

Aproximación al poblamiento fortificado de la Edad del Hierro en la Comunidad de Madrid a través de LiDAR y Tecnologías de Información Geográfica

An approach to Iron Age fortified settlement in the Community of Madrid through LiDAR and Geographic Information Technologies

Pablo Paniego Díaz
Institut für Archäologische Wissenschaften, Universität Freiburg, Alemania
pablo.paniego@ufg.uni-freiburg.de
ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-6218-0938>

RESUMEN - ABSTRACT

Mediante el empleo de datos LiDAR y la generación de modelos digitales del terreno se han identificado los sistemas defensivos de los yacimientos prerromanos fortificados de la Comunidad de Madrid (España). Además, se han estudiado diferentes características de estos sitios, como su accesibilidad, prominencia o capacidad visual, en un Sistema de Información Geográfica. Los principales resultados de los distintos análisis permiten descartar la existencia de una preferencia locacional única a la hora de ubicar los sitios, que se caracterizan por su gran adaptabilidad al terreno y al relieve. Además, a pesar de su reducido número, se documenta una gran heterogeneidad de sistemas defensivos, incluyendo fosos, terraplenes, murallas y torres.

By using LiDAR data and generating digital terrain models, the pre-Roman fortified sites defensive systems in the Community of Madrid (Spain) have been identified. In addition, different characteristics of these sites, such as their accessibility, prominence or visual capacity, have been studied in a Geographic Information System. The main results of the different analyses make it possible to rule out the existence of a unique locational preference when situating sites, which are characterized by their great adaptability to the terrain and topography. In addition, despite their small number, a great heterogeneity of defensive systems is documented, including trenches, earthen rampart, walls and towers.

PALABRAS CLAVE — KEYWORDS

Sistemas de Información Geográfica (SIG); teledetección; arqueología protohistórica; poblamiento prerromano; Carpetania.
Geographic Information Systems (GIS); remote sensing; Protohistoric archaeology; pre-Roman settlement; Carpetania.

CÓMO CITAR ESTE ARTÍCULO / CITATION: Paniego Díaz, Pablo (2025): «Aproximación al poblamiento fortificado de la Edad del Hierro en la Comunidad de Madrid a través de LiDAR y Tecnologías de Información Geográfica». *Gladius*, 45: 427. <https://doi.org/10.3989/gladius.2025.427>.

RECIBIDO / RECEIVED: 20-04-2025
ACEPTADO / ACCEPTED: 31-07-2025
PUBLICADO / PUBLISHED: 12-03-2026

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de las Tecnologías de Información Geográfica (TIG) ha supuesto un enorme impulso a la hora de permitir una correcta y exacta definición espacial de los sitios arqueológicos. En esta línea, recientemente se ha podido asistir a un substancial avance en este campo gracias a la posibilidad de generar modelos digitales del terreno (MDT) con una alta resolución a través de la tecnología LiDAR. El uso de esta tecnología en arqueología se remonta a inicios de los 2000 (Vinci *et alii*, 2024: 1), aunque en España su empleo no se extendió hasta el año 2015, cuando los datos del proyecto PNOA-LiDAR fueron puestos en acceso abierto a través del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG), dependiente del Instituto Geográfico Nacional (IGN) (Cerrillo y López, 2020: 221; Carrero-Pazos, 2023: 8).

Su potencial uso en arqueología para cualquier momento histórico está demostrado (Vinci *et alii*, 2024), aunque en el caso español su empleo ha estado especialmente extendido para el periodo romano, seguido a distancia de los casos de estudio centrados en la Prehistoria Reciente, la Protohistoria y época medieval (Cerrillo y López, 2020). En cuanto a su aplicación según el tipo de sitios, destaca el estudio de las fortificaciones, pudiéndose aplicar a cualquier época (Paniego, 2018), aunque su desarrollo se ha centrado especialmente en campamentos y fortificaciones romanas (Cordero *et alii*, 2017; Costa-García y Fonte, 2017; Mayoral, 2018; Costa-García *et alii* 2019; Menéndez *et alii*, 2020; Martín *et alii*, 2020; Paniego, 2021a, 2021b, 2024a; Vicente y Díaz, 2021). Además de a las fortificaciones, su uso se ha orientado también a la localización de sitios megalíticos, minas, vías de comunicación o la reconstrucción del paleopaisaje (Cerrillo y López, 2020). Centrándonos en los sitios protohistóricos fortificados de la península ibérica, su estudio ha arrojado resultados altamente positivos, no solo a la hora de su identificación, sino también a la de definir su topografía antigua y la de sus sistemas defensivos (Berrocal *et alii*, 2017; Ortiz-Villarejo y Gutiérrez Soler, 2021; Paniego, 2021a, 2024b; Paniego y Lapuente, 2021; Quirós y Fragoso-Campón, 2021; Sánchez de Oro, 2021; Soares *et alii*, 2023; Fonte *et alii*, 2024).

A pesar de estas potencialidades, hasta ahora no había sido aplicada esta tecnología en la Comunidad de Madrid para estudiar los sitios fortificados de la Edad del Hierro¹, posiblemente debido a que, como particularidad de esta zona, este es un tipo de poblamiento poco habitual, lo que contrasta con otras regiones ocupadas por poblaciones célticas de la península ibérica. Además de escasos, los sitios fortificados de esta parte de la cuenca del Tajo se caracterizan por su cronología relativamente tardía. En la zona mejor estudiada de la Meseta Central, la Mesa de Ocaña, el poblamiento fortificado no puede llevarse más allá del siglo IV a. C. (Urbina, 2005; Urbina y Morín, 2005; Torres, 2012: 432) y en los territorios más al norte, aquí presentados, la fecha de fundación de los sitios fortificados sería, incluso, aún más reciente (Torres, 2012: 456).

El poblamiento fortificado de la Comunidad de Madrid ha sido catalogado como heterogéneo, reduciéndose sus elementos comunes a su adaptación a la topografía, la búsqueda de sitios con gran parte de su perímetro protegido de manera natural, su escaso control visual y la ausencia de relaciones de intervisibilidad entre ellos, con sistemas defensivos caracterizados por su sencillez, eficacia y economía de esfuerzos (Torres, 2012: 433-435). No obstante, esta simplicidad sería suficiente para afrontar los problemas de inseguridad a los que se enfrentaban que se reducirían a conflictos internos y acciones de asalto o razias entre grupos cercanos (Torres, 2012: 438), habiéndose valorado que su eficacia reside más en su poder disuasorio que en su efectividad (Urbina, 2005: 61). Conviviendo con estos poblados fortificados, encontramos sitios localizados en destacadas mesetas que, por su localización privilegiada, carecen de sistemas defensivos auxiliares más allá de los que le da la topografía natural, caso del Llano de la Horca (Santorcaz) (Baquedano *et alii*, 2012) o el Cerro del Castillo de Camarma de Esteruelas.

Con el fin de caracterizar los sitios fortificados de la Comunidad de Madrid (Fig. 1) y bajo el patrocinio y financiación del Área de Protección de la Dirección General de Patrimonio Cultural de la Comunidad de Madrid, se ha desarrollado un proyecto de estudio mediante el uso de TIG y teledetección. Para ello, se ha seguido un protocolo de actuación dividido en dos fases. La primera supuso la reconstrucción del terreno mediante los datos LiDAR del PNOA para comprobar la existencia, tipo y entidad de los sistemas defensivos. La segunda fase solo se implementó para aquellos sitios con resultados positivos en la primera fase. En esta se han llevado a cabo análisis de accesibilidad, prominencia topográfica y visual y control visual, con el objetivo de encontrar puntos en común y aproximarnos a la lógica que subyace en la elección de los lugares donde se construyeron los sitios fortificados.

¹ Zona tradicionalmente incluida bajo el concepto de Carpetania (*vid.* Torres, 2012).

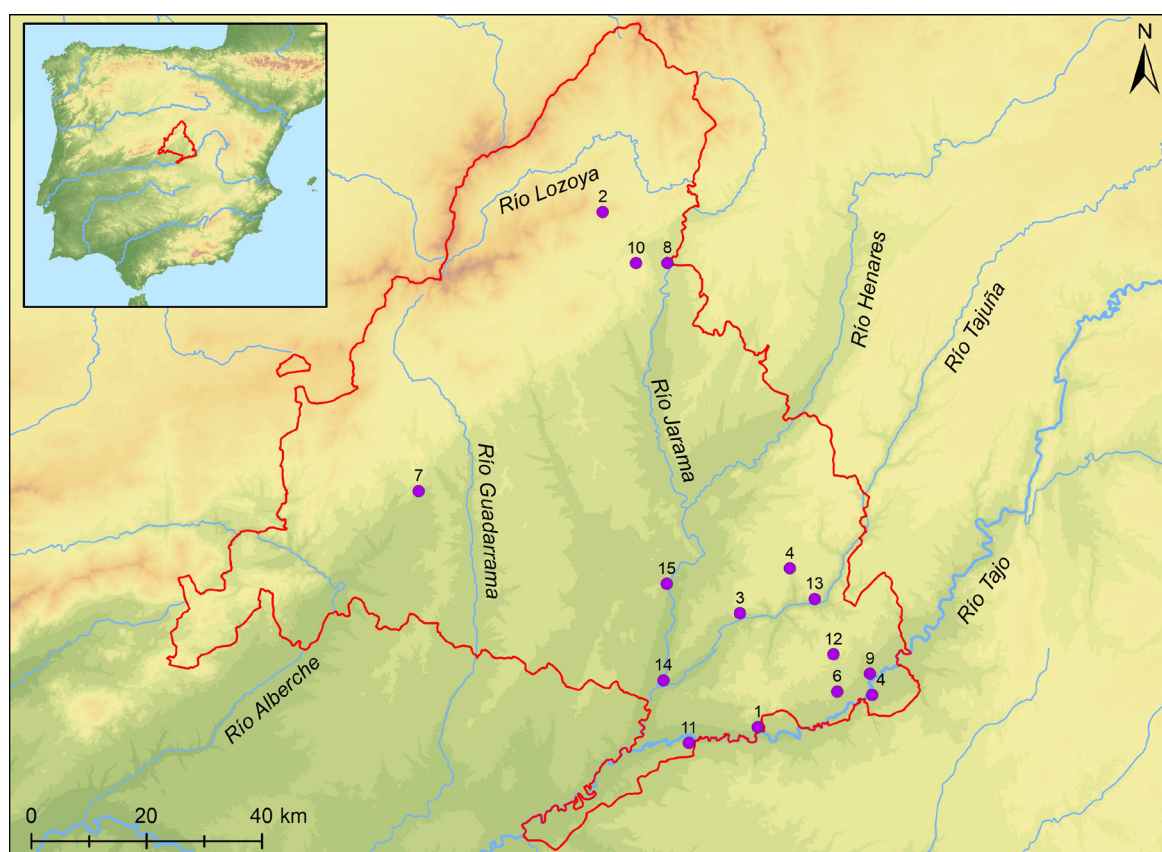


Figura 1. Área de estudio y sitios analizados: 1. Arroyo Castrejones; 2. Cancho Gordo; 3. Dehesa Carnicera; 4. Castillo de Alarilla; 5. Sombrero del Cura; 6. Cerro de la Cárcava; 7. Cerro del Castillejo; 8. Peñarranza; 9. La Horca; 10. Los Castillejos; 11. Riscos de Sotomayor; 12. Santa María; 13. Valdecobatillos-2; 14. Titulcia; 15. La Maraños. Mapa base: MDT25-cob1 2008-2015 CC-BY 4.0 y capa de ríos: BCN500 2015 CC-BY 4.0.

A pesar de su reducido número, los análisis llevados a cabo han permitido ver cómo la elección de un tipo de sistema u otro variaba según la geología sobre la que se asentaban. Además, en todos los casos, el sitio y sus defensas se encuentran condicionados por la topografía natural, no apreciándose trabajos de adaptación del terreno. En cuanto a sus dimensiones y finalidad se aprecian diferencias, aunque el grueso del poblamiento fortificado se caracteriza por sus reducidas dimensiones, su accesibilidad limitada y su escaso dominio visual que puede ser entendido, también, como un afán por no destacar en el entorno. Los sitios más pequeños pudieron no tener como función principal la residencial de forma permanente y pueden ser entendidos como sitios-refugio. Por su parte, los de mayores dimensiones sí debieron ser lugares de hábitat estable, ya fueran de tipo castro o de tipo *oppidum*. Además, los datos apuntan a que los enclaves más grandes pervivieron tras la conquista romana.

2. MÉTODO

Con el objetivo de aproximarnos al poblamiento fortificado de la Comunidad de Madrid se ha optado por la realización de varios tipos de análisis enfocados a acercarnos a diferentes cualidades de los sitios. Todos los análisis han sido realizados en el software ArcGIS Pro 3.1. bajo licencia advanced a partir de los datos descargados del Centro de Descargas (sitio web del IGN y el CNIG para la descarga gratuita de ficheros digitales de carácter geográfico)².

La selección de los sitios a estudiar se ha realizado partiendo de la información científica ya publicada y, especialmente, de la base de datos INPHIS: el catálogo de patrimonio histórico inmueble de la Comunidad

² <https://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp>

de Madrid. Este incluye la base de datos con todos los bienes inmuebles del patrimonio histórico con su correspondiente geolocalización (Bermúdez, 2016). La revisión de los datos se realizó siguiendo una serie de filtros como son el periodo (Hierro II (*sic*)) y la cultura (carpetano y vettón (*sic*)). A continuación, se revisó la información contenida en la base de datos y su correspondiente geolocalización.

Una vez seleccionado los sitios con, potencialmente, sistemas defensivos artificiales, se procedió a realizar un estudio mediante teledetección. Para ello, nos valimos de los datos LiDAR procedentes del CNIG. En este caso, empleamos la 3ª cobertura, con una densidad mínima de 5 puntos por metro cuadrado³, descargados en cuadrículas de 1 × 1 km.

El flujo de trabajo fue el siguiente: primero se procedió a su descarga en formato .laz (.las comprimido). En el caso de que la zona de estudio quedara entre dos áreas de descarga se unieron con la herramienta LASTools⁴ (“Lasmerge”) antes de la descompresión, para evitar los errores de pegado que son habituales si el proceso es el inverso, ósea, la descompresión y su transformación en un modelo digital del terreno (MDT) antes de su pegado. Una vez obtenido el fichero .laz definitivo se procesó con las herramientas “Convertir LAS” y “De dataset LAS a ráster”, teniendo en cuenta exclusivamente los puntos del terreno y con una resolución de 0,2. A continuación, una vez obtenido el MDT (en formato TIFF) se procedió a su posprocesado con la herramienta Relief Visualization Toolbox (RVT)⁵. En este caso, se ha optado por seleccionar tres tipos de métodos de visualización, a saber: “hillshading from multiples directions” (MH), “simple local relief model” (LRM) (Hesse, 2010) y “sky-view factor” (SVF) (Zakšek *et alii*, 2011), con el objetivo de combinarlos y aumentar la visualización (Kokalj y Somrak, 2019). De forma paralela, usando las herramientas incluidas en el software ArcGIS “Curva de nivel” y “Pendiente” se procedió a generar curvas de nivel a cada metro y las pendientes del ráster.

Con las imágenes generadas en la herramienta RVT se realizó el estudio de las diferentes zonas en busca de anomalías que concordasen con el objeto de estudio: estructuras defensivas positivas o negativas. Nuestro flujo de trabajo ha sido: primero, visualizar de forma independiente cada una de las capas generadas y contrastarlas entre sí y, a continuación, combinar varias de las capas con el objetivo de maximizar la visualización. Las combinaciones que han demostrado ser más útiles han sido las que usaron el modelo de relieve local de rojo a verde, donde los valores más altos corresponden al color rojo y a los más bajos al verde, superpuesto con una transparencia del 55 % al sombreado multidireccional o al sky-view factor. En algunas ocasiones, la combinación del sky-view factor como base y la superposición del mapa de pendientes clasificado en categorías (10) por cuantiles en colores de verde a rojo ha arrojado, también, buenos resultados.

A partir de la interpretación de los datos, se ha realizado una propuesta preliminar del sistema defensivo de los sitios, así como de su probable extensión. Una primera comprobación de la validez de la interpretación ha sido emplear la fotografía aérea. En este caso la comprobación se hizo usando los datos del Vuelo Americano Serie B (1956-1957) realizado por el Army Map Service de los Estados Unidos en fotograma con una resolución de 1:32000 (cuya licencia corresponde al Centro Geográfico del Ejército de Tierra) y las ortofotos de máxima actualidad del PNOA (2021-2023) (proyecto coordinado por el IGN y el CNIG) con una resolución de 0,25 m, accesibles a través del Centro de Descargas.

Las distorsiones generadas por las imágenes, sin olvidar el carácter interpretativo inherente a este estudio, se han intentado paliar empleando, también, las curvas de nivel como elemento de comprobación.

Una vez definida la probable área de extensión de los sitios, se han llevado a cabo los estudios de accesibilidad, prominencia topográfica y visibilidad. Para ello se emplearon los modelos digitales del terreno de 1ª cobertura con un paso de malla de 25 m (MDT25 1ª cobertura del Sistema Cartográfico Nacional de España - SCNE⁶). A diferencia de la fase anterior, los resultados de esta fase de trabajo no tienen el objetivo de reconstruir el paisaje sino de realizar comparaciones entre las características de los sitios (Parcero-Oubiña, 2002: 61), por lo que se ha considerado esta resolución como suficiente y adecuada. Además, una resolución pequeña y de precisiones muy detalladas pueden ser contraproducentes para amplias escalas de trabajo (Grau, 2011: 373).

Para estudiar la accesibilidad hemos recurrido al baremo del Servicio Geográfico del Ejército (SGE) adaptado por Berrocal-Rangel (2007; Paniego, 2021a: 38-39). Este consiste en obtener una media ponderada del desnivel existente entre los límites del asentamiento y el territorio situado a 250 m de este. Los valores resultantes oscilan entre 1 y 5, siendo 1 un sitio completamente accesible y 5 inaccesibles (Tabla 1).

³ <https://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/lidar-tercera-cobertura>

⁴ <https://rapidlasso.de/product-overview/>

⁵ <https://www.zrc-sazu.si/en/rvt>

⁶ <https://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/modelo-digital-terreno-mdt25-primera-cobertura>.

Tabla 1. Baremo del SGE.

Valor	Porcentaje de desnivel (%)	Índice de accesibilidad	Valor de media ponderada
1	< 3	Abierta	< 1,49
2	3,1 – 7	Condicionada	1,50 – 2,49
3	7,1 – 14	Encauzada	2,50 – 3,49
4	14,1 – 17	Restringida	3,50 – 4,49
5	> 17,1	Inaccesible	> 4,50

Fuente: adaptado por Berrocal-Rangel (2007).

La prominencia topográfica nos permite conocer cuán destacado es un punto (Parcero-Oubiña, 2002: 69-70) y nos permite realizar comparaciones entre sitios de forma más efectiva que otras variables como la altitud sobre el nivel del mar. En este caso, se ha calculado a partir de la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Altitud del sitio} - \text{Altitud mínima}}{\text{Altitud máxima} - \text{Altitud mínima}}$$

El resultado final oscila entre 0 y 1, suponiendo el primero una posición completamente deprimida en el entorno y el segundo su localización en el punto más destacado. La prominencia topográfica se ha calculado dentro de los rangos de 250, 2500 y 7500 m, dentro de cuyos rangos se obtienen los valores máximos y mínimos empleados en la anterior fórmula.

En cuanto a los análisis de visibilidad, se ha optado por calcular el porcentaje de territorio visto a 2500 y 7500 m. El primero se refiere al alcance visual ordinario que permite reconocer imágenes con ciertos detalles fundamentales mientras que el segundo permitiría exclusivamente ver determinados elementos bajo unas condiciones climáticas favorables (Berrocal-Rangel, 2007: 271-275). Para realizar el mencionado análisis hemos optado por crear una serie de puntos regulares dentro de la superficie probable del sitio distanciados 25 m (resolución del ráster empleado) y ocupando cada una de las celdas circunscritas por el límite definido. Para ello se ha empleado a herramienta “De ráster a punto”. Sobre los parámetros del observador (los puntos anteriormente creados) se ha añadido una compensación favorable (elevación extra respecto al suelo) (Conolly y Lake, 2009: 376) de 2 m. Los resultados obtenidos no han pretendido reconstruir el dominio visual real, sino generar un modelo comparable que, probablemente, infravalore la capacidad visual real de los sitios en su momento de uso. A partir de los resultados en el rango de 2500 m también se ha valorado el tipo de dominio visual de cada uno de los sitios siguiendo el siguiente criterio (Tabla 2).

Tabla 2. Tipos de dominio visual.

Tipo de Dominio	Características
Radial	Alcanza los límites o valores cercanos en todas direcciones
Orientada	Alcanza los límites o valores cercanos en $\frac{1}{2}$ o $\frac{3}{4}$ en orientaciones contiguas
Focalizada	Alcanza los límites o valores cercanos en $\frac{1}{4}$ de las direcciones
Lineal	Alcanza los límites o valores cercanos en 2 direcciones opuestas
Irregular	Alcanza los límites o valores cercanos en orientaciones no contiguas
Limitada	No alcanza el límite o valores cercanos

Por último, para valorar la prominencia visual se ha optado por crear un mapa de visibilidad total. Esta consiste, idealmente, en calcular la visibilidad desde todas las celdas del ráster y ver qué zonas tienen mayor magnitud visual, es decir, que pueden observarse desde un mayor número de puntos (Llobera, 2003, 2006; Llobera *et alii*, 2010; Conolly y Lake, 2009: 298; Paniego, 2017: 95; Carrero-Pazos, 2023: 68-69). En nuestro caso, hemos optado por crear una malla regular de puntos de observación (a partir de la herramienta “crear red”) separados 500 m entre sí en toda el área de estudio, dejando suficiente margen en las zonas liminales para que el efecto borde no afecte a ninguno de los yacimientos. El número total de puntos de observación utilizado

ha sido de 53775. Un limitante adicional incorporado a los puntos de observación ha sido la de restringir el análisis de visibilidad a 7500 y 20000 m⁷. Los resultados se han dividido en 32 categorías (por cortes naturales) en un gradiente de color de azul claro a morado. De esta forma, los resultados de la prominencia visual oscilan entre 1 nada prominente a 32 lo más prominente.

3. ESTUDIO MEDIANTE TELEDETECCIÓN DE LOS SISTEMAS DE FORTIFICACIÓN

El uso de los modelos generados a partir del LiDAR y la combinación de diferentes capas de posprocesado se ha revelado una herramienta especialmente útil para detectar sistemas defensivos prerromanos y ha permitido, también, descartar su presencia en numerosos sitios que, por su descripción en la base de datos INPHIS, pudieron haber tenido defensas artificiales.

El resultado final del estudio mediante teledetección de hasta 45 sitios fue la identificación de diferentes estructuras en 13 de ellos que se corresponderían con fosos, terraplenes, murallas o torres. No se documentaron en otros que, en la bibliografía, sí son descritos con defensas artificiales, caso de El Salto del Cura, donde Raddatz (1957: 232) describe la existencia de un terraplén poco marcado en un castro con cerámicas pintadas de la Edad del Hierro y cerámica campaniense.

A pesar de sus grandes virtudes, es necesario incidir en que el uso exclusivo de la teledetección supone un limitante a la hora de poder identificar y diferenciar ciertos tipos distintos de defensas, como murallas y taludes, o poder descartar “falsos amigos” (Paniego, 2021a: 37), haciendo aconsejable su posterior comprobación en campo.

3.1. Arroyo Castrejones (Colmenar de Oreja)

Los datos obtenidos a través la imagen generada a partir de LiDAR nos permiten hipotetizar la presencia de un foso exterior y uno interior. El primero de menores dimensiones y el segundo más profundo. Ambos cierran el istmo de la península que protegen y, saliendo de ambos, se comprueba con las curvas de niveles, la presencia de escorrentías. Parece que se valieron de estas últimas para trazar el sistema defensivo. Tras la línea interior, una discreta elevación pudiera ser un terraplén o, según la terminología de Urbina (2005; Urbina y Morín, 2005: 103-104), una barrera (Fig. 2a).

La zona protegida distaba de ser plana, lo que nos permite afirmar que primaron las capacidades defensivas que ofrecía el espacio frente a su habitabilidad. De igual forma, se puede descartar la realización de obras de acondicionamiento.

3.2. Cancho Gordo (La Cabrera)

Su localización condiciona tanto el asentamiento como el análisis. Respecto a este último, los grandes desniveles en la zona hacen mucho más difíciles de detectar las estructuras defensivas, pues el relieve generado por estas es menos acusado que el natural. A pesar de ello, se ha localizado una anomalía que pudiera corresponderse con una muralla o terraplén que protege un área más llana que el resto. En caso de ser efectivamente parte del sistema defensivo del sitio, solamente cubriría una parte del poblado, confiando la defensa del resto en la topografía natural (Fig. 2b).

3.3. Dehesa Carnicera / Castillejo (Morata de Tajuña)

Localizado en una elevación en un horcajo de dos arroyos, justo en la zona de transición entre la Vega del Tajuña y la meseta sobre esta, lo cual condiciona su capacidad visual, ya que la cota máxima del sitio (633 m s. n. m.) es menor a la de la meseta, que supera ampliamente los 700 m s. n. m.

A pesar de su localización en un horcajo que solo permite un acceso relativamente cómodo desde el norte y que hubiera permitido un sistema defensivo similar al de otros sitios con una topografía similar, consistente en aislar el espolón con un foso y una barrera tras esta, los habitantes de Dehesa Carnicera optaron por la erección de un encintado simple que rodeaba perimetralmente la zona amesetada del cerrete, delimitando una superficie de menos de 0,20 ha (Fig. 2c).

⁷ En este caso, en su rango máximo, no sería tanto visible el sitio en sí como la formación natural en la que se ubica.

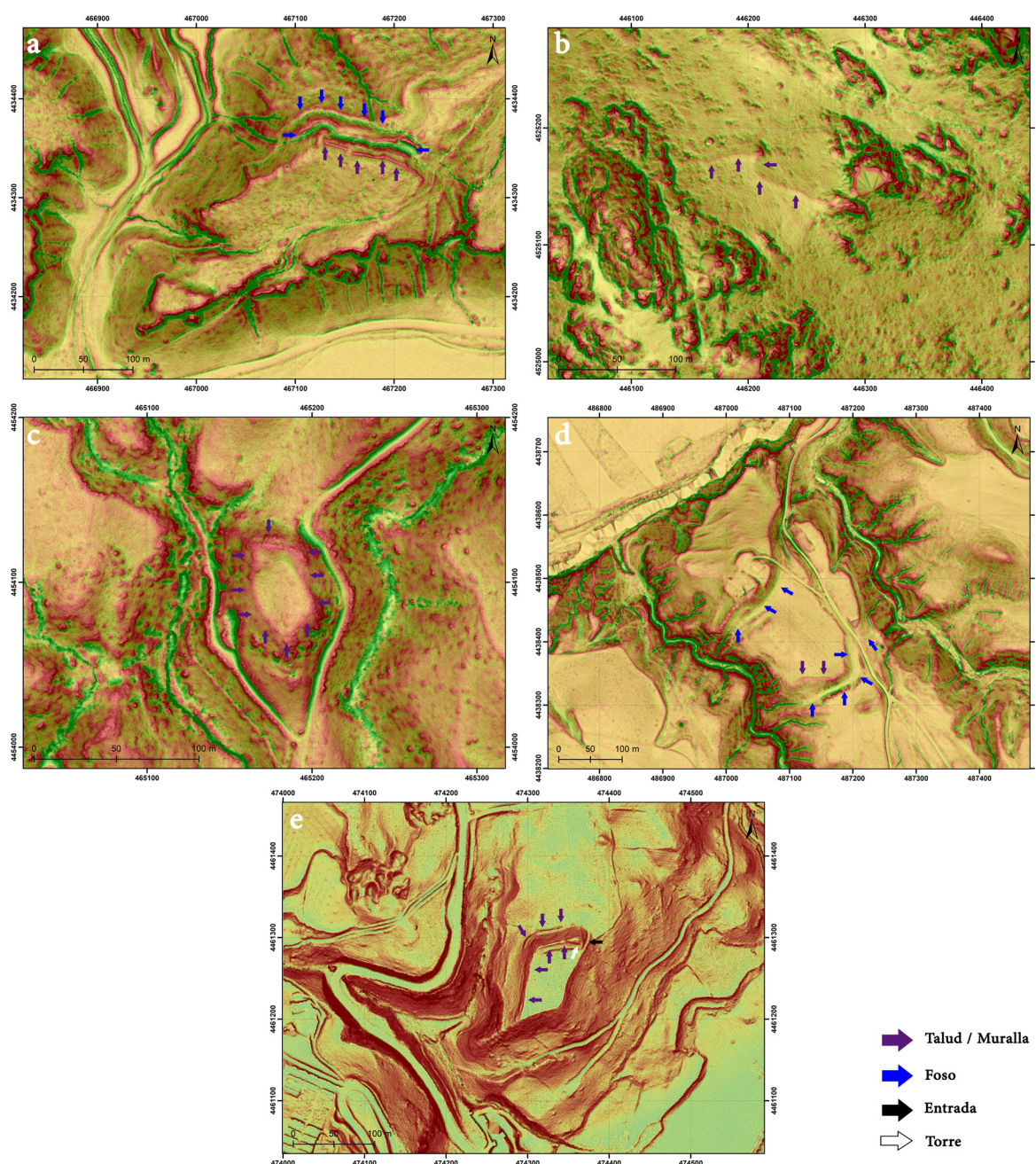


Figura 2. a) Arroyo Castrejones. Base: SVF y LRM. b) Cancho Gordo. Base: SVF y LRM. c) Dehesa Carnicera. Base: SVF y LRM. d) Castillo de Alarilla. Base: SVF y LRM. e) Sombrero del Cura. Base: SVF y pendientes.

3.4. Castillo de Alarilla (Fuentidueña de Tajo)

Se trata de un yacimiento multifásico, lo cual complica sobremanera la interpretación del sistema defensivo protohistórico mediante teledetección.

En el límite sur del sitio se constata un potente foso excavado entre los arroyos de Fuente María y de Las Higuierillas, estando el Tajo en el extremo opuesto del foso. La combinación de la topografía natural y el foso hace que todo el espacio interior quedase protegido. Tras el foso, aunque de forma dudosa, pudo elevarse un terraplén (Urbina, 2005: 51).

Un segundo foso se localizaría más al norte. En este caso, el estudio mediante teledetección parece señalar que es menos profundo, aunque su anchura no debió ser muy diferente. Las construcciones posteriores, que

incluyen un posible aterrazamiento alrededor de la ermita de Alarilla y lo que debió ser la ocupación medieval (Sánchez *et alii*, 2009: 323-324 y 359), dificulta la detección de una posible barrera tras este foso interior que, no obstante, pudo completar la defensa que ofrecía un cerrete amesetado (Fig. 2d).

Además, cabe señalar que la construcción de una pista moderna ha modificado substancialmente parte del trazado, generando nuevos desniveles y, posiblemente, rellenando parte del foso exterior que se prologaría hacia el este, más allá de la pista.

3.5. Sombrero del Cura (Valdilecha)

Asentamiento en escarpe localizado sobre la estrecha vega en la que se emplaza el municipio de Valdilecha.

El sistema defensivo protege tanto el norte como el oeste y se compone de distintas partes bien diferenciadas. En la zona más exterior, unos suaves desniveles se corresponden con pequeñas alineaciones de piedras que pudieron formar parte del sistema defensivo. Tras estas pudiera haber un foso, aunque su escasa entidad genera muchas dudas sobre su existencia y aconseja, de forma preliminar, no considerarlo. El principal elemento del sistema defensivo del Sombrero del Cura protege una pequeña meseta y se trata de una muralla de grandes dimensiones. Esta cierra un pequeño espacio amesetado por el oeste y el norte, mientras que al sur y al este se valen para la defensa del desnivel natural. En el noreste parece localizarse la entrada al sitio, la cual es protegida por una estructura de mayores dimensiones que pudiera corresponderse con una torre. Asimismo, se puede observar una estructura de tendencia cuadrangular bajo la supuesta torre, continuando esta por la zona interior de la muralla de sector norte (Fig. 2e).

3.6. Cerro de la Cárcava (Villarejo de Salvanés)

Se trata de un sitio localizado en un horcajo de dos pequeños arroyos, en una plataforma de tendencia triangular. El único acceso al sitio sería desde el norte, a través de un angosto espacio rodeado por los desniveles generados por los arroyos. Es en este lugar donde se documentan las defensas artificiales. La primera de ellas sería un profundo foso que se extiende de este a oeste por toda la zona de acceso. Tras este, un terraplén destacado completaría el sistema defensivo (Fig. 3a).

3.7. Cerro del Castillejo (Valdemorillo)

Sitio complejo de interpretar por la presencia de construcciones vinculadas con la Guerra Civil (1936-1939), como denotan las numerosas trincheras. Además de estas, en el Cerro del Castillejo se constatan búnkeres y construcciones modernas, todo lo cual ha supuesto una modificación substancial de la topografía del terreno.

El Cerro del Castillejo se localiza en un espolón a cuyos pies discurren por el norte y oeste sendos cursos de agua, siendo el único acceso existente relativamente cómodo el noreste. Aquí se documenta un primer terraplén, quizá antecedido de un foso, aunque el perfil generado recuerda más a las trincheras que se documentan en gran parte del cerro. Tras el terraplén, un desnivel puede corresponderse, con muchas dudas, con un foso parcialmente colmatado. Este tendría forma de U y rodearía el cerro por el norte, este y sur. Por último, un terraplén cerraría el sitio en su vértice noreste y por todo el flanco norte, no detectándose en el resto de la pequeña zona amesetada (Fig. 3b).

Así las cosas, parece descartable la existencia de los fosos, reduciéndose el sistema defensivo a un terraplén, el cual se localiza solo en la zona más accesible del sitio, precedido de otro posible terraplén.

3.8. Peñarranza (Torrelaguna / El Vellón)

Situado sobre el río Jarama, en la actual divisoria entre las provincias de Madrid y Guadalajara. La hoz generada por dicho río protege el flanco oriental, donde no se documentan defensas adicionales al foso natural generado por el curso fluvial. De forma irregular, rodeando una superficie de *c.* 2,6 ha se documenta un potentísimo terraplén que presenta un espacio vacío que, a modo de hipótesis, pudiera corresponderse con el acceso al área protegida por los taludes. En la esquina sur podría alzarse algún tipo de torre o bastión. Un elemento aislado localizado al norte y con forma circular podría corresponderse, también, con una torre. El sitio de Peñarranza cuenta con unas características únicas en la Comunidad de Madrid, siendo el único de los estudiados cuya defensa se fundamenta en potentes terraplenes (Fig. 3c).

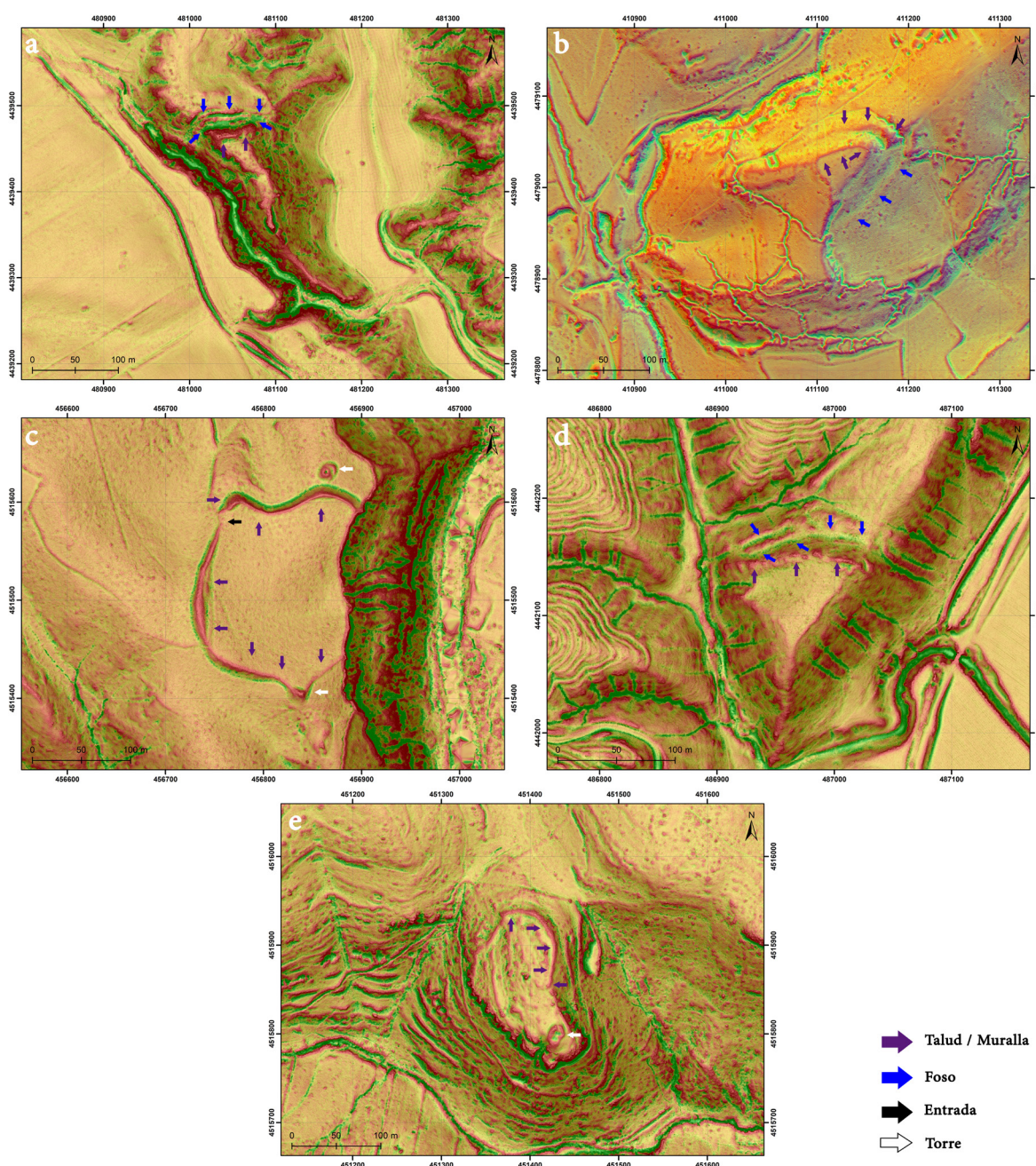


Figura 3. a) Cerro de la Cárcava. Base: SVF y LRM. b) Cerro del Castillejo. Base: MH y LRM c) Peñaranza. Base: SVF y LRM d) La Horca. Base: SVF y LRM. e) Los Castillejos. Base: SVF y LRM.

3.9. La Horca (Fuentidueña de Tajo)

Asentamiento en escarpe situado justo sobre la vega del Tajo. Se localiza en un espolón de forma triangular. Está protegido de manera natural por el desnivel generado por la vega del Tajo y un pequeño arroyo. Por la única zona de acceso discurre una cárcava que desagua en el arroyo. En esta zona se complementa la defensa natural con un probable foso y un terraplén localizado tras él (Fig. 3d).

3.10. Los Castillejos (Redueña)

Asentamiento en escarpe sobre el desfiladero generado por el arroyo del Monta, que provoca desniveles de más de 70 m. El acceso al sitio habría de realizarse desde el norte, lugar donde se documenta un muro o terraplén que rodea parcialmente el sitio, protegiendo, exclusivamente, la zona más vulnerable (Fig. 3e). En el resto del perímetro la abrupta topografía haría innecesaria la construcción de sistemas defensivos adicionales.

En el límite meridional, sobre el acantilado, se documenta una estructura ovalada, hueca por dentro. Podría ser interpretada, quizá, como una torre. Su localización alejada de la zona más vulnerable del sistema defensivo invita a valorarla, en caso de que efectivamente fuera una torre, como una torre de control y vigía del valle que se abre a sus pies, probablemente sin vinculación con la ocupación protohistórica y sí con un conjunto de atalayas medievales localizadas en esta franja⁸.

3.11. Riscos de Sotomayor (Aranjuez)

Localizado en un escape sobre el cauce del Tajo, se trata de un sitio de tendencia triangular. Para su defensa aprovecha el desfiladero de un afluente de escasa entidad del Tajo y el desnivel que genera la vega del Tajo, habiendo solo un acceso al sitio a través de un estrecho paso que se vale también de un pequeño barranco como primer elemento defensivo. Tras este, se cavó un foso con dirección norte-sur que, posiblemente, fuera doble en su tercio septentrional. Algo más retrasado se localiza otro foso, coincidiendo con la zona donde no hubo un foso doble. Los datos obtenidos mediante teledetección no aportan más datos de posibles defensas artificiales (Fig. 4a).

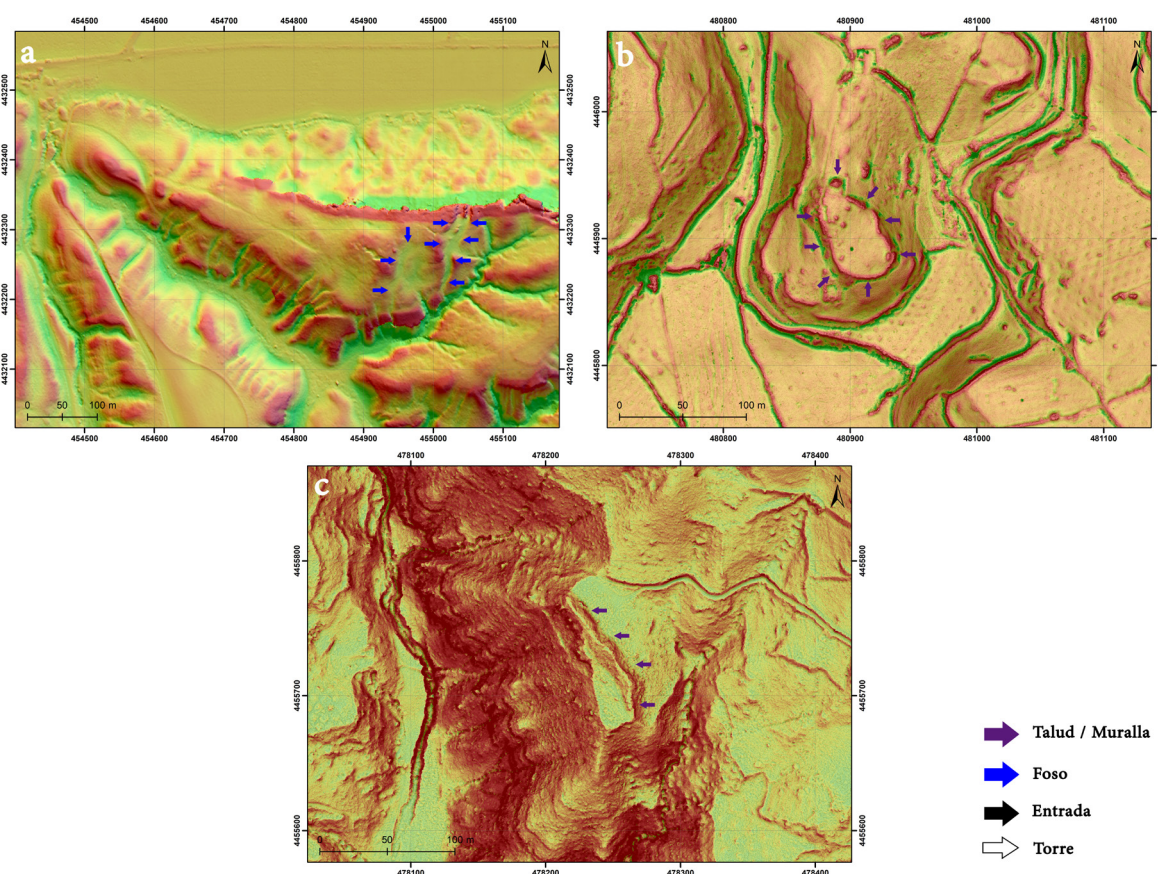


Figura 4. a) Riscos de Sotomayor. Base: MH y LRM. b) Santa María. Base: SVF y LRM. c) Valdecobatillos-2. Base: SVF y pendientes.

⁸ Montserrat Cruz Mateos, com. pers.

3.12. Santa María (Villarejo de Salvanés)

Se trata de uno de los pocos sitios que ha sido objeto de excavaciones (Pérez y Bueno, 2007). Durante estos trabajos se sacó a la luz una muralla. La ocupación posterior del sitio dificulta valorar su extensión en época protohistórica que pudo quedar limitada a la pequeña meseta localizada en la esquina meridional del asentamiento (Fig. 4b).

En todo caso, no habría que descartar la extensión del sitio más allá de esta meseta ni, tampoco, la existencia de defensas más allá.

3.13. Valdecobatillos 2 (Carabaña)

Un potente muro protege el sitio por el este que, según Benito (2016: 928), llega a alcanzar hasta 2 m de altura. En el resto del perímetro del asentamiento se documentan potentes desniveles que harían innecesaria la construcción de defensas artificiales. Merece la pena señalar que el muro o terraplén se extiende hacia el norte, obligando a realizar el acceso a través de un angosto pasillo con el talud a un lado y el desfiladero al otro (Fig. 4c).

4. ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS SITIOS

Para cada uno de los yacimientos estudiados se han llevado a cabo diferentes análisis dentro de un SIG. Los resultados (Tabla 3) no pretenden reconstruir con exactitud las características originales de los sitios, aunque sí permiten dar una idea general de estas. Su principal valor es que nos permite hacer comparativas.

A los resultados de los yacimientos estudiados mediante LiDAR, se han sumado los de Titulcia y La Marañosa. En el caso del primero, la existencia de un sistema defensivo durante la Edad del Hierro está sobradamente atestiguada gracias a las excavaciones arqueológicas realizadas (Polo y Valenciano, 2024), por más que los resultados mediante teledetección hayan sido negativos⁹. En cuanto a La Marañosa, las ocupaciones posteriores (Martínez-González, 2018; Cebrián *et alii*, 2023) no nos permiten valorar afirmativamente la existencia de un sitio fortificado en época prerromana, lo cual no ha impedido a algunos investigadores considerarlo un sitio de tipo *oppidum* (Sánchez de Oro, 2024: 351). En este caso, la superficie utilizada para los análisis coincide con la extensión del sitio en época medieval (Cebrián *et alii*, 2023), lo que quizá lo sobredimensione. A diferencia de los dos ejemplos anteriores, donde el territorio inmediato no ha sufrido cambios substanciales, sitios como La Gavia (Morín *et alii*, 2002, 2005; Urbina y Morín, 2005, 2017) o Fuente de la Mora (Vega *et alii*, 2014), donde la existencia de sistemas defensivos es de sobra conocida, no han podido ser analizados debido a los grandes cambios habidos en la topografía de la zona, incluyendo la desaparición total o parcial de los propios asentamientos.

En el caso de la accesibilidad calculada a partir del baremo modificado del SGE, destaca la ausencia de sitios inaccesibles o con acceso abierto, lo que hace que todos los sitios se encuentren en valores intermedios. Dicho esto, con la excepción de Riscos de Sotomayor –acceso condicionado–, todos los sitios estudiados se sitúan entre 3,25 –accesibilidad encauzada– y 4,13 –accesibilidad restringida–, aunque los sitios con accesibilidad restringida son los más comunes (9). Destaca el hecho de que todos los yacimientos del Tajuña poseen una accesibilidad encauzada, aunque dado el pequeño tamaño de la muestra es complicado sacar conclusiones definitivas y ahondar en el porqué de esta característica (Fig. 5a).

La altitud relativa en el radio de 250 m muestra que ningún sitio tiene una posición deprimida, aunque existe una amplia gama de localizaciones. Las más habituales son en sitios muy prominentes, llegando a ser incluso el más prominente, caso de Titulcia. Casi la mitad de la muestra posee valores iguales o superiores a 0,90 y solo tres se encuentran por debajo de 0,75, aunque la distribución geográfica no parece reflejar ningún patrón (Fig. 5b).

Si se aumenta el rango de análisis hasta los 2500 m, se observa un cambio. Ahora sí hay sitios por debajo de 0,50 y, en cambio, ninguno está por encima de 0,90. Es más, aquellos situados por encima de 0,75 son apenas dos, ambos localizados en el norte de la región. Estos datos indican que, si bien no se encuentran de forma general en sitios deprimidos, su localización tampoco es destacada (Fig. 5c).

Esta tendencia a no destacar en el entorno se agudiza en el rango de 7500 m. En este caso, más de la mitad de los sitios se encuentra por debajo de 0,50 y ninguno por encima de 0,75. De nuevo, no existe ningún patrón geográfico claro (Fig. 5d).

⁹ Este ejemplo demuestra una de las limitaciones del método y confirma que los resultados obtenidos mediante teledetección no deben ser considerados definitivos. No debemos descartar que el caso del Salto del Cura responda a una problemática similar.

Tabla 3. Resumen de las principales características analizadas de cada uno de los sitios.

Sitio	Geología	Sistema defensivo	Superficie	Baremo SGE	Altitud Relativa 250	Altitud Relativa 2500	Altitud Relativa 7500	Visibilidad 2500 (%)	Visibilidad 7500 (%)	Dominio Visual	Prominencia visual max. 7500	Prominencia visual max. 20000
Arroyo Castrejones	Yesos	Foso + barrera	3,1	Restringida 3,88	0,90	0,35	0,35	49,02	21,87	Lineal	12	12
Cancho Gordo	Leucogramitos	Muralla	0,68	Restringida 4,13	0,71	0,88	0,69	33,78	33,01	Lineal	19	31
Dehesa Carnicera	Gravas y cantos de cuarzo y cuarzo	Muralla	0,17	Encauzada 3,34	0,58	0,39	0,40	20,20	5,49	Focalizada	5	5
Castillo de Alarilla	Yesos	Foso + barrera	6,57	Restringida 3,88	0,86	0,52	0,26	42,40	20,48	Orientada	11	10
Sombrero del Cura	Calizas micríticas	Muralla	0,61	Encauzada 3,38	0,75	0,67	0,69	18,92	3,72	Limitada	3	2
Cerro de la Cárcava	Yesos	Foso + barrera	0,3	Restringida 4	0,92	0,53	0,43	17,05	9,17	Limitada	3	5
Cerro del Castillejo	Ortogneises	Muralla + ¿foso?	0,19	Restringida 3,88	0,97	0,42	0,38	37,52	12,72	Orientada	7	10
Peñaranza	Conglomerados y bloque poligénicos	Terraplén	2,67	Restringida 3,63	0,90	0,73	0,33	50,22	33,48	Orientada	23	22
La Horca	Yesos	Foso + barrera	0,93	Restringida 3,63	0,81	0,53	0,30	45,54	24,57	Orientada	9	13
Los Castillejos	Margas, dolomías areniscas	Muralla	1,26	Restringida 3,50	0,87	0,83	0,69	16,94	3,12	Limitada	2	5
Riscos de Sotomayor	Yesos	Foso + Barrera	4,48	Condicionada 2,00	0,91	0,68	0,43	53,47	32,69	Orientada	16	18
Santa María	Gravas y cantos poligénicos	Muralla	0,28	Encauzada 3,38	0,78	0,55	0,70	11,33	1,43	Limitada	1	4
Vadecobati- llos 2	Margas, yesos y arcillas	Muralla o terraplén	0,17	Encauzada 3,25	0,64	0,64	0,56	28,13	8,87	Orientada	5	3
Titulcia	Yesos	Muralla + foso	11,18	Encauzada 3,25	1	0,55	0,36	77,05	34,39	Orientada	23	19
*La Marañosa	Yesos	¿?	¿6,48?	Restringida 3,75	0,92	0,69	0,63	43,10	28,60	Orientada	23	18

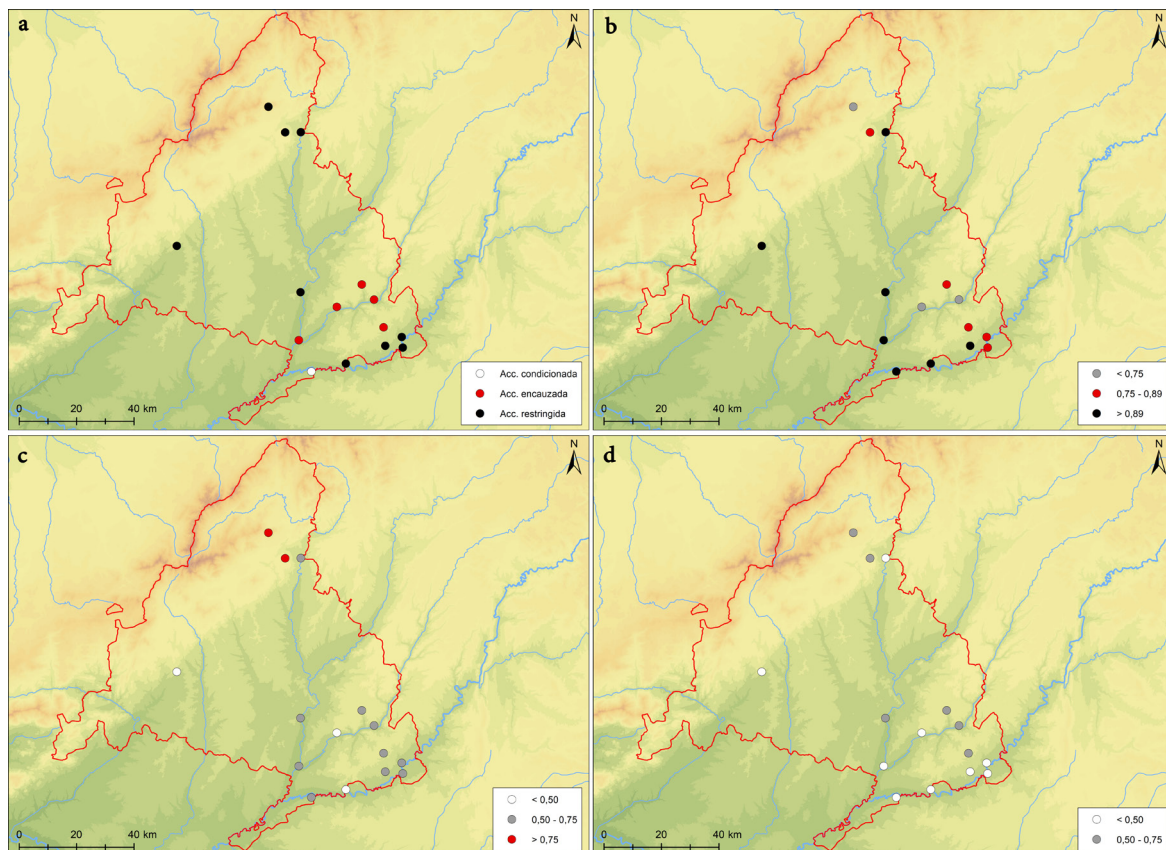


Figura 5. a) Accesibilidad según el baremo del SGE modificado. b) Altitud relativa: 250 m. c) Altitud relativa: 2500 m. d) Altitud relativa: 7500 m. Mapa base: MDT25-cob1 2008-2015 CC-BY 4.0 y capa de ríos: BCN500 2015 CC-BY 4.0.

El dominio visual, ósea, la visibilidad dentro del rango de los 2500 m, se muestra bastante dispar (Figs. 6 y 7), habiendo una gran oscilación en el porcentaje de territorio visto. Como elemento común podemos destacar la tendencia a dominar el valle que se abre bajo ellos, aunque no se trata de un hecho que se cumpla siempre, habiendo enclaves donde la visibilidad está verdaderamente limitada. El caso más extremo es el de Santa María, donde si bien el sitio no se encuentra en un lugar especialmente deprimido, su dominio visual es muy restringido. Espacialmente no parece haber ningún patrón (Fig. 8a).

El control visual en el rango de 7500 m es en general muy limitado, con hasta seis sitios con un porcentaje inferior al 10 % y apenas cinco superando el 25 % (Fig. 8b). Dentro de este rango se da el único caso de intervisibilidad. Los dos yacimientos que son visibles en lejanía entre ellos son Castillo de Alarilla y La Horca, situados ambos sobre la fosa del Tajo, cada uno de ellos en un margen.

Si consideramos este último análisis de visibilidad desde la perspectiva opuesta, asumiendo que siempre hay reciprocidad en ver y ser visto y contabilizamos desde cuántas celdas es visto cada sitio, llegamos a la conclusión de que, en general, tienden a no destacar en el paisaje, priorizando, así, pasar desapercibidos. No obstante, para profundizar en la prominencia visual se ha optado por realizar un mapa de visibilidad total con dos rangos de capacidad visual de los puntos de observación: 7500 m (Fig. 9a) y 20000 m (Fig. 9b). Los resultados se han dividido en 32 categorías por cortes naturales y se le ha asignado a cada uno de los yacimientos el valor máximo en caso de ser afectado por varios distintos. Aunque hay pequeñas variaciones, los resultados en ambos casos son muy similares (Tabla 3).

De este análisis se desprende que solo cuatro (rango 7500 m) o cinco (rango 20000 m) de los sitios se encuentran por encima de la media de la prominencia visual (valor 17 o superior) del territorio analizado, mientras que hasta siete (rango 7500 m) y seis (rango 20000 m) de ellos están por debajo del valor 8. Los resultados de estos análisis refrendan la hipótesis antes sugerida de que los sitios estudiados tienden a ocupar posiciones poco o, incluso, muy poco prominentes visualmente y, en aquellos casos donde esto no es así, los valores tampoco son especialmente destacados con la excepción de Cancho Gordo en el rango de análisis de 20000 m. En cuanto a la existencia de un patrón geográfico, aquellos con valores intermedios tienden a localizarse en torno al mismo cauce del Tajo, aunque hay excepciones. Por su parte, en los yacimientos del Tajuña la prominencia visual es siempre baja.

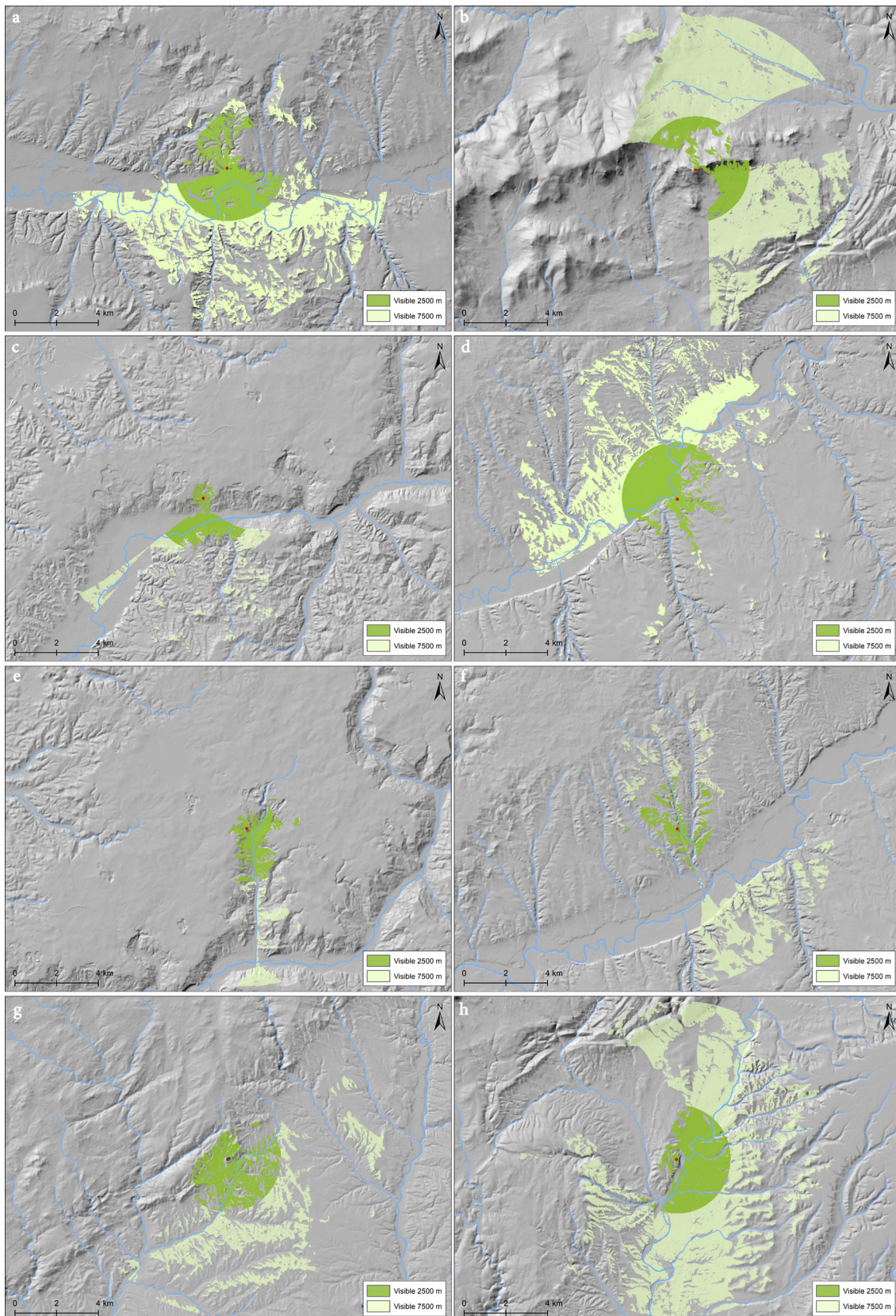


Figura 6. Control visual: a) Arroyo Castrejones; b) Cancho Gordo; c) Dehesa Carnicera; d) Castillo de Alarilla; e) Sombrero del Cura; f) Cerro de la Cárcava; g) Cerro del Castillejo; h) Peñarranza.

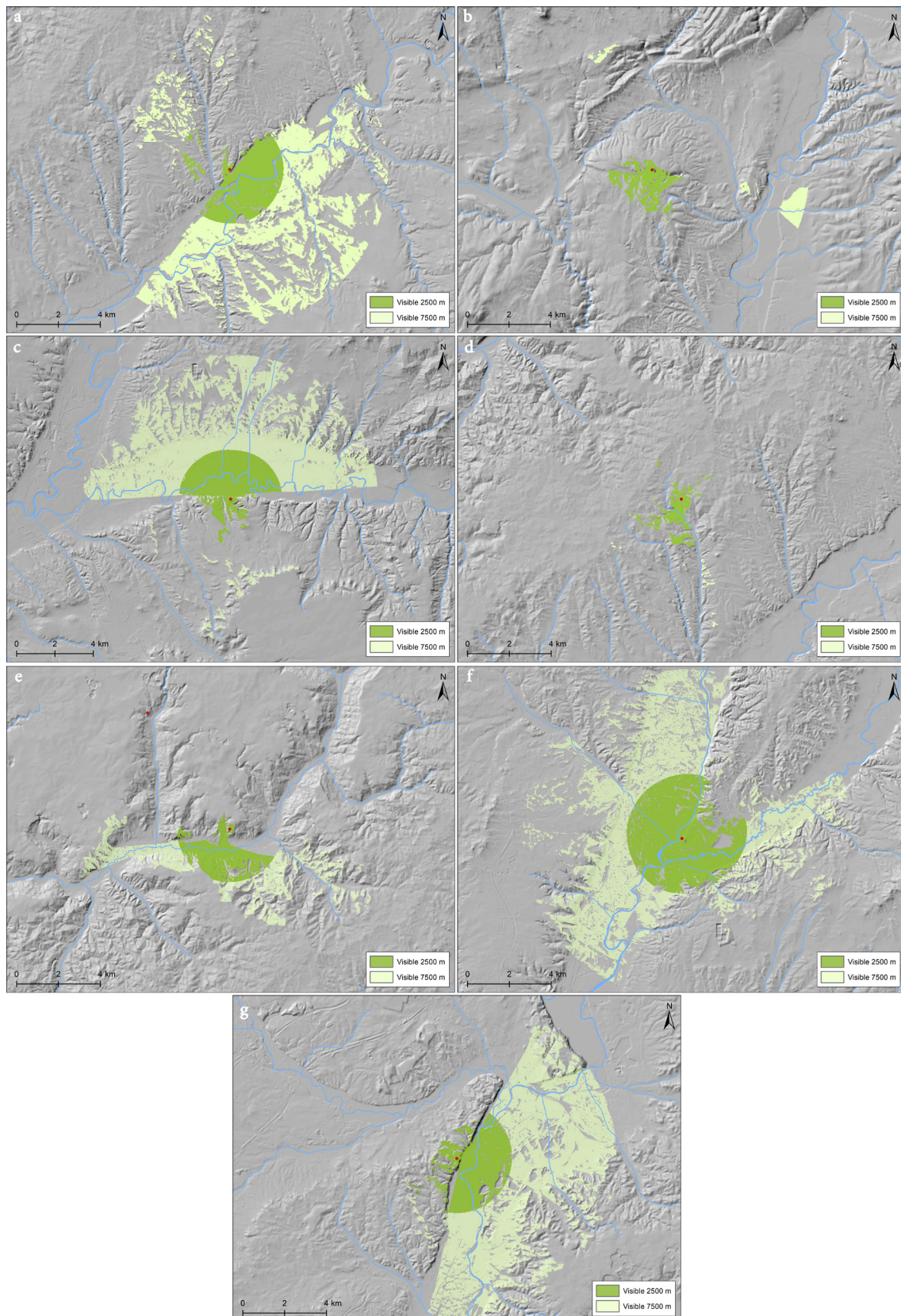


Figura 7. Control visual: a) La Horca; b) Los Castillejo; c) Riscos de Sotomayor; d) Santa María; e) Valdecobatellos 2; f) Titulcia; g) La Marañosá.

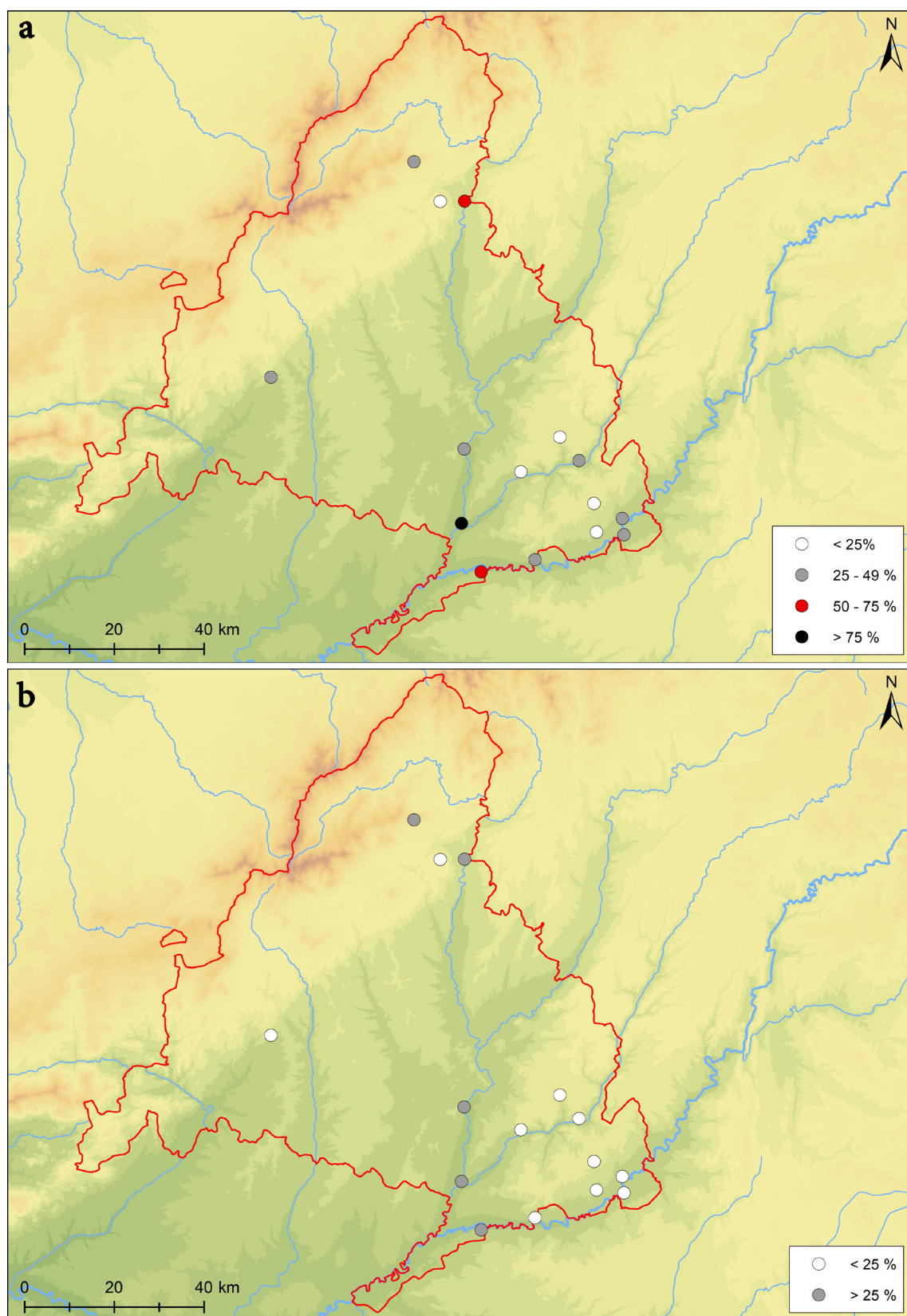


Figura 8. Porcentaje de control visual. Mapa base: MDT25-cob1 2008-2015 CC-BY 4.0 y capa de ríos: BCN500 2015 CC-BY 4.0. a) Rango: 2500 m. b) Rango: 7500 m.

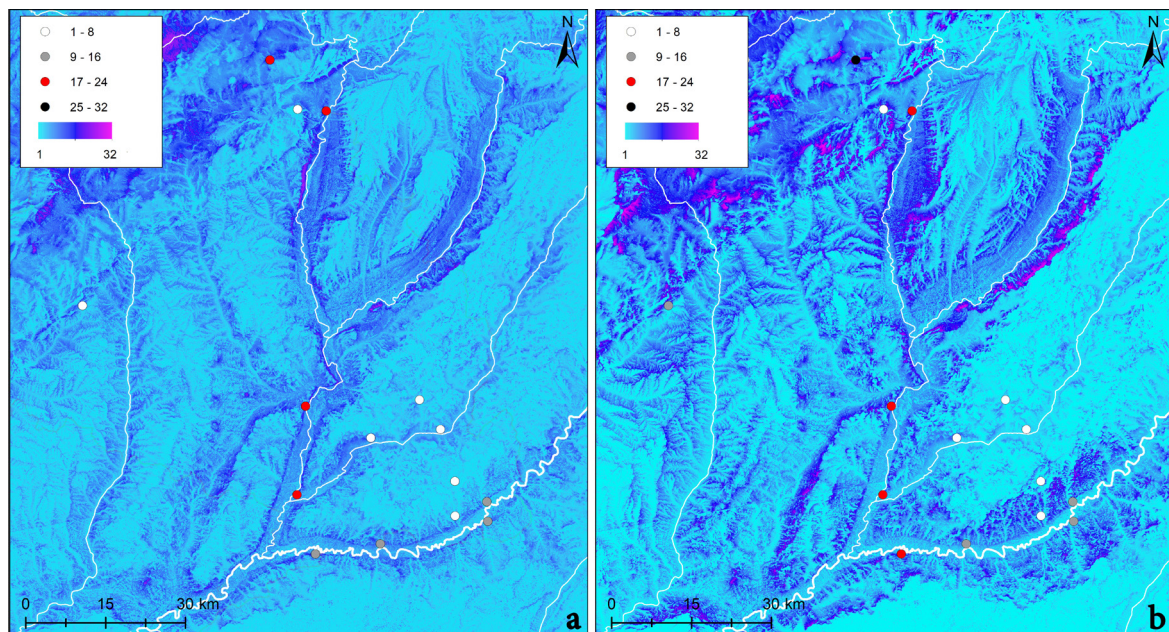


Figura 9. Visibilidad Total. Mapa base: MDT25-cob1 2008-2015 CC-BY 4.0 y capa de ríos: BCN500 2015 CC-BY 4.0.

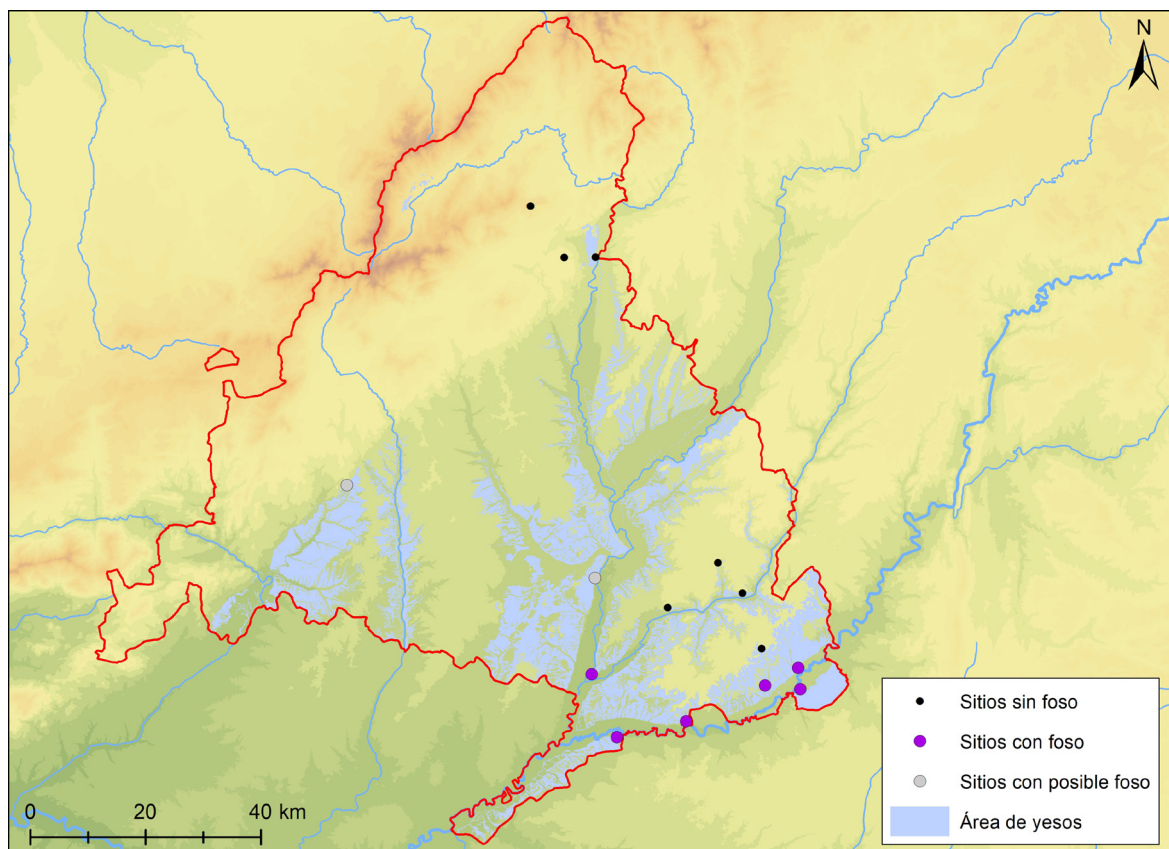


Figura 10. Relación de sitios con fosos. Mapa base: MDT25-cob1 2008-2015 CC-BY 4.0 y capa de ríos: BCN500 2015 CC-BY 4.0. Origen de los datos geológicos: Instituto Geológico y Minero de España (IGME).

Un último factor a analizar es la geología sobre la que se asientan los sitios y comprobar si hay alguna relación entre esta y el tipo de defensa (Fig. 10). La primera conclusión es que todos los sitios con fosos se asientan sobre yesos. La única posible excepción es el caso más que dudoso de Cerro del Castillejo. Esto hace que todos los sitios con foso se localicen al sur del área de estudio, en torno al mismo Tajo, salvo Titulcia –y quizá La Maraños, del que desconocemos las posibles defensas– en el Jarama. En esta línea, conviene destacar que Dehesa Carnicera, a pesar de situarse en un espolón entre arroyos como otros sitios de foso, no usa este tipo de sistema artificial, probablemente debido a que la geología del lugar es diferente.

El análisis de varias variables de manera conjunta tampoco arroja resultados concluyentes salvo alguna excepción, siendo la tónica general la ausencia de patrones, caso del análisis de la relación entre tamaño y accesibilidad (Fig. 11a), tamaño y prominencia topográfica (11b, 11c y 11d) o prominencia topográfica y dominio visual (Figs. 11e y 11f).

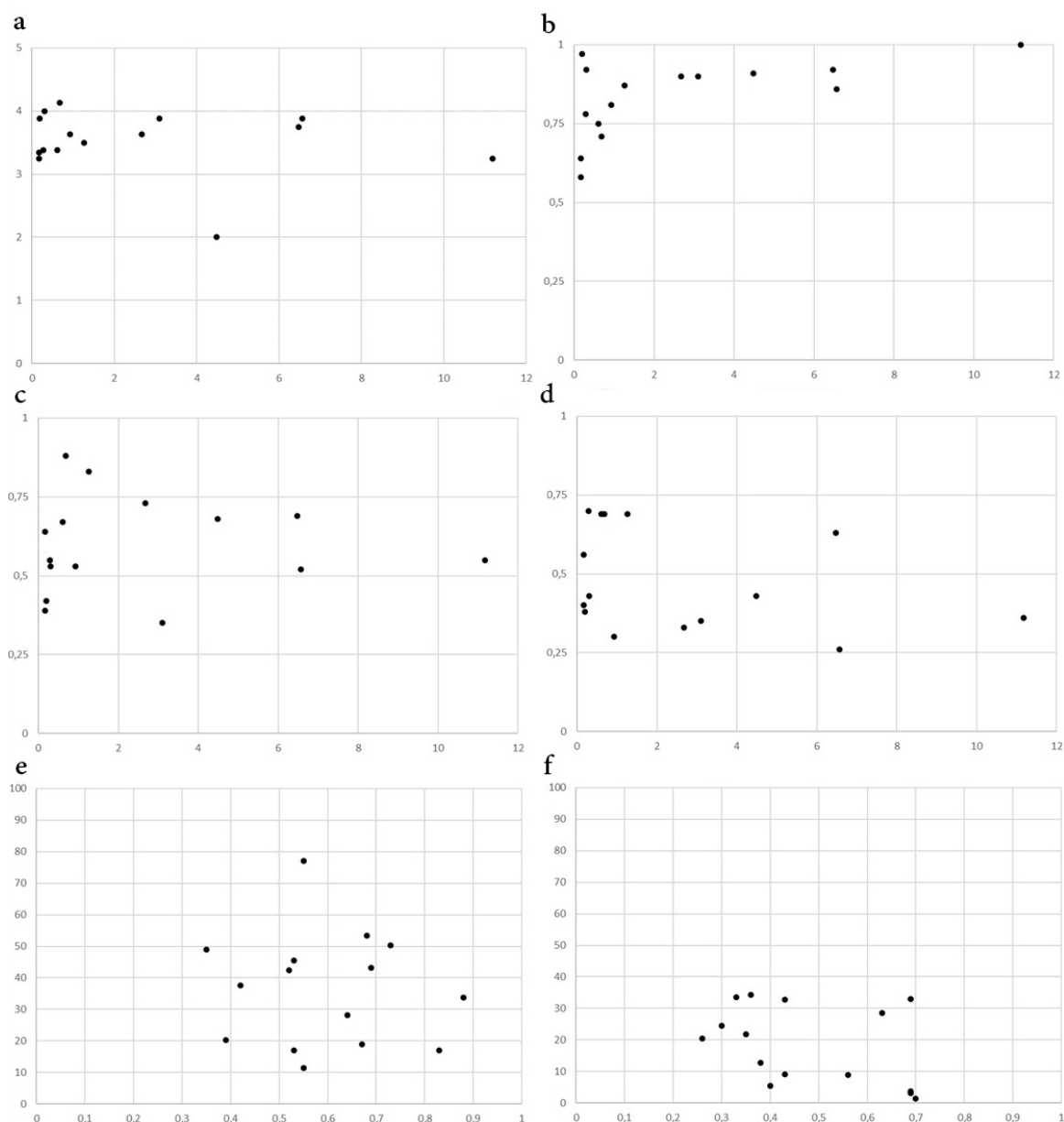


Figura 11. a) Relación entre tamaño y accesibilidad. b) Relación entre tamaño y prominencia a 250 m. c) Relación entre tamaño y prominencia a 2500 m. d) Relación entre tamaño y prominencia a 7500 m. e) Relación entre control visual a 2500 m y prominencia a 2500 m.

En el único caso en el que sí hay una alta correlación positiva entre variables es entre tamaño y control visual a 2500 m (Fig. 12a), aunque en el caso de las variables tamaño y dominio visual a 7500 m nuevamente no se aprecia ningún patrón (Fig. 12b). En el caso de la relación entre el tamaño y el control visual a 2500 m, se observa cómo solo superan el 40 % del control visual aquellos sitios mayores de 2 ha, con la excepción de La Horca. Por otro lado, todos los sitios menores de 0,7 ha tienen menos del 40 % de control visual y el único mayor a 1 ha con menos del 40 % de control visual es Castillejos. En cuanto a la relación entre el tamaño y el control visual en el rango de 7500 m, solamente puede destacarse el hecho de que todos aquellos sitios de más de 2 ha tienen, como mínimo, un 20 % de control visual, aunque no es un hecho exclusivo de estos, pues también hay dos sitios menores a las 2 ha que también poseen más de un 20% de control visual.

Cierto patrón parece apreciarse en relación con la prominencia visual, pues los sitios más pequeños tienden a ser especialmente poco prominentes, con la excepción de Cancho Gordo (especialmente con el límite de visibilidad a 20000 m), el único localizado en montaña (Figs. 12c y 12d), aunque como en el resto de variables combinadas estudiadas no hay una correlación fuerte entre las dos variables estudiadas.

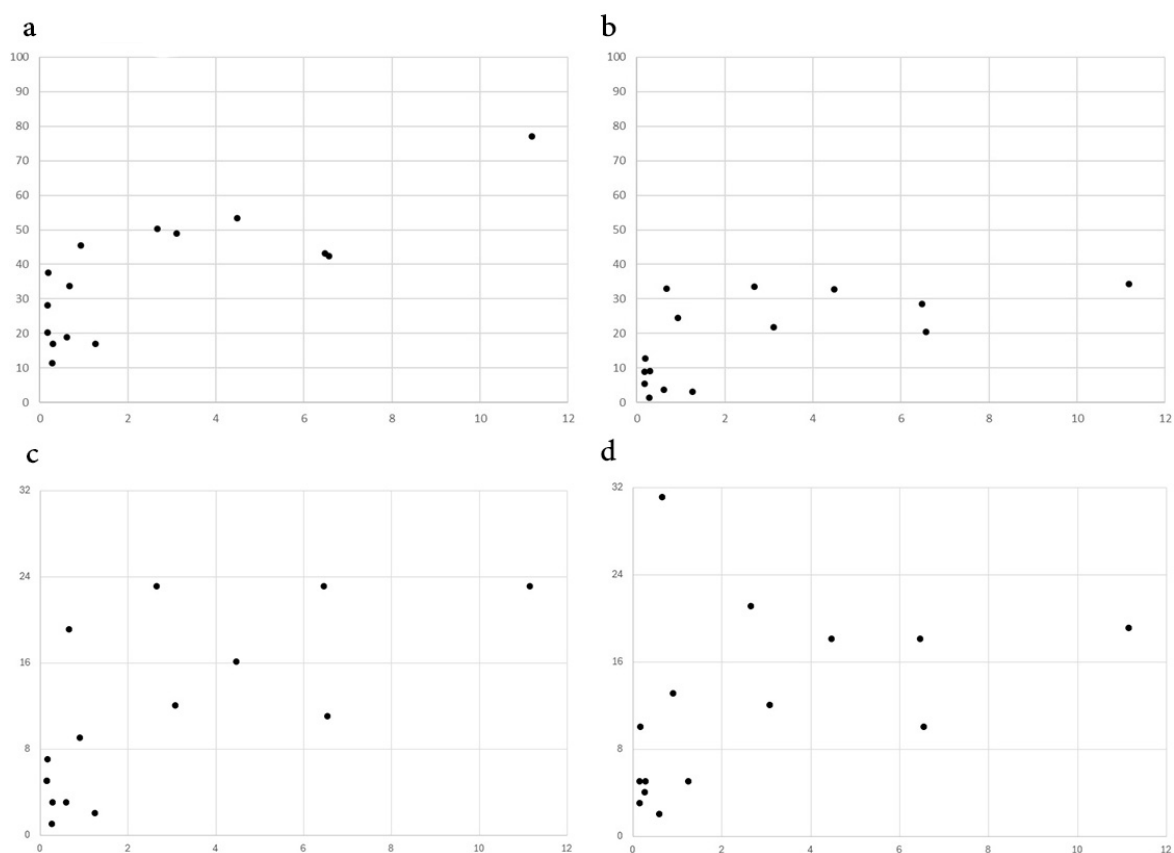


Figura 12. a) Relación entre tamaño y control visual a 2500 m. b) Relación entre tamaño y control visual a 7500 m. c) Relación entre tamaño y prominencia visual (7500 m). d) Relación entre tamaño y prominencia visual (20000 m).

5. APUNTE CRONOLÓGICO

Más allá de la existencia de algunas características en los sistemas defensivos que nos permiten considerar varios de los yacimientos como prerromanos, contamos, también, con algunas referencias a los materiales documentados en estos sitios que nos confirman dicho planteamiento. De tal forma que, según la base de datos INPHIS, en Arroyo Castrejones se documentaron cerámicas fabricadas a torno de pastas naranjas con decoración pintada a bandas y semicírculos junto a bordes típicos del Hierro II. De igual forma, se describen cerámicas del mismo momento en Sombrero del Cura, Cerro de la Cárcava, Cerro del Castillejo, La Horca,

Riscos de Sotomayor o Peñarranza. También en el Castillo de Alarilla se documentaron numerosos fragmentos típicos de este momento¹⁰.

En el caso de Cancho Gordo, las prospecciones llevadas a cabo por Planas (2015) permitieron documentar un elevado número de artefactos. Entre las cerámicas destacan las formas fabricadas a mano, aunque también existen elementos realizados a torno. Del mencionado estudio se desprende la existencia una ocupación principal en la Edad del Bronce con continuidad en la Edad del Hierro.

Por otro lado, en los sitios de Dehesa Carnicera y Valdecobatillos 2, las prospecciones de Benito (2016 595-596 y 928-932) certificaron materiales del Hierro II, destacando en el segundo de los yacimientos la aparición de una cerámica de engobe rojo de clara influencia meridional.

Por último, las intervenciones llevadas a cabo en Fuente de la Mora (Vega *et alii*, 2014), Santa María (Pérez y Bueno, 2007), Titulcia (Polo y Valenciano, 2024), La Maraños (Martínez-González, 2018) o La Gavia (Morín *et alii*, 2002, 2005; Urbina y Morín, 2005, 2017) han certificado sin lugar a duda ocupaciones de la Segunda Edad del Hierro.

Aunque fuera del ámbito de este trabajo, merece la pena señalar que algunos de estos sitios tuvieron perduración en época romana, presumiblemente sin la existencia de ningún hiato en la ocupación. Estos son los casos de Castillo de Alarilla, Titulcia (Polo y Valenciano, 2024), La Maraños (Martínez-González, 2018), Santa María (Pérez y Bueno, 2007), Fuente de la Mora (Vega *et alii*, 2014), Riscos de Sotomayor (Urbina y Morín, 2005: 120) y La Gavia. En el caso de este último, es posible que sí hubiera un momento de abandono en esta transición (Morín *et alii*, 2002: 336), aunque la reocupación sería rápida. Por otro lado, esta continuidad en época romana se dio tanto en el área localizada en alto, como en algunos de los sitios del llano que formaban parte del poblado de La Gavia (Urbina y Morín, 2017).

6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Se ha defendido que las principales características comunes de los sistemas defensivos de los sitios protohistóricos de la Comunidad de Madrid son su sencillez, eficacia y economía de esfuerzos (Torres, 2012: 433-435). Sin lugar a dudas, esto es aplicable a la mayor parte de los sistemas defensivos documentados, siendo el ejemplo paradigmático aquel en los que se combina el foso y un terraplén tras este que, presumiblemente, fue erigido con el vaciado del foso (Urbina y Morín, 2005: 109-110). Sin embargo, contamos con ejemplos en los que el esfuerzo constructivo fue enorme, caso de Peñarranza. En este, el terraplén no va precedido por un foso, aunque no podemos descartar que lo hubiera habido en la Antigüedad y que hoy día no se haya podido documentar debido a su colmatación.

Otra característica común de los sistemas defensivos es su adaptabilidad al terreno. Un somero análisis sobre el tipo de defensa artificial y la geología sobre la que están edificados nos lleva a afirmar que los fosos fueron excavados siempre y exclusivamente en terrenos yesíferos, más allá de la duda sobre si hubo o no fosos en Cerro del Castillejo, donde las trincheras de la Guerra Civil desconfiguran sobremano el terreno y dificultan su interpretación.

De esta forma, no creemos que sea posible utilizar la existencia/ausencia de determinado tipo de defensa artificial para adscribirlos a determinados grupos étnicos y tampoco otorgarles alguna funcionalidad concreta dentro de un sistema más complejo.

Por otro lado, si atendemos exclusivamente a sus dimensiones, vemos una gran variabilidad, lo que permite descartar la asociación de asentamiento con defensas artificial y centralidad/capitalidad en el sistema de poblamiento, pues si bien es cierto que algunos de los sitios de mayores dimensiones que, potencialmente, ejercerían de centros rectores contaron con defensas artificiales, ni todos los sitios fortificados fueron relativamente grandes ni todos los sitios de grandes dimensiones poseyeron defensas artificiales. Dicho esto, sí que parece que los asentamientos de mayores dimensiones con defensas combinaron diferentes tipos de sistemas defensivos, como se constata en Titulcia (Polo y Valenciano, 2024) y La Gavia¹¹ (Urbina y Morín, 2005). Cabe, entonces, la duda de si en todos los asentamientos mayores con defensas artificiales utilizaron siempre de manera combinada fosos y murallas/terraplenes, complementadas con torres.

Es habitual el uso de los términos *castro* y *oppidum* para denominar a estos sitios fortificados. La ausencia de excavaciones sistemáticas hace inviable la diferenciación de ambos basándonos en algo más que sus dimensiones, lo que edulcoraría cualquier intento de definir una posible evolución de un tipo a otro y la existencia, o no, de cierta organización y jerarquía a nivel comarcal que autores como Urbina (2005: 59) niegan al defender la autonomía de cada uno de los enclaves fortificados. Igual de complicado, debido a esta falta de

¹⁰ Isabel Baquedano Beltrán, com. pers.

¹¹ También sobre yesos.

intervenciones, es certificar que todos los sitios con defensas artificiales documentados deban ser considerados lugares de hábitat estable de tipo poblado. Es más, para poder definirlos como castros (Almagro-Gorbea, 1994: 15), especialmente en los casos de sitios más pequeños, será necesario certificar que en estos sitios existían, efectivamente, viviendas diferenciadas. A pesar de la ausencia de este dato, hay autores (Benito, 2016: 274) que no dudan en denominar castros a sitios de muy pequeñas dimensiones, como Valdecobatillos 2 o Dehesa Carnicera, ninguno de los cuales alcanza las 0,2 ha.

Cabe proponer que es posible que algunos de ellos, especialmente los de muy reducidas dimensiones, fueran ocupados exclusivamente en momentos de necesidad, pudiendo ser considerados auténticos sitios-refugio, entendiendo estos como emplazamientos temporales con buenas aptitudes defensivas que eran ocupados solo en casos de necesidad y que no necesariamente responderían a la definición típica de castro (Almagro-Gorbea, 1994: 15). Según Urbina (2005: 61-63), la finalidad de estos sitios con defensas artificiales y localizados en lugares de fácil defensa natural tienen como objetivo principal la protección de los excedentes agrícolas. Esta hipótesis, completamente verosímil, reforzaría el entender a los sitios más pequeños no como lugares de hábitat sino como lugares de refugio y protección donde las comunidades del entorno almacenarían los excedentes y se refugiarían en tiempos de necesidad, no siendo poblados estables con ocupación continua e ininterrumpida durante todo el año.

La gran adaptabilidad de los sitios fortificados al relieve en el que se asientan y a la geología sobre la que se construyen, supone una gran heterogeneidad en sus características, lo cual impide sacar algún tipo de patrón en las preferencias locacionales. La única excepción más o menos clara es la tendencia de los sitios mayores a tener un mayor control visual en el rango de 2500 m que los más pequeños.

Los estudios de Torres (2012: 433) ya destacaron el escaso control visual de los sitios y la gran heterogeneidad de la capacidad visual de estos. Centrándonos en la visibilidad dentro del rango de 2500 m, vemos porcentajes de dominio visual muy dispares, desde sitios donde apenas se supera el 15 % hasta otros donde se rebasa el 75 %. Más allá de los porcentajes y a un nivel más cualitativo de este control, Benito (2016: 274) afirma que Valdecobatillos 2 y Dehesa Carnicera controlan su valle y, en esta misma línea, Sánchez de Oro (2024: 351) sostiene que los sitios fortificados dominan visualmente prácticamente la totalidad del valle sobre el que se asientan. Sin embargo, un análisis individual de los diferentes yacimientos nos muestra el control limitado que tienen muchos de ellos –Dehesa Carnicera, Cerro de la Cárcava, Los Castillejos o Santa María–, incluso sobre el propio valle en el que se localizan. Por otro lado, muchos de los sitios tienen un amplio control sobre el río principal y su valle, que se ubica a los pies de la elevación en la que se encuentran. En este caso, si bien el control de tipo orientado es relativamente grande en términos cuantitativos en yacimientos como La Horca, Riscos de Sotomayor o La Maraños, cabe preguntarse la utilidad de este y si el control visual fue realmente un condicionante a la hora de elegir la ubicación del sitio o es una consecuencia del lugar escogido por otras causas.

Por último, gran parte de estos sitios parece que fueron abandonados tras la conquista romana de este territorio. Al menos, esto parece desprenderse de los datos con los que contamos actualmente. Aquellos sitios que continuaron ocupados tienen en común sus relativamente grandes dimensiones (> 1,5 ha). Las dos excepciones serían Santa María y La Gavia. Sin embargo, un análisis de ambos hace reconsiderar sus dimensiones. Así, en el caso de Santa María, nuestra interpretación del asentamiento prerromano se ha basado en la identificación de las defensas en la zona más elevada del asentamiento, en línea con lo ya publicado (Pérez y Bueno, 2007: 325-327), aunque la ausencia de excavaciones intensivas nos hace plantear la posibilidad de que bajo el hábitat romano se extendiese, al menos parcialmente, el poblado indígena, como sugiere Sánchez de Oro (2024: 351) al incluirlo entre los sitios tipo *oppidum*. En el caso del asentamiento vallecano de La Gavia, tres argumentos avalan que no deba ser considerado una excepción. El primero: sus dimensiones excederían la hectárea que ocupa el sector ocupado en el cerro (Morín *et alii*, 2005), pues se ha comprobado la extensión del hábitat a los pies de este, tanto en el barrio denominado Gavia III (Urbina y Morín, 2017) como en el denominado Sector B. Habría que plantear también la posibilidad de que la extensión del hábitat conllevara también la extensión del sistema defensivo. El segundo: tanto en la zona alta como en el barrio inferior hubo ocupación anterior y posterior a la conquista romana y, aunque se ha valorado que a mediados del siglo II a. C. el poblado es quizás abandonado, la reocupación debió ser muy rápida (Morín *et alii*, 2002, 2005). El tercero: es posible que el sector más alejado documentado y excavado –Sector C– formase parte del mismo poblado de La Gavia (Urbina y Morín, 2017). En definitiva, La Gavia, como poblado polinuclear con un barrio alto, distintas ocupaciones a los pies de este y, al menos, un núcleo alejado 1 km se demuestra un sitio de grandes dimensiones en época prerromana, que confirma la hipótesis de que solo los asentamientos fortificados de gran tamaño tuvieron continuidad en época romana.

A modo de recapitulación, podemos afirmar que el poblamiento fortificado protohistórico de la Comunidad de Madrid es muy escaso, a pesar de lo cual existe una alta heterogeneidad en lo que se refiere a dimensiones y tipologías de los sistemas defensivos, aunque sí hay una tendencia común en la búsqueda de sitios protegidos

de manera natural –generalmente por acantilados abruptos y prácticamente inexpugnables– y a que los sistemas defensivos artificiales, salvo excepciones, no sean perimetrales.

Agradecimientos: Agradecemos las facilidades brindadas por Isabel Baquedano Beltrán y Montserrat Cruz Mateos, del Área de protección de la Dirección General de Patrimonio Cultural y Oficina del Español de la Comunidad de Madrid, para el desarrollo de este trabajo, así como por sus comentarios al manuscrito original. De igual forma, nos gustaría agradecer los útiles comentarios de las revisiones anónimas que contribuyeron en la mejora del manuscrito.

Declaración de conflicto de intereses: El autor de este artículo declara no tener conflictos de intereses financieros, profesionales o personales que pudieran haber influido de manera inapropiada en este trabajo.

Fuentes de financiación: El trabajo ha sido realizado dentro del proyecto *Estudio mediante teledetección de yacimientos fortificados de la Edad del Hierro en la Comunidad de Madrid*, financiado por la Dirección General de Patrimonio Cultural y Oficina del Español de la Comunidad de Madrid

Declaración de contribución de autoría: Pablo Paniego Díaz: conceptualización, metodología, recursos, análisis formal, investigación, gestión de datos, validación, redacción – revisión y edición, visualización, adquisición de fondos.

BIBLIOGRAFÍA

- Almagro-Gorbea, M. (1994): «Urbanismo en la Hispania «céltica» Castros y oppida del centro y occidente de la Península Ibérica». *Complutum*, extra 4: 13-75.
- Baquedano Pérez, E.; Contreras Martínez, M.; Märtens Alfaro, G. y Ruiz Zapatero, G. (2012): «El oppidum carpetano de “El Llano de la Horca” (Santorcaz, Madrid)». *Zona Arqueológica*, 10 (2): 374-394.
- Benito López, J. E. (2016): *Estudio territorial en el Valle del Tajuña (Madrid)*. Madrid, Universidad Complutense de Madrid.
- Bermúdez Sánchez, J. (2016): «Sistemas de información geográfica y Administración pública: el sistema de información de Patrimonio Histórico inmueble de la Comunidad de Madrid», M. C. Mínguez García y E. Capdevila Montes (coords.), *Manual de Tecnologías de la Información Geográfica aplicadas a la Arqueología*. Madrid, Comunidad de Madrid-Museo Arqueológico Regional-Illustre Colegio Oficial de Doctores y Licenciados en Filosofía y Letras y en Ciencias de la Comunidad de Madrid: 399-424.
- Berrocal-Rangel, L. (2007): «El poblado fortificado de El Castrejón de Capote y su paisaje: la fortificación de lo sagrado», L. Berrocal-Rangel y P. Moret (coords.), *Paisajes fortificados de la Edad del Hierro: las murallas protohistóricas de la meseta y de la vertiente atlántica en su contexto europeo. Actas del coloquio celebrado en la Casa de Velázquez (Octubre de 2006)*. Madrid, Real Academia de la Historia: 255-280.
- Berrocal-Rangel, L.; Paniego Díaz, P.; Ruano Posada, L. y Manglano Valcárcel, G. R. (2017): «Aplicaciones LiDAR a la topografía arqueológica: El Castro de Iruña (Fuenteguinaldo, Salamanca)». *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad Autónoma de Madrid*, 43: 195-215. <https://doi.org/10.15366/cupauam2017.43.007>.
- Carrero-Pazos, M. (2023): *Arqueología computacional del territorio. Métodos y técnicas para estudiar decisiones humanas en paisajes pretéritos*. Summertown, Archaeopress Archaeology.
- Cebrián Fernández, R.; Hortelano Uceda, I.; Retuerce Velasco, M. y Martínez González, J. (2023): «La Marañoso-Albende (San Martín de la Vega, Madrid): asentamiento encastillado tardoantiguo y hisn andalusí. Resultados de la aplicación de la tecnología LiDAR a la prospección arqueológica». *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad Autónoma de Madrid*, 49 (2): 241-261. <https://doi.org/10.15366/cupauam2023.49.2.009>.
- Cerrillo Cuenca, E. y López López, A. (2020): «Evaluación y perspectivas del uso del LiDAR en la arqueología española». *Boletín del Museo Arqueológico Nacional*, 39: 221-238.
- Conolly, J. y Lake, M. (2009): *Sistemas de información geográfica aplicados a la arqueología*. Barcelona, Bellaterra arqueología.
- Cordero Ruiz, T.; Cerrillo Cuenca, E. y Pereira, C. (2017): «Detección de un nuevo campamento romano en las inmediaciones de Mérida mediante tecnología LiDAR». *Sagvntvm*, 49: 197-201. <https://doi.org/10.7203/SAGVNTVM.49.10025>.
- Costa-García, J. M. y Fonte, J. (2017): «Scope and limitations of airborne LiDAR technology for the detection and analysis of Roman military sites in Northwest Iberia», V. Mayoral Herrera, C. Parcero-Oubiña y P. Fábrega-Álvarez (coords.), *Archaeology & Geomatics, Harvesting the benefits of 10 years of training in the Iberian Peninsula (2006-2015)*. Leiden, Sidestone Press: 55-71.
- Costa-García, J. M.; Fonte, J. y Gago Mariño, M. (2019): «The reassessment of the roman military presence in Galicia and northern Portugal through digital tools: Archaeological diversity and historical problems». *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, 19: 17-49. <http://doi.org/10.5281/ZENODO.3457524>.
- Fonte, J.; Pereiro, T. do y Serra, M. (2024): «Novos dados sobre o Castro dos Ratinhos (Moura, Baixo Alentejo) a partir de prospeção geofísica magnética e levantamento drone-LiDAR». *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad Autónoma de Madrid*, 50 (2): 119-135. <https://doi.org/10.15366/cupauam2024.50.2.004>.

- Grau Mira, I. (2011): «Movimiento, circulación y caminos en el paisaje digital. La aplicación de los SIG en el estudio arqueológico de los desplazamientos humanos», V. Mayoral Herrera y S. Celestino Pérez (coords.), *Tecnologías de Información Geográfica y análisis arqueológico del territorio. Actas del V Simposio Internacional de Arqueología de Mérida*. Mérida, CSIC: 369-382.
- Hesse, R. (2010): «LiDAR-derived Local Relief Models - a newtool for archaeological prospection». *Archaeological Prospection*, 17: 67-72. <https://doi.org/10.1515/9789048516070-027>.
- Kokalj, Ž. y Somrak, M. (2019): «Why Not a Single Image? Combining Visualizations to Facilitate Fieldwork and On-Screen Mapping». *Remote Sensing*, 11 (7): 747. <https://doi.org/10.3390/rs11070747>.
- Llobera, M. (2003): «Extending GIS-based visual analysis: the concept of “visualscapes”». *International Journal of Geographical Information Science* 17 (1): 25-48. <https://doi.org/10.1080/713811741>.
- Llobera, M. (2006): «Arqueología del paisaje en el siglo XXI. Reflexiones sobre el uso de los SIG y modelos matemáticos», I. Grau Mira (ed.), *La aplicación de los SIG en la arqueología del paisaje*. Alicante, Universidad de Alicante: 109-124.
- Llobera, M.; Wheatley, D.; Steele, J.; Cox, S. y Parchment, O. (2010): «Calculating the Inherent Visual Structure of a Landscape (“Total Viewshed”) Using High-Throughput Computing», F. Niccolucci y S. Hermon (eds.), *Beyond the Artefact. Digital Interpretation of the Past. Proceedings of CAA2004 (Prato, 13-17 April 2004)*. Budapest, Archaeolingua: 146-151.
- Martín Hernández, E.; Martínez Velasco, A.; Díaz Alonso, D.; Muñoz Villarejo, F. y Bécares Rodríguez, L. (2020): «Castrometación romana en la Meseta Norte hispana: nuevas evidencias de recintos militares en la vertiente meridional de la cordillera Cantábrica (provincias de Burgos y Palencia)». *Zephyrus*, 86: 143-164. <https://doi.org/10.14201/zephyrus202086143164>.
- Martínez-González, J. (2018): «Vidrios tardoantiguos de La Maraños (San Martín de la Vega)», *III Jornadas de Jóvenes Investigadores en Arqueología*. Madrid: 33-40.
- Mayoral Herrera, V. (2018): *Fortificaciones, recintos ciclópeos y proceso de romanización en la comarca natural de La Serena (Siglos II A.C al I D.C)*. Mérida, CSIC.
- Menéndez Blanco, A.; García Sánchez, J.; Costa-García, J. M.; Fonte, J.; González-Álvarez, D. y Vicente García, V. (2020): «Following the Roman Army between the Southern Foothills of the Cantabrian Mountains and the Northern Plains of Castile and León (North of Spain): Archaeological Applications of Remote Sensing and Geospatial Tools». *Geosciences*, 10: 485. <https://doi.org/10.3390/geosciences10120485>.
- Morín de Pablos, J.; Escolá Martínez, M.; Agustí García, E.; Barroso Cabrera, R. y Urbina Martínez, D. (2005): «El urbanismo», J. Morín de Pablos y E. Agustí García (coords.), *El Cerro de la Gavia. El Madrid que encontraron los romanos*. Madrid, Museo de San Isidro: 125-146.
- Morín de Pablos, J.; Escolá Martínez, M.; Pérez-Juez Gil, A.; Agustí García, E.; Barroso Cabrera, R.; López, M.; Navarro, E.; Sánchez Hidalgo, F. y Fernández Calvo, C. (2002): «El cerro de la Gavia (villa de Vallecas, Madrid capital): urbanismo y vivienda de la II Edad del Hierro en la Comunidad de Madrid». *Bolksan*, 19: 335-343.
- Ortiz-Villarejo, A. J. y Gutiérrez Soler, L. M. (2021): «A Low-Cost, Easy-Way Workflow for Multi-Scale Archaeological Features Detection Combining LiDAR and Aerial Orthophotography». *Remote Sensing*, 13 (21): 4270. <https://doi.org/10.3390/rs13214270>.
- Paniego Díaz, P. (2017): «Methods for the evaluation of the visualisation of archaeological sites», V. Mayoral Herrera, C. Parceros-Oubiña y P. Fábrega-Álvarez (coords.), *Archaeology & Geomatics. Harvesting the benefits of 10 years of training in the Iberian Peninsula (2006-2015)*. Leiden, Sidestone Press: 93-106.
- Paniego Díaz, P. (2018): «Nuevas tecnologías para la identificación y delimitación de fortificaciones: el LiDAR». *Cuadernos de arquitectura y fortificación*, 5: 89-122.
- Paniego Díaz, P. (2021a): *Entre celtas y romanos. El poblamiento de la cuenca del río Ardila (s. III a.C. – I d.C.)*. Badajoz, Diputación de Badajoz.
- Paniego Díaz, P. (2021b): «El Barrito: un posible campamento militar romano en la Baeturia Celticorum». *Onoba*, 9: 223-229. <https://doi.org/10.33776/onoba.v0i9.5186>.
- Paniego Díaz, P. (2024a): «The Late Republican Civil Wars in Hispania Ulterior: the front line of Sertorius on the river Ardila (Spain)». *Mediterranean Archaeology*, 37: 51-62. <https://www.jstor.org/stable/48803789>.
- Paniego Díaz, P. (2024b): «Nuevos datos sobre el poblado prerromano de Cantamento de la Pepina (Fregenal de la Sierra, Badajoz): restitución topográfica del sistema defensivo y aproximación cronológica». *Estudos do Quaternário*, 24: 1-9. <https://doi.org/10.30893/eq.v0i24.218>.
- Paniego Díaz, P. y Lapuente Martín, C. (2021): «Tecnología LiDAR aplicada al estudio de sitios fortificados del occidente peninsular: El Freíllo (Candeleda, Ávila)», L. Berrocal-Rangel (ed.), *Proyectando lo oculto. Tecnologías LiDAR y 3D aplicadas a la Arqueología de la Arquitectura protohistórica*. Madrid, Universidad Autónoma de Madrid: 151-161. <https://doi.org/10.15366/ane2021.5.004>.
- Parceros-Oubiña, C. (2002): *La construcción del paisaje social en la Edad del Hierro del Noroeste Ibérico*. Ortigueira, Fundación Ortgalia.
- Pérez Vicente, D. y Bueno Moreno, M. (2007): «El yacimiento arqueológico de Santa María, Villarejo de Salvanes (Madrid)». *Zona Arqueológica*, 10 (2): 324-241.
- Planas Garrido, M. (2015): «Aplicación de un Sistema de Información Geográfica a la prospección del yacimiento del Cancho Gordo (La Cabrera, Madrid)». *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad Autónoma de Madrid*, 26: 25-45. <https://doi.org/10.15366/cupauam2000.26.002>.

- Polo López, J. y Valenciano Prieto, M. C. (2024): *Titulcia, la ciudad olvidada. Diez años de investigaciones arqueológicas*. Madrid, Comunidad de Madrid.
- Quirós, E. y Fragoso-Campón, L. (2021): «LiDAR: topografía arqueológica al descubierto», V. Mayoral Herrera (coord.), *Villasviejas del Tamuja (Botija, Cáceres). Desvelamiento del paisaje urbano de un Castro de la Edad del Hierro*. Mérida, CSIC: 153-170.
- Raddatz, K. (1957): «Prospecciones arqueológicas en el valle del Henares, cerca de Alcalá (Madrid)». *Archivo Español de Arqueología*, 30: 229-232.
- Sánchez Álvarez, I.; Sanz Hernando, A. y Torres Solana, V. (2009): «Fuentidueña de Tajo». *Arquitectura y Desarrollo Urbano. Comunidad de Madrid. Tomo XVI. Zona Este*. Madrid, Dirección General de Vivienda y Rehabilitación, Fundación Caja Madrid y Fundación Arquitectura COAM: 315-398.
- Sánchez de Oro, P. (2021): «SIG y aplicaciones LiDAR en la Edad del Hierro del Tajo Medio: una nueva mirada sobre Plaza de Moros (Villatobas, Toledo) y la Mesa de Ocaña», L. Berrocal-Rangel, L. (ed.), *Proyectando lo oculto. Tecnologías LiDAR y 3D aplicadas a la Arqueología de la Arquitectura protohistórica*. Madrid, Universidad Autónoma de Madrid: 129-150. <https://doi.org/10.15366/ane2021.5.003>.
- Sánchez de Oro, P. (2024): «La Carpetania durante la Segunda Edad del Hierro. Análisis socioespacial del interfluvio Tajo-Jarama-Tajuña». *Complutum*, 35 (2): 343-360. <https://doi.org/10.5209/cmpl.98814>.
- Soares, R. M.; Nabais, M.; Pereiro, T. do; Dias, R.; Hipólito, J.; Fonte, J.; Seco, L. G.; Menéndez-Marsh, F. y Neves, A. (2023): «Nova planta do Castelo Velho de Safara: integração de dados arqueológicos com topografia de alta resolução derivada de levantamento drone-LiDAR». *Estudos do Quaternário*, 23: 66-75. <https://doi.org/10.30893/eq.v0i23.217>.
- Torres Rodríguez, J. de (2012): *La tierra sin límite. Territorio, sociedad e identidades en el valle medio del Tajo (s. IX-I a.C.)*. Madrid, Universidad Complutense de Madrid.
- Urbina Martínez, D. (2005): «Recintos fortificados de la Segunda Edad del Hierro en el occidente de la provincia de Toledo», *Espacios fortificados en la provincia de Toledo*. Toledo, Diputación de Toledo: 41-68.
- Urbina Martínez, D. y Morín de Pablos, J. (2005): «El Cerro de La Gavia y los recintos amurallados del Hierro II en el centro de la península», J. Morín de Pablos y E. Agustí García (coords.), *El Cerro de la Gavia. El Madrid que encontraron los romanos*. Madrid, Museo de San Isidro: 99-124.
- Urbina Martínez, D. y Morín de Pablos, J. (2017): «El poblamiento de La Gavia en el contexto del final de la Edad del Hierro en la Comunidad de Madrid. Actuaciones arqueológicas en La Gavia III». *Complutum*, 28 (1): 185-202. <https://doi.org/10.5209/CMPL.58481>.
- Vega y Miguel, J. J.; Méndez Madrid, J. C.; Mendiña García, R. C.; Díez Baranda, S. y Cuesta Salceda, M. (2014): «El poblado «en espolón» carpetano del cerro de «Fuente de la Mora» en Leganés (Madrid)», *1^{er} Simposio sobre los Carpetanos. Arqueología e historia de un pueblo de la Edad del Hierro*. Alcalá de Henares, Museo Arqueológico Regional: 223-234.
- Vicente García, V. y Díaz Jiménez, S. (2021) «Nuevas evidencias arqueológicas en la provincia de Soria: posibles aportaciones para el estudio de la presencia militar romana en la Submeseta Norte». *BSAA arqueología*, LXXXVII: 1-29. <https://doi.org/10.24197/ba.LXXXVII.0.1-29>.
- Vinci, G.; Vanzani, F.; Fontana, A. y Campana, S. (2024): «LiDAR Applications in Archaeology: A Systematic Review». *Archaeological Prospection*, 32 (1): 81-101. <https://doi.org/10.1002/arp.1931>.
- Zakšek, K.; Oštir, K. y Kokalj, Ž. (2011): «Sky-View Factor as a Relief Visualization Technique». *Remote Sensing*, 3 (2): 398-415. <https://doi.org/10.3390/rs3020398>.