

UNA APROXIMACIÓN A LA GESTIÓN, ANÁLISIS Y DIFUSIÓN DE YACIMIENTOS ARQUEOLÓGICOS DE RECINTOS DE FOSOS MEDIANTE HERRAMIENTAS DE SOFTWARE LIBRE

Ana M. Cruz-Martín¹, José L. Caro-Herrero²

¹ Universidad de Málaga, Dpto. de Ingeniería de Sistemas y Automática, Despacho 2.2.29, ETSI Telecomunicación Campus de Teatinos, 29071, Málaga, España. anacm@ctima.uma.es

² Universidad de Málaga, Dpto. de Lenguajes y Ciencias de la Computación, D.28, Facultad de Turismo, Campus de Teatinos, 29071, Málaga, España. jlcaro@uma.es

RESUMEN

Los recintos de fosos son yacimientos arqueológicos con unas particularidades muy concretas, por lo que es necesario elaborar una metodología específica para su excavación, análisis, gestión y difusión. En este trabajo se propone una primera aproximación para las tres últimas fases mencionadas, de manera que, mediante una combinación de herramientas de software libre basadas en tecnologías espaciales, pueda gestionarse y almacenarse toda la información obtenida tras el trabajo de campo en el yacimiento, analizarla de manera exhaustiva, y difundir los resultados obtenidos, o al menos parte de ellos, cómoda y rápidamente.

Para ello, nos hemos planteado dos objetivos interrelacionados entre sí: seleccionar e integrar una colección básica de herramientas TIG de software libre que permita la gestión, el análisis y la difusión de este tipo de yacimientos. En el futuro, planeamos evaluar el potencial de esta cadena de herramientas al usarla en un yacimiento real.

Hasta el momento, hemos combinado de manera adecuada un diseño orientado a este tipo de yacimientos y parcialmente automatizado sobre la base de datos relacional PostgreSQL extendida con PostGIS, combinada con el sistema de información geográfica gvSIG, el software estadístico R y la librería Leaflet. De esta manera, la potencia de cada una de estas herramientas está disponible para futuros análisis, variados y completos, de los datos del yacimiento.

Palabras clave: recinto de fosos; software libre y abierto; PostGIS; gvSIG; R

ABSTRACT

Ditched enclosures are a type of archeological site with a specific set of particularities, and therefore, a concrete methodology should be deployed in order to excavate, analyze, manage and disseminate their contents properly. The present communication offers an approach to deal with the aforementioned three last stages, in such a way that, by combining a set of spatial-based free/open source software tools, the whole information acquired after the field work at the site can be managed and stored, thoroughly analyzed, and finally appropriately disseminated in a quick and easy manner.

With that aim in mind, we have raised two interrelated goals: we have selected and integrated a basic set of open source software GIT tools that enable the managing, analysis and dissemination of this kind of sites. In the future, we plan to evaluate the potential of this tool chain when a real site is to be handled.

Up to this moment, we have properly combined a design partially automated and focused on this type of sites, for a relational database PostgreSQL extended with PostGIS, along with the geographic information system gvSIG, the statistical software R and the Leaflet library, so the strength of each tool can be used and merged for varied and complete further analysis of the site data.

Keywords: ditched enclosure; free and open source software; PostGIS; gvSIG; R

1. INTRODUCCIÓN

Los recintos de fosos son “grandes superficies plagadas de hoyos o fosas circulares, excavadas en el suelo y rellenas de sedimentos y materiales arqueológicos, asociadas a zanjas o fosos, igualmente excavados en la roca madre y colmatados con incontables restos artefactuales y orgánicos”; en el caso de que no exista un foso que rodee al recinto, hablaríamos de un “campo de hoyos” (Márquez-Romero y Jiménez-Jáimez, 2010, p.5). Geográficamente, estos recintos se extienden por toda la Europa central y occidental, desde latitudes mediterráneas hasta Escandinavia. Cronológicamente se sitúan en el Neolítico, si bien la temporización varía dependiendo de la zona: desde el 5500 a.C. en Europa central, hasta finales del tercer milenio a.C. en el suroeste de la Península Ibérica y en las Islas Británicas (Jiménez-Jáimez y Wheatley, 2016).

Estos yacimientos arqueológicos presentan unas particularidades concretas: abarcan una gran superficie espacial, el número de estructuras que albergan es muy elevado (del orden de centenares/miles de hoyos), y dichas estructuras son todas muy similares y en negativo, por lo que, a priori, resultan “poco atractivas” para el gran público. Por todo ello es necesario elaborar una metodología específica para su excavación, análisis, gestión y difusión. Este artículo se centra en las tres últimas fases mencionadas, y propone una combinación de herramientas de software libre basadas en tecnologías espaciales que facilite tanto el análisis científico del yacimiento como su divulgación posterior.

Para ello, debemos resolver dos cuestiones. En primer lugar, establecer una estructura software que nos permita trabajar con este tipo de yacimientos y que esté basada en herramientas TIG libres; esta comunicación ofrece una solución satisfactoria para dicho problema. En segundo lugar, ya en un futuro, aprovecharemos el trabajo de fondo aquí presentado para obtener resultados de un yacimiento real.

Hasta el momento, hemos combinado de manera adecuada un diseño orientado a este tipo de yacimientos y parcialmente automatizado sobre la base de datos relacional PostgreSQL (PostgreSQL, 2016) extendida con las capacidades espaciales que ofrece PostGIS (PostGIS – Spatial and Geographical Objects for PostgreSQL, 2016), combinada con el sistema de información geográfica gvSIG (gvSIG Desktop, 2016), el software estadístico R (The R Project for statistical Computing, 2016) y la librería Leaflet (Leaflet – a Javascript library for interactive maps, 2016) para R. La base de datos queda como repositorio central de datos, al que pueden acceder tanto gvSIG como R, de manera que la potencia de cada una de estas herramientas está disponible para poder realizar análisis variados y completos sobre los datos del yacimiento. La utilización de Leaflet desde R permite crear fácilmente mapas interactivos que pueden integrarse en páginas web, facilitando la difusión de resultados (Figura 1).



Figura 1. Herramientas de software libre empleadas en este trabajo y relaciones entre las mismas.

El resto del artículo se estructura como sigue. En el segundo apartado se describen más ampliamente la problemática asociada a los recintos de fosos/campos de hoyos y los objetivos que los autores se han planteado para su estudio. El tercer apartado se dedica a presentar, brevemente, las herramientas de software libre que se han utilizado en este trabajo. El cuarto apartado explica de forma detallada cómo se han usado

cada una de las herramientas descritas en el apartado anterior, así como sus interrelaciones. En el quinto apartado se establecen las conclusiones del trabajo desarrollado y se plantean los trabajos futuros. Finalmente, se listan las referencias bibliográficas.

2. ESTADO DE LA CUESTIÓN

Los recintos de fosos (*ditched enclosures*) del Neolítico europeo son grandes extensiones de terreno rodeadas, por uno o más fosos aproximadamente circulares u ovalados; en el caso de que existan varios fosos, se distribuyen de forma concéntrica, desconociéndose por el momento si su construcción fue simultánea o no. La extensión de estos yacimientos oscila entre 1 ha. y 100 ha.; también varían las dimensiones del foso, que suele tener un perfil en forma de *U* o de *V*. Estos fosos se encuentran habitualmente rellenos, bien de forma natural, bien de forma intencionada. Al recinto se accede a través de entradas más o menos monumentalizadas. Otros elementos que pueden formar parte de este tipo de yacimientos son los terraplenes, empalizadas y monolitos (Jiménez-Jáimez y Wheatley, 2016).

El Área de Prehistoria de la Universidad de Málaga ha sido pionera en el estudio de los recintos de fosos y campos de hoyos del Suroeste de la Península Ibérica (Márquez-Romero y Jiménez-Jáimez, 2010). En esta zona los fosos presentan una profundidad variable (normalmente entre 2 y 3 m., con valores extremos de 1 y 7 m.), y también varía su anchura (normalmente entre 2 y 4 m., con extremos de 1 y 20 m.). Los campos de hoyos, que son más frecuentes en esta región que en otras zonas de Europa, presentan dos tipos de estructuras:

1. Pozos, con una planta aproximadamente circular y sección acampanada o abovedada. Su profundidad oscila entre 1 y 2 metros, y su diámetro es inferior a 2 m. Son igual o más profundas que anchas.
2. Cubetas, similares a los pozos salvo en su diámetro, que varía entre 2 y 3 m., y de sección acampanada.

En la Península Ibérica, la investigación de estos recintos se ha incorporado sólo recientemente a las discusiones académicas, provocando un intenso debate. Así, durante los siglos XIX y XX, estos yacimientos se han explicado como restos de poblados de gran tamaño; los fosos se han considerado como estructuras de defensa o drenaje, mientras que los hoyos se han caracterizado como silos, basureros, fondos de cabaña o fosas funerarias. El Área de Prehistoria de la Universidad de Málaga propone una nueva interpretación, asignando a los fosos una función de delimitación (más simbólica que física), y cuestionando las funcionalidades asociadas tradicionalmente a los hoyos; así, ha generado una línea propia de investigación para este tipo de yacimientos, desarrollada por un equipo de trabajo multidisciplinar (PERUMA Prehistoric Enclosures Research - University of Málaga, 2016) que actúa en los yacimientos de Perdigoes (recinto de fosos) (Márquez-Romero y Jiménez-Jáimez, 2016) y Arroyo Vaquero, el campo de hoyos con el que se está trabajando para desarrollar el trabajo de esta comunicación. (Navarro *et al.*, 2014) (Figura 2).

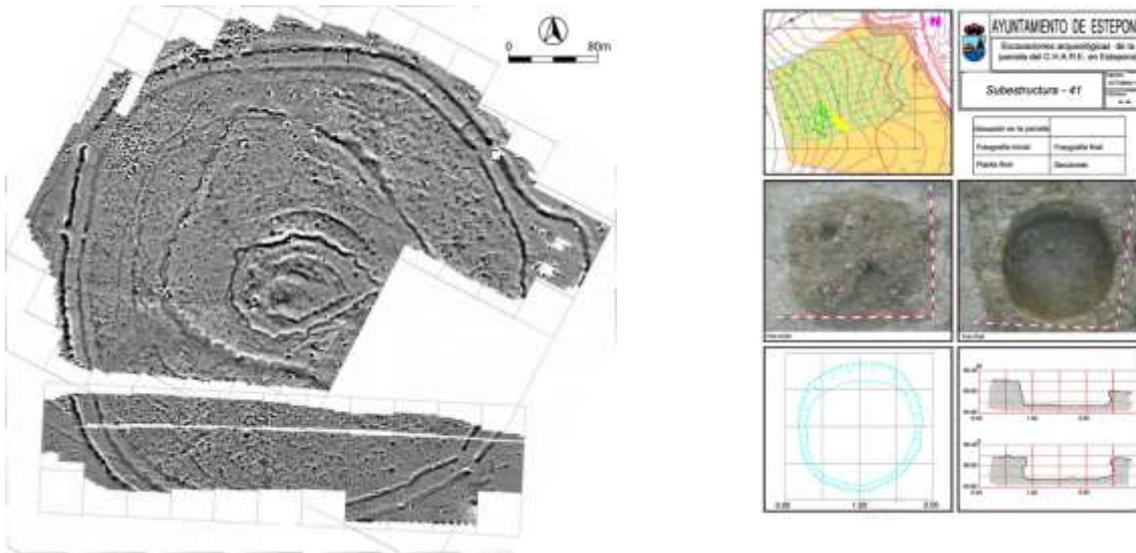


Figura 2. Izda: Magnetometría del recinto de fosos de Perdigoes; tomada de (Márquez-Romero *et al.*, 2011). Dcha: estructura nº 41 del campo de hoyos de Arroyo Vaquero; tomada de (Navarro *et al.*, 2014)

Actualmente, los objetivos en los que trabaja este equipo se centran en los siguientes aspectos:

- Plantear los recintos de fosos como una categoría de análisis, mediante la oportuna reflexión teórica, combinada con los análisis técnicos sobre los artefactos/ecofactos/circundatos hallados en los yacimientos.
- Establecimiento de una metodología específica de trabajo y análisis que permita organizar adecuadamente el estudio de los recintos de fosos. Para ello se hará uso de tecnologías como la teledetección, geomagnética, fotogrametría, dataciones de series orgánicas o técnicas bayesianas de datación.
- Formular una propuesta de protección para este tipo de yacimientos. En este punto se pueden combinar acciones divulgativas (por ejemplo, mediante la creación de modelos BIM) junto a propuestas más formales, como la creación de un libro blanco sobre los recintos de fosos.

El trabajo aquí presentado, que fundamentalmente facilita las tareas de análisis y divulgación, se puede aplicar a cualquiera de los tres puntos mencionados.

3. METODOLOGÍA

El conjunto de herramientas que hemos escogido se engloba dentro del software libre y/o de código abierto (Free/Libre and Open Source Software o FLOSS). Se trata de herramientas asentadas, que cuentan con una amplia y activa comunidad, y que se encuentran en continua evolución e incluso interacción entre ellas, lo que permite, como en nuestro caso, una integración sencilla y muy fluida.

El uso del paradigma FLOSS facilita, si fuera el caso, la adaptación o extensión del código a nuestras necesidades particulares, y permite poner el trabajo realizado a disposición de la comunidad. En el ámbito de la geomática y la arqueología ya existen bastantes iniciativas de este tipo (FOSS4, 2016), (ATOR, 2016), (ArcheOS, 2016).

El sistema gestor de base de datos escogido es PostgreSQL con la extensión PostGIS para el manejo de información geográfica, de forma que contra ella pueden realizarse consultas SQL de cualquier tipo, incluyendo el análisis espacial. La base de datos relacional creada sobre ella actuará como repositorio central de datos, de manera que el resto de herramientas extraerán los datos que en ella se almacenen.

Como Sistema de Información Geográfica, de entre las opciones posibles dentro del ámbito FLOSS, como GRASS (GRASS GIS, 2016) o QGIS (QGIS, 2016), hemos optado por gvSIG Desktop en su versión 2.2.0. Se trata de un proyecto maduro y en continua evolución que ofrece un SIG multiplataforma con una interfaz amigable, consta de una activa comunidad de usuarios, ofrece facilidades para la formación en el manejo de la herramienta y, sobre todo, es muy completo desde el punto de vista técnico: incluye numerosos geoprocursos y herramientas tanto para formato ráster como vectorial, permite la conexión con bases de datos externas, y la ejecución de *scripts* con el lenguaje de programación Python (Python Programming Language, 2016). Además, cuenta con casos de uso aplicados a la Arqueología (Cortell y Escribá, 2015).

El software estadístico R también está muy extendido, en continua evolución gracias a una comunidad muy activa, y ofrece paquetes para trabajar en múltiples campos; para nuestras necesidades, contamos con paquetes de acceso a bases de datos, análisis espacial, presentación gráfica de resultados y creación de mapas interactivos, como se verá posteriormente. R cuenta además con un potente y cómodo IDE, RStudio (RStudio, 2016), que permite también la generación de aplicaciones web interactivas mediante el framework Shiny (Shiny, 2016). R puede integrarse fácilmente con Leaflet, de manera que crear mapas interactivos a partir de los datos almacenados en nuestra base de datos resulta muy sencillo.

Aunque ahora mismo no se planea una migración de la base de datos, cabe destacar que, si en algún momento fuera necesario sustituirla por otro tipo de base de datos no SQL -por ejemplo, MongoDB (MongoDB, 2016)-, sería posible hacerlo desde R, y desde gvSIG no debería ser muy complicado gracias al scripting en Python. Es decir, la base de datos utilizada es transparente para el usuario de R y gvSIG.

4. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

A continuación se analiza con más detalle cada una de las herramientas utilizadas, su forma de utilización y las relaciones entre ellas que permiten integrarlas de manera cómoda y eficiente.

4.1 Repositorio central: base de datos PostgreSQL con la extensión espacial PostGIS

La base de datos es el repositorio central de información, que almacena todos los datos recopilados durante la excavación del yacimiento. En nuestro caso hemos escogido un modelo relacional para su implantación. En este trabajo presentamos un diseño previo inicial, que debe ser depurado para adecuarse a las especificaciones y requerimientos de un arqueólogo, y que persigue ser lo suficientemente flexible como para adaptarse a diferentes yacimientos y equipos de investigación. Actualmente se centra en recoger, para un yacimiento, toda la información asociada a los hoyos que lo integran (Figura 3):

- Información básica de cada hoyo, incluyendo su información geoespacial, que será fundamental a la hora de trabajar con el resto de herramientas que se conectarán a la base de datos.
- Diferentes tipos de material enterrados en los hoyos: cerámica, sílex, fauna, etc. Dado que la cerámica es un punto de interés para nuestras investigaciones, se ha detallado mucho más que las tablas de otros elementos que pueden hallarse en un hoyo.
- Información sobre el registro de piezas; estas tablas pueden extenderse para adaptarse convenientemente a los sistemas de registro propios de cada equipo de investigación.
- Bibliografía asociada a las piezas de cerámica halladas; estas tablas son válidas también para los restantes elementos que es posible encontrar en un hoyo (sílex, fauna...)
- Información sobre campañas, proyectos de investigación y personal asociados. De esta forma se facilita la extracción de información útil para tareas burocráticas o de generación de informes.

La combinación de WWW SQL Designer y PostgreSQL+PostGIS permite automatizar en gran medida la creación de la base de datos y la posterior carga de los mismos. El primero ofrece la opción de exportar el diseño creado mediante un script en formato SQL, de manera que es sencillo crear en PostgreSQL la base de datos diseñada: basta con ejecutar en su editor SQL dicho script. Una vez creada la base de datos, la carga de los datos se puede hacer de nuevo en PostgreSQL desde un script SQL, si previamente se han almacenado en un fichero csv.

4.2 Sistema de Información Geográfica gvSIG

Como hemos comentado anteriormente, el repositorio central de información de nuestros datos es la base de datos PostgreSQL con la extensión PostGIS: a ella deben acceder, directa o indirectamente, el resto de herramientas. A la hora de conectar la base de datos con nuestro SIG, gvSIG permite la creación de nuevas capas a partir de tablas con información geoespacial que estén almacenadas en una base de datos externa, como sería nuestro caso, pero con una limitación: los datos sólo pueden pertenecer a una única tabla, es decir, no es posible relacionar la tabla con datos geográficos con otras tablas usando SQL.

Afortunadamente, el propio gvSIG permite sortear esta restricción: gracias al *scripting* en Python, es posible conectarse a una base de datos PostgreSQL+PostGIS como la explicada anteriormente, recuperar datos espaciales (y no espaciales) relacionando las tablas en SQL sin ningún tipo de limitación y, a partir de tales datos, generar nuevas capas. Por ejemplo, en la Figura 5 se muestra un *script* Python que accede a una base de datos y realiza una consulta para obtener, sin filas repetidas, todos los campos de la tabla *hoyos* que contengan fragmentos de cerámica amorfos y cuya descripción incluya el término *compuesta*. Como parte de los datos recuperados contiene información espacial, se podría crear una nueva capa a partir de ellos, ya que el scripting en gvSIG ofrece funciones para ello.

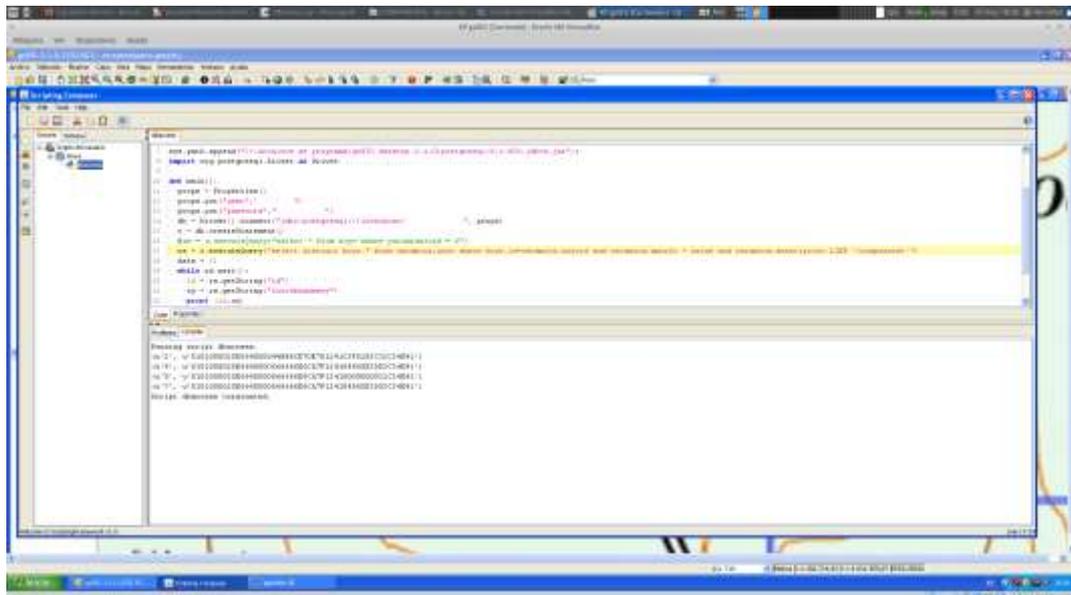


Figura 5. Script Python que accede a una base de datos PostgreSQL+PostGIS mediante SQL y crea una nueva capa en gvSIG

El código Python para poder realizar esta conexión entre PostgreSQL+PostGIS y gvSIG está disponible para la comunidad tanto en el blog mantenido por la primera autora de la presente comunicación (Cruz-Martín, 2015a) como en el repositorio Python de su cuenta en la plataforma GitHub (Cruz-Martín, 2016).

4.3 Software estadístico R

Como se mencionó anteriormente, las ventajas del uso del software estadístico R tienen que ver fundamentalmente con su potencia y el amplio conjunto de paquetes que ofrece para tareas muy diversas. En nuestro caso, gracias al paquete *RPostgreSQL*, podemos conectarnos a nuestra base de datos para recuperar la información que deseemos mediante consultas SQL estándar. Una vez extraídos los datos, sobre ellos podemos ejecutar código R para obtener los resultados estadísticos y de análisis espacial y/o gráfico que sean necesarios. El código para la conexión/desconexión a la base de datos desde R también se encuentra disponible en (Cruz-Martín, 2016), dentro del repositorio R (*accessBD.R*). En el apartado siguiente se muestra un ejemplo del uso de datos extraídos de una base de datos PostgreSQL desde R y manipulados posteriormente con paquetes de este software para generar un mapa.

4.4 Mapas interactivos con la librería javascript Leaflet

El paquete *leaflet* permite que, desde R, puedan crearse de forma rápida y sencilla mapas interactivos en los que el usuario puede escoger diferentes mapas base, ampliarlos o reducirlos, seleccionar qué datos (representados con marcadores) quiere ver sobre ellos, y pinchar sobre los marcadores que representan dichos datos para obtener información adicional.

En nuestro caso los datos se han extraído de una base de datos PostgreSQL+PostGIS según se explicó en el apartado anterior, incluyendo en ellos la información espacial asociada a cada dato para poderlos situar posteriormente en el mapa.

A continuación, con las funciones que ofrece el paquete *leaflet* se ha creado un mapa que utiliza como mapas base los que proporciona un proveedor de mapas externo, si bien podríamos haber utilizado mapas propios, por ejemplo, en formato shp. Una vez creado el mapa, añadimos sobre él los datos extraídos de la BD gracias a la información geoespacial que hemos recuperado con cada uno de ellos. Estos datos pueden representarse de diferentes formas, como puntos, marcadores tipo Google Maps, e incluso personalizados. Estos marcadores pueden crearse como *pop-ups* que muestren información personalizada extraída también de la base de datos.

Los mapas creados pueden insertarse en una página web manteniendo toda su funcionalidad de interacción. Como ejemplo, la Figura 6 muestra diferentes interacciones con un mapa creado con los datos ofrecidos por el Portal de Datos Abiertos del Ayuntamiento de Málaga (Portal de Datos Abiertos del Ayuntamiento de Málaga, 2016), insertado dentro de una entrada del blog de la primera autora (Cruz-Martín, 2015b). Para ello, los datos se han cargado en una base de datos PostgreSQL con PostGIS, se ha accedido a ella desde R, y se ha generado el mapa en R *leaflet*. Dicho mapa se ha almacenado con extensión .html en un servidor web propio, y se ha insertado en el post mediante un *iframe* HTML. A pesar de la cantidad de datos representados en el mapa (por ejemplo, la consulta a la base de datos para obtener los teléfonos inteligentes con un nivel de batería alto devuelve 1714 resultados), la interacción con el mapa responde razonablemente rápido.

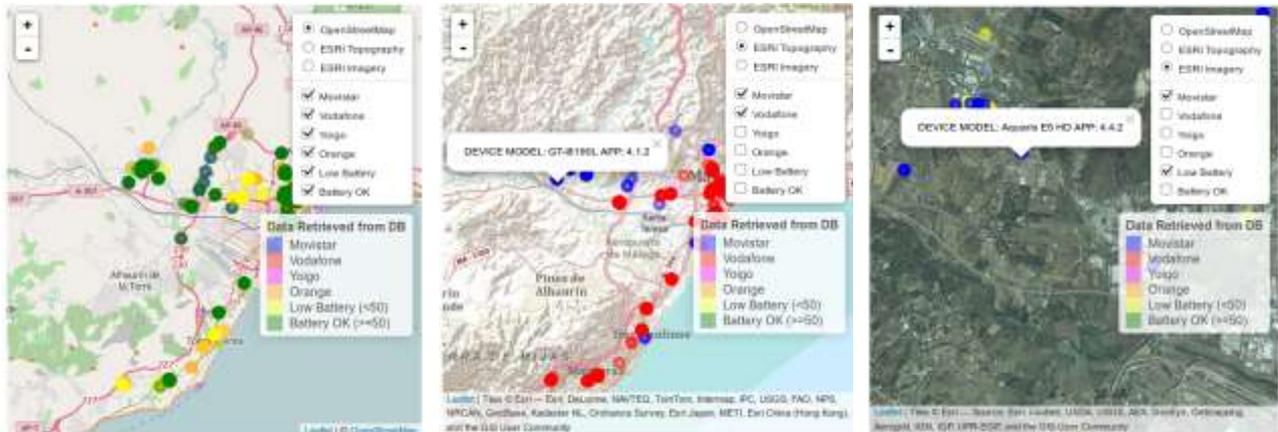


Figura 6. Mapa generado en R usando el paquete *leaflet* con datos almacenados en una base de datos PostgreSQL+PostGIS: diferentes opciones de mapa base, capas de datos y niveles de zoom.

5. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

En este trabajo se ha presentado una cadena de herramientas FLOSS que facilita la gestión, el análisis y la difusión de yacimientos que alberguen recintos de fosos y/o campos de hoyos. El código básico implantado hasta el momento se ha puesto a disposición de la comunidad. A partir de este primer paso, surgen diversos trabajos futuros.

Respecto a la base de datos, es necesario depurar su diseño para que se ajuste aún mejor a este tipo de yacimientos. Así, los hoyos deberían tener en cuenta las unidades estratigráficas que contienen; es necesario recoger todos los hallazgos posibles en los mismos, detallando aún más sus tipos posibles (por ejemplo, para la fauna, detallar si el elemento es un vertebrado terrestre, marino, malacofauna, etc.) y almacenarlos adecuadamente en la tabla de registro. La tabla que almacena la cerámica debería especializarse mucho más, de manera que sea posible especificar el tratamiento de las superficies y los colores del interior y el exterior, cocción, y tipología (borde y forma). También podría mejorarse la automatización de la carga de datos, incluyendo un interfaz web para operaciones CRUD y también de mantenimiento básico.

Por otra parte, sería necesario estudiar en profundidad las opciones de análisis espacial que ofrecen PostgreSQL+PostGIS, gvSIG y R y determinar cuáles son las fortalezas y desventajas de cada una; además, la versión 2.3 de gvSIG ha extendido las posibilidades de scripting también a R (Blog gvSIG, 2016), por lo que la integración de las dos herramientas se puede facilitar aún más. Aparte de estas posibilidades de la tecnología, desde el punto de vista arqueológico el análisis con SIG debería responder a varias preguntas: dispersión de la materialidad, relaciones mesoespaciales en el yacimiento mediante el casamiento de cerámica, inclusión de elementos como dataciones para la relación inter hoyos, estudio de la disminución y/o crecimiento de los espacios o análisis espaciales de situación del tipo de yacimiento de hoyos mezclando características geomorfológicas del terreno así como espaciales para determinar un patrón de asentamiento.

Finalmente, la creación de mapas que faciliten la comprensión de este tipo de yacimientos por parte del gran público podría realizarse directamente desde R usando Shiny, o incluir las opciones 3D que ofrece gvSIG desde la versión 2.2

6. BIBLIOGRAFÍA

ArcheOS (2016) <http://www.archeos.eu/> Fecha de consulta: 01-04-2016.

ATOR (2016) <http://arc-team-open-research.blogspot.com.es/> Fecha de consulta: 01-04-2016.

- Blog gvSIG (2016) *Ejecutando código de R desde gvSIG 2.3 mediante Renjin*. <http://blog.gvsig.org/2016/03/15/ejecutando-codigo-de-r-desde-gvsig-2-3-mediante-renjin/> Fecha de consulta: 01-04-2016.
- Cortell, A. y Escribá, P. (2015) *Arqueometría y georreferenciación con gvSIG en un yacimiento al aire libre. Campaña Mas d'Is 2015*. 11as Jornadas Internacionales gvSIG. <http://www.gvsig.com/es/eventos/jornadas-gvsig/11as-jornadas-gvsig/comunicaciones> Fecha de consulta: 01-04-2016.
- Cruz-Martín, A. (2015a) *The Weekend Archaeologist. Scripting in gvSIG 2.1 + PostGIS*. <http://jafma.net/ana/theweekendarchaeologist/?p=202> Fecha de consulta: 23-03-2016.
- Cruz-Martín, A. (2015b) *The Weekend Archaeologist. Playing with Leaflet and R*. <http://jafma.net/ana/theweekendarchaeologist/?p=534> Fecha de consulta: 26-03-2016.
- Cruz-Martín, A. (2016) *Repositorio GitHub* <https://github.com/WeekendArchaeo> Fecha de consulta: 26-03-2016.
- FOSS4G (2016) <http://2016.foss4g.org/home.html> Fecha de consulta: 01-04-2016.
- GRASS GIS (2016) <https://grass.osgeo.org/> Fecha de consulta: 23-03-2016.
- gvSIG Desktop (2016) <http://www.gvsig.com/es/productos/gvsig-desktop> Fecha de consulta: 19-02-2016.
- Leaflet – a Javascript library for interactive maps (2016) <http://leafletjs.com/> Fecha de consulta: 14-03-2016.
- Jiménez-Jáimez, V., y Márquez-Romero, J. E. (2016) “Prehistoric ditched enclosures and necropolises in Southern Iberia: a diachronic overview”. En Ard, V. & Pillot, L. (eds.): *Giants in the Landscape: Monumentality and territories in the European Neolithic, XVII World UISPP Congress*. Burgos, 1-7 Septiembre, Oxford: Archaeopress archaeology. pp. 57-68.
- Jimenez-Jáimez, V., y Wheatley, D. W. (2016) *Ditched Enclosures in Neolithic Europe*. <http://generic.wordpress.soton.ac.uk/ditchedenclosures/> Fecha de consulta: 03-04-2016.
- Márquez-Romero, J. E., y Jiménez Jáimez, V. (2010) *Recintos de fosos. Genealogía y significado de una tradición en la Prehistoria del suroeste de la Península Ibérica (IV-III milenios AC)*. Málaga, Servicio de Publicaciones e Intercambio Científico, Universidad de Málaga.
- Márquez-Romero, J. E., Valera, A., Becker H., Jiménez-Jáimez V., y Suárez J. (2011): “El Complejo Arqueológico dos Perdigoões (Reguengos de Monsaraz, Portugal). Prospecciones Geofísicas – Campaña 2008-09”. *Trabajos de Prehistoria*, 68, nº 1, pp. 175-186.
- MongoDB (2016) <https://www.mongodb.com/> Fecha de consulta: 10-04-2016.
- Navarro, I., Márquez-Romero, J. E., Aragón, J., y Caro, J. L. (2014): “El yacimiento neolítico de la Loma de la Alberica (Arroyo Vaquero, Estepona-Málaga). Actuaciones arqueológicas realizadas en la zona del CHARE en la campaña 2011”. En García Alfonso, E. (ed.): *Movilidad, contacto y cambio. II Congreso de Prehistoria de Andalucía*, Antequera: Junta de Andalucía, pp. 329-334.
- PERUMA Prehistoric Enclosures Research - University of Málaga (2016) <http://peruma.es/> Fecha de consulta: 07-04-2016.
- pgAdmin: PostgreSQL administration and management tools (2016) <http://www.pgadmin.org/> Fecha de consulta: 10-04-2016.
- Portal de Datos Abiertos del Ayuntamiento de Málaga (2016) <http://datosabiertos.malaga.eu/> Fecha de consulta: 26-03-2016.
- PostGIS – Spatial and Geographical Objects for PostgreSQL (2016) <http://postgis.net/> Fecha de consulta: 14-03-2016.

PostgreSQL (2016) <http://www.postgresql.org.es/> Fecha de consulta: 14-03-2016.

Python Programming Language (2016) <https://www.python.org/> Fecha de consulta: 23-03-2016.

QGIS (2016) <http://www.qgis.org/en/site/> Fecha de consulta: 23-03-2016.

RStudio. Open source and enterprise-ready professional software for R (2016) <https://www.rstudio.com/> Fecha de consulta: 07-04-2016.

Shiny (2014) <http://shiny.rstudio.com/> Fecha de consulta: 07-04-2016.

The R Project for statistical Computing (2016) <https://www.r-project.org/> Fecha de consulta: 19-02-2016.

WWW SQL Designer (2016) <https://github.com/ondras/wwwsqldesigner> <http://leafletjs.com/> Fecha de consulta 14-03-2016.