



PROPUESTA DE PROTOCOLO GIS Y DE UTILIZACIÓN DE UN ENTORNO 3D PARA LA INTERVENCIÓN ARQUEOLÓGICA 2015 EN CUEVA DE LA COCINA (DOS AGUAS, VALENCIA)

PROPOSAL OF GIS PROTOCOL AND 3D TECHNIQUES IN THE ARCHAEOLOGICAL FIELDWORK AT COCINA CAVE (DOS AGUAS, VALENCIA, SPAIN)

Agustín Díez*, Alfredo Cortell, Oreto García, Pilar Escribá

Departament de Prehistòria i Arqueologia, Universitat de València, 46010, España. agustin.diez@uv.es; alfredo.cortell@ext.uv.es; oreto.garcia@uv.es; esruizma@alumni.uv.es

Abstract:

With this paper we mean to present our procedure for the digitalization of the field information, as well as the virtual stratigraphical reconstruction, of the site of Cueva de la Cocina (Dos Aguas, Valencia). The main tool for GIS implementation has been the OpenJUMP, whilst for the 3D recreation of the cave virtual environment Meshlab, Paraview, Cloud Compare and R open software have been used. According to the data recovered during the last intervention, accomplished between June and July 2015, we present a preview of the digitalization of the stratigraphy of the excavated sectors.

Key words: 3D reconstruction, GIS tools, archaeological fieldwork, Mesolithic, Neolithic, Cocina Cave

Resumen:

Presentamos en este trabajo el protocolo seguido para la digitalización de la información de los trabajos de campo y la reconstrucción virtual de la estratigrafía en el yacimiento prehistórico de Cueva de la Cocina (Dos Aguas, Valencia). La implementación GIS se ha efectuado mediante el uso del programa OpenJUMP mientras que para la recreación del entorno 3D se han utilizado los programas de software libre Meshlab, Paraview, CloudCompare y R. Los resultados presentados corresponden a un avance de la digitalización de la estratigrafía de los sondeos efectuados en la intervención llevada a cabo entre los meses de Junio y Julio del año 2015.

Palabras clave: entorno 3D, herramientas SIG, excavación arqueológica, Mesolítico, Neolítico, Cueva de la Cocina

1. Introducción

Presentamos en este trabajo una propuesta metodológica que integra la información espacial de una excavación arqueológica en un entorno de trabajo digital, con el objetivo de proceder a la reconstrucción estratigráfica de la intervención de campo y su recreación 3D. Para ello se utiliza de forma prominente el SIG libre OpenJUMP pero también Qgis (Qgis Development Team 2015) y gvSIG (gvSIG 2015). Para el mallado 3D se ha utilizado el software libre Meshlab y los paquetes rgl (Adler *et al.* 2016) y VecStatGraphs3D (Felicísimo *et al.* 2016) para R (R Core Team 2015a) y para su visualización Paraview. Cueva de la Cocina (Dos Aguas, Valencia) ha servido de base de pruebas para la implementación de estas tecnologías. Se trata de un yacimiento arqueológico reconocido (García *et al.* 2015), cuya secuencia comprende niveles que abarcan

desde el Mesolítico Geométrico hasta la Edad del Bronce.

Uno de los objetivos de la intervención arqueológica de 2015 era el de poner en común los trabajos de Luis Pericot (entre 1941 y 1945) y los de Javier Fortea (1974-1981) e integrarlos en el modelo geomático actual. Para ello se realizó, en el año 2014, un escaneado de 3D de la planta de la cavidad. Posteriormente, ya durante la intervención de 2015, se siguió un protocolo de digitalización tridimensional de la información recabada en el yacimiento, derivando en notorias ventajas para su tratamiento en la labor de investigación.

2. Metodología

La meticulosa labor de Javier Fortea en sus excavaciones en Cueva de la Cocina nos ha permitido disponer de un listado de referencia que incorpora coordenadas XYZ; todo ello acompañado, además de

* Corresponding Author: Agustín Díez, agustin.diez@uv.es

material fotográfico y croquis de plantas y elementos destacados.

Apoyándonos en las nuevas tecnologías, hemos seguido parte de esta metodología, implementando dispositivos como la estación total o el escáner 3D. Toda la información recogida en campo ha sido tratada en laboratorio. Los planos de cada una de las unidades estratigráficas (UUEE) se han realizado con OpenJump (<http://www.openjump.org>); uno de los pocos programas capaces de dibujar tridimensionalmente las geometrías a partir de las coordenadas de los puntos tomadas en campo, así como de incluir nodos 3D complementarios (Fig. 1). El dibujo se realiza manualmente uniendo los puntos importados, o gracias a la librería Sextante (Olaya 2009), mediante varios algoritmos, como la triangulación delaunay o el algoritmo envolvente mínima.

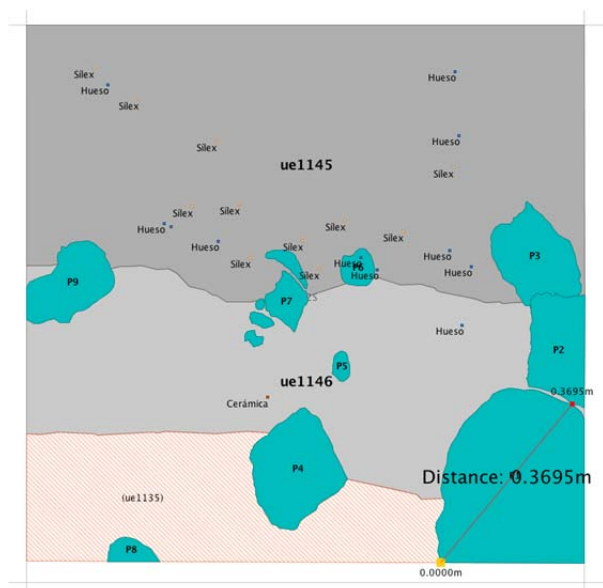


Figura 1: Reconstrucción de las UUEE 1145 y 1146 con OpenJUMP, incluyendo los puntos de hallazgos tomados en campo.

Para el mallado de las UUEE, desarrollado mediante el software Meshlab, el primer paso ha sido la realización de una base de datos relacional compuesta de tres tablas, que describen la unidad, el material gráfico y las coordenadas de los puntos de campo. Esta base de datos se ha desarrollado sobre Filemaker.

A partir de la consulta de la tabla de puntos se dibujan las plantas y se realiza su reconstrucción volumétrica. Los hallazgos que no han podido ser registrados tridimensionalmente en la excavación se generan dentro del volumen de la Unidad Estratigráfica correspondiente con una rutina en la que intervienen las librerías foreign (R Core Team 2015b), spatstat (Baddeley y Turner 2005) y alphashape3d (Lafarge y Pateiro López 2016) del programa R (R Core Team 2015a). A partir de la envolvente mínima tridimensional de los datos tomados en la cueva se genera el volumen de cada una de las UUEE y, posteriormente, se generan de forma aleatoria, tantos puntos como hallazgos. Por último, se introducen de manera definitiva en la base de datos. El aspecto metodológico se completa con la consolidación de los hallazgos en la base de datos y un protocolo que

permite dibujar de forma semiautomática las plantas de cada una de las UUEE.

3. Resultados

La implementación en el campo arqueológico de las tecnologías descritas proporciona interesantes resultados. Por un lado permite una ubicación correcta del yacimiento; no solo en cuanto a su situación en el espacio, sino también en referencia a las relaciones que las propias UUEE guardan entre sí.

Por el otro lado, el tratamiento informático de los datos de campo ofrece una mejor comprensión de las relaciones entre los mismos mediante su situación espacial; facilitando así el análisis, interpretación y la realización de cortes virtuales. En la intervención 2015 se digitalizaron los datos XYZ de los puntos tomados en campo, definiendo tanto las UUEE, como varios tipos de material recuperado in situ (Fig. 2).

Dada la gran cantidad de información recuperada durante la excavación, cualquier elemento que agilice la gestión de datos supone un gran avance para una interpretación precisa de la información disponible.

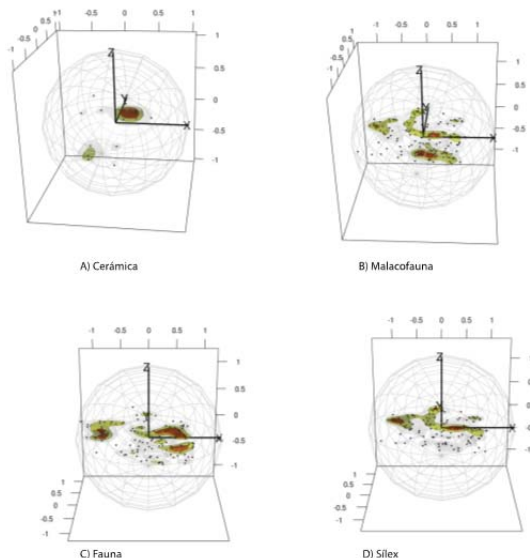


Figura 2: Densidad tridimensional de materiales en el sondeo 4 a partir del paquete VectStatGraph3D para R (Felicísimo *et al.* 2014).

Agradecimientos

El trabajo presentado se ha llevado a cabo en el marco del proyecto HAR2012-33111 "MESO COCINA: los últimos caza-recolectores y el paradigma de la neolitización en el mediterráneo occidental", y el proyecto HAR2015-68962 "EVOLPAST: Dinámicas evolutivas y patrones de variabilidad cultural de los últimos caza-recolectores y el primer neolítico en el este peninsular (circa 7000-4500 cal BC)", Ministerio de Economía y Competitividad, Gobierno de España. El escaneado láser de la cavidad ha sido efectuado por la empresa Global Mediterránea&Geomática (Valencia). Los trabajos de campo (Campaña 2015) han sido subvencionadas por el SIP-Museu de Prehistòria, Diputació de Valencia.

Referencias

- ADLER, D., MURDOCH, D., NENADIC, O., URBANEK, S., CHEN, M., GEBHARDT, A., BOLKER, B., CSARDI, G., STRZELECKI, A. y SENGER, A., 2016. Rgl: 3D Visualization Using OpenGL. R package version 0.95.1441. Disponible: <https://CRAN.R-project.org/package=rgl> [2/14/2016].
- BADDELEY, A. y TURNER, R., 2005. Spatstat: An R Package for Analyzing Spatial Point Patterns. *Journal of Statistical Software*. Disponible: <http://www.jstatsoft.org/v12/i06/> [2/14/1016].
- CLOUDCOMPARE PROJECT, 2016. CloudCompare (version 2.6) [GPL software]. Disponible: <http://www.cloudcompare.org/> [2/14/2016].
- FELICÍSIMO, A., RUIZ, J.C., POLO, M.E., CUARTERO, A. y GARCÍA, P., 2014. VecStatGraphs3D: Vector analysis using graphical and analytical methods in 3D. R package version 1.6. Disponible: <https://CRAN.R-project.org/package=VecStatGraphs3D> [2/14/2016].
- GARCÍA, O., JUAN, J., McCLURE, S.B., DIEZ, A. y PARDO, S., 2015. Avance de resultados de los nuevos trabajos arqueológicos en Cueva de la Cocina (Dos Aguas, Valencia): campaña de 2015. *Saguntum (PLAV)*, 47, pp. 251-255. DOI: 10.7203/SAGVNTVM
- GVSIG, 2015. Disponible en <http://www.gvsig.com/es/productos/gvsig-desktop>
- LAFARGE, T. y PATEIRO-LÓPEZ, B., 2016. Alphashape3d: Implementation of the 3D Alpha-Shape for the Reconstruction of 3D Sets from a Point Cloud. R package version 1.2. Disponible: <https://CRAN.R-project.org/package=alphashape3d> [2/14/2016].
- OLAYA, V., 2009. Sextante, la librería de análisis geoespacial libre: presente y futuro. En 'III Jornadas de SIG Libre'. Girona: La Universitat. [Consulta: 14 febrero 2016]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10256.1/1035>
- QGIS DEVELOPMENT TEAM, 2015. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>
- R CORE TEAM, 2015a. R: A language and environment for statistical computing. Disponible: <https://www.R-project.org/> [2/10/2015].
- R CORE TEAM, 2015b. foreign: Read Data Stored by Minitab, S, SAS, SPSS, Stata, Systat, Weka, dBase, R package version 0.8-66. Disponible: <https://CRAN.R-project.org/package=foreign> [2/14/2015].
- THE JUMP PILOT PROJECT, 2015. OpenJUMP SIG – The free and open source Java-based desktop SIG. Disponible: <http://www.openjump.org/> [2/14/2015].