolmen, en su lado zona de contacto con el foso anterior, en la situación noreste



	<h2>Documentación Geométrica del Dolmen "Chabola de la Hechicera" Elvillar de Álava</h2>
---	--

3 de enero de 2011	ESTACIÓN: CH4	MUNICIPIO: Elvillar-Bilar (Álava)	
Coordenadas Locales		Coordenadas UTM 30 - ETRS89	Anamorfosis: 0.99961650
X = 1013,158		X = 536654,009	
Y = 1997,078		Y = 4712888,426	
Z = 497,727		Z (Ortométrica) = 595,991 Z (Elipsódica) = 647,166	

Reseña literal: Clavo de acero con cruz grabada en la cabeza, implantado en el murete que circunda el dolmen, en el sureste.



	<h2>Documentación Geométrica del Dolmen "Chabola de la Hechicera" Elvillar de Álava</h2>
---	--

3 de enero de 2011	ESTACIÓN: CH5	MUNICIPIO: Elvillar-Bilar (Álava)	
Coordenadas Locales		Coordenadas UTM 30 - ETRS89	Anamorfosis: 0.99961650
X = 994,769		X = 536635,723	
Y = 1996,954		Y = 4712886,490	
Z = 498,252		Z (Ortométrica) = 596,516 Z (Elipsódica) = 647,691	

Reseña literal: Clavo de acero con cruz grabada en la cabeza, implantado en el murete que circunda el dolmen, en su lado zona de contacto con el foso anterior, en la situación este



	<h2>Documentación Geométrica del Dolmen "Chabola de la Hechicera" Elvillar de Álava</h2>
---	--

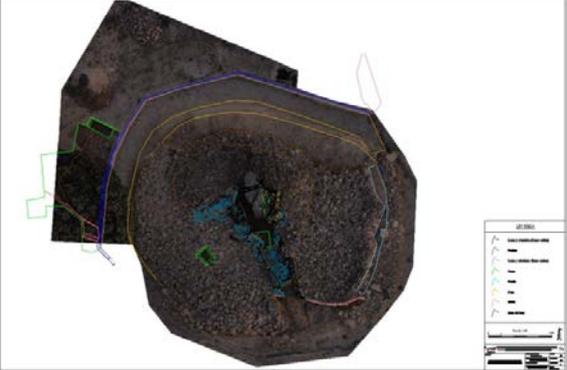
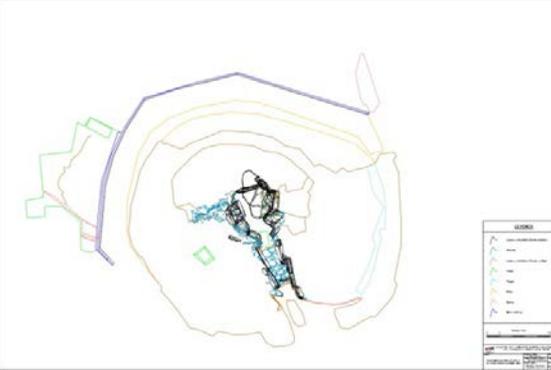
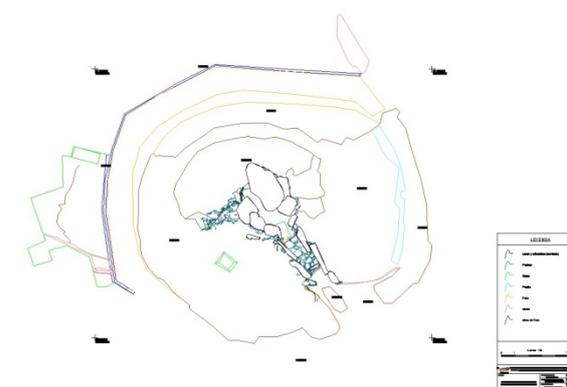
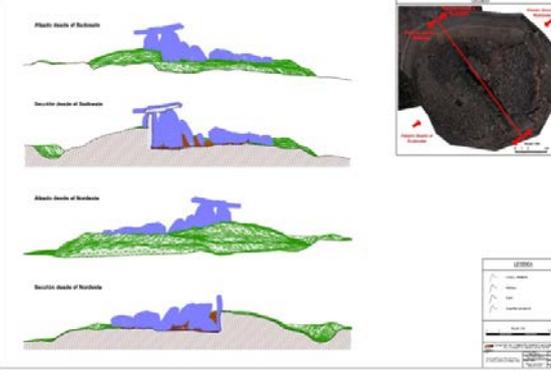
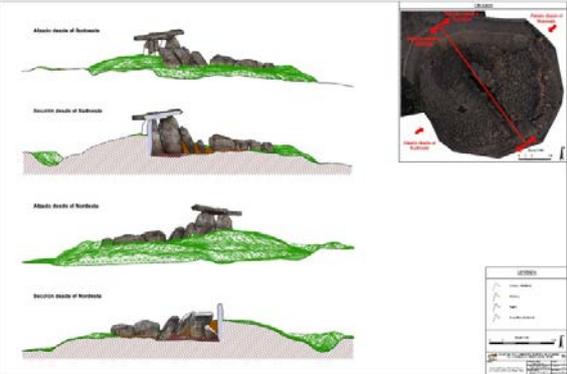
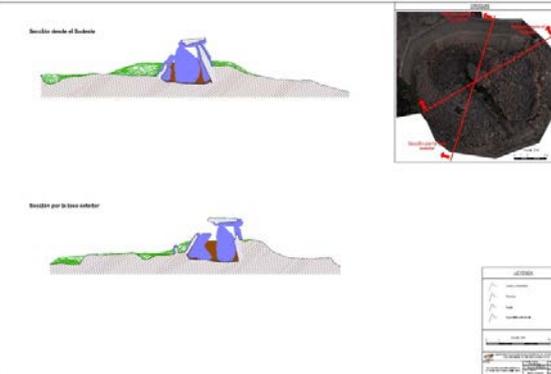
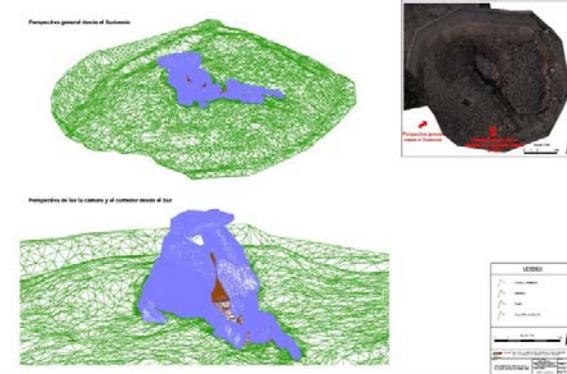
3 de enero de 2011	ESTACIÓN: CH6	MUNICIPIO: Elvillar-Bilar (Álava)	
Coordenadas Locales		Coordenadas UTM 30 - ETRS89	Anamorfosis: 0.99961650
X = 990,941		X = 536630,851	
Y = 2007,734		Y = 4712896,840	
Z = 498,427		Z (Ortométrica) = 596,691 Z (Elipsódica) = 647,866	

Reseña literal: Clavo de acero con cruz grabada en la cabeza, situado en el este, sobre el murete que cerraba el foso, próximo a la encina.



PLANOS

Índice de planos

	
<p>1.- Planta de líneas sobre ortoimagen (escala 1:50).</p>	<p>2.- Planta de líneas (escala 1:50)</p>
	
<p>3.- Planta con los perímetros de las losas (escala 1:50).</p>	<p>4.- Alzados y secciones a lo largo del corredor (escala 1:50).</p>
	
<p>5.- Alzados y secciones a lo largo del corredor con ortoimágenes (escala 1:50)</p>	<p>6.- Secciones de la cámara en dirección transversal al corredor (escala 1:50).</p>
	
<p>7.- Perspectivas del modelo de superficies.</p>	



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

Aulario de las Nieves, edificio de Institutos Universitarias
C/ Nieves Cano 33, 01006 Vitoria-Gasteiz (España-Spain).
Tfno: +34 945 013222 / 013264
e-mail: ldgp@ehu.es web: <http://www.ldgp.es>

