



**Visibilizando lo oculto. Reconstrucción digital y análisis espacial del registro
geoarqueológico del Pleistoceno superior del LIG del abrigo rocoso de
Jarama VI en el cañón del Jarama (Valdesotos, Guadalajara, España)**

*Making visible the hidden. Digital reconstruction and spatial analysis of
the Upper Pleistocene geoarchaeological record of Jarama VI Rock Shelter
Geosite in the Jarama Canyon (Valdesotos, Guadalajara, Spain)*

Jordá Pardo, J.F. ⁽¹⁾; Molina Salido, J. ⁽¹⁾; Maximiano Castillejo, A.M. ⁽¹⁾; Barcia, C. ⁽²⁾;
Acevedo Pardo, C. ⁽³⁾; Alonso, M. ⁽⁴⁾; Álvarez-Alonso, D. ⁽⁵⁾;
Díez Fernández-Lomana, C. ⁽⁶⁾; Díez-Herrero, A. ⁽⁷⁾; Farjas, M. ⁽⁸⁾; Garrote, J. ⁽⁹⁾;
Hernández Orgaz, A. ⁽⁸⁾; Hernández Ruiz, M. ⁽⁷⁾; Kehl, M. ⁽¹⁰⁾; Romero, A. ⁽¹¹⁾;
Sánchez Moya, Y. ⁽⁹⁾; Schramm, T. ⁽³⁾; Sopeña Ortega, A. ⁽⁹⁾

(1) Dpto. de Prehistoria y Arqueología. UNED. Paseo Senda del Rey 7, E-28040 Madrid. España.
jjorda@geo.uned.es; amaximiano@geo.uned.es; juanamsalido@gmail.com

(2) Escuela Internacional de Doctorado. UNED. España. España. camilobarciagarcia@gmail.com

(3) Dpt. of Geodesy and Geoinformatic. HafenCity University, Hamburg. Überseeallee 16. D-20457 Hamburg. Alemania.
carlos.acevedo@hcu-hamburg.de; thomas.schramm@hcu-hamburg.de

(4) Máster Universitario en Geología Ambiental. UCM. España. miriam.lns@gmail.com

(5) Dpto. de Prehistoria, Historia Antigua y Arqueología. UCM. C/ Profesor
Aranguren s/n, E-28040 Madrid. david.alvarez@ucm.es

(6) Área de Prehistoria. Dpto. de Historia, Geografía y Comunicación. UBU. Plaza Misael Bañuelos s/n.
E-09001 Burgos. España. clomana@ubu.es

(7) Instituto Geológico y Minero de España. Calle Ríos Rosas, 23. E-28003 Madrid. España.
andres.diez@igme.es; m.hernandez@igme.es

(8) Dpto. de Ingeniería Topográfica y Cartografía. UPM. Campus Sur, Carretera de Valencia, Km 7,
E-28031 Madrid. España. m.farjas@gmail.com

(9) Dpto. de Geodinámica, Estratigrafía y Paleontología. UCM. Avda. José Antonio Nováis, 12,
E-28040 Madrid. España. juliog@ucm.es; yol@ucm.es; sopena@geo.ucm.es

(10) University of Cologne, Institute of Geography, Albertus-Magnus-Platz, D-50923, Cologne, Alemania.
kehl@uni-koeln.de

(11) Dpto. de Geografía, Prehistoria y Arqueología. UPV/EHU. C/ Tomás y Valiente s/n.
E-01006 Vitoria-Gasteiz. España. antoniojesus.romero@ehu.eus



Resumen

El Lugar de Interés Geológico de Jarama VI es un abrigo rocoso que contiene una secuencia litoestratigráfica formada por cinco unidades sedimentarias del Pleistoceno superior, tres de las cuales presentan restos arqueológicos del Paleolítico medio con una edad mayor de 50 ka BP. En una de ellas se ha recuperado un resto óseo de *Homo neanderthalensis*. Para preservar toda la información analógica disponible sobre este LIG y contar con un registro digital del mismo, hemos llevado a cabo tres proyectos consecutivos cuyos objetivos se centraron en la obtención de una cartografía digital de detalle del yacimiento y su entorno, la digitalización del registro arqueológico analógico de las excavaciones realizadas entre 1989-1993, la creación y cumplimentación de una Infraestructura de Datos Espaciales y la realización de un análisis microespacial y estadístico del yacimiento, a la vez que hemos llevado a cabo un estudio hidráulico de las paleoinundaciones observadas en su registro sedimentario.

Palabras clave: LIG; yacimiento arqueológico; digitalización; análisis espacial; paleoinundaciones; centro de Iberia.

Abstract

The Geosite of Jarama VI is a rock shelter containing a lithostratigraphic sequence formed by five Upper Pleistocene sedimentary units, three of which present archaeological remains of the Middle Palaeolithic with an age older than 50 ka BP. A bone of *Homo neanderthalensis* has been found in one of those units. In order to preserve all the analogical information available on this LIG and have a digital record of it, we have carried out three consecutive projects whose objectives were focused (i) on obtaining a detailed digital cartography of the site and its surroundings; (ii) the digitalization of the analogical record from the archaeological excavations carried out between 1989-1993; (iii) the creation and completion of a Spatial Data Infrastructure and (iv) the development of a microspatial and statistical analysis of the site; (v) finally, we have carried out a hydraulic study of the paleo-floods observed in its sedimentary register.

Key words: Geosite; archaeological site; digitization; spatial analysis; palaeofloods; Central Iberia.

1. Introducción

El cañón del Jarama es el segmento del valle de este río a su paso por el término municipal de Valdesotos que se encuentra enclavado en el borde NO de la provincia de Guadalajara (Castilla - La Mancha, España) (Fig. 1). Desde el punto de vista geográfico, la zona está situada en la vertiente meridional del extremo oriental del Sistema Central y corresponde a un sector del alto valle del Jarama limitado al N por Somosierra y la sierra de Ayllón y al S por las llanuras y relieves tabulares de la Cuenca de Madrid.

En el tramo comprendido entre las localidades de Puebla de Vallés y Retiendas, el cañón del Jarama corta y atraviesa una estrecha franja

de dolomías, calizas dolomíticas y calizas del Cretácico superior basculadas hacia el SE y afectadas por una intensa karstificación (Fig. 1). Este sistema kárstico se encuentra atravesado por el río Jarama que da lugar a un cañón kárstico en cuyos acantilados de ambas márgenes aparecen gran cantidad de cuevas y abrigos rocosos, exponentes de las diferentes etapas del desarrollo kárstico y del encajamiento fluvial. Esta karstificación está ligada al río Jarama, el cual ha marcado los diferentes niveles de base del karst a lo largo de su encajamiento. Por encima de las calizas cretácicas y de forma discordante, aparecen depósitos detríticos terciarios generados por abanicos aluviales en una etapa anterior al emplazamiento y encajamiento del río Jarama. Algunos de estos abrigos rocosos y cuevas contienen en su

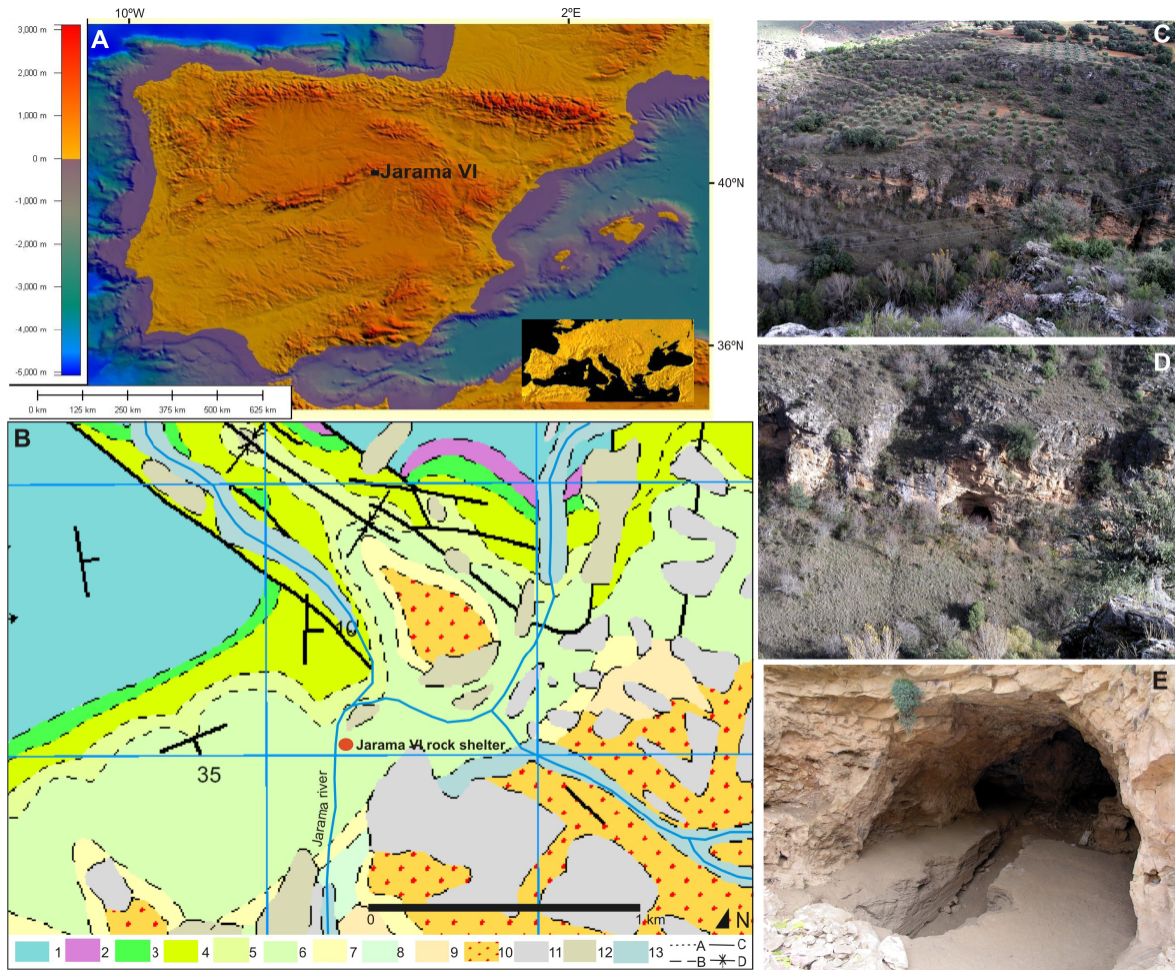


Figura 1. A y B, Mapas de localización de Jarama VI. C, Contexto geológico del abrigo rocoso de Jarama VI (IGME Geode 50, en línea). Leyenda: A, contacto concordante; B, contacto discordante; C, falla; D: sinclinal; 1, pizarras negras (Ordovícico); 2, areniscas y lutitas (Triásico); 3, arenas y lutitas (Cenomaniense); 4, Margas (Turonense); 5, dolomías, calizas y margas (Coniaciense); 6, dolomías, calizas dolomíticas y calizas (Santonian); 7, dolomías margosas y margas dolomíticas (Campaniense); 8, brecha calcárea dolomítica (Campaniense-Maastrichtiense); 9, lutitas rojas, yesos y conglomerados (Cretácico superior-Paleoceno); 10, conglomerados y lutitas (Mioceno superior-Plioceno); 11, cantos, gravas, arenas y arcillas (Pleistoceno inferior); 12, cantos, gravas, arenas y arcillas (Pleistoceno medio); 13, depósitos aluviales (Holoceno). D, E y F, fotografías del cañón del Jarama y del abrigo rocoso de Jarama VI.

Figure 1. A and B, Location maps of Jarama VI. C, Geological context of the Jarama VI rock shelter in the geologic map scale 1:50.000 (ITGE, 1990). Legend: A: Concordant contact; B: Discordant contact; C: Fault; D: Syncline; Ordovician: 1, Black shales; Triassic: 2, Sandstones and lutites; Upper Cretaceous: 3, Sands and lutites (Cenomanian), 4, Marls (Turonian), 5, Dolomites, limestones and marls (Coniacian), 6, Dolomites, dolomitic limestones and limestones (Santonian), 7, Marly dolomites and dolomitic marls (Campanian), 8, Dolomitic calcareous breccia (Campanian-Maastrichtian); Upper Cretaceous-Paleocene: 9, Red lutites, gypsum and conglomerates; Upper Miocene-Pliocene: 10, Conglomerates and lutites; Lower Pleistocene: 11, Pebbles, gravels, sands and clays; middle Pleistocene: 12, Pebbles, gravels, sands and clays; Holocene: 13, Alluvial deposits. D, E and F Photos of the Jarama canyon and the Jarama VI rock shelter.

interior depósitos con registro arqueológico, como el abrigo rocoso de Jarama VI (Jordá Pardo, 2007), con restos óseos de *Homo neanderthalensis* (Lorenzo *et al.*, 2012) y ocupaciones musterienses con una edad en torno a 50 ka (Kehl *et al.*, 2013) con abundantes industrias líticas (Navazo *et al.*, 2020) y restos faunísticos (Romero *et al.*, 2018).

Descubierto en 1988, en el año 2008 el abrigo rocoso de Jarama VI (Valdesotos, Guadalajara) y su yacimiento fueron incluidos en el contexto geológico “Yacimientos de vertebrados del Plioceno y Pleistoceno español”, como Lugar de Interés Geológico de relevancia internacional (Jordá Pardo, 2008). Actualmente, Jarama VI ha sido catalogado por el Instituto Geológico y Minero de España como LIG y ha sido incluido en el Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG), según establece el RD 1274/2011. Sin embargo, en la actualidad, el yacimiento de Jarama VI no se encuentra salvaguardado por ninguna de las figuras de protección que establece la Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español, ni cuenta con protección física alguna.

El yacimiento arqueológico de Jarama VI se compone de cinco unidades litoestratigráficas (Jordá Pardo, 2007). La secuencia se apoya sobre las dolomías del sustrato y comienza con un nivel de alteración de estas (JVI.Alt), al que sigue un depósito formado mayoritariamente por clastos de dolomía autóctona producidos por gelifracción cuyas aristas están abrasionadas en la zona exterior, con escasa matriz arenoso-limosa (JVI.3) y abundantes restos arqueológicos. Separado del anterior por una marcada cicatriz erosiva, sigue un depósito fluvial articulado (JVI.2) en tres subunidades. La inferior (JVI.2.3) es una alternancia de arenas, limos y arcillas fluviales depositada durante, al menos, dos episodios principales de inundación producida por el río Jarama, en la que se observa un tramo central limoso con restos arqueológicos. Sigue un depósito limoso-arcilloso de llanura de inundación (JVI.2.2) con restos arqueológicos y, finalmente, sobre el techo de este aparece un horizonte de contacto (JVI.2.1) de espesor mínimo que contiene

materiales incrustados de la unidad superior (JVI.1) en los limos y arcillas de JVI.2.2. El contacto entre el depósito fluvial y el suprayacente es erosivo y este último se compone de clastos de dolomía autóctona angulosos generados por gelifracción, rodeados por una matriz limoso-arcillosa de color rojo (JVI.1), con materiales arqueológicos y escasa extensión conservada. La secuencia culmina con una brecha y corteza estalagmítica (JVI.K) de la que quedan escasos restos.

El objetivo de este trabajo es mostrar la aplicación de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación al análisis e interpretación del registro arqueológico del LIG conformado por el yacimiento musteriense con restos de neandertales del abrigo rocoso de Jarama VI, lo que conlleva, por un lado, la conservación, salvaguarda y almacenamiento centralizado de toda la información existente sobre el yacimiento en formatos analógicos mediante su conversión a formato digital y su posterior análisis espacial, y por otro, la obtención de nuevos datos digitales del yacimiento y su entorno.

En este trabajo presentamos los resultados de nuestras últimas investigaciones en Jarama VI encaminadas a la obtención de los modelos digitales del terreno (MDT) de la cavidad y del cañón del Jarama, a la digitalización de la información analógica existente y a la reconstrucción digital de su registro arqueológico recuperado durante las excavaciones llevadas a cabo entre 1989 y 1993 y su plasmación en una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) y a la realización de un análisis espacial del yacimiento (*intra-site*) y su entorno (*macro-scale spatial analysis*) (Jordá Pardo *et al.*, 2017, 2019). El análisis espacial del yacimiento está encaminado a analizar las pautas y patrones de distribución de los objetos recuperados y el de su entorno incluye el estudio hidráulico de las paleo-inundaciones del Pleistoceno superior en el cañón del Jarama registradas en la unidad JVI.2 del yacimiento (Jordá Pardo, 2007; Garrote *et al.*, 2018). Además, todos estos trabajos están encaminados a desarrollar y dotar de contenidos una página web sobre

este LIG para así lograr la difusión del conocimiento que actualmente tenemos sobre su registro arqueológico.

2. Materiales y métodos

2.1. Materiales

El punto de partida de esta investigación ha sido la recopilación de toda la documentación existente sobre Jarama VI, tanto en formato analógico como digital: proyectos de investigación, permisos de excavación, informes anuales, diarios de excavación, hojas de inventario, dibujos, esquemas y croquis, diapositivas, fotografías, publicaciones, noticias de medios de comunicación, etc. Respecto a los datos del sistema de recuperación del registro arqueológico empleado, la excavación de Jarama VI se llevó a cabo siguiendo el método de las coordenadas cartesianas (Laplace, 1973), utilizando cuadrículas de 1 m² que se excavaban mediante levantamientos centimétricos (2 a 5 cm) siguiendo la geometría de los estratos naturales, coordinando todos los objetos líticos mayores de 1 cm y óseos mayores de 2 cm, y tomando la orientación y la inclinación de aquellos con una dimensión predominante sobre las otras dos. Todos los sedimentos extraídos fueron cribados con agua en un triple tamiz con el fin de recuperar los restos arqueológicos de pequeño tamaño.

2.2. Métodos

2.2.1. Topografía

Hemos realizado la topografía digital de detalle del cañón del Jarama en el entorno de Jarama VI y del propio abrigo rocoso, el escaneado 3D del abrigo rocoso con georreferenciación de los nuevos datos obtenidos, generación de plantas y alzados y la generación de sendos modelos digitales del terreno (MDT) del cañón del Jarama y del abrigo rocoso. En los trabajos topográficos hemos contado con el siguiente equipamiento: drones DJI Phantom-4, DJI Mavick y CineStar-Hexa,

láser escáner Riegl, láser escáner Z+F Imager 5010, receptor GNSS Trimble R10, escáner de imagen Trimble V10 y estación total robótica Trimble S7. La captura y el procesamiento de los datos fueron realizados por profesores y estudiantes de la HafenCity Universität de Hamburgo, de la Universidad Politécnica de Madrid y de la UNED; gran parte de los resultados de la campaña de 2017 se plasmaron en un TFM (Hernandez Orgaz, 2018).

En la campaña de 2017, a partir de las mediciones realizadas en dos vértices geodésicos con receptores GNSS (Trimble R10) y con una estación total -ET (Trimble S7), pudimos establecer las coordenadas precisas de 5 puntos de referencia en la zona de estudio del valle: uno en el lateral de la carretera GU-195 en la confluencia entre el Arroyo de Palancares y el Río Jarama; dos en las partes altas del cañón (uno por orilla); y dos en la entrada del abrigo que alberga el yacimiento de Jarama VI. Estos vértices los hemos utilizado como marco de referencia del proyecto, para llevar a cabo la georreferenciación de todas las tareas.

El modelo tridimensional del yacimiento lo obtuvimos a partir de un escaneado a muy alta resolución realizado con un escáner Z+F Imager 5010. Este tipo de escáner permitió obtener una nube de millones de puntos, logrando captar con alto grado de detalle y calidad todo el relieve de las paredes, del suelo y el área excavada. Debido a la compleja morfología que suelen presentar las cuevas, para registrar toda la entidad, tuvimos que realizar 16 tomas desde diferentes posiciones a lo largo de la cavidad, que unimos durante el posprocesado de datos (unir, filtrar, simplificar puntos, etc.) generando un único modelo digital. Para ello utilizamos dianas, que sirvieron tanto para unir modelos, como para dotar al producto digital obtenido de coordenadas geográficas en el sistema de referencia ETRS89.

La digitalización de todo el cañón la realizamos con el escáner RIEGL de largo alcance. El escaneado global se realizó en dos fases repetidas en cada lado del cañón: en la primera se situó el escáner RIEGL en la parte superior y se hizo

un barrido en altura desde varios lugares diferentes con intervisibilidad entre ellos (a través de dianas), y en la segunda fase se efectuó otro desde el fondo de valle también desde diversos puntos. La captura de datos la realizamos a resolución media-alta, y para finalizar, hicimos un último barrido a muy alta resolución centrado en las paredes desde el punto con más visibilidad del fondo del valle. También utilizamos el equipo de escaneado de imagen Trimble V10.

Con la finalidad de obtener ortofotografías aéreas y el MDT del valle, llevamos a cabo una serie de vuelos con unidades UAV o drones. Los modelos utilizados fueron tres: DJI Phantom-4, DJI Mavick y CineStar-Hexa (este último de autoconstrucción); cada uno se utilizó para sobrevolar una zona diferente, durante las horas centrales del día para evitar sombras alargadas y grandes contrastes (sub- y sobre-exposiciones, etc.). El vuelo de cada UAV tuvo que adaptarse a las condiciones circunstanciales del lugar, dándose casos como problemas con la luz o la imposibilidad de volar a causa del viento. En gabinete preconfiguramos el patrón de vuelo y los criterios asociados (ruta, extensión, altura de vuelo, tiempo entre capturas, orientación de la cámara, distancia focal, etc.), con los programas Pix4D (drones tipo DJI) y PC-CDU (CineStar-Hexa). Ubicamos dianas de suficiente tamaño (en proporción a la escala de resolución del píxel) para que sirvieran de puntos comunes para solapar las tomas fotográficas entre ellas, y darles también una georreferenciación mediante ET. Las fotografías las tomamos perpendicularmente al suelo y de ellas extrajimos nubes de varios millones de puntos mediante softwares fotogramétricos (Agisoft Photoscan, Pix4D, etc.). En la campaña de 2018 complementamos los datos con la toma de ortofotografías de las secciones estratigráficas de la excavación para su posterior estudio de detalle.

2.2.2. Reconstrucción del registro arqueológico y desarrollo de una IDE

La metodología que seguimos para llevar a cabo la reconstrucción del registro arqueológico

y el desarrollo de la Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) fue la siguiente (Fig. 2): (i) digitalización de todo el material del que disponemos (planos, diarios, fotografías, etc.) para poder utilizarlo y preservarlo, y toma de nuevos datos por medio de estación total, escaneo de superficies, uso de drones, etc., cuyos resultados se analizan ampliamente en puntos siguientes, y que permitieron desarrollar, entre otras, una plataforma GIS para gestionar una geodatabase; (ii) desarrollo de una base de datos relacional, en nuestro caso hemos utilizado Access, en la que hemos introducido todas las piezas inventariadas; (iii) rediseño en formato CAD del conjunto de planos que se dibujaron en su momento en papel milimetrado y levamiento de otros nuevos de acuerdo con los nuevos datos obtenidos; y (iv), desarrollo de una página web con los resultados del proyecto.

2.2.2.1. Base de datos

La base de datos se compone de varias tablas relacionadas entre sí. La primera tabla, “Inventario general”, recoge la totalidad del registro arqueológico recuperado. Esta tabla consta de 28 campos en los que hemos querido presentar tanto las características más importantes del material como las incidencias de cada campaña y levantamientos. En cuanto al material lítico hemos complementado la tabla principal con otra relacionada de 36 campos donde se presenta una descripción más exhaustiva de las piezas más importantes, tipología, medidas, huellas de uso, etc. (Navazo *et al.*, 2020). Por lo que respecta al material óseo, tras realizar el estudio taxonómico y tafonómico (Romero *et al.*, 2018), procedimos a la inclusión de estos datos, tanto en el inventario general como en la tabla específica de este material relacionada con la anterior. Para facilitar la consulta hemos desarrollado también un formulario para cada registro donde pueden consultarse todos los datos. Tanto en la tabla “Material óseo” como en la tabla “Material lítico”, el nexo común con la tabla principal “Inventario general” es el número identificador ID, que es exclusivo de cada registro.

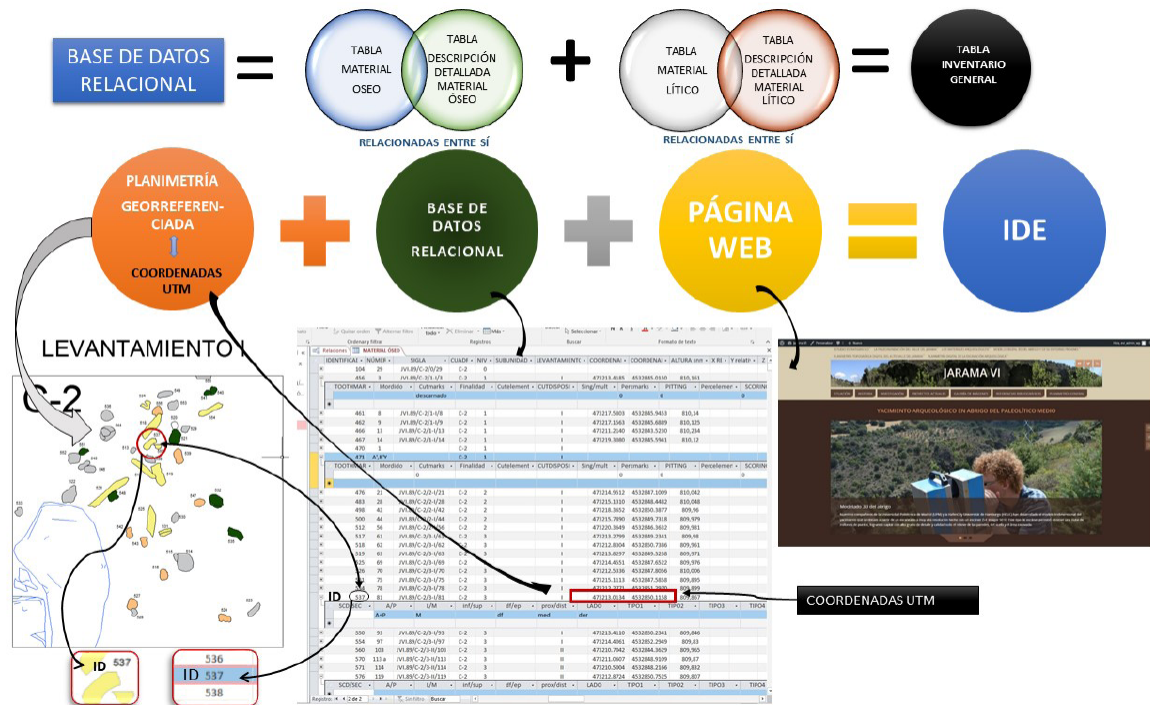


Figura 2. Mapa conceptual de la Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) de Jarama VI.

Figure 2. Concept map of the Spatial Data Infrastructure (SDI) of Jarama VI.

2.2.2.2. Planimetría

En cuanto a la planimetría, el primer paso fue diseñar el plano de la planta del yacimiento en formato CAD, a partir del plano general obtenido en 1989, y georreferenciarlo con coordenadas UTM. Una vez terminado, reposicionamos en su localización original las piezas del registro arqueológico de las que contábamos con información espacial. Para ello seguimos dos métodos diferentes en función de los tipos de datos de los que partíamos. Por una parte (campaña de 1989), poseíamos los planos milimetrados de cada cuadrícula excavada (1x1 m), en los que aparecían dibujados cada uno de los elementos del registro encontrados en su punto de hallazgo. Además, contábamos con su profundidad. Para situar el punto en el plano en este caso, hemos insertado la imagen de la cuadrícula en el plano de AutoCAD por medio de la aplicación Raster Design 2018, aplicación que permite administrar y

editar imágenes escaneadas convirtiéndolas de ráster a vectoriales. De este modo hemos podido colocar el punto en su posición X-Y, y darle después la profundidad Z, que también conocíamos. Para las campañas de 1990 y 1991, contábamos con las medidas de referencia X, Y y Z tomadas con nivel óptico siguiendo la cuadrícula de referencia, por lo que simplemente hemos colocado los puntos en el plano midiendo. Hemos identificado cada punto con su número ID en la base de datos y le hemos dado el color elegido convencionalmente de su material. Al estar el plano georreferenciado, cada punto posee sus propias coordenadas UTM, información que hemos incluido en la base de datos. Lógicamente, no hemos podido reposicionar todo el material inventariado, sino solo aquel del que poseíamos información espacial. El hecho de contar con las tres medidas nos ha permitido trabajar en 3D, por lo que es visible la posición de cada elemento en las tres dimensiones del espacio (Fig. 3).

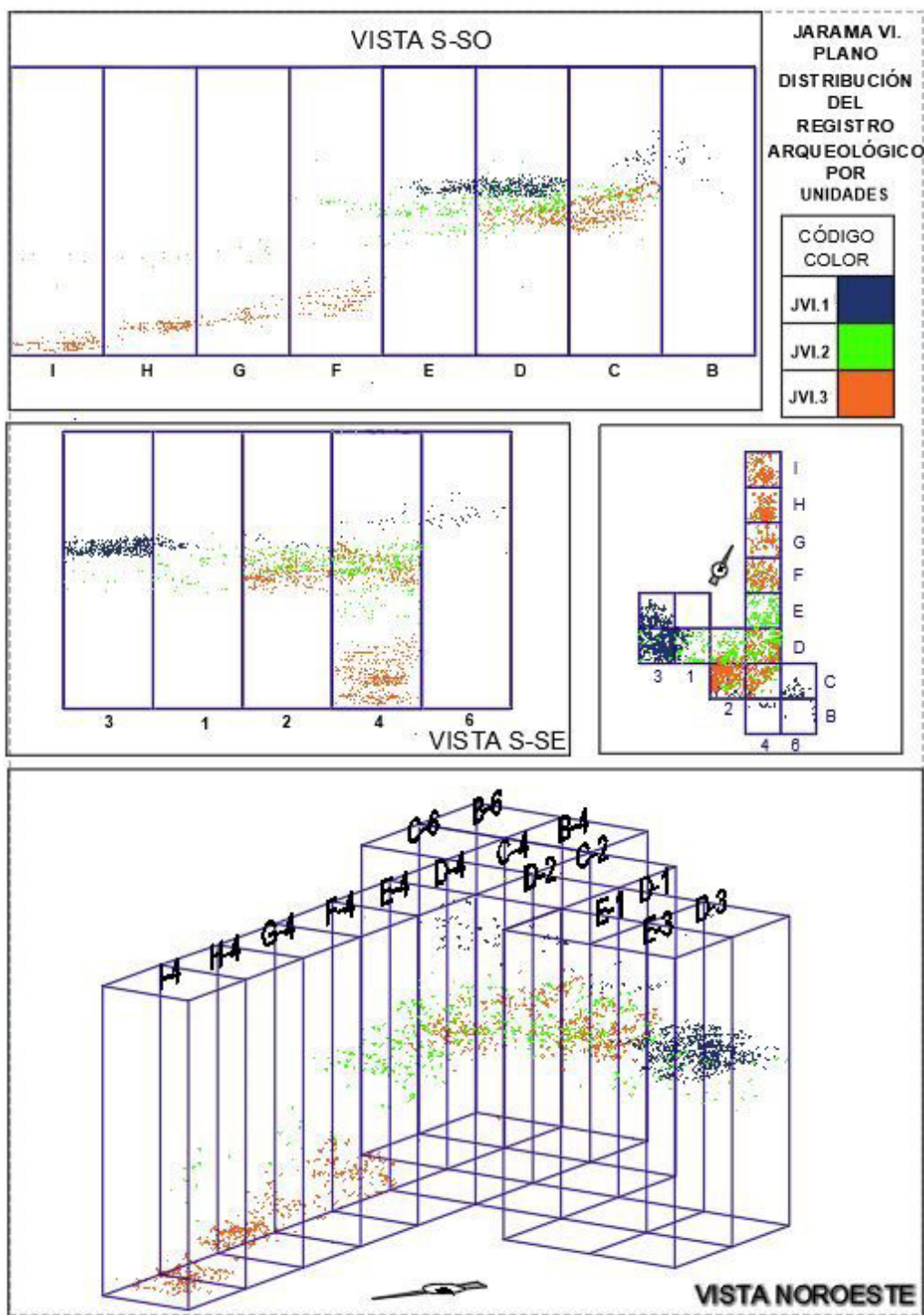


Figura 3. Distintas vistas de la nube de puntos formada por el registro tras ser reposicionado. Podemos distinguir las tres unidades arqueológicas: JVI1, JVI 2 y JVI3.

Figure 3. Different views of the point cloud formed by the record after being repositioned. We can distinguish the three archaeological units: JVI1, JVI 2 and JVI3.

Una vez colocados todos los puntos en sus respectivas posiciones espaciales, los incorporamos al MDT 3D del abrigo y, para ello, trabajamos con tres aplicaciones: con el modelo 3D que ya habíamos desarrollado en AutoCAD 2018, con Geomagic Wrap y con Geomagic Design X 64. Importamos a nuestro archivo de AutoCAD 3D el archivo con la nube de puntos en formato dxf. Para mejorar la visibilidad “recortamos” o eliminamos todos los puntos que conformaban el techo de la cavidad, dejando así visible solo las cuadrículas excavadas. Como tanto los puntos del registro, como los de la planta, tenían coordenadas UTM, fue posible integrarlos en su correcto lugar en el espacio. Después, exportamos todo el con-

junto a Geomagic Wrap donde convertimos los puntos que formaban la planta del abrigo en una superficie (Fig. 4.a). Posteriormente, exportamos este archivo a Geomatic Design X 64, que nos proporcionaba más posibilidades a la hora de aplicar texturas y de gestionar la nube de puntos del registro. Así, aplicando texturas precisamos los diferentes materiales, las unidades y los distintos levantamientos realizados en cada unidad (Fig. 4.b).

Por otra parte, levantamos una planimetría descriptiva de la estratigrafía del yacimiento, revisando la que poseíamos de acuerdo con los nuevos datos obtenidos en campo. Además, incorporamos al perfil estratigráfico la

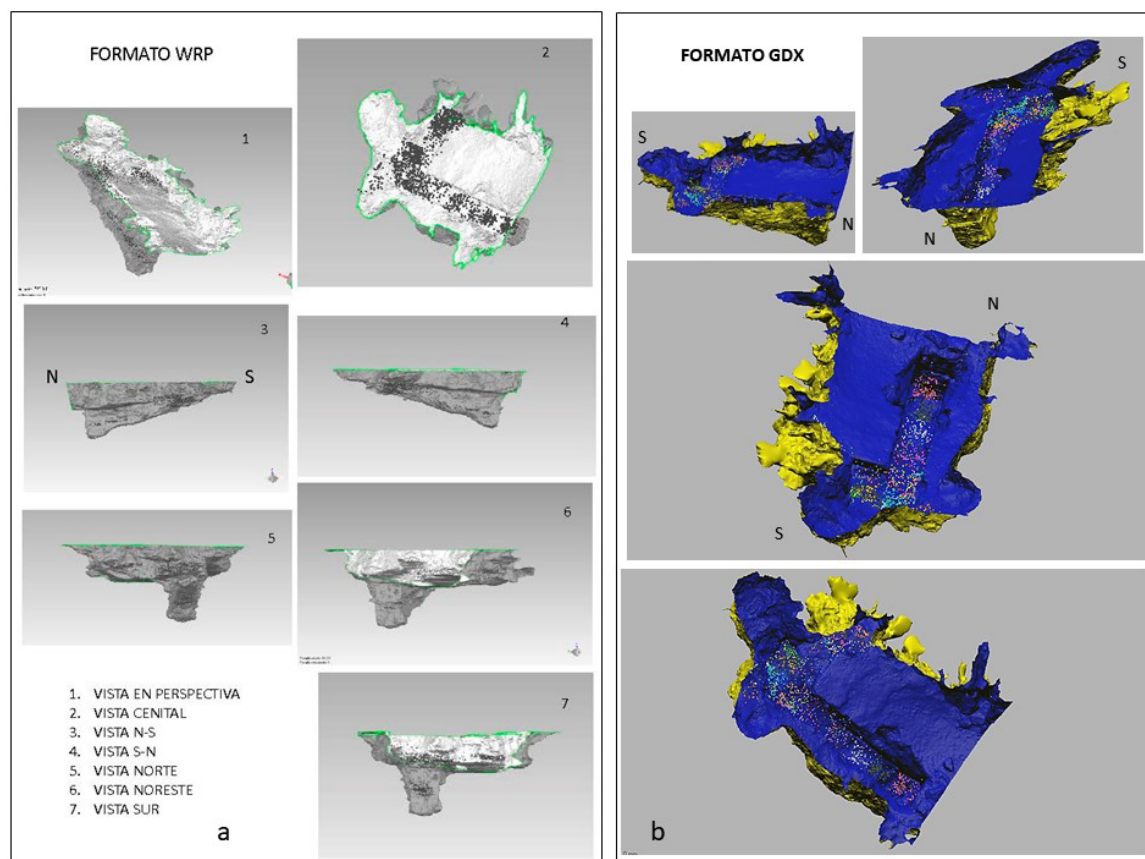


Figura 4. a: Diferentes vistas del yacimiento en formato wrp con la nube de puntos incorporada (desarrollado con Geomagic Wrap). b: Capturas de pantalla de diferentes vistas del conjunto de planta y registro en formato gdx; los ítems de cada levantamiento aparecen en diferente color (desarrollado con Geomagic Design X 64).

Figure 4. a: Different views of the site in wrp format with the incorporated point cloud (developed with Geomagic Wrap). b: Screenshots of different views of the plant and record set in gdx format; the items of each survey appear in a different color (developed with Geomagic Design X 64).

nube de puntos, que pueden visibilizarse en su propia unidad estratigráfica. En este sentido, nos hemos propuesto generar una visión en extensión de la estructura sedimentaria del yacimiento. Esto nos ayudará a reconocer y visualizar la dispersión de los objetos en los distintos niveles, así como la posible influencia en su dispersión ocasionada por las inundaciones acontecidas en el valle del Jarama. También nos proponemos facilitar una perspectiva tridimensional de la estratigrafía documentada (volumetría).

2.2.2.3. Página web

Finalmente, para dar en el futuro soporte en línea a la IDE hemos desarrollado una página web con los datos y resultados del proyecto que incluirá todas las publicaciones existentes sobre Jarama VI y toda la información disponible, como mapas de distribución de restos, modelos 3D, etc. Esta página está alojada en el Entorno Virtual de Investigación del Laboratorio de Innovación en Humanidades Digitales (EVI-LINHD) de la UNED.

2.2.3. Análisis macro espacial

El análisis macro espacial (*macro-scale spatial analysis*) del cañón del Jarama se ha desarrollado en una doble vertiente. Por un lado, se ha trabajado para lograr unas cartografías de detalle del cañón de Jarama y del abrigo rocoso y, por otro, se ha realizado el estudio hidráulico y la modelización de las paleoinundaciones registradas en la secuencia sedimentaria de Jarama VI.

2.2.3.1. Cartografías de detalle

Hemos realizado tareas de análisis, modelización y representación de resultados numéricos y gráficos, junto a la producción y estandarización de la documentación cartográfica, sustentadas en el procesamiento de los conjuntos masivos y variados de datos topográficos para el segmento de valle próximo al sitio arqueológico, y de la geometría de la cavidad. En el proyecto confluyen diferentes fuentes de datos, desde los procedentes del

IGN, como son los MDT 1:50.000, 1:25.000 y los datos LiDAR (1 punto cada 0,5m), hasta la producción propia de geodatos capturados mediante sensor fotogramétrico y laser escáner en las campañas de 2017 y 2018.

Todos estos contenidos fueron orientados hacia una serie de *outputs* primarios, en donde los datos topográficos se estructuraron en dos bloques dirigidos a la escalabilidad del problema arqueológico planteado: (i) a escala macro, donde se usó topografía automática y recursos geomáticos basados en vuelos de RPAs con sensor fotogramétrico, y escáner de largo alcance; y (ii) a escala de sitio, donde se realizó un escaneo completo de la cavidad para la restitución a detalle (error < 1 cm) de toda la volumetría del sitio arqueológico. El resultado ha sido una cartografía multiescala, detallada y temática, una topografía local del fondo de valle de alta resolución (curvas de nivel a 1 m y 0,5 m) y una microtopografía de todo el volumen del abrigo rocoso.

Con relación al paisaje, la integración de geodatos procedentes del IGN (MDS y LiDAR) y los generados en la campaña 2017 (vuelos RPAs fotogramétrico y escaneados), nos ha permitido construir los MDE y MDT necesarios para la topografía de alta resolución próxima al yacimiento. Mediante esos datos depurados y en plataforma SIG (QGIS) elaboramos curvas de nivel y secciones longitudinales y transversales del fondo de valle. Además, hemos integrado la cavidad arqueológica en su entorno próximo, consiguiendo restituir la volumetría del yacimiento dentro de su unidad superior (valle). Esto nos permitirá su uso en otras series de análisis, como son el estudio de cuestiones referidas al régimen de insola-ción, incidencia de meteoros (confortabilidad de hábitat), dinámicas de inundación en el interior de la cavidad, etc., entre otros tipos de estudios locacionales y de visibilidad.

2.2.3.2. Estudio hidráulico y modelización de las paleo-inundaciones

La presencia de sedimentos de origen fluvial en el interior del yacimiento arqueológico

analizado y su relación con los restos arqueológicos encontrados nos han servido como herramienta de calibración de los modelos hidráulicos desarrollados con el objetivo de estimar los posibles caudales punta asociados a las avenidas fluviales responsables de la sedimentación de dichos depósitos. Al no disponer actualmente de información detallada sobre las características de los sedimentos encontrados dentro del yacimiento (actualmente en proceso de realización), hemos planteado calados de un orden similar a los definidos para el yacimiento del Abrigo del Molino (Segovia) (Díez Herrero *et al.*, 2014; Álvarez Alonso *et al.*, 2016), el cual comparte características con Jarama VI, y para el cual se han estimado las siguientes condiciones hidráulicas: velocidades entre 0.3-0.85 m s⁻¹; calados entre 0.25-0.40 metros.

La edad de los depósitos de origen fluvial encontrados en el yacimiento arqueológico de Jarama VI (en torno a los 50 ka BP) abre un abanico de incertidumbres respecto a algunos de los aspectos más importantes para la reconstrucción paleo-hidráulica de las avenidas responsables de los mismos. Sin duda, la variable que aporta un mayor grado de incertidumbre es la configuración topográfica del terreno en el momento en el que se produjeron las inundaciones. Esta variable es además crítica en el proceso de modelización de los caudales responsables del depósito de los sedimentos fluviales encontrados en el interior de los yacimientos y entre los que se localizan los restos arqueológicos que han servido para su datación. Otras incertidumbres importantes se asocian a la vegetación predominante (condicionando el valor del coeficiente de Manning), y a la estacionalidad climática (semejanza o no en las condiciones de precipitación y generación de caudales líquidos, respecto a la actualidad).

Por todo ello, hemos utilizado la configuración geomorfológica del valle fluvial en el que se localizan los yacimientos como herramienta para la definición de diferentes escenarios topográficos. Así, en Jarama VI observamos la presencia de una fuerte incisión vertical en la

parte baja del valle, con continuidad longitudinal a lo largo del segmento de río analizado y en contacto con la posición actual del cauce, que nos permite considerar dos escenarios topográficos: uno el actual y otro con una configuración paleogeográfica a ± 7 metros sobre el cauce actual. Cada uno de los escenarios paleogeográficos considerados ha requerido la modificación del modelo digital de elevaciones (MDE) para el ajuste de la altura y posición del cauce relacionado con dicho escenario, así como la modelización de la forma y elevación del abrigo rocoso donde se sitúa el yacimiento. Por otro lado, y también asociado a la modelización hidráulica, procedimos a la definición de la rugosidad superficial del terreno a partir de la valoración del parámetro de rugosidad de Manning; tanto para la situación actual, como para las condiciones estimadas en el momento de ocurrencia de las avenidas (inferidas a partir de los restos de pólenes encontrados, M^a. José Iriarte com. pers.).

Una vez con todos los datos necesarios en nuestro poder, hemos utilizado el *software* de modelización hidráulica bidimensional Iber (Blade *et al.*, 2014), para la estimación de los valores de caudal punta (m³ s⁻¹) necesarios para que sea viable su relación con la altura de los sedimentos encontrados dentro del yacimiento y sus características. Además, en base a las incertidumbres antes señaladas, se analizó la sensibilidad del modelo a cambios en la vegetación (y por tanto del coeficiente de rugosidad de Manning). Esto ha permitido la definición de rangos de valores de caudal punta, aproximación más coherente que la obtención de un valor único de caudal. Gran parte de los resultados de esta modelización se plasmaron en un TFM (Alonso Torija, 2017-2018).

2.2.4. Análisis micro espacial

A partir de la integración de los datos en la IDE de Jarama VI se ha procedido a realizar un análisis micro espacial (*intra-site*). Dicha serie analítica sigue los postulados básicos de

la Geoestadística, pero se es consciente de las limitaciones inherentes tanto a la parte, como al modo en que el yacimiento se excavó. En esas circunstancias, la variabilidad espacial cuantificada muestra tendencias estocásticas en el espacio, desde las cuales se puede proponer hipótesis acerca de los modos de gestión del espacio por parte de los agentes que lo habitaron, como también la detección de una serie de procesos naturales acontecidos en cada uno de los niveles arqueológicos de Jarama VI.

El análisis micro espacial o *intra-site* en Jarama VI plantea dos cuestiones: por un lado, qué queremos averiguar sobre la sociedad neandertal, y por otro, cómo indagar en el espacio social (concepto horizontal-sincrónico) a través de los datos de un sondeo (vertical-diacrónico). Respecto a la primera cuestión, asumimos que sería posible distinguir actividades distribuidas diferencialmente en el interior de asentamientos humanos “no modernos” (antes de *Homo sapiens*), tal como se ha venido demostrando en los últimos años (e.g. Carbonell, 2012; Chacón *et al.*, 2012; Gabucio *et al.*, 2018; Hayden, 2012; Henry, 2012; Jaubert *et al.*, 2016; Oron y Goren-Inbar, 2014; Sánchez-Romero *et al.*, 2020; Riel-Salvatore *et al.*, 2013); por tanto, hemos querido comprobar si se conserva todavía algún rastro de ello, o si por el contrario ésta es ya indistinguible de los procesos de formación del yacimiento. El segundo punto conlleva un problema de tipo muestral, obligándonos a lidiar con dosis significativas de incertidumbre y limitando los intervalos de confianza en las inferencias y la confirmación de la hipótesis.

En la actualidad, si bien el análisis *intra-site* cuenta con cierto consenso metodológico (p. e. Djindjian, 1999; Vaquero, 2013) es también un procedimiento potencialmente flexible, lo que le permite adaptarse a los datos y problemáticas existentes. En nuestro caso, lo hemos estructurado en tres pasos: (i) Dividimos los datos arqueofaunísticos y la industria lítica en 4 niveles de ocupación (JVI.3, JVI.2.3, JVI.2.2, JVI.1) y los agrupamos según categorías y variables que indiquen actividades so-

ciales o fenómenos tafonómicos que sean de interés para el estudio. Concretamente, las variables tafonómicas analizadas son: orientación de objetos (formato 180°), presencia de rodamientos, abrasiones, pisoteo, marcas de carroñeros y roedores. La interpretación social de la industria lítica es: “cat. 0” para las bases naturales transportadas pero no usadas en la talla (p. e. posibles reservas de materia prima), “cat. 1” los núcleos y percutores que intervinieron en la talla (sensu “medios de producción”), “cat. 2” para *debris* y pequeños fragmentos (“residuos de producción”), y “cat. 3” el conjunto de soportes y retocados diversos (i.e. productos útiles de la talla, en sentido convencional); además, esta clasificación es volumétricamente consistente, pues “cat. 0 y 1” > 47 cm³, “cat. 2” < 2 cm³ y “cat. 3” ≈ 2-47 cm³ (error máximo en la relación categoría-volumen por subunidad arqueológica ≈ 6%). Los restos óseos se han interpretado como residuos directos del consumo cinegético (p. e. quemaduras, marcas de corte, huesos “desechados”), o bien como elementos que pudieron intervenir en otros procesos técnicos (p. e. percusión). (ii) Analizamos la variabilidad espacial para detectar patrones de origen natural o antrópico en los ejes noroeste-sureste (exterior-interior de la cavidad) y noreste-suroeste (interior); la extensión limitada de este artículo nos obliga a una breve síntesis de los resultados, concretamente mostraremos las subunidades JVI.2.3 y, especialmente, la JVI.2.2. Y (iii), confirmar o refutar provisionalmente la existencia de gestión social del espacio y aclarar en qué medida la “ventana” abierta por el sondeo permite observar adecuadamente (o no) la variabilidad espacial.

El software empleado ha sido de tipo estadístico y SIG (PAST v.4.04, GEODA v.1.14, QGIS v.3.10 y SAGA v2.3.2), mediante el cual hemos generado y visualizado capas vectoriales de polígonos y puntos (cuadrícula y centroides, coordenados, coropletas, etc.) y rásters (componentes direccionales, densidades interpoladas y composiciones multivariantes) (Conolly y Lake, 2009; Craig *et al.*, 2006), así como gráficos y test estadísticos de diversa

índole (clásica, circular y espacial) para detectar patrones significativos, tanto en el ámbito postdeposicional y formativo del yacimiento como en la gestión del espacio social (estructuración relacional por atracción/repulsión, *size-sorting*, etc.).

3. Resultados y discusión

3.1. Topografía

Respecto a los trabajos de topografía, a partir de los datos obtenidos durante la fase de trabajo de campo y durante los trabajos posteriores de gabinete hemos obtenido los Modelos Digitales del Terreno (MDT) del cañón del Jarama y del abrigo rocoso de Jarama VI y su yacimiento arqueológico. Además, hemos integrado todos los datos obtenidos del cañón del Jarama en una aplicación en línea de la empresa Scanner Patrimonio e Industria S.L. denominada Point Cloud 3D, que integra el MDT junto con una serie de herramientas para su visualización desde diferentes puntos de vista y para la obtención de secciones en los puntos donde se requiera.

Dada la naturaleza del proyecto, la concurrencia de diferentes estrategias y medios de captura de datos y geodatos ha generado una variabilidad notable tanto en las fuentes de documentación, como en los niveles de información generados a lo largo de la vida del proyecto. Dentro de esta dinámica -y centrado en lo que atañe a los geodatos- en el proyecto confluyen diferentes opciones, desde datos procedentes del IGN, como son los MDT 1:50.000, 1:25.000 y los datos LIDAR (1 punto cada 0.5m), hasta la producción propia de geodatos capturados mediante sensores fotogramétricos y escáner laser en las campañas de 2017 y 2018.

En este sentido, se hizo necesario organizar todos esos contenidos para obtener un conjunto de *outputs* primarios útiles tanto a la actividad científica, como en la difusión de conocimiento. Para ello, se procesaron los datos pertenecientes a la campaña de 2017 en

donde la captura de información topográfica se estructuró en dos bloques: (i) a escala territorial, donde se usó topografía automática y recursos geomáticos basados en vuelos de UAV con sensores fotogramétricos, junto al uso de un escáner de largo alcance; y (ii) a escala de sitio, donde se escaneó por completo el abrigo para la restitución a detalle de toda la volumétrica de la cavidad.

El tratamiento y el análisis de los datos topográficos y geométricos de las dos unidades principales del proyecto (valle y sitio), nos permitió obtener un conjunto amplio y variado de resultados numéricos y gráficos, junto a la producción y estandarización de una documentación útil para la investigación arqueológica y para la difusión de conocimiento. El orden de obtención de resultados fue el siguiente:

- Conversión de los datos capturados desde sensores LIDAR y medios fotogramétricos: preprocesamiento, armonización y operatividad entre diferentes fuentes de datos geomáticos.
- Modelización del fondo de valle (basado en el MDT) e integración del 3D de la cavidad.
- Generación de información topográfica depurada.
- Construcción de perfiles topográficos del valle para la simulación numérica de inundaciones en el valle e interior del abrigo.
- Desarrollo de un entorno de visualización analítica y otros outputs.

Los procesos se centraron en la armonización y operatividad de los datos originales, con aplicación de técnicas computacionales para la limpieza, gestión y generación de nuevos datos.

Tras disponer de los MDT, procedimos a generar series de productos topográficos bidimensionales y volumétricos pertenecientes a dos escalas diferenciadas dentro del proyecto:

- Paisaje, en donde se desarrolló una serie de *outputs* definidos como (a) curvas de nivel (5 m, 1 m y 0.5 m), (b) geometrías precisas del valle (encajamiento del río Jarama y zona de confluencia con el arroyo Palancares) y (c) secciones y algunas planimetrías dentro de la unidad estructural del valle próximo al sitio arqueológico.
- Microespacio, centrado en la obtención de la planimetría (curva de nivel a 20 y 10 cm, secciones) del abrigo, junto al desarrollo del volumen de la cavidad y la creación de isosuperficies para la zona de la excavación orientada al estudio de los diferentes suelos de ocupación del yacimiento.

Con estos soportes topográficos no solo se tiene una documentación métrica y de detalle sobre las dos escalas (valle y yacimiento), sino que además es el soporte básico y necesario que facultará el desarrollo de trabajos venideros. La metodología en torno a estas acciones se ha fundamentado en diferentes tipos de programas integrados en el espectro de las TIG. De este modo pretendemos generar un entorno de estabilidad y conectividad entre contextos de datos vectoriales (CAD), plataforma SIG y los principales gestores/generadores de contenidos gráfico sobre el *bigdata store* y la IDE que ya existe para Jarama VI.

3.2. Reconstrucción del registro arqueológico y desarrollo de una IDE

3.2.1. Base de datos

La base de datos desarrollada consta de 4.666 registros, de los cuales 2.939 son de material lítico, 7 de carbón, 1 de ocre, 1.715 son restos óseos y 2 de asta (Tabla 1). Hay que señalar que número de registros no equivale a número de piezas. Algunos registros son indicativos de varias piezas, incluso bolsas, que se siglaron en su momento juntas por tratarse de especímenes de muy pequeño tamaño recuperados en la criba.

Tabla 1. Distribución del registro arqueológico por unidades y cuadrículas.

Table 1. Distribution of the archaeological record by units and grids.

Cuadrícula	Unidad	Número de Registros			
		Total	Líticos	Óseos	Varios
B-4	0	7	7	0	
	JVI1	30	10	20	
B-6	JVI1	13	3	10	
C-2	0	29	28	1	
	JVI1	25	18	7	
	JVI2	41	36	5	
	JVI3	236	174	62	
C-4	0	7	7	0	
	JVI1	6	3	3	
	JVI2	64	60	4	
	JVI3	114	88	26	
C-6	JVI1	64	32	32	
D-3	0	10	10	0	
	JVI1	476	349	127	
	JVI2	54	11	43	
D-1	JVI0	15	14	1	
	JVI1	144	117	27	
	JVI2	86	2 28	56	2 carbones
D-2	0	9	9	0	
	JVI2	125	70	50	1 carbón / 1 ocre
	JVI3	33	13	20	
D-4	0	1	1	0	
	JVI2	102	70	29	3 carbones
	JVI3	170	136	34	
E-3	0	46	46	0	
	JVI1	266	197	69	
E-1	0	25	25	0	
E-4	JVI2	167	129	37	1 carbón
F-4	0	11	11	0	
	JVI2	91	75	16	
	JVI3	190	152	38	
G-4	0	1	1	0	
	JVI2	22	15	7	
	JVI3	163	153	10	
H-4	JVI2	33	25	8	
	JVI3	179	127	52	
I-4	JVI2	21	11	10	
	JVI3	155	117	38	

Para el análisis del material lítico hemos seguido el trabajo de Navazo *et al.* (2020), en el que se estudian las materias primas y las categorías tecnológicas siguiendo el Sistema Lógico Analítico (SLA) (Tabla 2), aunque su descripción se ha completado de acuerdo con la tipología tradicional. No obstante, no todo el registro ha sido identificable según el SLA, dado que el número total de registros catalogados (2.895) es menor que el total de los recuperados (2.939). Su distribución por unidades estratigráficas es: JVI.3 960 items, JVI.2 233 items, JVI.1 729 items y nivel superficial 124 items. En cuanto a las materias primas líticas sobre las que está elaborada la industria lítica, la mayoritaria es el cuarzo (59,34%), seguida a larga distancia por la cuarcita (22,08%) y el sílex (7,55%), y de forma testimonial por la pizarra (4,97%), el cristal de roca (2,42%) y la fibrolita (1,16%); el resto (2,48%) corresponde a caliza, esquisto y arenisca. Según el SLA, las BP suponen un 63,14% de la colección, mientras que las Bn alcanzan el 21,73%, las BN1G el 6,94% y las BN2G el 8,19%.

Para el análisis de los restos óseos hemos seguido el trabajo de Romero *et al.* (2019), en el que se estudian tanto desde una óptica zooarqueológica (Tabla 3) como tafonómica. Los restos predominantes pertenecen a los cérvidos, seguidos de los équidos y en tercer

lugar los cápridos. Los bóvidos son medianamente abundantes y el *Rhinoceros* es casi testimonial. Los lagomorfos, roedores y aves presentan porcentajes muy similares, siendo los primeros algo más abundantes. En cuanto a los carnívoros, destaca la presencia de oso pardo y de pantera. Por otra parte, no se ha podido determinar el género al que pertenecen todos los cánidos, solamente los restos de zorro, bastante escasos. La mayoría de los registros pertenecen a fragmentos de diáfisis y de hueso largo, y solo en algunos casos se ha podido determinar si es de húmero, fémur, tibia o radio, y si es proximal o distal, a los que siguen en número los fragmentos de costilla.

3.2.2. Planimetría

Durante las diferentes campañas de excavación desarrolladas en el yacimiento de Jarama VI se llevaron a cabo estudios litoestratigráficos y sedimentológicos que conllevaron la obtención de la secuencia estratigráfica y el levantamiento de una completa planimetría para representarla. Ya hemos hecho referencia a los planos de planta con el registro restituido y georreferenciado, por lo que no nos vamos a extender más aquí, prestándole más atención a la planimetría estratigráfica.

Tabla 2. Material lítico: materias primas y tecnología.

Table 2. Lithic material: raw material and technology.

Material	Nº de registros	% NR	Categoría	Nº de registros	% NR
Cuarzo	1744	59,5	BP	1828	63
Cuarcita	649	22			
Sílex	222	7,5			
Pizarra	146	5	BN	629	22
Cristal De Roca	71	2,5			
Fibrolita	34	1			
Caliza	23	0,8	BN1G	201	7
Esquisto	18	0,6			
Arenisca	12	0,4			
Indeterminados	13	0,5	BN2G	237	8
Varios	7	0,2			
Total	2939	100	TOTAL	2895	100

Tabla 3. Número de registros faunísticos agrupados por familias.

Table 3. Number of faunal records grouped by families.

Grupos faunísticos	ORDEN	FAMILIA	SUBFAMILIA / ESPECIE	NÚMERO DE REGISTROS (NR)	% NR
Grandes herbívoros	Artiodactyla	Bovidae		43	2,5
	Perissodactyla	Equidae		131	7,64
		Rhinocerotidae		2	0,12
	Indeterminado			57	3,32
Medianos y pequeños herbívoros	Artiodactyla	Cervidae		198	11,54
		Bovidae	Capridae	111	6,47
	Indeterminado			71	4,14
Carnívoros	Carnivora	Ursidae	<i>Ursus arctos</i>	2	0,12
		Canidae	<i>Vulpes</i> sp. (1), <i>Canis</i> sp. (2)	3	0,17
		Felidae	<i>Panthera</i> sp.	1	0,06
		Indeterminados		4	0,23
Conejos	Lagomorpha	Leporidae	<i>Oryctolagus cuniculus</i>	7	0,41
		Indeterminados		24	1,40
Roedores	Rodentia			25	1,46
Murciélagos	Quiróptera			1	0,06
Aves				24	1,40
Reptiles	Squamata		<i>Lacertilia</i> sp.	2	0,12
Anfibios	Anura			1	0,06
Peces				1	0,06
Tortugas	Chelonia	Testudinidae		1	0,06
Microfauna				7	0,41
Indeterminado				999	58,25
Total				1715	

3.2.2.1. Secciones estratigráficas

Por lo que a las secciones estratigráficas se refiere, sobre las secciones que habíamos re-elaborado en CAD a partir de los esquemas de campo, realizamos otras dos en las que aparece insertado el registro material: una es la sección estratigráfica longitudinal N-NO S-SE lado oeste (Fig. 5.a) y otra es la del lado este (Fig. 5.b). En ellas hemos diferenciado claramente las tres unidades estratigráficas con contenido arqueológico (JVI.1, JVI.2 y JVI.3) y

la alteración del sustrato. La unidad JVI.K no aparece en estas secciones dado que no aflora a lo largo de su trazado.

3.2.2.2. Planimetría estratigráfica en extensión

Hemos desarrollado esta serie de planos con el fin de obtener una visión en extensión de la geometría y estructura de los cuerpos sedimentarios del yacimiento a partir de las planimetrías y comentarios de los diarios de cam-

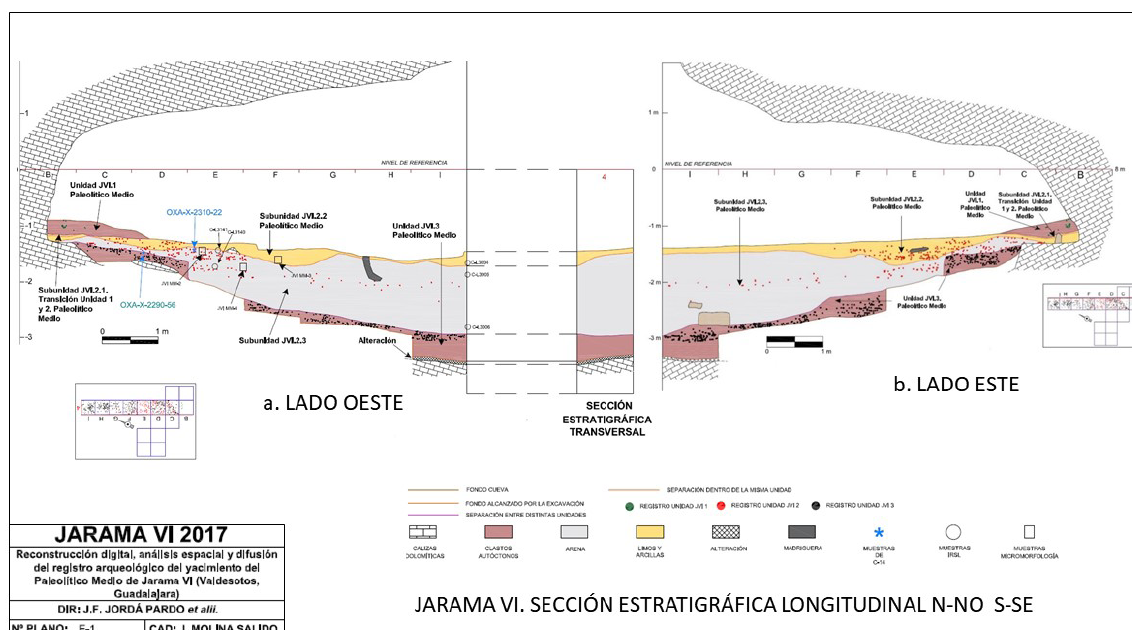


Figura 5. Sección estratigráfica longitudinal N-NO S-SE: a la izquierda lado oeste y sección transversal contigua, a la derecha lado este.

Figure 5. Longitudinal stratigraphic section N-NW S-SE: on the left west side and contiguous cross section, on the right east side.

po referidos a cada una de las cuadrículas. Hemos organizado el trabajo por unidades estratigráficas, de manera que se han dibujado los levantamientos llevados a cabo sobre una misma unidad. Mención aparte merece la cuadrícula C-2, cuyas tres unidades fueron excavadas durante la primera campaña de 1989 (Fig. 6) y hemos reflejado en un único plano.

Unidad JVI.1. Los levantamientos de esta Unidad se realizaron durante las campañas de 1989 y 1990 y en total fueron tres (I, II y III) (Fig. 7), aunque es preciso señalar que no en todas las cuadrículas fueron necesarios acometerlos todos. La Unidad JVI.1, que en su día se extendió por todo el yacimiento, en la actualidad está limitada a la zona sur del abrigo, en contacto con la pared del fondo. Las actividades pastoriles llevadas a cabo en el abrigo de forma secular produjeron la eliminación de esta parte del registro arqueosedimentario. De las cuadrículas excavadas durante la

campaña de 1989 podemos destacar la abundancia del registro arqueológico encontrado y la aparición de gran cantidad de cantos angulosos de dolomías autóctonas. Por otra parte, las cuadrículas excavadas en 1990 se componen básicamente de arcillas fluviales salpicadas de algunos cantos angulosos de dolomías y fragmentos de espeleotema, con un escaso registro de materiales arqueológicos. En los levantamientos II y III existe una continuidad en las características de las cuadrículas excavadas en el 89 y en el 90, siendo el III el de menor extensión (Fig. 7.)

Unidad JVI.2. En 1990 se excavaron las cuadrículas D-3, D-1, D-2 y D-4. Hemos colocado los sucesivos levantamientos en el plano partiendo desde arriba (levantamiento I) hacia abajo (levantamiento X). A pesar de su contigüidad, no están todos a la misma cota: un levantamiento no equivale a una capa estratigráfica, ni necesariamente tiene la misma profundidad de una cuadrícula a otra, dado

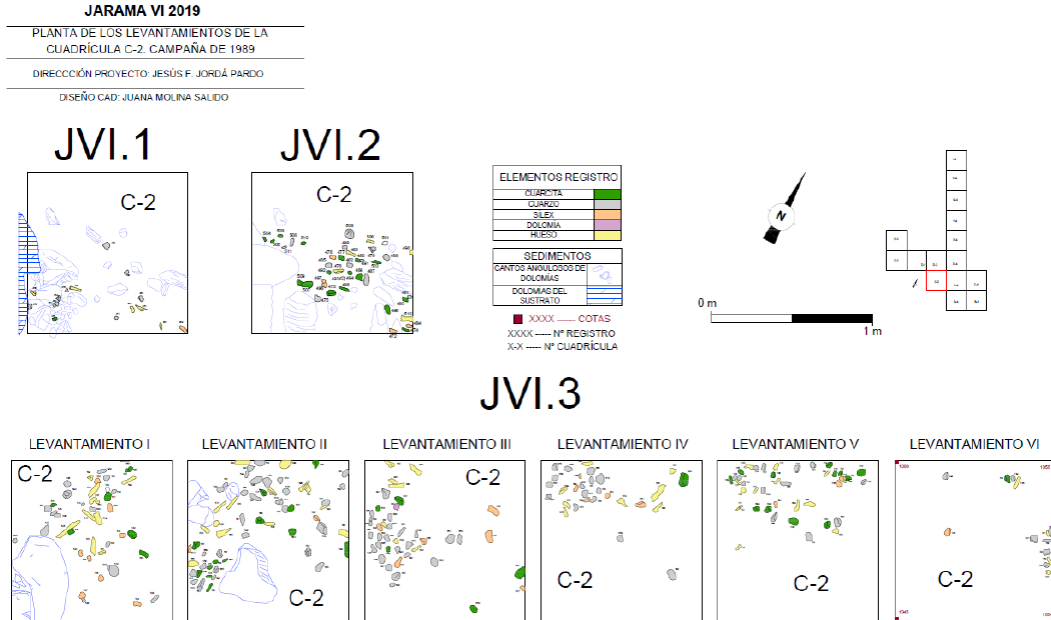


Figura 6. Planos del registro de los levantamientos de las tres unidades excavados en la cuadrícula C- 2 (campaña de 1989).

Figure 6. Maps of the record of the spits of the three excavated units in grid C- 2 (1989 campaign).

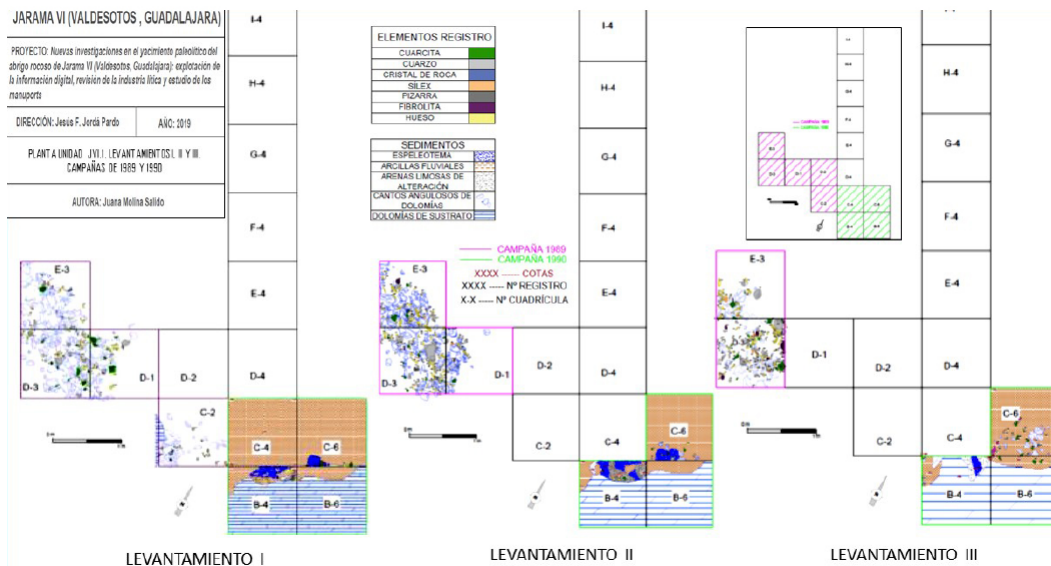


Figura 7. Planos del registro de los tres levantamientos que se llevaron a cabo en la Unidad JVI.1 durante las campañas de 1989 y 1990. Las cuadrículas marcadas en magenta fueron excavadas en 1989 y las marcadas en verde en 1990.

Figure 7. Maps of the record of the three spits that were carried out in Unit JVI.1 during the 1989 and 1990 campaigns. The squares marked in magenta were excavated in 1989 and those marked in green in 1990.

que se ejecutaban en función de la mayor o menor presencia de objetos. Es por esto, que hemos colocado las diferentes cotas de las que disponemos en el plano. En cualquier caso, sí que se percibe una coherencia estratigráfica (Fig. 8). Existe un predominio de las arenas fluviales, más o menos compactas, con arcillas, sobre todo, durante los seis primeros levantamientos. Conforme profundizamos, las arenas fluviales con arcillas van siendo progresivamente sustituidas por arcillas junto con arenas fluviales más o menos compactas y amarillentas. Prácticamente toda la unidad aparece salpicada de bioturbaciones. Esta unidad es bastante pobre en material arqueológico, solamente D-2 y D-4 han proporcionado material.

En 1991, se excavó una cata longitudinal desde la cuadrícula C-4 hasta la I-4. En este caso, hemos realizado el plano ordenando los levantamientos de derecha (levantamiento I) a izquierda (levantamiento XI). Las observaciones más interesantes son:

- Existe coherencia estratigráfica con las cuadrículas excavadas en la campaña anterior. En estas predominan las arenas fluviales con arcillas, más o menos compactas, y las arcillas. Aparecen bioturbaciones.
- El registro arqueológico no es demasiado abundante, en consonancia con lo que ocurre en toda esta unidad.
- En el levantamiento III de las cuadrículas E-4 y F-4 se documentó un pequeño hogar (Fig. 9), en el que aparecieron carbones y cantos con signos de rubefacción. En torno a estas cuadrículas y en este levantamiento es donde el registro es más abundante. Continúan las bioturbaciones.
- Conforme nos desplazamos hacia el exterior, aparece una zona de *ripples* de corriente en la cuadrícula E-4 y a partir de ahí existe un predominio de arenas finas muy limosas con micras y arenas limosas finas (Fig. 11). En las arenas con micras aparecen bolsadas de arcillas.

Unidad JVI.3. Esta Unidad se excavó en 1991, con la excepción de la cuadrícula D-4. Es una unidad con abundante material arqueológico que se apoya sobre la alteración de la roca del sustrato de la cavidad. La planimetría se encuentra en fase de desarrollo.

3.2.3. Página web

Básicamente, la página desarrollada se estructura en torno a dos grupos o tipos de páginas. El primer grupo, compuesto por páginas más generales, pretende dar una visión de conjunto del yacimiento: su situación, su historia, la historia de las investigaciones, la bibliografía, los proyectos de futuro, etc. Sus enlaces están situados en la cabecera de la página principal o de inicio. El segundo grupo se compone ya de páginas más específicas donde se ofrece información exhaustiva sobre cada uno de los análisis y estudios técnicos que hemos desarrollado: estratigrafía, análisis de materiales, análisis espacial, desarrollo topográfico 3D del yacimiento y del valle, etc. Estas se encuentran en el menú superior de la página de inicio, en el cuerpo central, y en el lateral derecho de todas las páginas. La dirección de la página es <http://evi.linhd.uned.es/projects/jaramavi/>. Entre los widgets añadidos, se encuentran los comentarios, donde sucesivamente iremos añadiendo entradas, la consulta de los metadatos, etc. En cualquier caso, y como ya hemos comentado, las entradas irán variando en relación con los nuevos datos que vayamos obteniendo.

3.3. Análisis macro espacial

3.3.1. Cartografías y secciones de detalle

A partir de los datos recolectados en las campañas 2017 y 2018 y tras disponer de los MDT, procedimos a generar series de productos topográficos bidimensionales (Figs. 10 y 11) y también modelos volumétricos. Entre ellos destacan los mapas con curvas de nivel a diferente resolución (5 m, 1 m y 0,5 m) y otros dos *outputs* centrados en (i) geometrías precisas del fondo de valle (encajamiento del río

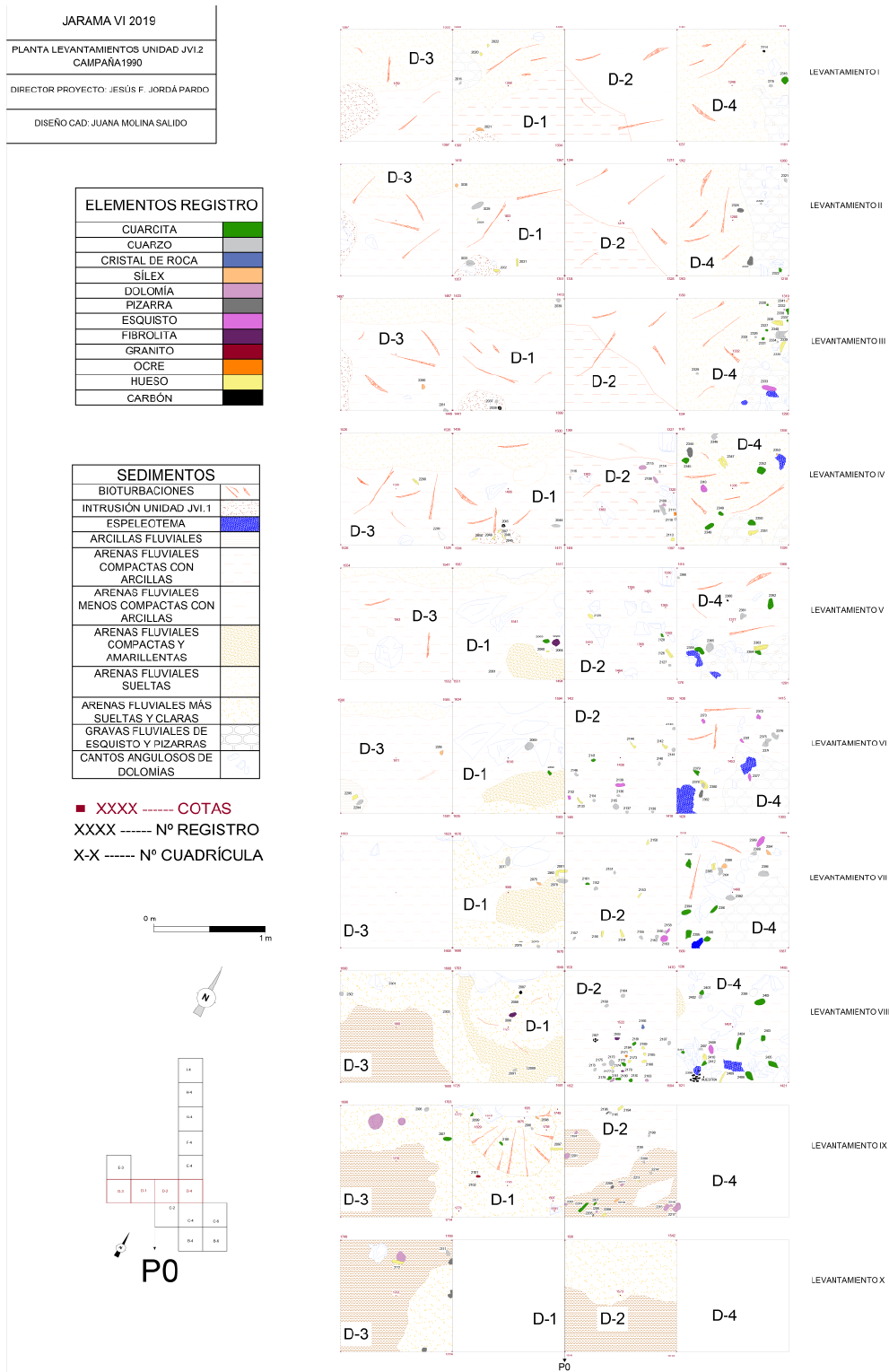


Figura 8. Planos del registro de los levantamientos de la Unidad JVI.2 durante la campaña de 1990.

Figure 8. Maps of the record of the spits of Unit JVI.2 during the 1990 campaign.

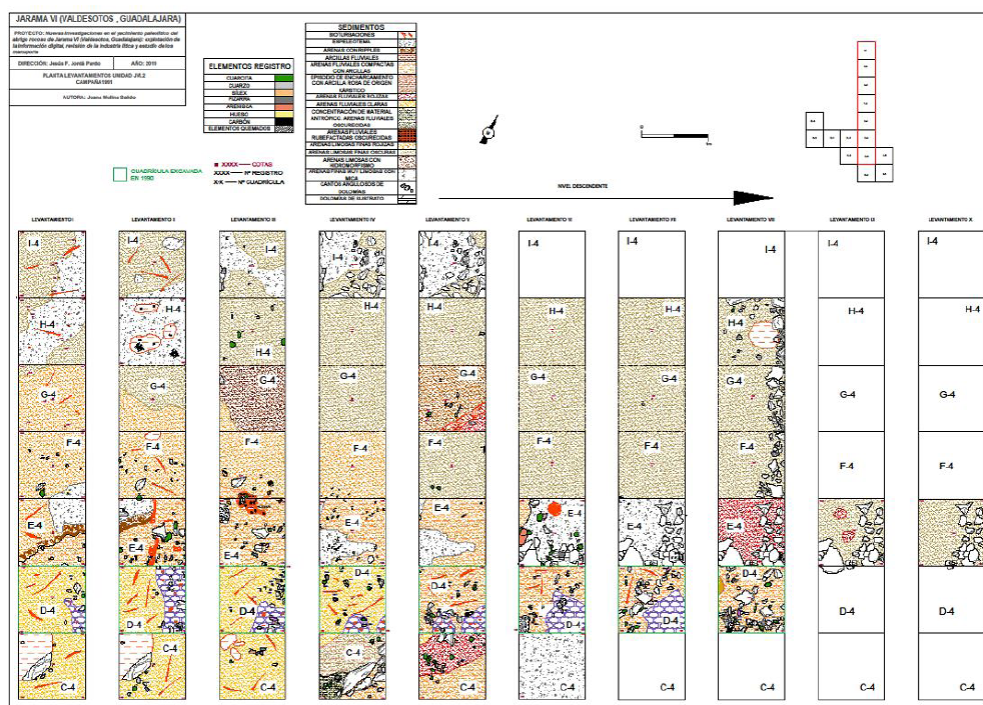


Figura 9. Levantamientos de la Unidad JVI.2. Podemos observar el hogar en E-4/F-4. Vemos la zona de *ripples*, las bioturbaciones en naranja intenso y la continuidad de las arenas arcillosas.

Figure 9. Spits of the JVI.2 Unit. We can observe the hearth on E-4 / F-4. We see the ripples area, the bioturbations in intense orange and the continuity of the clay sands.

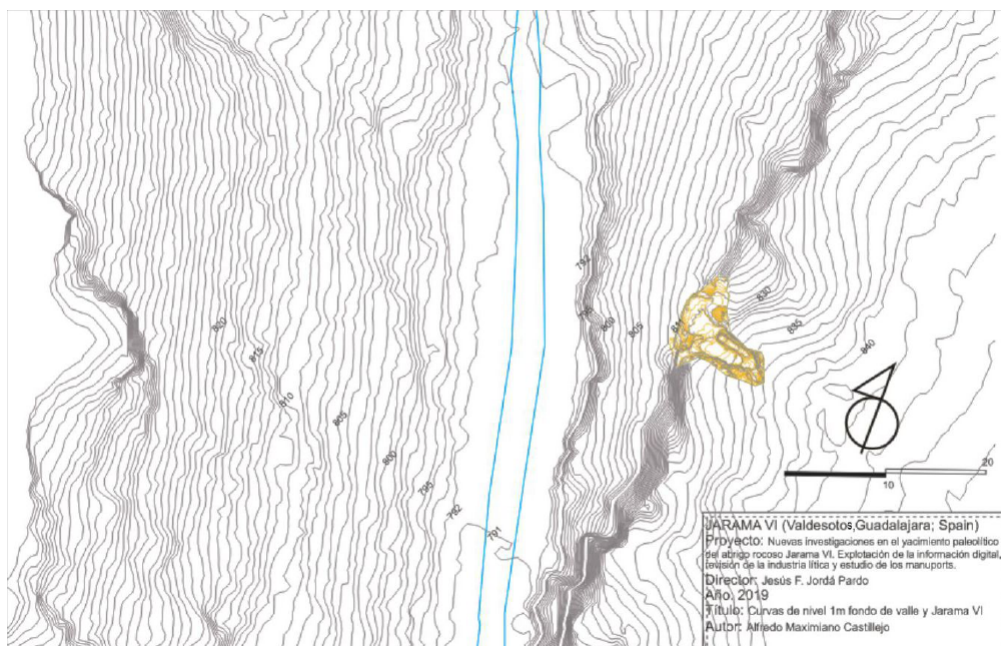


Figura 10. Mapa de curvas de nivel del valle del Jarama y del abrigo rocoso de Jarama VI.

Figure 10. Contour lines map of the Jarama valley and the Jarama VI rock shelter.

JARAMA VI (Valdesotos, Guadalajara, Spain)
Proyecto: Nuevas investigaciones en el yacimiento paleolítico del abrigo rocoso Jarama VI.
 Explotación de la información digital, revisión de la industria lítica y estudio de los manuports.
Director: Jesús F. Jordá Pardo
Año: 2019
Título: Reticulado excavación Jarama VI
Autor: Alfredo Maxmiano Castillejo

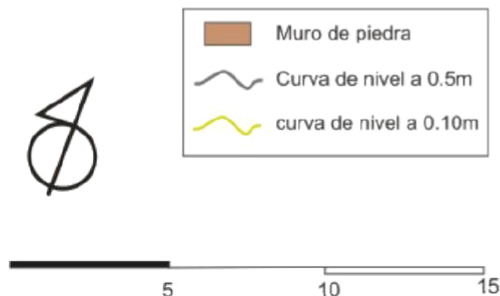


Figura 11. Detalle de la figura anterior con el mapa de curvas de nivel de la ladera y del abrigo rocoso, este último con su microtopografía (curvas de nivel a 0,5 y 0,1 m).

Figure 11. Detail of the previous figure with the contour lines map of the slope and the rock shelter, the latter with its microtopography (contour lines at 0.5 and 0.1 m).

Jarama y zona de confluencia con el arroyo Palancares) y (ii) series de planimetrías y perfiles dentro de la unidad estructural del valle y también algunas centradas en las inmediaciones al sitio arqueológico. Toda la información generada se encuentra disponible en ficheros estándar e intercambiable soportados desde plataforma SIG (.shp), CAD (.dxf) y entornos de diseño gráfico (3ds; .obj).

Con los datos topográficos depurados hemos generado series de perfiles longitudinales y transversales del valle del Jarama, mediante los cuales hemos obtenido una serie de *proxies* sobre diferentes episodios de inundación en la unidad geomorfológica del valle en tiem-

pos de la ocupación del sitio Jarama VI por grupos neandertales. Para construir estos perfiles tuvimos que depurar los datos iniciales dado que el sensor recopiló información con tan elevado nivel de detalle que la detección de las masas arbóreas era una constante significativa y dificultaba la percepción de la topografía del terreno. El número total de perfiles generados asciende a 20, de los cuales 2 son longitudinales y 18 son transversales al eje del río Jarama. En la Fig. 12 se visualizan los cortes y un primer modelo 3D de la zona de estudio.

Los 18 perfiles empleados en caracterizar el fondeo de valle contaban con una densidad de puntos tan considerable en términos de

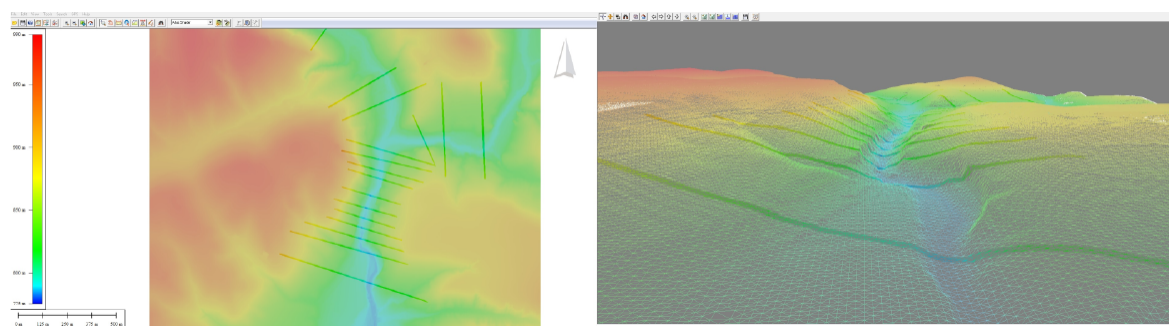


Figura 12. Izquierda, planta del MDT con todos los perfiles. Derecha, modelo 3D primario donde se ven algunos de los 18 perfiles como franjas transversales al valle con coloración más intensa (realizado mediante Global Mapper).

Figure 12. Left, plan of the DTM with all the profiles. Right, primary 3D model where some of the 18 profiles are seen as stripes across the valley with more intense coloration (made using Global Mapper).

vegetación arbórea, que su depuración supuso en cada uno la eliminación de entre un 30 y un 55 % de las nubes de puntos iniciales (Fig. 13). Estas secciones permiten una percepción nítida a escala sub-centimétrica acerca de la topografía del valle, siendo un punto de apoyo a la investigación arqueológica actual, además de un soporte normalizado y muy válido para reconstruir la dinámica de cambios geomorfológicos acontecidos en el valle durante estos últimos 50.000 años.

3.3.2. Estudio hidráulico y modelización de las paleo-inundaciones

En cuanto al estudio de las paleo-inundaciones, el análisis estratigráfico y sedimentológico detallado de la secuencia fluvial de la unidad JVI.2 nos ha permitido identificar al menos dos episodios principales de inundación producidos por el río Jarama, caracterizados por sendas secuencias granodecrecientes que culminan con depósitos limoso-arcillosos de llanura de inundación. Estos episodios obligaron a los habitantes neandertales del abrigo a abandonarlo para volver a él una vez retiradas las aguas, instalando su campamento sobre los citados depósitos finos.

El estudio hidráulico de estas paleo-inundaciones, mediante el *software* de modelización hidráulica bidimensional Iber (Bladé *et al.*, 2014), en una primera aproximación nos ha ofrecido

un valor de caudal punta de la avenida para la configuración topográfica actual situado en un rango entre 5.000 y 5.500 m³ s⁻¹; mientras en el caso del escenario paleogeográfico con el fondo del lecho a +7 m sobre el actual, estos valores de caudal punta rondan los 4.100 m³ s⁻¹. Para este yacimiento se valoró la sensibilidad del modelo hidráulico respecto al coeficiente de Manning, mediante el incremento y reducción de sus valores en un 25%. Considerando estas variaciones en la rugosidad del terreno, el valor de caudal punta óptimo para la deposición de los sedimentos encontrados fluctúa entre 3.700 – 4.600 m³ s⁻¹ (Fig. 14).

Los valores de caudal punta obtenidos en el presente análisis deberían considerarse como valores máximos esperables. Esto es así por los factores condicionantes a los mismos, preferentemente la topografía del valle. En este sentido, y aun habiendo considerado el posible encajamiento del cauce, no se ha tenido en cuenta el posible ensanchamiento del valle debido a procesos gravitacionales y de erosión superficial de las laderas. Una configuración del valle más estrecha en el momento de ocupación del yacimiento arqueológico supone sin duda una importante reducción en los valores de caudal punta estimados.

Por otro lado, a partir del análisis geomorfológico de la zona se aprecia la posible existencia de un paleo-deslizamiento aguas

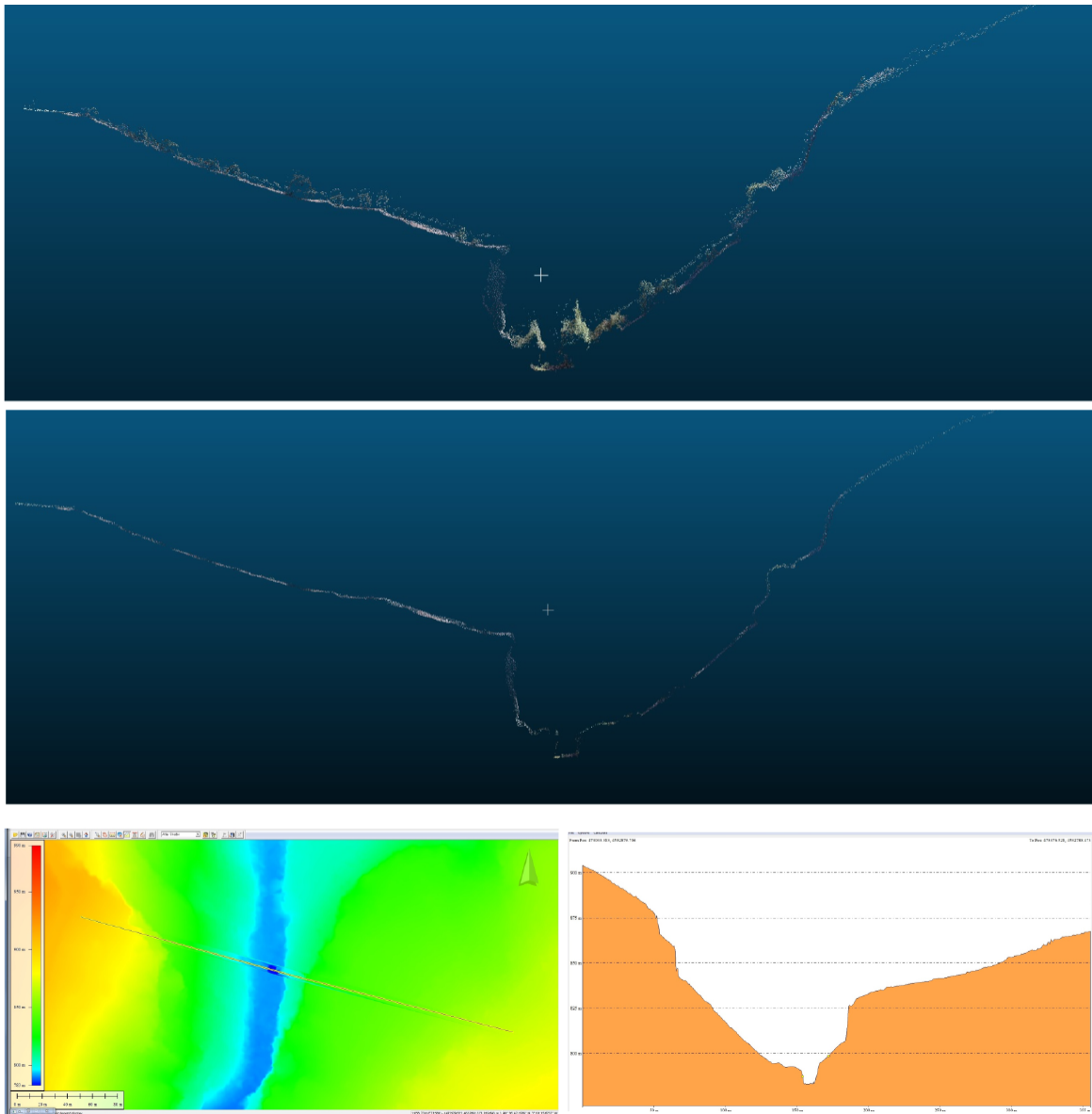


Figura 13. Composición que ilustra la sistemática de obtención de perfiles desde los datos brutos. La imagen superior muestra uno de los perfiles con su masa arbórea y suelo detectado por el sensor. La intermedia es el mismo perfil tras eliminar los puntos de vegetación (realizado mediante el software libre Cloud Compare). La imagen inferior muestra el perfil transversal del río próximo a Jarama VI, a la izquierda vista en planta soportado desde el MDT del IGN y a la derecha el perfil con orientación W-E (realizado mediante Global Mapper).

Figure 13. Composition illustrating the system for obtaining profiles from the raw data. The upper image shows one of the profiles with its tree mass and soil detected by the sensor. The intermediate is the same profile after eliminating the vegetation points (made using the free Cloud Compare software). The lower image shows the cross-sectional profile of the river near Jarama VI, on the left a plan view supported from the IGN DTM and on the right the profile with a W-E orientation (made using Global Mapper).

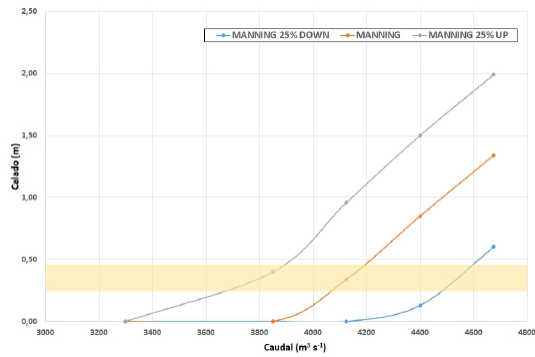


Figura 14. Resultados del modelo hidráulico para el yacimiento Jarama VI. La banda horizontal amarilla denota las condiciones de calado óptimas.

Figure 14. Jarama VI hydraulic model results. Yellow horizontal bar shows compatible flow depth values for fluvial sediment deposition inside the archaeological site.

abajo de la localización del yacimiento. Este elemento es importante debido a que dicho posible paleo-deslizamiento se sitúa a la salida de la zona en que el valle se encuentra más encajado en materiales carbonatados, y podría haber provocado un represamiento de las aguas. Este represamiento facilitaría que el nivel de las aguas alcanzase la cota topográfica a la que se localiza el yacimiento con un volumen de agua circulando por el cauce menor que los estimados actualmente. También como resultado de ese análisis geomorfológico, se han identificado varios niveles de terraza (tanto aguas arriba, como principalmente aguas abajo del yacimiento) (Fig. 15) que fluctúan entre los ± 5 metros sobre el nivel del cauce actual, hasta los ± 22 metros sobre dicho cauce.

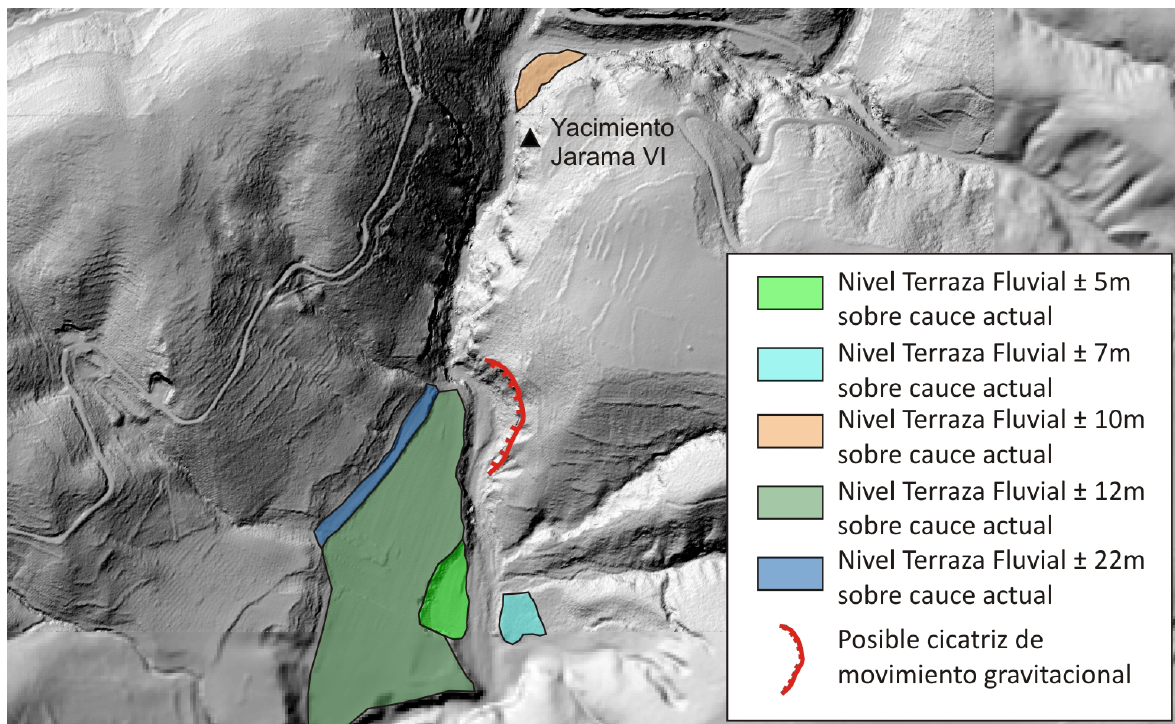


Figura 15. Distribución geográfica de diferentes elementos geomorfológicos que han podido condicionar la dinámica fluvial de este tramo del río Jarama. Los niveles de terraza se asociarían a antiguas posiciones topográficas del cauce del río Jarama. La posible cicatriz de movimiento gravitacional pudo originar un cierre parcial del valle.

Figure 15. Geographic distribution of different geomorphological elements that have been able to condition the fluvial dynamics of this stretch of the Jarama River. The terrace levels would be associated with ancient topographic positions of the Jarama riverbed. The possible gravitational movement scar could have caused a partial closure of the valley.

La presencia de estos niveles de terraza (sin datar) podría provocar en caso de estar en conexión temporal con la ocupación del yacimiento, el que la diferencia topográfica entre el paleo-cauce del río Jarama y la posición del yacimiento fuese significativamente menor y que, el caudal punta necesario para que las aguas invadiesen el abrigo en el que se sitúa el yacimiento, fuese, en consecuencia, también significativamente menor.

3.4. *Análisis micro espacial*

Una vez realizado todo lo anterior procedimos a llevar a cabo el análisis micro espacial a partir de la distribución de los objetos arqueológicos, tanto líticos como óseos, en las diferentes unidades que componen la estratigrafía del yacimiento. Este análisis presenta unas limitaciones propias de la dinámica de intervención arqueológica, la cual se estructuró en una pequeña excavación en área que ocupó parcialmente 12 m², con dos catas perpendiculares (longitudinal y transversal), incidiendo así sobre un volumen estimado de 11 m³, lo que representa un 15-20% aprox. del potencial estratigráfico del yacimiento. En estas circunstancias, se entiende que no todos los niveles identificados poseen el mismo volumen excavado. Por tanto, el tipo de interpretación sobre el uso del espacio es parcial, pero con el contraste empírico de determinadas tendencias acerca de qué tipo de acciones, agentes y condicionantes se dieron en torno a las distribuciones espaciales observadas.

La orientación de los objetos varía en función de la localización (Tabla 4, Fig. 16). En JVI.3 existen dos distribuciones diferenciadas: aleatoriedad-uniformidad circular en los cuadros interiores mientras que en los exteriores hay alineamiento NO-SE (entrada a la cavidad), lo que revelaría la heterogeneidad de un fenómeno regionalizado de transporte y reorientación de objetos respecto a su contexto original. La subunidad JVI.2.3 es similar a JVI.3 en el exterior (tendencia NO-SE), aunque en el interior predomina O-E con

cierta aleatoriedad; si bien las dos distribuciones de la subunidad JVI.2.3 son estadísticamente similares, las diferenciamos debido al cambio abrupto de trayectoria, el número de casos y el apuntamiento k (Tabla 4). En cambio, JVI.2.2 únicamente se extiende por el interior del abrigo y la orientación de los objetos es eminentemente aleatoria. Aunque la escasez de datos dificulta la relación tamaño-orientación, se observa que los grandes “retienen” mejor la tendencia a encontrarse con una distribución aleatoria en el espacio frente a las entidades de pequeño tamaño (p.e. resistieron mejor la incidencia del fenómeno reorientador). Como interpretación proponemos que en JVI.3 las paleoinundaciones habrían provocado la entrada de agua y sedimento desde la boca del abrigo hasta el cuadro F-4, quizás con intensidad decreciente puesto que la diversidad de orientaciones es mayor en F-4 que en G-4/H-4/I-4, donde hay una dirección más marcada; este fenómeno desplazó y reorientó los objetos allí ubicados, mientras que la afectación interior sería escasa o nula. Dicha hipótesis también se apoya en la concentración externa de huesos con indicadores de arrastre (abrasiones, pulidos, rodamientos, etc.); si bien estos indicios también existen en D-4 (interior) creemos que la explicación sería distinta (e.g. ocupación y tránsito) debido a su no-correlación con orientaciones preferenciales, su proximidad con huesos pisoteados (que tiene efectos relativamente parecidos sobre el material óseo) y cierto grado de exposición tafonómica. Así, el interior quedaría “resguardado” de este tipo de transformaciones postdeposicionales, incluyendo JVI.2.2 y JVI.2.3; no obstante, en los cuadros exteriores de JVI.2.3 no podemos afirmarlo con seguridad. En lo que se refiere a JVI.1, aunque observamos cierta variabilidad de orientaciones, hemos preferido no profundizar a causa de la parcialidad de los datos (menos de 5 m² excavados en el interior, pero incompletos y dispersos).

Tanto la distribución estratigráfica (Fig. 5) como la distribución espacial de los objetos (Fig. 16) nos habla de una fuerte influencia de la acción de la inundación fluvial que tuvo

Tabla 4. Estadística circular. Parámetros descriptivos: “N” = número de casos; “MEDIA” = media circular; “INT. CONF” = intervalo de confianza de la media al 95%; “K” = concentración. Test (resultados en p-valor): “R” = distribución uniforme (unimodal); “CHI2” = distribución uniforme (no paramétrico); “U” = dos distribuciones con media similar (test de Watson-Williams, paramétrico); “W” = dos distribuciones similares (test de Mardia-Watson-Wheeler, no paramétrico). Resultados en cursiva y entre paréntesis indican que la naturaleza de la muestra imposibilita el cálculo o pone en riesgo la fiabilidad de los parámetros y test (muestra pequeña, distribución bimodal, distribución no-normal, etc.). Debido a que sus resultados han sido siempre negativos, no se incluyen los test “U2” y “U” (Watson de normalidad circular y Rao de uniformidad, respectivamente).

Table 4. Circular statistics. Descriptive parameters: “N” = number of cases; “MEDIA” = circular mean; INT. CONF “= confidence interval of the mean at 95%; “K” = concentration. Test (results in p-value): “R” = uniform distribution (unimodal); “CHI2” = uniform distribution (non-parametric); “U” = two distributions with similar mean (Watson-Williams test, parametric); “W” = two similar distributions (Mardia-Watson-Wheeler test, nonparametric). Results in italics and in parentheses indicate that the nature of the sample makes calculation impossible or puts the reliability of the parameters and tests at risk (small sample, bimodal distribution, non-normal distribution, etc.). Because their results have always been negative, the “U2” and “U” tests (Watson for circular normality and Rao for uniformity, respectively) are not included.

Unidad	Conjunto	N	Media	Int. Conf.	K	R	Chi²	Similitud
JVI.3	global	418	144.9	134.1-155.6	0.405	< 0.005	< 0.005	
	exterior	249	148.1	138.9-157.3	0.609	(<i>< 0.005</i>)	< 0.005	(<i>U = 0.046</i>)
	interior	169	126.5	81.4-171.4	0.162	0.335	< 0.005	W = 0.030
	<i>exterior p.</i>	<i>(8)</i>	<i>(112.5)</i>	<i>(78.7-146.3)</i>	<i>(1.059)</i>	<i>(0.103)</i>	<i>(0.046)</i>	(<i>U = 0.147</i>)
	exterior g.	49	143.4	98.4-184.3	0.456	0.098	< 0.005	(<i>W = 0.580</i>)
	interior p.	18	170.8	125.8-215.8	0.357	0.058	0.008	(<i>U = 0.641</i>)
	interior g.	72	9.2	-35.8-54.2	0.088	0.871	< 0.005	W = 0.043
JVI.2.3	global	106	112.5	67.5-157.5	0.269	0.152	< 0.005	
	exterior	21	160.1	133.4-186.8	0.802	(<i>0.053</i>)	0.036	(<i>U < 0.005</i>)
	interior	85	98.7	75.6-121.7	0.402	0.036	0.460	W = 0.354
	<i>exterior p.</i>	<i>(2)</i>	-	-	-	-	-	-
	<i>exterior g.</i>	<i>(4)</i>	-	-	-	-	-	-
	<i>interior p.</i>	<i>(3)</i>	-	-	-	-	-	-
	interior g.	50	101.6	56.6-146.6	0.308	0.315	< 0.005	-
JVI.2.2	global	101	55.3	10.3-100.3	0.170	0.486	< 0.005	
JVI.1	global	118	180.0	162.6-197.4	0.344	0.033	< 0.005	

lugar en el abrigo rocoso habitado por neandertales. Estratigráficamente detectamos dos episodios de inundación. El primero afectó a la unidad JVI.3, que fue arrasada parcialmente en la zona exterior de la cavidad, como se detecta por el fuerte escalón erosivo que muestra esta unidad visible en el contacto entre los cuadros D-4 y E-4, por la orientación preferente (tendencia NO-SE) de los objetos orientables y por las abrasiones en los huesos en la zona exterior. Este episodio de avenida fluvial se manifiesta además por un depósito de arenas que culmina con los limos y arcillas de inundación de la subunidad JVI.2.3, sobre

los que una vez retiradas las aguas se produce una nueva ocupación humana. Esta, vuelve a verse interrumpida y afectada por el segundo episodio de avenida que culmina con un depósito de limos y arcillas de inundación, sobre el que vuelve a darse una ocupación humana con desarrollo de un hogar (JVI.2.2).

Respecto a las densidades de ítems líticos y óseos hemos centrado el análisis en JVI.2.2 y JVI.2.3, ya que son las subunidades con mayor potencial interpretativo, pues son las que cuentan con mayor extensión excavada y las que menos afectadas se verían ante los efec-

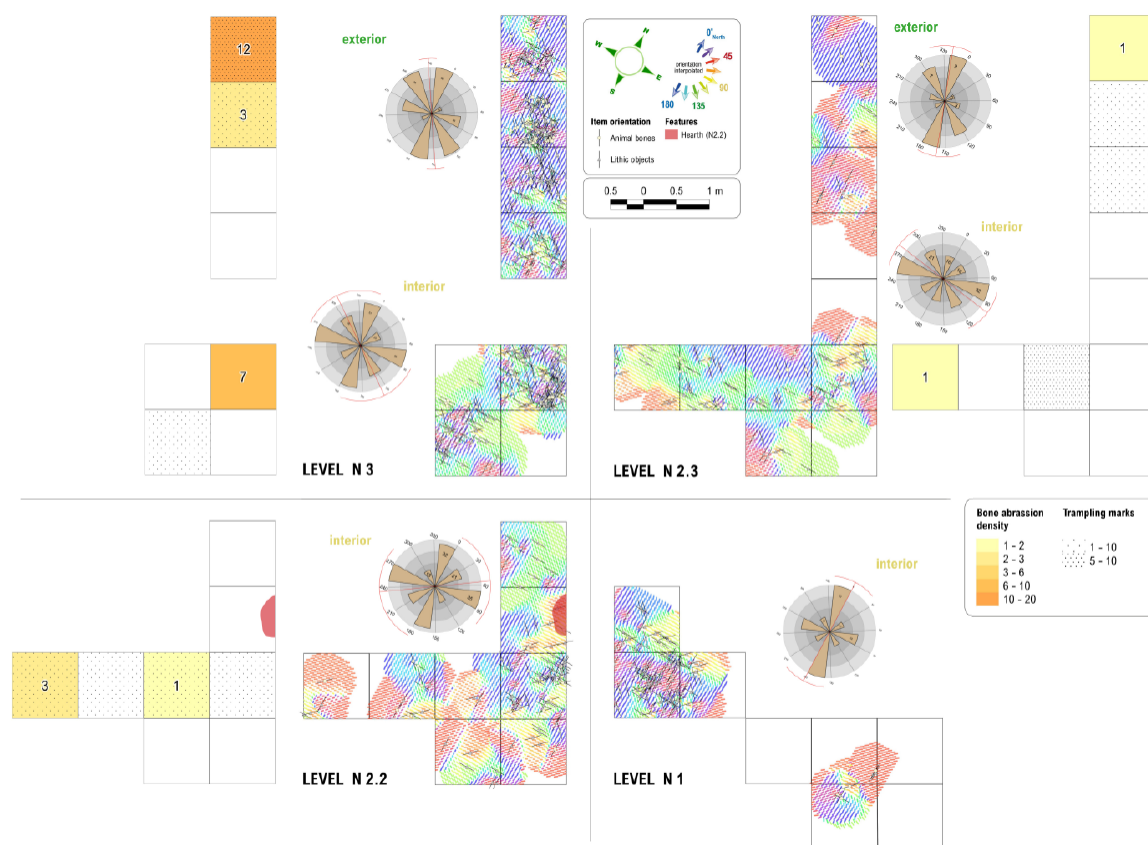


Figura 16. Modelización de la variabilidad circular interpolada por unidades arqueosedimentarias con leyenda adaptada a una orientación “reflejada” (rango 0-180°). Véase que los cuadros exteriores de JVI.3 y JVI.2.3 muestran una direccionalidad más marcada y regionalizada (NO-SE, azul-verde) que los cuadros interiores, cuyos cambios son más aleatorios, lo cual es coherente con los datos analizados (Tabla 4). Para facilitar la comparación, se incluyen coropletas de indicadores tafonómicos relevantes: abrasión por arrastre y rodamiento (coloreado) y marcas de pisoteo (punteado). La escasa extensión de JVI.1 hace inviable un análisis significativo.

Figure 16. Modeling of interpolated circular variability by archaeosedimentary units with legend adapted to a “reflected” orientation (range 0-180°). See that the outer squares of JVI.3 and JVI.2.3 show a more marked and regionalized directionality (NW-SE, blue-green) than the inner squares, whose changes are more random, which is consistent with the data analyzed (Table 4). For ease of comparison, choropleths of relevant taphonomic indicators are included: drag and roll abrasion (colored) and trampling marks (dotted). The limited length of JVI.1 makes a meaningful analysis unfeasible.

tos postdeposicionales (cf. JVI.3, *supra*). Los primeros resultados han permitido intuir la presencia de algunos patrones en la distribución de los restos (Figs. 17). En JVI.2.3 destacan dos grandes concentraciones de objetos líticos, ambas relativamente diversas en contenido tanto en los cuadros interiores como exteriores, si bien las reservas de materia prima (bases naturales) y los productos (preformas, soportes y útiles retocados) dominan en el interior de la cavidad. En la misma línea podemos observar igualmente dos concentra-

ciones de restos faunísticos: la más densa se encontraría en el exterior y el principal agente acumulador habrían sido los grupos neandertales (presencia significativa de marcas de corte); por el contrario, la acumulación interior es la única con restos óseos quemados y, a pesar de tener aún a los neandertales como protagonistas, podría haber sido removida en algún momento post-abandono por carroñeros y roedores, produciendo distorsión significativa en la distribución original. En cuanto a JVI.2.2, el conjunto lítico se halla muy localizado y

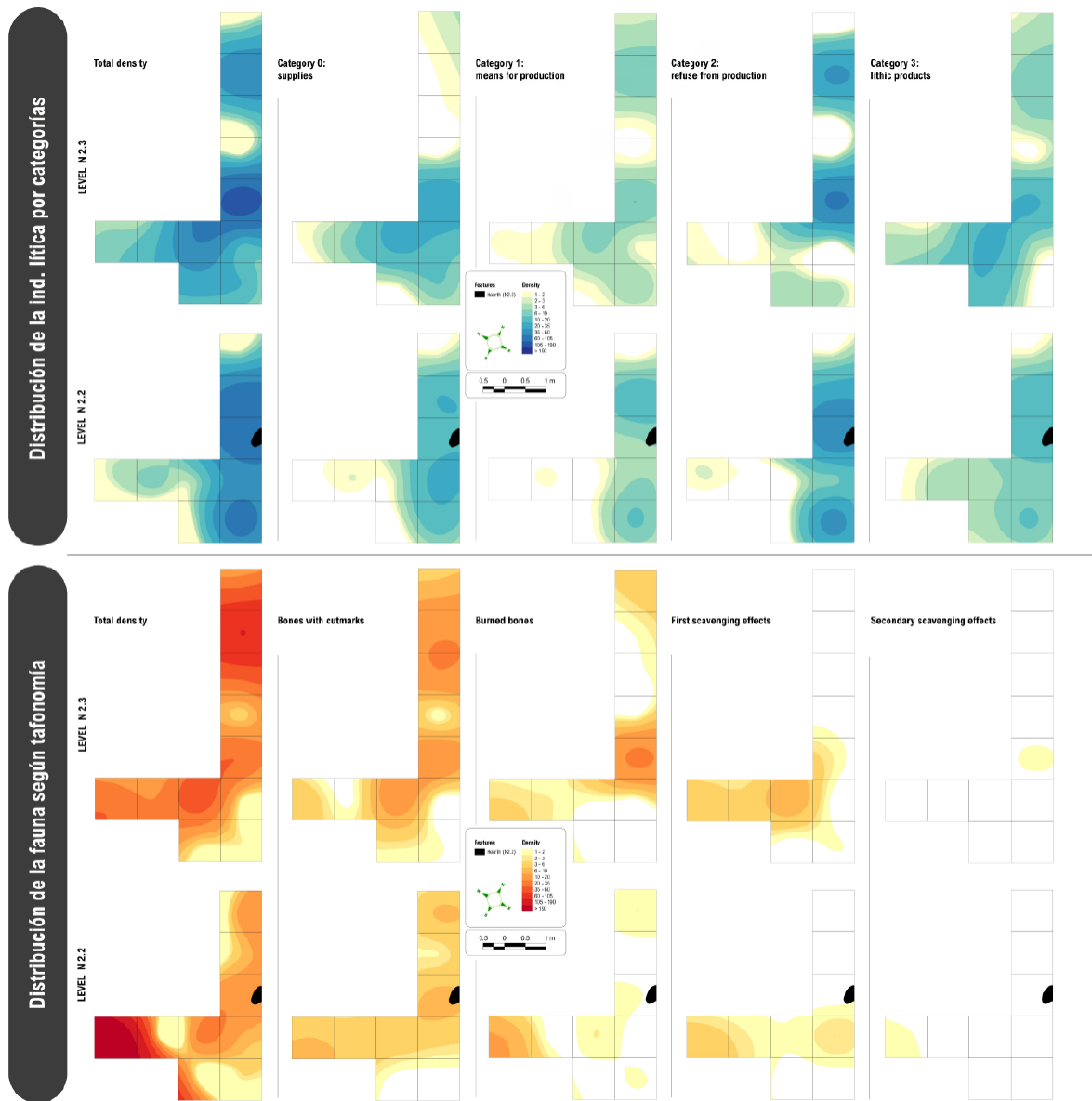


Figura 17. Distribución de la producción lítica (azules) y la tafonomía arqueofaunística (naranjas) de las subunidades 2.3 y 2.2. Isolíneas modelizadas por 'splines'; el valor interpolado es el número de restos en el centroide de cada cuadro.

Figure 17. Distribution of lithic production (blue) and archeofaunal taphonomy (orange) of subunits 2.3 and 2.2. Isolines modeled by 'splines'; the interpolated value is the number of remains at the centroid of each frame.

próximo al hogar del cuadro E-4, presentado las piezas una distribución diferencial en función de su tamaño (Fig. 18), lo que nos emplazaría como modelo más verosímil el del "hogar clásico" descrito por Binford (1978) (p. e. objetos pequeños en la zona funcional adyacente al fuego y otros más grandes en zonas de "des-

carte" a medida que crece la distancia respecto a éste). La fauna de JVI.2.2 la encontramos bastante dispersa, en lo que podrían ser zonas de descarte repartidas aleatoriamente (unas más cercanas al hogar y otras más lejanas), pero siempre con densidades generalmente bajas, a excepción de la acumulación junto a la

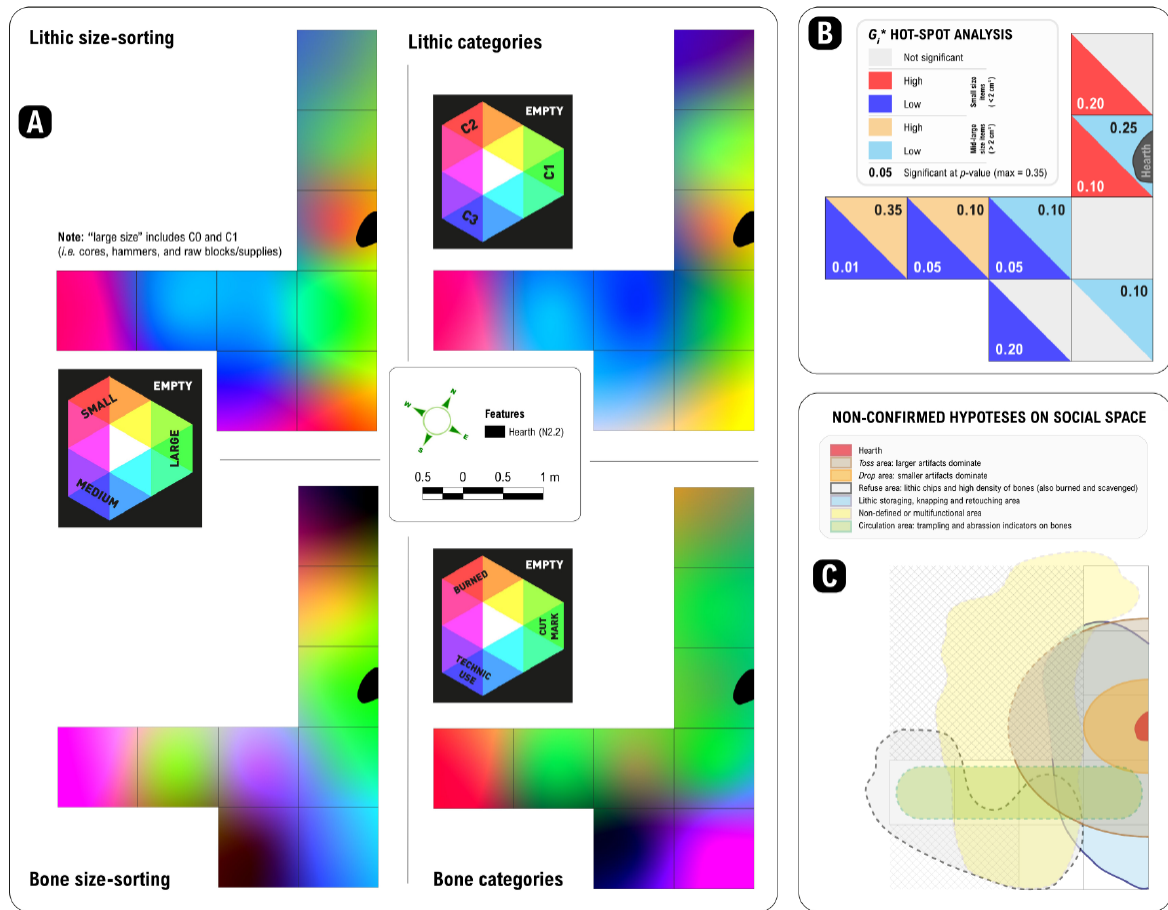


Figura 18. A: Visualización multivariante de densidades relativas por cuadro a través de los canales RGB de un mismo raster para JVI.2.2. B: Distribución por tamaños a través de análisis de punto caliente (G_i^*) con distintos niveles de significancia estadística, $< 2 \text{ cm}^3$ en colores vivos y $> 2 \text{ cm}^3$ en colores claros. C: Hipótesis no confirmadas de gestión neandertal del espacio social (cf. texto), el entramado rayado indica áreas no excavadas.

Figure 18. A: Multivariate visualization of relative densities per frame through the RGB channels of the same raster for JVI.2.2. B: Size distribution through hot spot analysis (G_i^*) with different levels of statistical significance, $< 2 \text{ cm}^3$ in bright colors and $> 2 \text{ cm}^3$ in light colors. C: Unconfirmed hypothesis of Neanderthal management of social space (cf. text), the striped lattice indicates unexcavated areas.

pared rocosa SO. Al igual que en JVI.2.3, parte de la distribución ósea de JVI.2.2 en el interior de la cavidad podría haber sido removida por animales de forma posterior al abandono. De hecho, la incidencia postdeposicional de carnívoros, carroñeros y roedores en la parte interna de Jarama VI sería coherente con unos huesos largamente expuestos antes/durante la formación del estrato (Romero *et al.*, 2018), sumándose la posibilidad de que ciertos animales frecuentaran el lugar en ausencia de los grupos neandertales.

Poniendo en perspectiva los resultados, no podemos rechazar la posibilidad de que existiera una organización del espacio en Jarama VI, pero tampoco podemos confirmarla cuantitativamente (buena parte de los resultados quedan fuera del clásico umbral 0,05); sí creemos, no obstante, que existen elementos suficientes para pensar que los indicios explorados pueden convergen con la línea señalada por otros autores, esto es, que los neandertales sí administraban racionalmente el espacio que habitaban, existiendo una relación entre esa

gestión y la función socioeconómica del asentamiento. En nuestro caso el tipo de registro disponible no permite aspirar a inferencias detalladas (*sensu* “*high-resolution archaeology*”), por lo cual la organización espacial es “difusa” y con un notable grado de probabilidad sometido a múltiples procesos tafonómicos, pero podemos poner en relación lo observado con los estudios previos de fauna e industria lítica. Así pues, las subunidades JVI.2.3 y JVI.2.2 estarían vinculadas a asentamientos estacionales, lo que implicaría no solo una ocupación menos intensa sino también más específica en lo funcional (orientada hacia la explotación vegetal, animal y lítica), incluyendo además elementos de anticipación y planificación sobre el territorio (Navazo *et al.*, 2020; Romero *et al.*, 2018). De esto podría esperarse, teóricamente, superposición de actividades (zonas multifuncionales), acumulación (áreas de almacenaje y/o de gestión de residuos), producción de útiles (áreas de talla y reavivado lítico), y mantenimiento poco complejo del lugar (modelo *drop/toss* en hogares, áreas de descarte escasamente planificadas dado el carácter puntual de la ocupación, etc.); todos estos elementos pueden ser detectados, a “baja resolución” (p. e. de manera muy difusa), en la subunidad JVI.2.2 (Fig. 17). En el caso de JVI.2.2, estas ideas podrían verse reforzadas o refutadas comprobando si se cumplen al sondear las áreas no excavadas.

4. Conclusiones

Consideramos que la conservación de los LIG cuaternarios en los que se ha intervenido mediante excavaciones arqueológicas y/o paleontológicas antes de la era digital exige, no solo la protección y conservación del sitio físico por parte de las autoridades competentes, sino también la preservación de la documentación analógica recuperada por los investigadores en el transcurso de las excavaciones efectuadas en el pasado. Además, una vez recopilada toda esa información, más la existente en formato digital sobre el sitio, debe incorporarse a una IDE a partir de la cual se pueda manejar adecuadamente. Para ello se precisa la obtención

previa de un MDT para el LIG en cuestión y su entorno, así como toda aquella información relativa a la formación y transformación de su registro arqueosedimentario.

En este sentido en Jarama VI hemos tratado de salvaguardar todo el conocimiento adquirido sobre este LIG, con la obtención de un MDT del yacimiento y su entorno y el desarrollo de una IDE a partir de la cual hemos podido reconstruir su registro arqueológico en 3D, que nos ha permitido establecer claramente la estratigrafía del yacimiento y las variaciones de facies que experimentan las diferentes unidades estratigráficas. Por otro lado, hemos podido llevar a cabo un análisis micro espacial a partir de la distribución de los restos que ha permitido establecer el grado de integridad de las diferentes ocupaciones humanas atribuidas a neandertales. Así, observamos como hacia el interior de la cavidad, los restos arqueológicos se encuentran en su posición original, incluso alrededor de un hogar, mientras que hacia el exterior del abrigo rocoso se observa la influencia de los procesos fluviales que afectaron al yacimiento en dos momentos de la secuencia. Además, hemos obtenido nueva información sobre su registro arqueosedimentario, en este caso, referido a la magnitud del caudal de las paleoavenidas a las que estuvo sometido el asentamiento durante sus ocupaciones. En este sentido, hemos podido identificar al menos dos episodios de inundación: el primero, que erosionó la unidad JVI.3 en su extremo más cercano a la entrada, reorientó los materiales según la dirección NO-SE y depositó unos lechos arenosos culminados por materiales finos de llanura de inundación sobre los que se produjo una nueva ocupación humana (JVI.2.3); el segundo, que si bien no produjo una erosión tan intensa como la anterior, reordenó los materiales en la zona exterior (JVI.2.3) y depositó una nueva secuencia arenosa culminada con depósitos de llanura donde volvió a producirse una ocupación neandertal tras la retirada de las aguas (JVI.2.2). Finalmente, ya sin afección fluvial se produce la ocupación de la unidad JVI.1. Actualmente estamos en proceso de poder ofrecer a la comunidad cientí-

fica y a los interesados, toda esta información sobre el LIG del abrigo rocoso de Jarama VI a través de una página web que se encuentra en proceso de culminación.

En Jarama VI la integración digital de datos de antiguas y nuevas intervenciones nos está permitiendo no solo conocer la evolución paleoambiental del valle, sino también observar su relación con la adaptación técnica y cinegética -diversa a lo largo del tiempo- que los neandertales desarrollaron en una de sus últimas ocupaciones del centro peninsular. Todo ello abre las puertas a nuevos estudios y formas de divulgación.

Agradecimientos:

Este trabajo se ha realizado en el marco de los proyectos “Reconstrucción digital, análisis espacial y difusión del registro arqueológico del yacimiento del Paleolítico medio de Jarama VI (Valdesotos, Guadalajara) mediante las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación”, “Estudio hidráulico y sedimentológico de las paleoinundaciones del Pleistoceno superior en el cañón del Jarama y análisis espacial del registro geoarqueológico del yacimiento del Paleolítico medio de Jarama VI (Valdesotos, Guadalajara)” y “Nuevas investigaciones en el yacimiento paleolítico del abrigo rocoso de Jarama VI (Valdesotos, Guadalajara): explotación de la información digital, revisión de la industria lítica y estudio de los *manuports*” financiados por la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha durante los años 2017, 2018 y 2019 y por el Departamento de Prehistoria y Arqueología y la Facultad de Geografía e Historia de la UNED. Se ha contado además con la participación de los estudiantes y equipos de topografía de la HafenCity Universität de Hamburgo.

Bibliografía

Alonso Torija, M. (2017-2018). *Paleo-avenidas en el registro sedimentario del yacimiento arqueológico de Jarama VI (Guadalajara). Reconstrucción hidráulica bidimensional (2d)*

de inundaciones en el Pleistoceno superior. Trabajo Fin de Máster, Máster Universitario en Geología Ambiental, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, 66 pp.

- Álvarez-Alonso, D.; de Andrés-Herrero, M.; Díez-Herrero, A.; Medialdea, A.; Rojo-Hernández, J. (2016). Neanderthal settlement in central Iberia: Geo-archaeological research in the Abrigo del Molino site, MIS 3 (Segovia, Iberian Peninsula). *Quaternary International*, 474(A), 85-97. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2016.05.027>
- Binford, L. R. (1978). Dimensional Analysis of Behavior and Site Structure: Learning from an Eskimo Hunting Stand. *American Antiquity*, 43 (3), 330–361. <https://doi.org/10.2307/279390>
- Bladé, E.; Cea, L.; Corestein, G.; Escolano, E.; Puertas, J.; Vázquez-Cendón, E.; Dolz, J.; Coll, A. (2014). Iber: herramienta de simulación numérica del flujo en ríos. *Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería*, 30 (1), 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.rimni.2012.07.004>
- Carbonell, E. (ed.). (2012). *High resolution archaeology and Neanderthal behavior: time and space in Level J of Abric Romaní (Capellades, Spain)*. Dordrecht, Springer Science.
- Chacón, M. G.; Vaquero, M. y Carbonell, E. (2012). Editorial – The Neanderthal Home: spatial and social behaviours. *Quaternary International*, 247, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2011.12.013>
- Conolly, J. y Lake, M. (2009). *Sistemas de información geográfica aplicados a la arqueología*. Barcelona, Edicions Bellaterra.
- Craig, N.; Aldenderfer, M. y Moyes, H. (2006). Multivariate visualization and analysis of photo-mapped artifact scatters. *Journal of Archaeological Sciences*, 33, 1617-1627. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2006.02.018>
- Díez-Herrero, A.; Álvarez-Alonso, D.; Andrés Herrero, M. de; Benito, G.; Rojo, J.; Medialdea, A.; Vegas, J. (2014). Pleistocene flood deposits at the archaeological site of Abrigo del Molino (Segovia, central Spain). *Proceedings of Hydrological extreme events in historic and prehistoric times (HEX 2014)*, Bonn, 58.
- Djindjian, F. (1999). L'analyse spatiale de l'habitat: un état de l'art. *Archeologia e Calcolatori*, 10, 17-32.
- Gabucio, M. J.; Fernández-Laso, M. C. y Rosell, J. (2018). Turning a rock shelter into a home. Neanderthal use of space in Abric Romaní levels M and O. *Historical Biology*, 30(6), 743-

766. <https://doi.org/10.1080/08912963.2017.1340470>
- Garrote, J.; Díez-Herrero, A.; Álvarez-Alonso, D.; Andrés-Herrero, M. de; Jordá Pardo, J.F.; Hernández, M.; Bodoque, J.M.; Alonso, M.; Gil, J. (2018). Reconstrucción hidráulica de paleo-avenidas en el entorno del Sistema Central para yacimientos arqueológicos musterienses (Pleistoceno superior). En: *Geomorfología del Antropoceno. Efectos del Cambio Global sobre los procesos geomorfológicos* (García, C., Gómez-Pujol, L., Moran-Tejeda, E., Batalla, R.J., Eds.). Universitat de les Illes Balears y SEG, Palma, 345-346.
- Hayden, B. (2012). Neanderthal social structure? *Oxford Journal of Archaeology*, 31 (1), 1-26. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0092.2011.00376.x>
- Henry, D. (2012). The palimpsest problem, hearth pattern analysis, and Middle Paleolithic site structure. *Quaternary International* 247, 246-266. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2010.10.013>
- Hernández Orgaz, A. (2018). *Tecnología escáner láser de largo alcance. Levantamiento del yacimiento Valle del Jarama VI*. Trabajo Fin de Grado. Grado en Ingeniería Geomática y Topografía, Escuela Superior de Ingenieros en Topografía, Geodesia y Cartografía, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 89 pp.
- IGME Geode 50 (en línea). *Mapa Geológico Continuo de España a escala 1/50.000, Continuous Geological map of Spain scale 1/50.000*. <<<http://info.igme.es/cartografiadigital/geologica/geode.aspx>>> [fecha de consulta: 03/05/2019].
- Jaubert, J.; Verheyden, S.; Genty, D.; et al. (2016). Early Neanderthal constructions deep in Bruniquel Cave in southwestern France. *Nature*, 534, 111-114. <https://doi.org/10.1038/nature18291>
- Jordá Pardo, J.F. (2007). The wild river and the last Neanderthals: A palaeoflood in the geoarchaeological record of the Jarama Canyon (Central Range, Guadalajara province, Spain). *Geodinamica Acta*, 20/4, 209-217. <https://doi.org/10.3166/ga.20.209-217>
- Jordá Pardo, J.F. (2008). Yacimientos de vertebrados del Plioceno y Pleistoceno español. En: *Contextos Geológicos Españoles. Una aproximación al patrimonio geológico español de relevancia internacional* (A. García Cortés, J. Águeda Villar, J. Palacio Suárez-Valgrande, C. Salvador González, Eds.), capítulo 17. IGME, Madrid, 171-183.
- Jordá Pardo, J.F., Acevedo Pardo, C., Barcia, C., Díez Herrero, A., Farjas Abadía, M., García Pérez, A., Maximiano Castillejo, A.M., Molina Salido, J., Navazo Ruiz, M. y Schramm, T. (2018): Digitization, reconstruction and spatial analysis of the archaeological record of the Middle Paleolithic site of Jarama VI (Valdesotos, Guadalajara, Spain). *Book of abstracts. XVIIIe Congrès Union Internationale des Sciences Préhistoriques et Protohistoriques. Paris 4-9 juin 2018*, París. 135-136.
- Jordá Pardo, J.F., Acevedo Pardo, C., Alonso, M., Álvarez Alonso, D., Barcia, C., Díez Herrero, A., Farjas, M., Garrote, J., Hernández Orgaz, A., Hernández Ruiz, M., Kehl, M., Maximiano Castillejo, A.M., Molina Salido, J.; Navazo, M.; Romero, A., Sánchez Moya, Y., Schramm, T. y Sopeña Ortega, A. (2019): Reconstrucción digital y análisis espacial del registro geoarqueológico del Paleolítico medio del abrigo rocoso de Jarama VI y estudio hidráulico y sedimentológico de las paleoinundaciones del Pleistoceno superior del cañón del Jarama (Valdesotos, Guadalajara, España). *XV Reunión Nacional de Cuaternario. Bilbao 1-5 Julio 2019. Libro de Resúmenes*, Asociación Española para el Estudio del Cuaternario y Universidad del País Vasco UPV-EHU: 418-421.
- Kehl, M.; Burow, C.; Hilgers, A.; Navazo, M.; Pastoors, A., Weniger, G.-C.; Wood, R.; Jordá Pardo, J.F. (2013). Late Neanderthals at Jarama VI (central Iberia)? *Quaternary Research*, 80 (2), 218-234. <https://doi.org/10.1016/j.yqres.2013.06.010>
- Laplace, G. (1973). Sobre la aplicación de las coordenadas cartesianas en la excavación estratigráfica. *Speleon*, 2, 139-159.
- Lorenzo, C.; Navazo, M.; Díez, J.C.; Sesé, C.; Arcerillo, D.; Jordá Pardo, J.F. (2012). New human fossil to the last Neanderthals in central Spain (Jarama VI, Valdesotos, Guadalajara, Spain). *Journal of Human Evolution*, 62, 720-725. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2012.03.006>
- Navazo, M., Jordá Pardo, J.F., Burow, C., Kehl, M., Pastoors, A., Weniger, G.-C. y Wood, R. (2020). Last Neanderthal occupations at Central Iberia: the lithic industry of Jarama VI rock shelter (Valdesotos, Guadalajara, Spain). *Archaeological and Anthropological Sciences*, 12, art. 45. <https://doi.org/10.1007/s12520-019-00974-6>
- Oron, M. y Goren-Inbar, N. (2014). Mousterian intra-site spatial patterning at Quneitra, Golan Heights. *Quaternary International*, 331, 186-202. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2013.04.013>

- Sánchez-Romero, L.; Benito-Calvo, A.; Marín-Arroyo, A. B.; Agudo-Pérez, L.; Karampaglidis, T. y Ríos-Garaizar, J. (2020). New insights for understanding spatial patterning and formation processes of the Neanderthal occupation in the Amalda I cave (Gipuzkoa, Spain). *Scientific Reports*, 10: art. 8733. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-65364-8>
- Riel-Salvatore, J.; Ludeke, I. C.; Negrino, F. y Holt, B. M. (2013). A spatial analysis of the Late Mousterian levels of Riparo Bombrini (Balzi Rossi, Italy). *Canadian Journal of Archaeology*, 37, 70-92.
- Romero, A. J.; Díez, J. C.; Arceredillo, D.; García-Solano, J. y Jordá Pardo, J. F. (2019). Neanderthal communities in the heart of the Iberian Peninsula: taphonomic and zooarchaeological study of the Mousterian site of Jarama VI (Guadalajara, Spain). *Archaeological and Anthropological Sciences* 11, 1713-1725. <https://doi.org/10.1007/s12520-018-0625-7>
- Vaquero, M. (2013). Análisis micro-espacial: áreas domésticas, variabilidad funcional y patrones temporales. En M. García Díez y L. Zapata (eds.), *Métodos y técnicas de análisis y estudio en arqueología prehistórica: de lo técnico a la reconstrucción de los grupos humanos*. Euskal Herriko Unibertsitatea, Bilbo, 245-271.

Recibido el 11 de noviembre de 2020

Aceptado el 9 de marzo de 2021