

Aplicaciones LiDAR a la topografía arqueológica: El Castro de Irueña (Fuenteguinaldo, Salamanca)

LiDAR applications to the archaeological topography: The Irueña Hillfort (Fuenteguinaldo, Salamanca)

Luis Berrocal-Rangel¹

Pablo Paniego Díaz¹

Lucía Ruano¹

Gregorio R. Manglano Valcárcel¹

Recibido: 15-06-2017

Aceptado: 10-07-2017

Resumen

Este trabajo pretende demostrar la utilidad de las nuevas tecnologías de Información Geográfica (TIC) aplicadas a las prospecciones extensivas en Arqueología. Sobre un caso concreto, el llamado castro de Irueña, los autores han realizado un estudio de campo combinando las prospecciones sobre el terreno con la aplicación de tecnologías LiDAR y SIG, para ofrecer una planta topográfica totalmente novedosa que permite, junto a algunos posibles hallazgos externos, interpretar mejor los restos arqueológicos conocidos previamente.

Palabras clave: TIC; LiDAR; SIG; Vettones; Irueña.

Abstract

In this paper, the authors try to defend the utilities that they have obtained from new geographical information technologies to the Archaeological surveys. They have applied LiDAR system and GIS software, besides a ground survey, over a study case, the so-called "castro de Irueña" (Salamanca, Spain) and they managed a new mapping of the site, with new inside and outside findings that allow to explain much better archaeological remains from older excavations.

Key words: Topography; LiDAR; GIS; Vettones; Irueña.

1. INTRODUCCIÓN²

Desde hace poco menos de una década, el uso de las imágenes obtenidas por el método del láser aéreo dentro de los estudios arqueológicos se ha hecho popular en la gran mayoría de los ámbitos investigadores y académicos de nuestro país. Sin embargo su aplicación a casos concretos es, todavía, muy escasa. Como mero

ejemplo, basta echar un vistazo a la espléndida monografía *Manual de Tecnología de la Información Geográfica aplicadas a la Arqueología*, publicado en 2016 bajo la coordinación de Carmen Mínguez y Enrique Capdevilla, para sorprenderse de la escasa presencia de los LiDAR en las catorce contribuciones que conforman este libro. Puede decirse que tal pre-

¹ Departamento de Prehistoria y Arqueología, Universidad Autónoma de Madrid. luis.berrocal@uam.es

² Trabajo realizado dentro del proyecto HAR2016-77739-P "La Arquitectura Protohistórica en el Occidente de la Meseta. Arqueotectura y Arqueometría aplicada al patrimonio construido de los castros vettones." del MINECO y de

la Unidad Asociada IAM – UAM "ANTA" del CSIC.

Agradecemos las ayudas prestadas en la realización de este trabajo por la Dirección General de Patrimonio de la Junta de Castilla y León, especialmente de D^a Esther González Mazariego, así como del Ayuntamiento de Fuenteguinaldo y de la Asociación de Amigos del Castro de Irueña.

sencia es singular (p.e. en Grau 2016: 120-121). Afortunadamente este panorama está cambiando rápidamente y es seguro que en el plazo de dos o tres años no habrá trabajo de campo que no haya utilizado esta nueva tecnología.

Las imágenes LiDAR (Light Detection and Ranging System) no responden la idea errónea de reflejar las estructuras soterradas mediante la penetración de rayos láser desde el aire³. En realidad, el sistema LiDAR se basa en la representación de una imagen aérea de la superficie de un terreno, la más exacta que se puede obtener hoy en día, y que se plasma en un Modelo Digital del Terreno (Plata *et alii* 2012: 92-93), de características únicas y conocido con las siglas MDL. Este modelo, formado por miles de píxeles que representan cada uno de ellos la altura de un punto georreferenciado en el terreno, ofrece una información topográfica que dista mucho de cualquier otra fuente asimilable, como la ortofotografía, por varias razones, entre las que destaca la posibilidad de seleccionar la profundidad a que se quiere obtener dicha imagen, siempre hablando de rangos superficiales: al nivel de la cobertura arbórea alta; de los matorrales y arbustos; o, en el mejor de los casos, del suelo llano (Modelo Digital de Superficie). Pero lo que LiDAR no va a proporcionarnos es una imagen de lo que está soterrado en éste, como sí lo hace un georradar.

Su capacidad de precisión y detalle es posible gracias a la combinación de tres tecnologías en una: los rayos láser, su capacidad de alcance y recepción, y su imbricación con dos sistemas de localización y movimiento: el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y el de Navegación Inercial (gracias a una Unidad de Medición Inercial que tiene en cuenta los parámetros del avión en cada momento para su “neutralización”). Desde éste, o desde cualquier otra aeronave incluyendo ciertos drones, se pueden emitir bandas de rayos láser regulares en forma de pulsos ópticos que son reflejados contra la superficie del terreno y registrados en su retorno (Rosales y Rodrigo 2012: 57). Según sea la velocidad del registro y el alcance predeterminado del pulso, se pueden obtener mapas de puntos formados por pulsos con retorno múltiples que, procesados adecuadamente, dan imágenes monocromáticas de enorme exactitud, pudiendo reflejar en un mismo “vuelo” un mapa de la vegetación arbórea; de las construcciones al nivel de los tejados de las distintas edificaciones; de los arbustos; o del suelo llano, sin elementos que lo distorsionen (González-Ferreiro *et alii* 2012). Es esta capacidad, la de reflejar con grandísima

exactitud la superficie llana de un terreno, lo que hace que las imágenes LiDAR sea potencialmente muy útiles en el estudio arqueológico, específicamente, para las prospecciones y el levantamiento cartográfico en general (Rosales y Rodrigo 2012; Crutchley 2010). Claro que, como siempre, lo que se plantea desde la teoría tiene siempre muchas limitaciones prácticas y, en realidad, cuando se quiere aplicar dicha tecnología para el registro de una superficie arbolada no es igual si la toma de pulsos se ha realizado sobre un bosque de caducifolias en invierno que sobre otro de perennifolias, o sobre un terreno llano y desforestado, donde lógicamente se obtienen los mejores resultados (p.e.: Coromines *et alii* 2005: 74-75).

En realidad, el escaneo de una superficie amplia de terreno solo puede servir como indicio claro de las posibles estructuras enterradas bajo él. La gran diferencia con la ortofotografía estriba, no sólo en la mayor exactitud del LiDAR que elimina cualquier distorsión por mínima que sea pues se forma a partir de los retornos múltiples georreferenciados individualmente, sino en la capacidad de neutralizar de la superficie todo aquel “ruido informativo” que no interesa al trabajo en cuestión. Y, esto, es especialmente útil en las zonas con densa cobertura arbórea como es el caso que nos interesa en este trabajo. La exactitud de la emisión de pulsos láser se mide por el número de éstos, que puede variar entre unos pocos por segundo a varios miles, sin solaparse entre ellos. En términos generales estas frecuencias se miden por puntos sobre el terreno, espaciados por metros, siendo de calidad topográfica cualquier registro que oscile entre 1 y 2 puntos por metro cuadrado (Crutchley 2010:17). Dicha exactitud depende de muchos factores, desde las condiciones climáticas a la hora de realizar el vuelo a las características del terreno registrado.

Además, otra de las grandes ventajas de las imágenes LiDAR frente a la ortofotografía es que las primeras son registradas en un lenguaje digital, concretamente ASCII, correspondiendo cada pulso a una combinación de coordenadas x,y,z, especialmente útiles cuando se quieren gestionar mediante programas de S.I.G. que son los que facilitan la creación de ortomapas conocidos como MDL. En nuestro caso hemos usado el MDL de superficies sombreadas disponible en el Centro de Descargas del IGN, combinado con los programas (López Romero *et alii* 2014). El Centro de Descargas del IGN dispone, prácticamente desde el mes de Mayo de este año, de las nubes de puntos LiDAR de todo el territorio nacional, en las coordena-

³ Idea generada, sin duda, por las primeras aplicaciones LiDAR que lo fueron sobre el agua (Sistema SHOALS) y que sí tienen la capacidad de penetrar las superficies acuáti-

cas para registrar el fondo de éstas (Magdaleno y Martínez Romero 2006: 3).

das ETRS89, facilitando su descarga en superficies de 4 km², una unidad de medida muy adecuada para los objetivos que planteamos. Se trata de ficheros digitales en formato .LAZ de 2x2 km., con información altimétrica en una densidad de 0,5 puntos por metro cuadrado y píxel de 0,25 m. que, una vez tratados para obtener el consiguiente Modelo Digital del Terreno sobre malla de 5 m. (MDT05), se suavizan y colorean en RGB mediante su contraste con las ortofotos del PNOA (Plan Nacional de Ortofotografía Aérea: Soterres *et alii* 2014: 199ss.)⁴.

2. ARQUITECTURA Y ARQUEOTECTURA ENTRE LOS CASTROS VETTONES

El proyecto “La Arquitectura Protohistórica en el Occidente de la Meseta (HAR2016-77739-P)” del M.I.N.E.C.O. tiene como uno de sus objetivos principales la obtención de una cartografía actualizada de las construcciones protohistóricas del Occidente de la Meseta Norte, específicamente de los conocidos como “castros y *oppida* vettones” (Álvarez-Sanchís 2000). En tal sentido, dispusimos del uso de ortofotomapas y de imágenes LiDAR en combinación con la toma de datos sobre el terreno, tanto mediante el uso de unidades de GPS topográficos como con la utilización de estaciones totales. En realidad no hacemos más que seguir las recomendaciones de las mejores aplicaciones LiDAR a la Arqueología, combinar la información aérea con la registrada en el campo, pues sin ésta, la primera da lugar a numerosos equívocos y errores (Crutchley 2010: 24; Campana 2002; Kovaks 2012). Para ello, realizamos diversos trabajos de campo mediante breves campañas de prospección intensiva desarrolladas en dos niveles: la obtención de puntos cartográficos básicos, mediante el uso de GPS de mano, y el trazado de líneas de referencia básicas a partir del establecimiento de puntos topográficos concretos con el uso de una estación total. Ambas redes de datos se confrontan y establecen en una cartografía en CAD que se compara con ortofotos (PNOA, SIGPAQ) y, especialmente, con las imágenes LiDAR obtenidas de los datos disponibles en el Instituto Geográfico Nacional. Estas imágenes ofrecen la densidad citada de 0,5 puntos/ metro cuadrado, suficiente para registrar con rigurosidad los terrenos más variados de la Meseta española. El único problema de cariz instrumental que encontramos es que la realización de los MDT están georreferenciados sobre el sistema ETRS89, compatible con el WGS84, mientras que la cartografía al uso del MTN 1:25000 sigue manteniendo el ED50, en

algunos casos actualizado al ED79. La conversión entre ambos sistemas es relativamente fácil gracias a los diversos programas abiertos y disponibles en la Red. Dado que en nuestro trabajo partimos de la cartografía oficial 1:25000, la toma de puntos GPS sobre el terreno se hace con el sistema ED50 para después hacer su conversión al WGS84.

Los resultados, que vamos obteniendo, son a menudo sorprendentes, por cuanto debemos recordar que los planos topográficos de los castros vettones suelen estar muy anticuados, a menudo realizados hace tres o cuatro décadas, en los mejores casos, cuando no a mediados del siglo XX como es el caso de La Mesa de Miranda. Como ejemplo de estudio inicial traemos a estas páginas el yacimiento de Iruña (Fuenteguinaldo, Salamanca), un “castro” muy conocido del que, sin embargo, se carecía de datos actualizados hasta hace muy pocos meses, más allá de los referidos a hallazgos casuales o a prospecciones extensivas (IACyL. S.d.).

Mediante la aplicación del protocolo descrito, el equipo firmante ha podido no sólo corregir y actualizar la planimetría disponible, que databa de los años ochenta del pasado siglo (Rayapunto 1991; Martín Valls 1997), sino identificar la existencia de posibles estructuras que permitirán comprender e interpretar correctamente la identificación de este yacimiento, a partir de los restos que se conocían previamente. Incluso, de la confrontación de los datos obtenidos en las prospecciones, la ortofotografía y el MDT del CNIG hemos podido proponer la identificación de nuevos yacimientos aledaños al castro de Iruña, yacimientos que, de ser confirmados mediante las necesarias excavaciones, explicarían definitivamente el papel y la función de este, hasta el momento, misterioso yacimiento.

3. IRUEÑA, DE *OPPIDUM* VETTÓN A ASENTAMIENTO TARDORROMANO

El llamado “castro de Iruña” se localiza en las coordenadas UTM 29 N 697670.4473367, Datum Europeo 1950, según aparece representado en el Mapa Topográfico Nacional de España, escala 1:25000 (Hojas 550- III/IV “La Alberguería-Robleda”). Estas coordenadas están referidas a un punto concreto central del área arqueológica reconocida, punto marcado en el MTN por la cota 832 m. s.n.m. El área prospectada queda incluida en la parcela 011 del Catastro, término municipal de Fuenteguinaldo y propiedad de la Confederación Hidrográfica del Duero (Figura 1).

⁴ Es realmente un orgullo disponer de herramientas públicas, y gratuitas, como ésta y todas las que ofrece el Instituto Geográfico Nacional: <http://pnoa.igen.es/coberturalidar>:

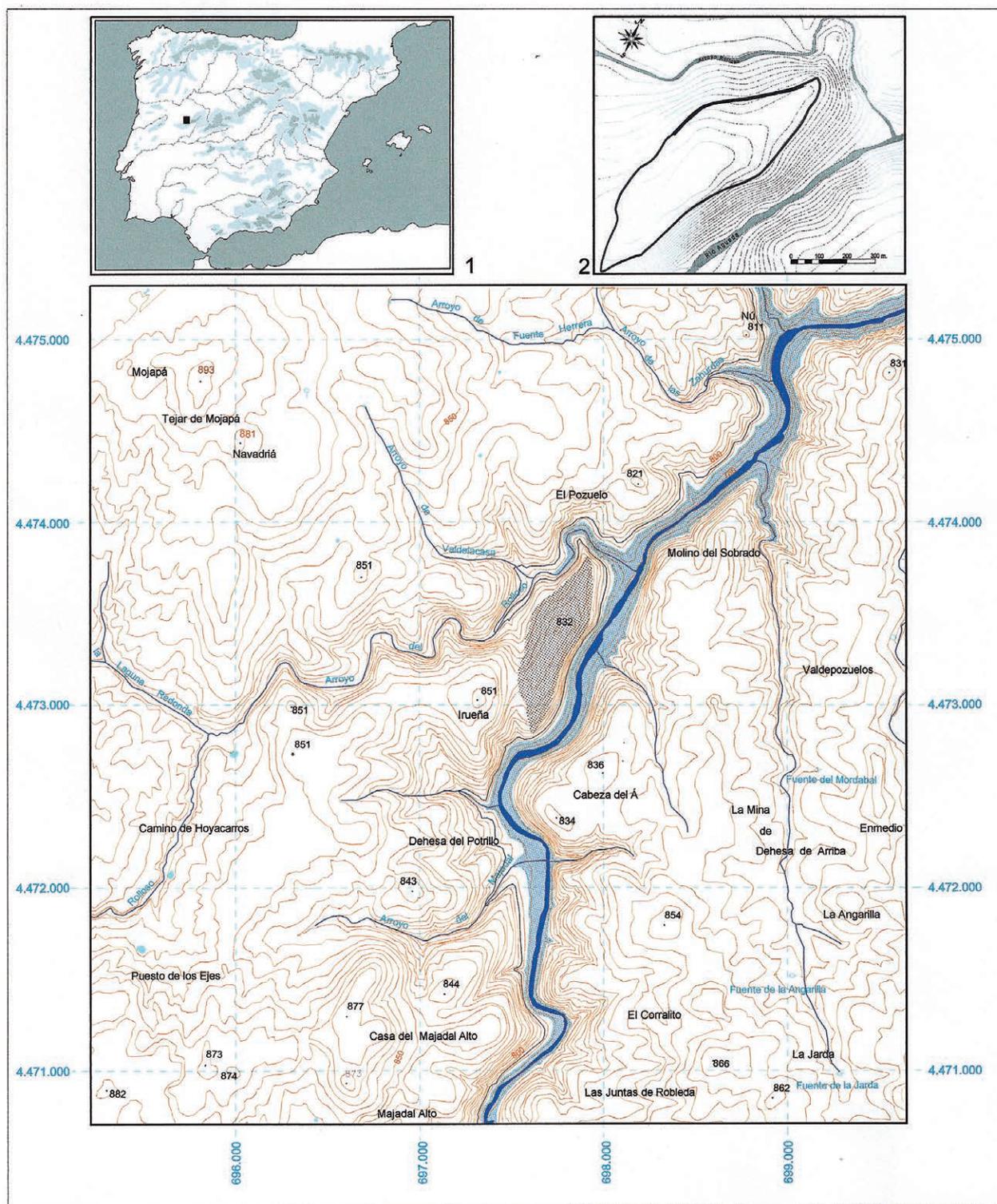


Figura 1: 1. Localización del yacimiento de Iruña en la Península Ibérica; 2. Planimetría oficial del yacimiento (RAYAPUNTO 1991); Debajo: Entornos del yacimiento en el MTN de España, 1:25000.

A partir de la cartografía publicada por Ricardo Martín Valls (1997), pero realizada años antes (Rayapunto 1991), el yacimiento se dio a conocer como un poblado defendido por una única línea amurallada, de trazado muy simple, engrosada con un posible doble paramento exterior por el flanco occidental

(Figura 1.2). Este recinto, que ocuparía unas 22 ha. calculadas a partir de la aplicación del SIGPAQ, presentaba dos singularidades notables: por una parte su trazado lineal y básico, con forma de ojiva en planta y, por otra, su extensión, enorme si se compara con cualquiera de los restantes poblados amurallados de la

Edad del Hierro de la provincia de Salamanca. En este sentido sería incluso superior a la contemplada para los yacimientos prerromanos de Ledesma y Salamanca (Benet y López Jiménez 2008: 169-170). Respecto al trazado lineal de su muralla y a la planta fusiforme del supuesto castro, es evidente que tales rasgos derivan de la forma de la meseta en horcajo que ocupa, definida por los barrancos pronunciados sobre el río Agueda y su subsidiario el arroyo Roloso que, junto al menor de Valdelacasa, se unen bajo el extremo septentrional del poblado. Pero, ciertamente, a poco que se compare dicha planta ovalada con la que presenta cualquier otro castro salmantino se observarán claras diferencias: como la escasa adaptación del trazado de sus murallas a la topografía dado que, para mantener dicha linealidad, las curvas de nivel son cortadas indiscriminadamente en alguno de sus tramos (p.e. en el SE); la ausencia de bastiones, recodos, antemuros o fosos; etc. La obra de la cortina amurallada que se reconoce en superficie es extremadamente simple, presentando una fábrica de mampostería de pizarra, con piedras generalmente pequeñas o medianas, cogidas a seco. Mientras en su flanco oriental no se distingue más que un simple paramento exterior que sobresale escasas hiladas en la superficie bordeando el barranco pronunciado sobre el Águeda, en el flanco opuesto, sí se localizan con facilidad importantes tramos de lienzos, con varios metros de altura conservada y algunas acumulaciones de grandes sillares y sillarejos de granito, que contrastan con la imagen de debilidad constructiva dada por la mampostería de pizarra, indicando la presencia de una muralla monumental, acorde con las conocidas en otros asentamientos contemporáneos del territorio salmantino. Quizá estos sillares respondan a quicios, o esquinas, de puertas que no se distinguen con facilidad, pero de las que ya habló Gómez Moreno en una de sus visitas pioneras al yacimiento, llegando a bautizar una de ellas como “la puerta del Sol” (1967: 35-36). Por el mismo trazado de la muralla, sustituido por terraplenes en el extremo sur, podría apoyarse la presencia de una gran puerta en este flanco occidental aunque el acceso más adecuado y lógico se realizaría por dicho extremo sur, donde más fácilmente se supone la presencia de una puerta y, como veremos después, un “camino de carros”. Por el contrario, el extremo norte, con una pronunciada pendiente hacia el horcajo citado, no presenta restos fácilmente identificables.

Por todas estas razones, y por los materiales arqueológicos y epigráficos documentados en su interior, Iruña siempre fue considerado una ciudad romana, independientemente de su topónimo indoeuropeo que, en todo caso, revelaría una posible ocupación prerromana previa (Jordán 2001: 422). Pero tampoco su emplazamiento, en un cerro marcado por barrancos, con una forma que prioriza la longitud sobre la anchu-

ra, parecen propios de una población romana de entidad, por lo que, junto con otros restos y estructuras intramuros, se ha apoyado una cronología tardorromana y medieval para la cerca amurallada y sus principales ruinas. Aún así, los hallazgos de materiales cerámicos, epigráficos y arquitectónicos, en general, confirman desde las primeras actuaciones la ocupación romana del lugar, materiales que permitieron la deducción Iruña = *Vrunia* (Salinas 1982: 14ss; Pérez Centeno 1992: 334; Mangas 1985: 41 y 1992: 263; Salinas 2017: nota 36), un posible municipio romano al que se ha adjuntado un notable registro en epigrafía, generalmente de carácter funerario, militar y viario (Martín Valls 1982; Salinas 1992: 179-180; Jiménez de Furundarena 2001: 73...; Hernández Guerra 2001: 15; Salinas y Palao 2012: esp. 277; Salinas 2017: 612).

El yacimiento fue objeto de excavaciones antiguas por parte de un erudito de Fuenteguinaldo, D. Domingo Sánchez, entre 1931 y 1934, con autorización y apoyo de la Junta Superior de Excavaciones de la Segunda República, y con su declaración como Monumento Histórico en el primero de estos años (Álvarez-Sanchís 2000: 27). De las excavaciones Domingo Sánchez redactó un informe, inédito y parcialmente perdido, dando cuenta de la localización de importantes construcciones monumentales, generalmente en granito: fustes y basas de columnas, tramos de podios y cimentaciones de grandes edificios construidos en mampostería y cantería granítica de buena calidad (Sánchez 1935). Muchos de estos restos se encuentran todavía in situ, dada su envergadura, y permiten identificar con facilidad las dos áreas de intervención, ambas en el flanco meridional del poblado. Otros hallazgos fueron transportados y aprovechados en las mismas casas de Fuenteguinaldo y, posiblemente, en la misma Ciudad Rodrigo (como se ha supuesto para las mismas columnas que forman su emblema: Mangas 1992: 257; Jiménez 2001: 67 y nota 3; contra: Martín Valls 1965: 71-98; y Salinas y Palao 2012: 278, con la interpretación más lógica).

En concreto, las dos áreas de excavaciones antiguas se conocen como “la plaza o el palacio”, algo más al norte y hacia el interior de la muralla; y “la calle”, a un centenar de metros al sur de la primera, y en conexión directa con la muralla (Gómez Moreno 1967). De la primera, podemos observar una serie de construcciones de entidad, grandes muros de mampostería, basas y fustes de columnas monumentales, y algunos sarcófagos tallados en granito, de aspecto tardío, posiblemente medieval. La presencia de las ruinas de una iglesia cristiana es habitualmente aceptada por los vecinos de Fuenteguinaldo, quizá como memoria de la ocupación postrera de lo que parecen haber sido previamente, con pocas dudas, grandes construcciones templares de época romana.

En relación con dicho santuario medieval se consideran los dos sepulcros monolíticos que aparecen en el lugar como testimonios del uso funerario compartido por el espacio sagrado (Martín Viso 2012: 19), sepulcros que incrementan su número con otro ejemplar hallado en las proximidades (Salinas y Palao 2012: 273).

Respecto a la “calle”, llama la atención especialmente por la presencia de un canal de desagüe, realizado con grandes sillares de granito, reutilizados. Entre ellos, y a un lado y al otro de dicha estructura, se vuelven a documentar restos de basas, molduras, frisos y fustes, implicando la existencia de construcciones de gran envergadura y monumentalidad en un espacio que se abre al barranco sobre el río Águeda, donde la muralla no debía presentar una obra especialmente importante.

Otras muchas estructuras, de difícil definición, se localizan entre la densa maleza y el bosque de robles que cubre gran parte del cerro, junto a numerosos fragmentos latericios y tegulas.

Queda, por último, referirse a dos vestigios arqueológicos singulares hallados en este yacimiento. En primer lugar, cerca de su extremo suroccidental se encuentran los restos del verraco conocido como “yegua de Irueña”, una enorme escultura de más de 3 metros de longitud, partida en varios trozos, y que posiblemente sea la mayor de las conocidas en la actualidad (Manglano 2017, ficha 259). Aparentemente se encuentra aún *in situ*, en un lugar donde se conoce desde los tiempos más remotos, pues, siendo objeto de buscadores de tesoros, fue dinamitada en varias ocasiones. Hoy en día hay un proyecto de salvaguarda y restauración emprendido por el Servicio de Arqueología de Salamanca, de la Dirección General de Patrimonio Cultural de la Junta de Castilla y León. Dentro de su ejecución se han realizado recientemente unas catas en su alrededor, pudiéndose documentar debidamente las dimensiones de la escultura con vista a su futura restauración y exposición pública que dignifique el estado de “abandono” que presentaba hasta el año pasado. Dicha intervención fue realizada por la empresa *Estudio Arqueología*, bajo la dirección del arqueólogo Manuel Carlos Jiménez González, quien se encargó así mismo del desbroce y limpieza posterior del castro, con seguimiento arqueológico, acometida por el Ayuntamiento de Fuenteguinaldo durante los meses del pasado invierno (Jiménez 2016 y 2017).

Durante estas actuaciones, la asociación “Amigos del castro de Irueña” (<http://amigosdeiruena.blogspot.com.es/>), muy activa desde su fundación, dio la noticia de la recuperación de un segundo verraco (*Gaceta de Salamanca* 24.10.2016), escultura que hemos podido reconocer en un punto alejado de la primera, con la que no tiene relación formal. En este caso, se trata de la escultura que fue citada por Juan Maluquer como localizada en la pendiente nordoriental del castro, hacia el río Águeda (1956: 63; Manglano

2017, ficha 260), y parece representar un suido en posición de acometida. Otras piezas escultóricas, como la cabeza de cánido o felino que se conserva en la Alcaldía de Fuenteguinaldo, o el llamado “ídolo de Irueña” (Grande y Benito 1989) parecen obra de tiempos posteriores, si no frutos de la imaginación del observador.

3. PROSPECCIÓN GEORREFERENCIADA Y APLICACIÓN LIDAR

Irueña se encuentra en el reborde sudoccidental de la Meseta norte, ya en pleno Macizo Herciniano, por lo que el substrato lítico está formado básicamente por pizarras, con suelos pardos pobres en componentes orgánicos y densa cobertura arbórea, fundamentalmente formada por robledales, como refleja el topónimo de este espacio natural, “El Rebollar” (Lázaro y Bueno 2003: 47-51). Como tal se identifica un cerro amesetado de forma vagamente triangular, claramente marcada por los barrancos que caen, por el Este, al río Águeda y, por el Oeste, al arroyo Roloso. Por razones prácticas, hemos denominado esta área como “Zona A”, para diferenciarla del cerro más alto con el que se conecta por el Suroeste, no sin antes salvar una profunda y ancha vaguada. Dado que desde el inicio consideramos importante el estudio de este cerro para la comprensión del yacimiento, lo denominamos “Zona B”, y lo incluimos en el proyecto presentado para la realización de esta investigación (cota 851, con el topónimo “Irueña” reflejado en el MTN). Mientras la Zona A presenta una amplia superficie, más o menos plana, oscilante entre los 843 m. y los 826 m. s.n.m., la Zona B muestra un perfil cónico, en el que destaca como cabecera del cerro, un espacio casi circular con cotas entre 856 y 851. En dicho espacio se localizan las ruinas de un caserío de época moderna. (Fig. 2)

Con un protocolo de actuación semejante al llevado a cabo en otras aplicaciones LiDAR (p.e. Lorenzo *et alii* 2012), hemos partido de la cartografía oficial existente, el MTN 1:25000, para proceder a un levantamiento selectivo de puntos sobre el terreno, bien a través de unidades GPS como del uso del instrumental topográfico adecuado, en este caso una estación total del Departamento de Prehistoria y Arqueología de la UAM. Posteriormente la información “de campo” obtenida se confrontó con las ortofotos del PNOA – SIGPAQ y la cartografía previa, especialmente en lo que se refiere al mapa de curvas de nivel, muy mejorables a partir de los datos obtenidos por la aplicación LiDAR. Por último, estos resultados fueron confrontados con los resultados de los datos del MDT LiDAR del IGN, ayudados en su interpretación con aplicaciones virtuales a partir de programas SIG, especialmente dedicadas a la definición de las áreas de visibilidad y mapas de pendientes. Toda esta línea de actuaciones se desarrolló siguiendo los siguientes puntos:

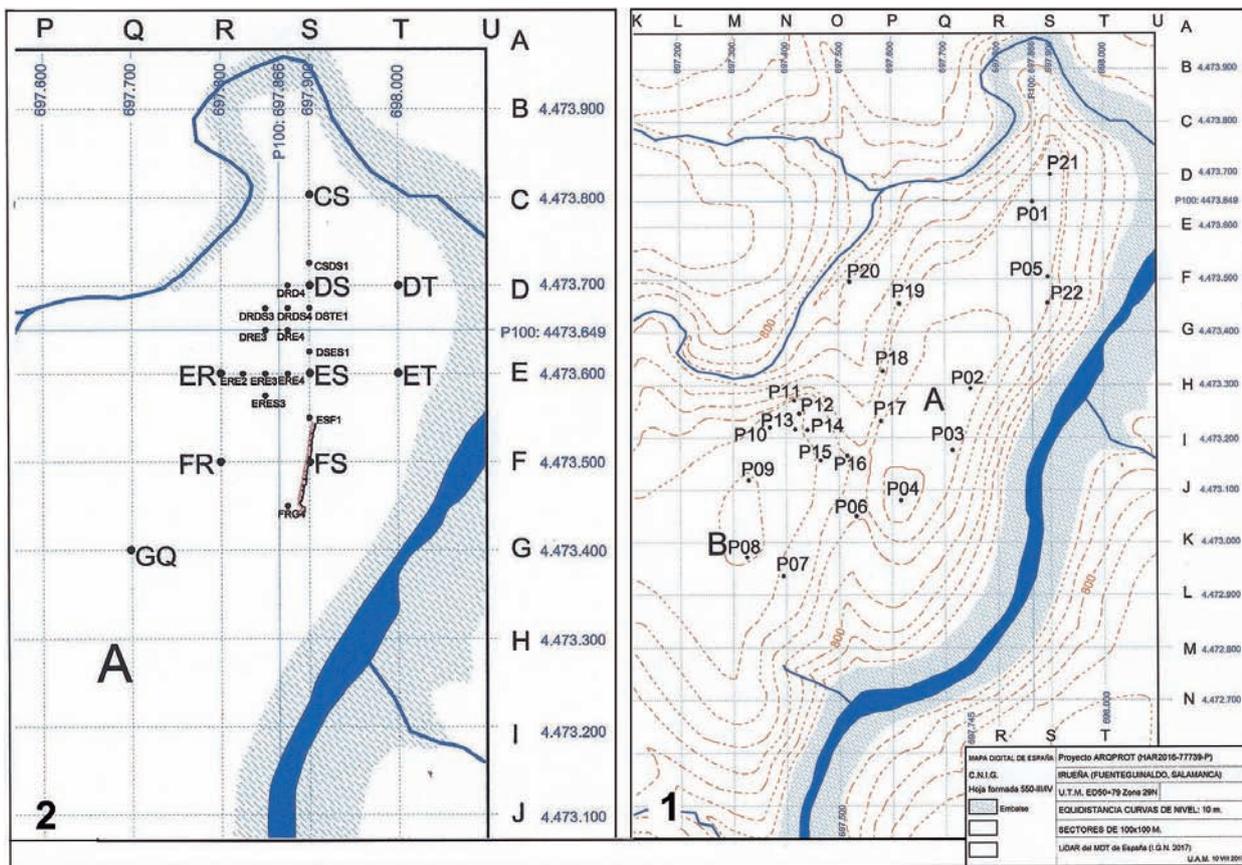


Figura 2: 1. Yacimiento de Iruña. Zona A: puntos GPS tomados sobre el terreno; 2. Puntos topográficos de la trama de 25 metros trazada sobre el terreno. Cada cuadrícula: una hectárea.

1. Realización de una prospección selectiva del terreno, con toma de puntos GPS en aquellos lugares en los que se reconozcan estructuras arqueológicas o se documenten indicios de la existencia de tales estructuras soterradas. Esta toma de puntos se realizó en el mes de mayo del presente año, en condiciones climatológicas estables, mediante un aparato unidad de GPSMAP GARMIN 62s, dispositivo específico para el levantamiento topográfico con compás electrónico de tres ejes y altímetro barométrico, a lo largo del perímetro amurallado de la Zona A y de ciertos tramos de la Zona B (Figura 2.1).
2. Toma de puntos topográficos, en malla de 25 metros, a partir de un “punto 100” fácilmente identificable en los escasos afloramientos del substrato lítico del tercio septentrional de la Zona A (UTM ED50 697857.4473646: Figura 2.2). Esta actuación tiene como objetivos: la localización en plano de algunas estructuras arqueológicas para su confron-

tación con las cartografías previas y el levantamiento topográfico detallado de las zonas más practicables para una intervención posterior.

La identificación de estos puntos estratégicos se ha reflejado en la Figura 2.2, limitándose a la zona mas llana y septentrional del cerro amesetado, dadas las dificultades que la vegetación presenta en su mitad meridional. Su toma se realizó mediante el uso de una estación-total Leika TS02-7'', sobre el terreno, a partir del Punto 100 citado, establecido sobre un afloramiento del substrato lítico especialmente destacado y fácil de identificar. A dicho punto se le otorgó, tras varias mediciones con la unidad GPS, una altitud teórica de 827 m. s.n.m.⁵, a partir de la cual se obtuvieron el resto de cotas. Se intentó integrar, en esta malla, todas las estructuras visibles en superficie que, por condicionantes de tiempo y presupuesto, quedaron limitadas a un interesante tramo del flanco oriental de la muralla del poblado.

⁵ La unidad GPS se recalibró previamente en el vértice geodésico “La Atalaya”, distante un 1km al Norte de Fuenteguinaldo, cuya altitud es de 897 m. s.n.m. Tanto la

cota del Punto 100, como las restantes tomadas en los diversos puntos ofrecen alturas entre 6 y 9 metros mayores de las que se deducen del MTN.

3. Confrontación de los resultados con el MDL proporcionado por el IGN, previamente contrastado, a fin de identificar al máximo las estructuras que se hayan podido reconocer en la prospección selectiva. La imagen ráster fue debidamente tratada con luz rasante con varios ángulos, adecuados para destacar las líneas de la muralla, que corren mayoritariamente transversalmente al haz de luz mediante el programa de acceso gratuito *Relief Visualization Toolbox* (Figura 3.1). De esa manera, se incrustó la planimetría existente del castro, a la misma escala, sobre base CAD, para poder observar con claridad que el flanco occidental de la muralla del plano de 1991 corresponde relativamente bien con el trazado de la muralla reflejado en el MDL, mientras el tramo oriental está mal ubicado, a media pendiente del barranco sobre el Águeda, conservando, eso sí, un trazado paralelo al muro que se observa en el LiDAR. En cuanto al extremo sur del plano, aquí la correspondencia con lo reflejado en el MDL es nula. Resultó claramente significativa la absoluta concordancia entre el tramo de muralla oriental, topografiado por nosotros, en la trama de 25 metros y el muro que se observa en el LiDAR (Figura 3.1.a1.3). En el extremo Sur del castro, Zona A, se identificaron nuevas estructuras y posibles recintos, que fueron debidamente confrontados con los resultados habidos en los trabajos de campo. La figura 3.2 muestra el MDL, monocromático y ecualizado mediante la intensificación del contraste, para facilitar la identificación de estas nuevas posibles estructuras. De ellas destacamos la identificación de un recinto, definido por talud y ocasionalmente foso, con forma de cuadrado, abarcando la casi totalidad de la Zona B (Figura 3.2 y Figura 4).
4. Redefinición topográfica del yacimiento, con la generación de un mapa de curvas de nivel con equidistancia de 5 metros, a partir del levantamiento LiDAR y su adecuación a los resultados obtenidos sobre el terreno. La ejecución de éste, con 0,5 puntos altimétricos por metro cuadrado y un espaciamiento entre puntos de $\leq 1,41$ m., garantiza que sus resultados sean los más rigurosos de los obtenibles hoy en día (precisión altimétrica de $\leq 0,40$ m., RMSEZ $\leq 0,20$ m.). El resultado se representa en la figura 5, sobre la ortofoto de Google Earth, que es la más nítida y de mejor calidad que hemos encontrado. Posteriormente se incorporó a la planimetría en formato vectorial, sustituyendo el mapa de curvas de nivel ofrecido por el MTN25 (Fig.: 4.2).

5. Interpretación de la nueva cartografía mediante su confrontación con el MDT05 a partir de herramientas como el cálculo de mapas de visibilidad virtual y de pendientes, obtenidos mediante el uso de programas SIG. Para ello se ha usado el programa ESRI ArcGIS 10.2, aplicado al MDL, con paso de malla de 5 m. por píxel (Fig.: 6.1 y 2). Para su elaboración se han utilizado diversos puntos de observación teóricos dentro del terreno correspondiente tanto al asentamiento de Iruña, a partir de los extremos de su muralla, como a la Zona B, a una altura de 2 metros por encima del nivel del suelo. Se han considerado dos niveles de amplitud, el primero con un radio de 250 metros y el segundo con un radio de 2500 metros, en relación a los límites propuestos para ambos yacimientos. El mapa de pendientes se ha realizado también sobre la misma base cartográfica (Fig.: 7).

3. DISCUSIÓN Y RESULTADOS

La figura 8 refleja las estructuras identificadas sobre el terreno y aquellas propuestas que pueden plantearse a partir de la aplicación LiDAR y de la prospección selectiva realizada.

En la *Zona A*, el yacimiento de Iruña se revela con una planimetría mucho más compleja y unas dimensiones mucho mayores de lo que el viejo plano de 1991 permitía suponer. En este caso, la extraña forma ovalada y alargada deja de ser tal, convirtiéndose en un recinto interior algo más estrecho, ensanchado al Oeste y ampliado al Sur por nuevos recintos, hasta ocupar la práctica totalidad del cerro. La forma resultante responde a la que se puede esperar de un importante *oppidum* prerromano, posteriormente ocupado en época romana y medieval bajo parámetros que desconocemos. En la *Zona B*, se reconoce una gran estructura de planta cuadrada, identificada sobre el terreno en un talud y restos de posibles fosos, al menos en sus lados Norte, Este y Sur. Los 370 metros de cada uno de estos y la forma de los taludes permitirían identificar, a falta de las necesarias excavaciones, un posible establecimiento campamental romano, como se discutirá a continuación.

Bajo estos parámetros, identificamos las siguientes posibles estructuras:

A1: Recinto interior amurallado de Iruña. Se trata de una muralla de trazado sencillo, claramente identificada en sus flancos y difícilmente localizada en sus extremos, especialmente en el Norte, dónde el LiDAR contrastado permite afirmar su presencia. De toda ella, queremos destacar los siguientes tramos:

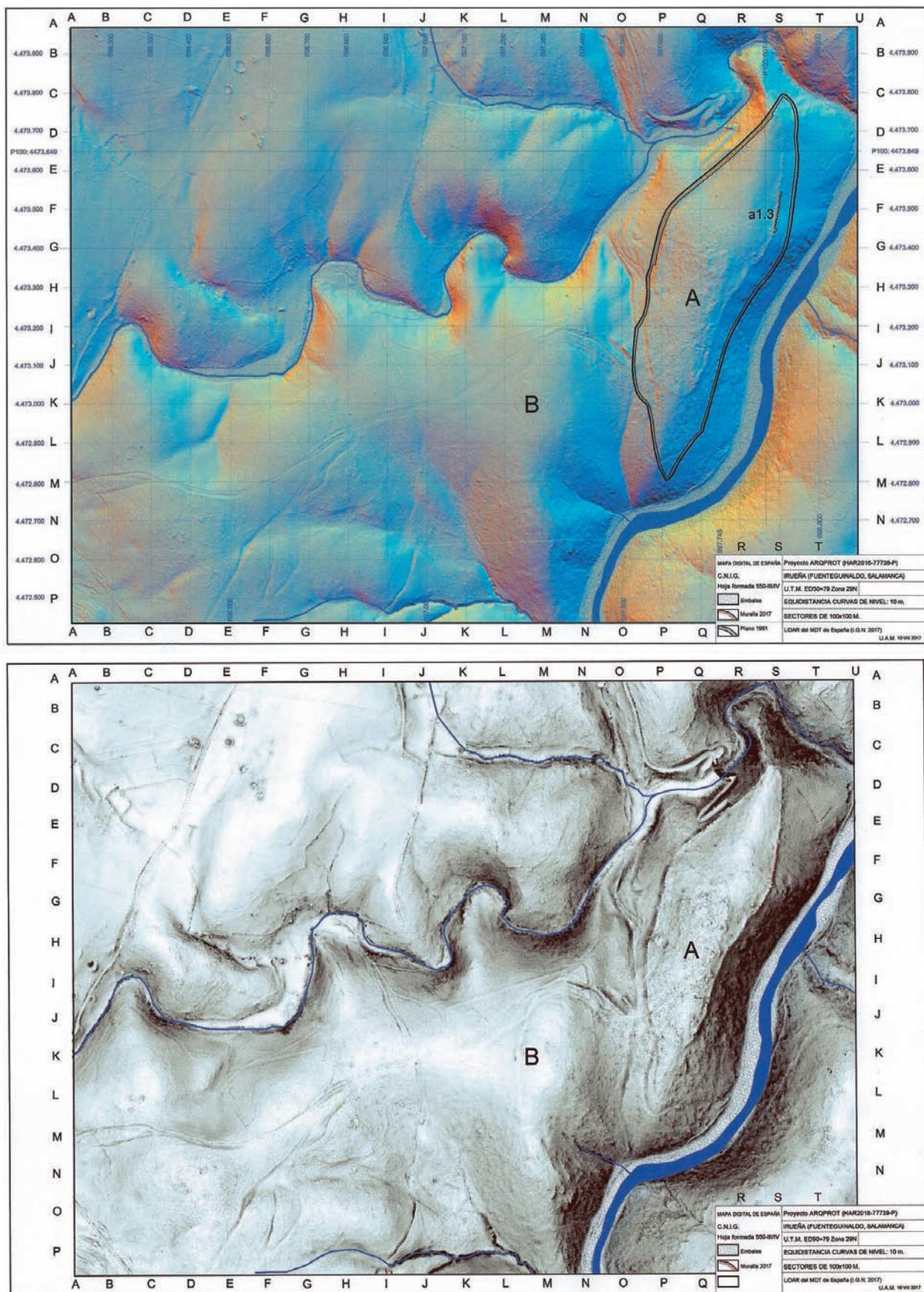


Figura 3.1. Modelo Digital LiDAR del IGN, suavizado y coloreado. Sobreimpreso, la planimetría de 1991 y el levantamiento de la muralla oriental realizado en 2017;
2. Modelo Digital LiDAR monocromático y contrastado.

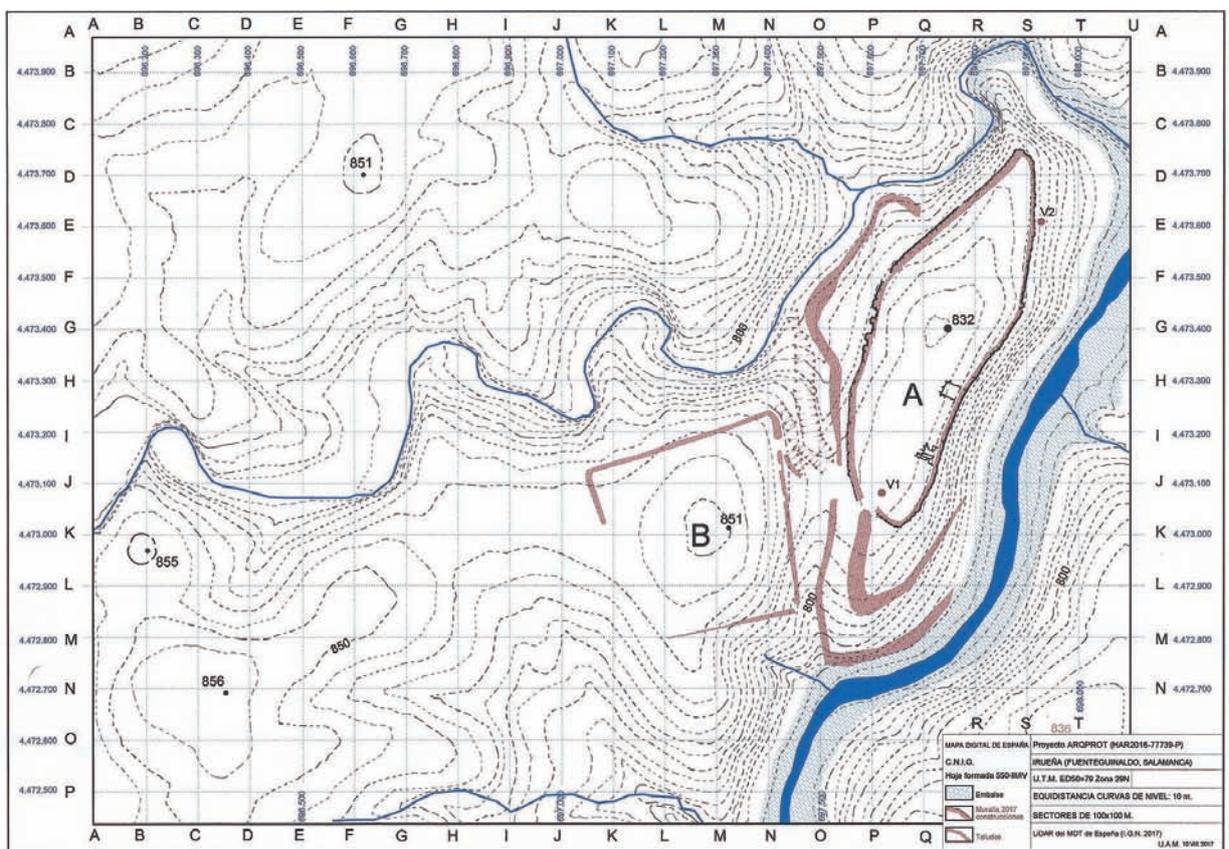
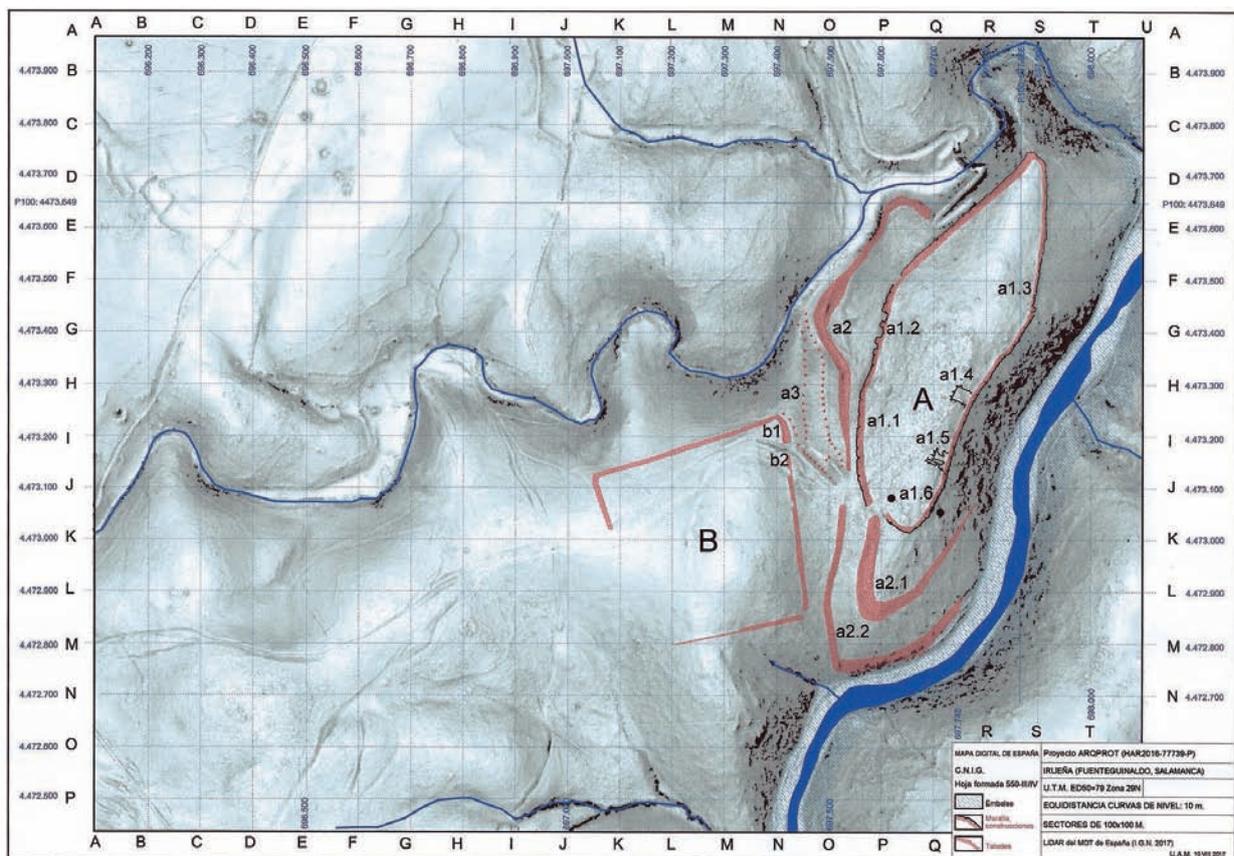


Figura 4.1. Modelo Digital LiDAR del IGN, suavizado, con las estructuras detectadas en el LiDAR y estudiadas en el trabajo; 2. Redefinición topográfica con la generación de curvas de nivel equidistantes 5 metros a partir del MDL y de la toma de datos de campo.



Figura 5. Ortofotografía de Google Earth de los yacimientos analizados, con superimpresión de las curvas de nivel a 5 metros de equidistancia generados a partir del LiDAR.

- a1.1. Muralla y posible puerta. Tramo occidental:* flanco de la muralla que muestra los lienzos mejor conservados, ya comentados, y la posible existencia de una puerta monumental, llamada “del Sol” por Gómez Moreno. La presencia de grandes sillares de granito, algunos con molduras, aboga por esta consideración, al menos en el P18 de los tomados con la unidad GPS (UTM ED50 697584.4473328 - Fig.: 9.1 y Fig.:2.1).
- a1.2. Otros dos vanos de la muralla, más septentrionales* (P19 - UTM ED50 697615.44 73455), responden a desplomes del paramento exterior de ésta, que en este tramo llega a conservar más de dos metros de altura, unas dimensiones de difícil estabilidad dada la mala calidad constructiva del paramento (Fig.: 9.2).
- a1.3. Muralla. Tramo oriental:* por el flanco oriental la muralla, o al menos su paramen-

to exterior, no destaca más que con escasas hiladas, favorecidas por bordear la pendiente sobre el Águeda (UTM ED50 697909.4473501 - Fig.: 9.3). En el P22 localizamos un tramo, casi a nivel del suelo, con más de 30 metros de longitud, claramente identificado en el MDL. La fuerte pendiente sobre el Águeda, y el mismo caudal de éste, permite entender que la muralla no debía tener una gran envergadura en este tramo. Quizá respondiese a un muro de contención para garantizar un aterrazamiento por este lado.

- a1.4. Edificios monumentales, templos y sarcófagos:* el P02 corresponde al área excavada por D. Sánchez y conocida como “la plaza, o el palacio” (UTM ED50 697750.4473290 - Fig.: 9.4). La monumentalidad de los restos de época romana, especialmente representados por los fustes y basas de enormes columnas, y por cornisas y otros elementos

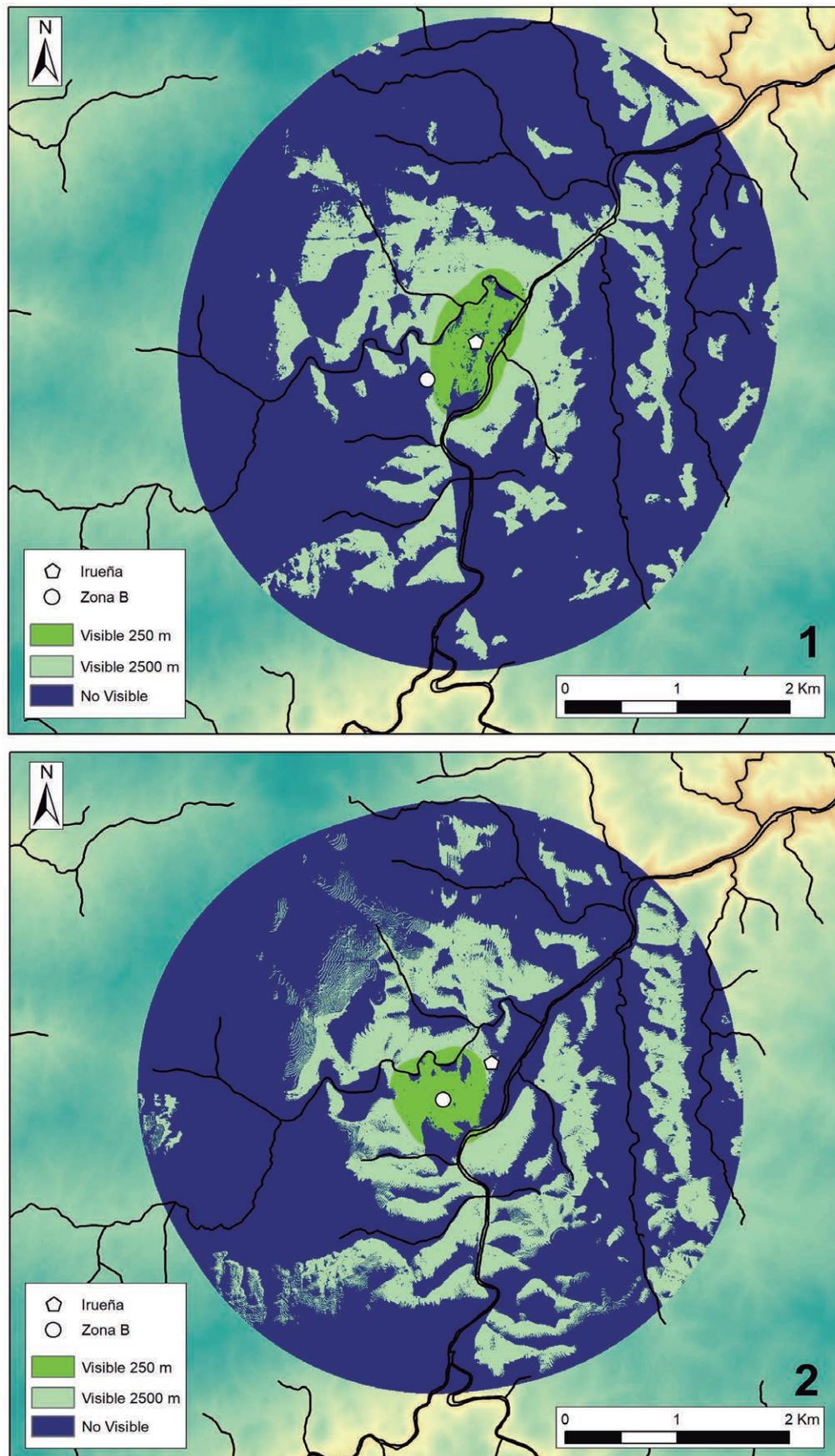


Figura 6: 1. Dominio visual virtual desde las murallas de Irueña, “Zona A” (pentágono), en un radio de 250 metros (control de los accesos) y 2500 metros (control visual real máximo). La forma ovalada es producida por la proyección del trazado de la misma muralla; 2. Dominio visual virtual desde el centro del cerro denominado “Zona B” (círculo).

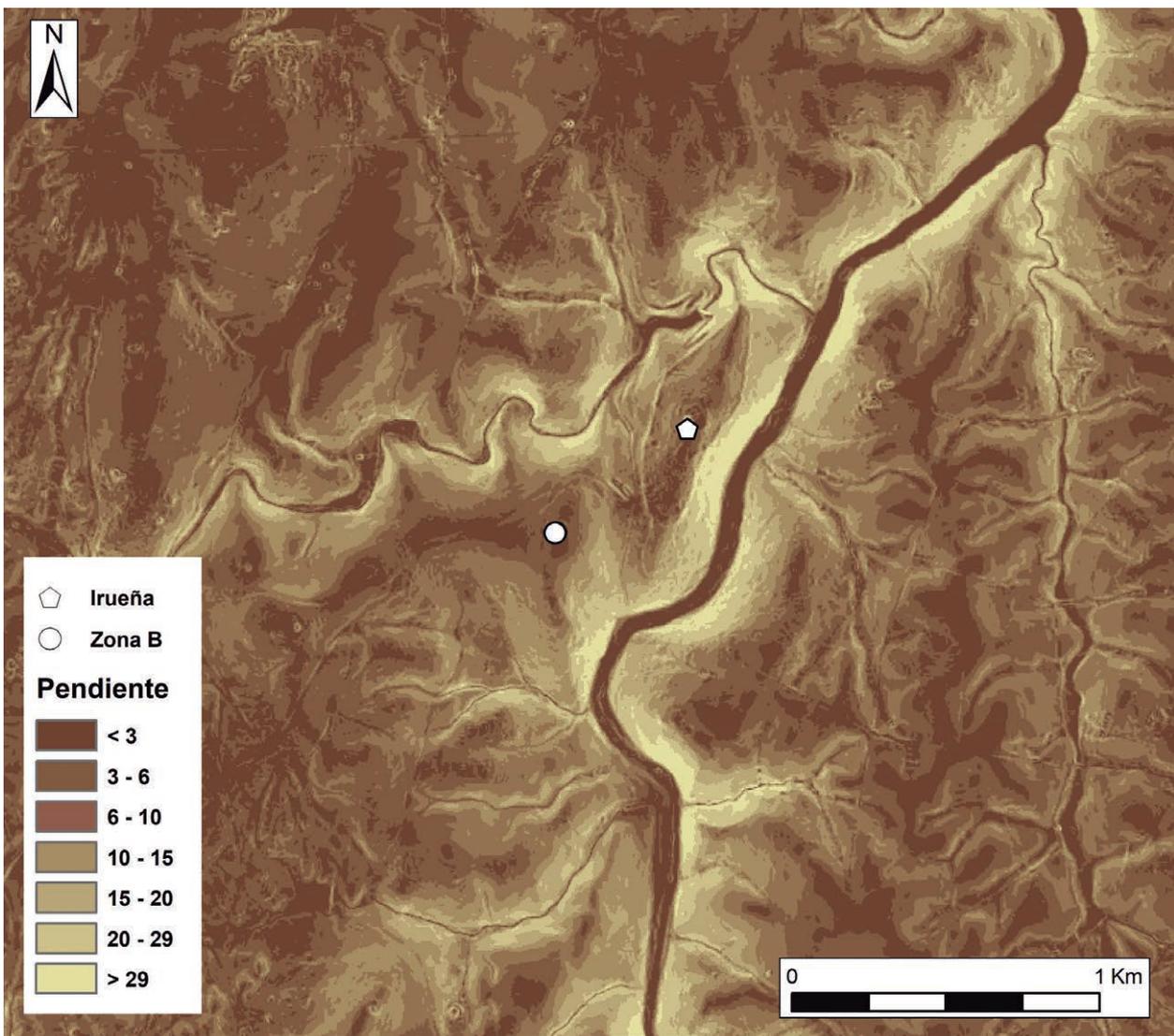


Figura 7. Mapa de pendientes, con rangos edidos en grados sexagesimales (Zona A: Pentágono; Zona B: círculo).

arquitectónicos hacen sospechar que en este lugar debió existir alguna construcción de prestigio, quizá de carácter religioso habida cuenta de la posible presencia de un santuario cristiano posterior y su necrópolis asociada. El templo, o los templos, se beneficiarían así de una vista no menos monumental sobre y desde el río Águeda y su cuenca. Se comprende que la muralla prácticamente no existiese como tal por este tramo, facilitando un “paisaje” en terraza abierta, tan del gusto del urbanismo romano.

a1.5. Edificios monumetales. Desagüe: El P03 corresponde, a su vez, con el área denominada “la calle” (UTM ED50 697720.4473175 - Fig.: 9.5). En este caso, la existencia de un no menos monumental

canal de desagüe aboga por la continuidad de construcciones de prestigio y ostentación a lo largo de este tramo que suponemos aterrazado sobre el río Águeda. La excavación que realizamos hace escasos años en el *oppidum* de *Nertobriga* (Fregenal de la Sierra, Badajoz), similar a Iruña pues posteriormente fue elevado a municipio romano, y con un canal parecido, pero mucho menor, tallado sobre el podio de dos templos gemelos (De la Barrera *et alii* 2014: 153-156) puede darnos una idea de la posible función y el carácter monumental de esta estructura.

a1.6. Puerta principal y verraco: en el extremo sudoccidental del castro se localiza el emplazamiento actual del gran verraco conocido como “la yegua” (UTM ED50

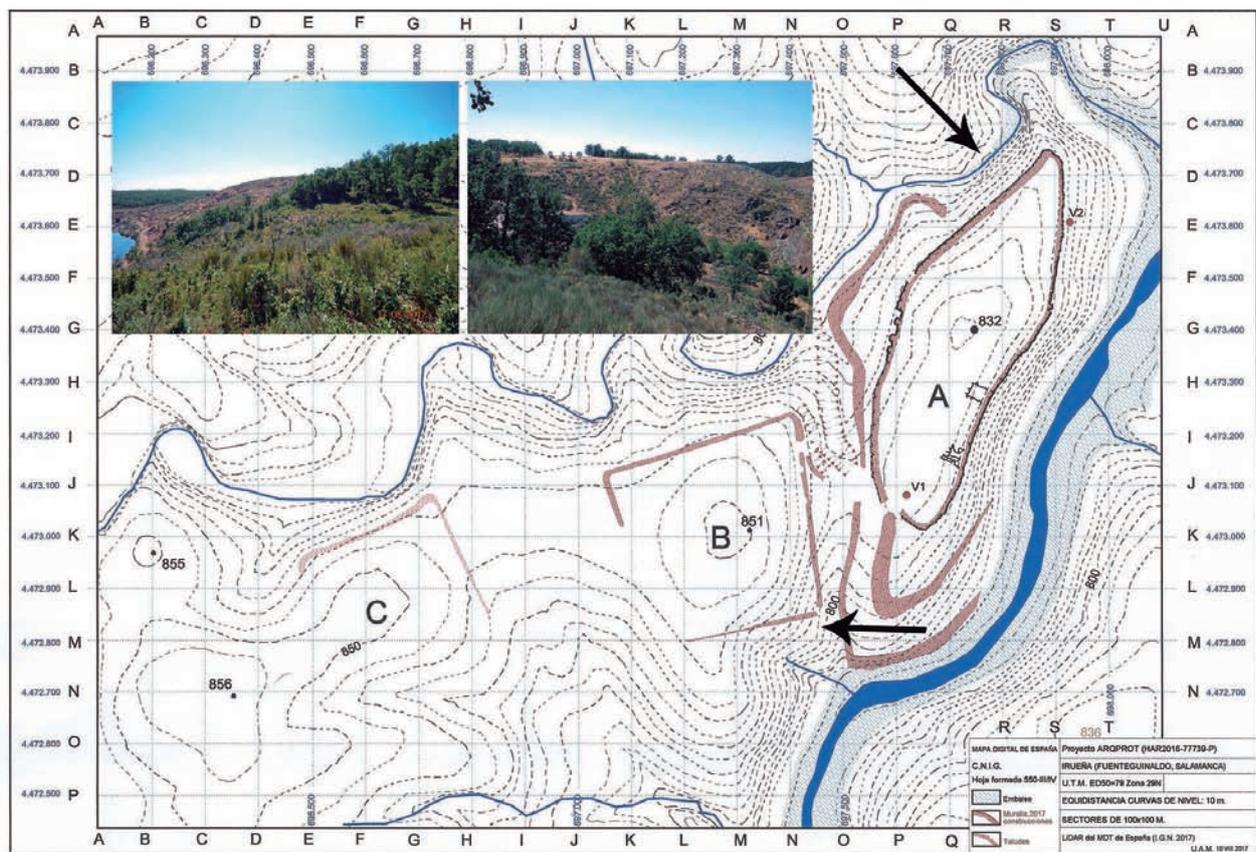


Figura 8. Resultado final de la aplicación LiDAR a la topografía de Iruña, con fotografías de las Zonas “A” y “B”. Las flechas indican el lugar y la dirección desde dónde fueron tomadas.

697620.44 73080 - P06; Fig.: 9.6). Llama la atención el emplazamiento de esta escultura, de ser el original, pues se localizaría intramuros del poblado y, lo que es más sorprendente, al interior de lo que sería el acceso principal a éste (UTM ED50 697582.4473001 - Fig.: 10.3). Este emplazamiento tiene escasa explicación dentro de los parámetros que conocemos para los verracos prerromanos y aquellos que, como en los casos de Lumbrales y de Ávila, serían de época de transición. Tampoco por su tamaño, posiblemente mayor al ejemplar de Villanueva del Campillo, puede equiparse con estos ejemplares, que son mucho más pequeños, suelen presentarse en pareja, colocarse al exterior de la puerta principal y representar cerdos en actitud de acometida (Berrocal-Rangel *et alii* 2016). Los sondeos abiertos alrededor del verraco no aportaron indicio alguno sobre su funcionalidad (Jiménez 2016).

A2: Estructuras defensivas exteriores: sobre el flanco occidental y el extremo meridional del recinto amurallado, se han podido localizar una serie de

espacios protegidos por taludes, que ayudarían a reforzar estos tramos, los más accesibles por el exterior, dado que carecen de las defensas naturales proporcionadas por las pendientes de los barrancos del Águeda y Rolloso. Además, la zona más expuesta fue reforzada con un ancho y profundo foso.

a2.: *Recinto y talud exterior occidental*: a partir del MDL pudimos observar la existencia de estructuras a lo largo de todo el flanco occidental de la muralla e, incluyendo, su extremo sur (UTM ED50 697579.4473231 - Fig.: 10.1). Estos, sin duda, son los tramos perimetrales más expuestos al carecer de las defensas naturales que ofrecen las pendientes embarrancadas de los ríos Águeda y Rolloso. Por una parte, a lo largo del flanco occidental, se pudo comprobar durante la prospección sobre el terreno la existencia de un amplio recinto, marcado por un talud de irregular anchura (entre 10 y 25 metros) que en su cara externa presenta poco más de dos metros de desnivel. Este talud se abre directamente sobre el arroyo Rolloso en su mitad norte, mientras su tramo meridional está protegido por un



Figura 9. Fotografías de los elementos analizados en el texto.

ancho foso (“a3”) que hace las veces del arroyo, aquí más apartado.

a2.1. *Recinto y talud exterior meridional*: continuación del anterior, al sur de la supuesta puerta principal, otro recinto exterior amplía y refuerza la muralla por este tramo, hasta su caída hacia el río Águeda. En las prospecciones que efectuamos comprobamos que dicho recinto estaba delimitado por un amplio talud, similar al oriental descrito, con unos 30 metros en su tramo más

grueso. En este caso, el talud cierra una superficie de poco más de una hectárea, superficie que se abre por el Este hacia las pendientes del Águeda (UTM ED50 697600.4473050 - Fig.: 10.2).

a2.2. *“Contratalud y acceso exterior”*: al exterior de dicho talud se identifica lo que parece la prolongación del foso “a3”, que separa las zonas A y B, con una anchura de poco más de 40 metros, depresión que tiene por el exterior la delimitación de un tercer



Figura 10. Fotografías de los elementos analizados en el texto.

talud, de poco más de dos metros de altura y entre 10 y 15 metros de grosor, paralelo al “a2.1”. Estas estructuras parecen reforzar el acceso principal del poblado, cuya puerta principal estaría en este extremo Suroeste, cerca del verraco nº 1. Quizá el espacio comprendido entre los taludes “a2.1” y “a2.2” corresponda más a una zona de acceso, habilitada para carros, que a un posible foso (UTM ED50 697582.4473001 - Fig.: 10.3).

a3.: *Foso*: se identifica con una profundidad cercana a los 10 metros en superficie y una anchura relativamente uniforme, de 30 metros aproximadamente, si bien algún tramo de la contraescarpa ha sido modificada por remociones aparentemente posteriores (P. 16: UTM ED50 697514.4473167 - Fig.: 10.4). Desconocemos su profundidad, pero es evidente que se trata de una gran obra defensiva que, además, debió funcionar como cantera eventual desde la

que obtener gran parte de los mampuestos usados en la construcción de la muralla. Entre este foso a.3 y el talud "a2" se identifica una berma que, con la densa maleza existente en esta zona, impide diferenciar con nitidez los límites de estas estructuras.

B1: Recinto de planta cuadrangular y esquinas en ángulo recto, formado por cuatro lados de 370 metros de longitud cada uno (al menos el septentrional y el occidental, que son los únicos identificados en su totalidad), y un talud delimitador, de escasa altura (1 a 2 metros), pero claramente diferenciable de la pendiente natural del cerro. La fragilidad de estas estructuras, que no pudimos reconocer en el extremo sudoccidental ni prácticamente en el lado meridional, nos obliga a ser cautos en cuanto a su identificación, especialmente porque en este cerro se abren diversos caminos y pistas, usados actualmente para el tránsito con vehículos que confunden al interceptar el citado talud y su posible foso exterior. Aún así, concentramos nuestros esfuerzos en la esquina nordoriental del cuadrado, donde mejor se reconoce la existencia de dicho talud independientemente de los dejados por los caminos y pistas citados. En este sector destacamos las siguientes estructuras:

- b1. *Talud*: se localiza con claridad formando la esquina nordoriental del recinto con un desnivel exterior de 2 metros (P10 - UTM ED50 697370.4473218 - Fig.:10.5). Pese a la propia pendiente del cerro, el talud se aprecia con toda claridad por el exterior de éste, mientras al interior es prácticamente imperceptible. No se aprecian fosos exteriores.
- b2. *Talud y foso/s*: en el arranque oriental del recinto se aprecia lo que pudiera ser una puerta con contratalud y doble foso (P13: UTM ED50 697417.4473215 - Fig.: 10.6). Esta identificación es cuestionable por cuanto por este lugar cruza la citada pista forestal, que deja, a su vez, sus propios taludes menores. De todas formas, la diferencia entre estas estructuras y las anteriores es más que notable. No lo es tanto la identificación de los fosos estrechos y de perfil en "V" que se emplazan al exterior del talud, entre éste y la contraescarpa del gran foso "a3". Al menos el más interior se muestra con claridad con un perfil en "V" y una anchura superior de no más de 3 metros. Ambos fosos son interceptados por la pista, que parece que aprovechó alguno de sus tramos y distorsionó notablemente otros. Quizá correspondan a estructuras muy posteriores.

4. CONCLUSIONES

Este trabajo demuestra cómo la tecnología LiDAR, combinada con trabajos de prospección y topografía de campo, puede llegar a proporcionar datos e informaciones capaces de revisar toda nuestra información anterior sobre un yacimiento, de difícil adscripción e interpretación.

Considerado desde siempre como importante *oppidum* prerromano, habitado por los pueblos más occidentales de los Vettones, el único indicio para tal consideración se basaba en la naturaleza indoeuropea de su topónimo, Iruña, indicio que pudiera ser discutible incluso si dicho nombre se relaciona con el Vasconce y reflejara, en este caso, una vieja relación colonial con gentes procedentes de las Provincias vascongadas durante la Edad Media, fenómeno nada extraño en los reinos de León y Castilla (p.e. Mingorría en Ávila, o Garray en Soria). Tampoco la forma alargada de sus murallas y ovalada y estrecha de su perímetro abogaba por su identificación como castro prerromano sabiendo que, éstos, suelen presentar formas más irregulares y cerradas, con quiebros y curvas en sus murallas según se adaptan con prioridad a la superficie natural de los emplazamientos (González-Tablas *et alii* 1986). Por el contrario, las excavaciones abiertas en la primera mitad del siglo XX y los restos muebles recogidos en las prospecciones posteriores indican con seguridad una ocupación romana imperial prolongada en el tiempo hasta la Baja Edad Media. De ellas quedan como testimonio restos arquitectónicos monumentales procedentes de edificios de prestigio y sarcófagos, y estructuras murarias, de una posible ermita o iglesia rural cristiana de época más tardía. Pero, si bien esta última ocupación parece residual y no implica problema alguno, sí lo presenta la identificación del yacimiento como ciudad romana, dado que su topografía no responde a los parámetros habituales de éstas. Por ello, la hipótesis más aceptada, la existencia de un *oppidum* indígena posteriormente romanizado y elevado a la categoría de *mnicipium*, es tomada con suma prudencia (p.e.: Salinas y Palao 2012: 277-278; Benet y Jiménez 2008: 170).

La imagen que nos ofrece la aplicación combinada de la tecnología LiDAR con la prospección de campo nos permite identificar un *oppidum* vetton similar a muchos otros grandes *oppida* de este pueblo, con diversas líneas de defensa, amuralladas o ataludadas (es preciso excavar), recintos exteriores complementarios, fosos y otras estructuras que forman un sistema complejo de poblado (Álvarez-Sanchís 2011: 152-157). Si bien es cierto que los castros occidentales, salmantinos, son formalmente más sencillos que los abulenses, también lo es que se han excavado en menor medida, y sus tamaños menores

facilitan tales trazados. De igual manera la cercanía con Portugal implicó a estos yacimientos en no pocas contiendas modernas, en las que debieron servir de meros refugios de la población vecina, cuando no había una fortaleza cercana. Por ello, en el caso de Iruña como de otros paralelos, la imagen dejada es la de una muralla rectilínea de sencillo trazado, quizá la consecuencia de haber reutilizado la vieja muralla prerromana, o romana, en el levantamiento de un muro medieval o moderno que fue poco más que una cerca. Pero los resultados que presentamos dejan lugar a pocas dudas, a falta de su confirmación mediante las necesarias excavaciones, que bajo la apariencia actual debe esconderse un importante *oppidum* prerromano. El tamaño mostrado, superior a 12 ha amuralladas, y hasta 27 ha si contamos los recintos exteriores, hace factible que los romanos ocupasen este espacio y construyesen en él grandes edificios monumentales, para elevar su dignidad a la categoría de *mnicipivm*.

Por eso puede no sorprender el hallazgo del recinto de planta cuadrada identificado frente al acceso del *oppidum*, en lo que llamamos “Zona B” e, incluso, la posible repetición de dicho recinto en el cerro siguiente “C”, hacia Occidente. Visto tal cual, y a falta de las confirmaciones necesarias mediante las pertinentes excavaciones, parece un emplazamiento situado para controlar la entrada y salida al *oppidum*, como se puede comprobar por los mapas de visibilidades realizados⁶. Su forma regular es muy diferente a cualquiera de las conocidas en época prerromana y recuerda, imprudentemente, a las unidades campamentales romanas.

Poco podemos aportar sobre el tema en un trabajo como éste, dónde se apunta su existencia, pero si nos centramos en su planta cuadrada y sus medidas casi exactas de 370 m de lado que cierran una superficie de 14 ha., podemos observar las similitudes que presenta con campamentos romanos en *Hispania, Galia, Germania y Britannia* (Jones 2009: 870-874). En *Hispania*, los campamentos romanos responden a medidas y formas regulares hasta época de César, y con escasas excepciones (Morillo 2016: 14ss.; 2007). Una de ellas, quizá la mejor, se documenta en relativa proximidad a Iruña, como es el caso de Cáceres el Viejo (Ulbert 1984; Morillo 2016:24). Estando su ocupación final relacionada con las Guerras sertorianas o, quizás con las más tardías campañas de Julio César en Lusitania, este campamento de planta regular compartiría el mismo frente bélico e histórico que

podiera tener cualquier asentamiento militar en el suroeste de la provincia de Salamanca y, además, presenta una anchura idéntica a nuestro recinto “B” de Iruña, 370 m (Hanel 2007: 239). Otro asentamiento republicano, Renieblas III, muestra de nuevo una anchura de 370 m aunque, en este caso, la cronología es más antigua, contemporánea con los primeros años del asedio a Numancia según M. Luik (2007: 293; y Morillo 2016: 26-27; Morillo *et alii* 2017: 181ss, 189). En la Galia, el campo republicano de Folleville presenta lados de 385, 325, 425 y 430 m, aportando, las primeras, unas medidas que se mantienen en diversos campamentos mayores, cuando se trata de sus anchuras, como Mirebeau (390x580 m, ya con el tamaño propio para una legión, 22 ha: Reddé 1996: 40 y 192). Este ejemplo es remarcable, por cuanto, separado unos 400 metros al nordeste, se localiza un segundo campamento, menor (320x220 m) que es interpretado como un campo de entrenamiento (*ibidem* 193).

Con lo que podríamos pensar en un posible establecimiento militar romano de época tardorrepublicana, sin que podamos, en tanto no se confirme su existencia mediante las necesarias excavaciones, especular sobre su entidad y naturaleza. Su emplazamiento, en este lugar, debió acontecer a finales de la República Romana, perdurando quizá durante el inicio del Imperio, construido con el sistema castramental romano de *agger*, empalizada y *fossa*, o *dupla fossa*.

BIBLIOGRAFÍA

- Alonso Ávila, A. y S. Crespo (1999): “Corpus de inscripciones romanas de la provincia de Salamanca.” *Fuentes epigráficas para la historia social de Hispania Romana*. Valladolid.
- Álvarez-Sanchís, J.R. (2000): *Los vettones*. BAH, 1, Real Academia de la Historia, Madrid.
- Álvarez-Sanchís, J.R. y L. M^a. Cardito (2000): *Comisión de Antigüedades de la Real Academia de la Historia. Castilla y León. Catálogo e Índices*. Real Academia de la Historia, Madrid.
- Benet Jordana, N. (1992): “Domingo en Iruña”. *BAM, Revista de Información Cultural de la Asociación Amigos del Museo de Salamanca*, Año II, N^o 2: 25-28.
- Benet, N. y O. López Jiménez (2008): “Investigaciones recientes en la Edad del Hierro en Salamanca y la Beira Alta: los castros del occidente.” en J. Álvarez-Sanchís, ed.: *Arqueología Vettona. La Meseta Occidental en la Edad del Hierro*: 162-181, Zona Arqueológica 8, Madrid.

⁶ Sorprende la amplia capacidad visual que se obtiene desde las murallas de Iruña frente a la mucho más limitada que ofrece la cúspide del cerro “Zona B”, a una cota veinte

metros más alta. En tal sentido, es determinante cómo la mejor visibilidad en 250 m. desde la Zona B es, precisamente, el acceso sudoccidental al castro de Iruña (Fig.: 6).

- Berrocal-Rangel, L. y P. Moret (2010): "Les fortifications de l'Hispanie celtique", en S. Fichtl, ed. *Murus Celticus*, Bibracte 10: 335-354.
- Berrocal-Rangel, L.; García Giménez, R.; Manglano, G.R. y L. Ruano (2017): "When archaeological context is lacking. Lithology and spatial analysis, new interpretations of the "verracos" Iron Age sculptures in Western Iberian Peninsula." *Journal Archaeological sciences: Reports*, aceptado para su publicación (DOI = 10.1016/j.ja-rep.2016.03.031).
- Blázquez Polo, A. (1980): *Historia de la Villa de Fuenteguinaldo (Salamanca)*. Salamanca.
- Campana, S. (2002): *Remote Sensing, GIS, GPS e tecniche tradizionali. Percorsi integrati per lo studio dei paesaggi archeologici: Murlo-Montalcino e bassa Val di Cornia*. Siena.
- Coromines Munt, M.; Blanco, E. y A. Ruiz (2005): "Aplicación de la tecnología LÍDAR al estudio de la cubierta vegetal." *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales* 19: 71-77.
- Crutchley, S. (2010): *The Light Fantastic. Using Airborne LiDAR in Archaeology Survey*. English Heritage, Swindon.
- De la Barrera, J. L.; Berrocal-Rangel, L. y R. Caso (2014): "La ciudad céltico-romana de *Nertobriga Concordia Iulia*." en T. Nogales y M. J. Pérez del Castillo, eds. *Ciudades Romanas de Extremadura*, *Stvdia Lusitana* 8, Mérida: 135-162.
- Esparza, A. (2003): "Castros con piedras hincadas del oeste de la Meseta y sus aledaños.", en N. Alonso, E. Junyent, A. Lafuente y J.B. López, eds. "*Chevaux-de-frise*" i *fortificació en la Primera Edat del Ferro Europea*, Universitat de Lleida, Lérida: 155-178.
- Fabián García, J. F. (2008): "La arqueología y el público en los yacimientos vettones de Ávila y Salamanca." en J. Álvarez-Sanchís, ed.: *Arqueología Vettona. La Meseta Occidental en la Edad del Hierro*, Zona Arqueológica 8, Madrid: 424-439.
- Gómez Moreno, M. (1904): "Sobre arqueología primitiva en la región del Duero." *Boletín de la Real Academia de la Historia* XLV: 147-160.
- Gómez Moreno, M. (1967): *Catálogo monumental de España. Provincia de Salamanca*. Madrid: 34-36.
- González-Ferreiro, M.; Dieguez-Aranda, U. y D. Miranda (2012): "Estimation of stand variables in *Pinus radiata* D. Don plantations using different LiDAR pulse densities." *Forestry* 85: 281-292, Doi. 10.1093/forestry/cps002.
- González González, J. M. (1998): *Prospección arqueológica en el vaso de la presa de Iruña del río Agueda*. ARQ-Estudio, Arqueología y Arquitectura. Proyecto e informe inéditos.
- González-Tablas, F. J.; Arias, L. y J. M. Benito (1986): "Estudio de la relación relieve/sistema defensivo en los castros abulenses (finales de la Edad del Bronce – Edad del Hierro)." *Arqueología Espacial*, 9: 113-126.
- Grande del Brío, R. y L. Benito (1989): "El ídolo de Iruña (Fuenteguinaldo, Salamanca)", *Stvdia Zamorensia* X, Salamanca: 77-82.
- Grau Mira, I. (2016): "Los SIG y el análisis del territorio de la Edad del Hierro en el área oriental de Iberia." en C. Mínguez y E. Capdevilla, eds. *Manual de Tecnologías de Información Geográfica aplicadas a la Arqueología*, Alcalá de Henares: 115-136.
- Gutiérrez Puebla, J. y M. Gould (1994): *SIG: Sistemas de información geográfica*. Editorial Síntesis, Madrid.
- Hanel, N. (2007): "Cáceres el Viejo." en A. Morillo, ed. *El ejército romano en Hispania. Guía arqueológica*, Universidad de León: 237-240.
- Hernández Guerra, L. (2001): *Epigrafía Romana de Salamanca*. Valladolid.
- IACyL. (S.d.): "Ficha 37-136-0001-04. Iruña, Fuenteguinaldo.", *Inventario Arqueológico de Castilla y León*, Dirección General de Patrimonio, Junta de Castilla y León.
- Jiménez de Furundarena, A. (2001): "La inscripción de *L. Marcivs Maximvs* de Ciudad Rodrigo: sobre la fecha de concesión de los epítetos *Valeria Victrix* a la *legio XX*." *AQVILA LEGIONIS* 1: 67-73.
- Jiménez González, M. C. (2016): *Excavación arqueológica en el castro de Iruña (encaminada a la contextualización y en su caso extracción del verraco llamado La Yegua)*. Dirección General de Patrimonio Cultural, Junta de Castilla y León. Informe inédito.
- Jiménez González, M. C. (2017): *Informe de control arqueológico. Proyecto para dinamización de Fuenteguinaldo mediante actuaciones en el yacimiento arqueológico de Iruña (desbroce y limpieza de vegetación 2016-2017)*. Informe inédito, Estudio de Arqueología, Salamanca.
- Jiménez González, M. C.; León Ruiz, A. y J.C. Marcos Berrocal (2014): *Proyecto de actuaciones en el castro de Iruña (Fuenteguinaldo, Salamanca)*. Dirección General de Patrimonio de la Junta de Castilla y León. Proyecto inédito.
- Jones, R. H. (2009): "Troop Movements in Scotland: The Evidence from marching Camps." en A. Morillo, N. Hanel y E. Martín, eds. *Limes XX. Estudios sobre la frontera romana/Roman Frontier Studies*, Anejos de *Gladius* 13, vol. II, CSIC, Madrid: 867-877.

- Jordán Cólera, C. (2001): "Del topónimo euskara de Pamplona." *Fontes linguae vasconum: Studia et documenta* año 33, n° 88: 417-430.
- Kovacs, K., Hanke, K., Lenzi, K., Possenti, E. y G. P. Brogiolo (2012): "Utilization of airborne LiDAR datasets in GIS environment for prospection of archaeological sites in high Alpine regions." *Archeologia e Calcolatori*, 23: 151-164.
- Lázaro, I. y R. Bueno (2003): "Actuaciones y seguimiento ambiental en la construcción de presas. El caso de la presa de Iruña." *IT*, 62: 46-51.
- López Romero, E.; González, J.; Abad, P.; Pavo, M.F. y D. García (2014): "El servicio de descargas Inspire basado en ATOM y OpenSearch del Centro Nacional de Información Geográfica." *IV Jornadas Ibéricas de Infraestructuras de Datos Espaciales* (Toledo, 2013), CNIG - IGN, Madrid: 225-234.
- Lorenzo, A.; Isenburg, M.; Arbelo, M. y A. Alonso-Benito (2012): "Comparación de modelos digitales del terreno obtenidos mediante LiDAR y técnicas fotogramétricas en una zona forestal de la isla de Tenerife." en J. Martínez Vega y P. Martín, eds. *Tecnologías de la Información Geográfica en el contexto de Cambio Global (Actas XV Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica*, Madrid 2012), CSIC, Madrid: 599-606.
- Luik, M. (2007): "Renieblas." en A. Morillo, ed. *El ejército romano en Hispania. Guía arqueológica*, Universidad de León: 286-293.
- Magdaleno Mas, F. y R. Martínez Romero (2006): "Aplicaciones de la teledetección láser (LiDAR) a la caracterización y gestión del medio fluvial." *Ingeniería Civil* 142: 1-15.
- Maluquer de Motes, J. (1956): *Carta Arqueológica de España. Salamanca*. Salamanca.
- Mangas Manjarrés, J. (1985): "La conquista del Valle del Duero por los romanos" y "La administración pública romana" en J. Valdeón, ed. *Historia de Castilla y León, vol II. Romanización y Germanización en la Meseta Norte*, Ámbito, Valladolid: 8-25 y 26-45.
- Mangas Manjarrés, J. (1992): "Ciudades antiguas de la provincia de Salamanca (siglo III a. C.-Diocleciano)." *Actas del I Congreso de Historia de Salamanca (1989). Tomo I: Prehistoria, Historia Antigua y Medieval*, Salamanca: 262-264.
- Manglano Valcárcel, G. R. (2017): *Los verracos vettones. Orígenes, litologías, entronque popular, procedencia y dispersión natural en el territorio español*. Arqueología y Patrimonio, 2, Universidad Autónoma de Madrid.
- Martín Benito, J. I. y J.C. Martín Benito (1994): *Prehistoria y Romanización de la Tierra de Ciudad Rodrigo*. Centro de Estudios Mirobrigenses. Salamanca.
- Martín Valls, R. (1965): "Investigaciones arqueológicas en Ciudad Rodrigo." *Zephyrus* 15: 71-98.
- Martín Valls, R. (1997): "La Edad del Hierro", en M. Salinas, ed., *Historia de Salamanca, tomo I: Prehistoria y Edad Antigua*. Salamanca.
- Martín Valls, R.; Benet, N. y C. Macarro (1991): "Arqueología de Salamanca." en M. Santonja, ed. *Del Paleolítico a la Historia*, Museo de Salamanca: 137-163.
- Martín Valls, R. y A. Esparza (1992): "Génesis y evolución de la Cultura celtibérica." en M. Almagro-Gorbea y G. Ruiz Zapatero, eds. *Paleoetnología de la Península ibérica*, Complutum 2-3: 259-279.
- Martín Viso, I. (2012): "Paisajes sagrados, paisajes eclesiásticos: de la necrópolis a la parroquia en el centro de la Península Ibérica." *Reti Medievali Rivista* 13,2: 3-43, DOI 10.6092/1593-2214/362.
- Mínguez García, C. y E. Capdevilla, eds. (2016): *Manual de Tecnologías de Información Geográfica aplicadas a la Arqueología*. Cursos de Formación Permanente para Arqueólogos, Museo Regional de Madrid, Alcalá de Henares.
- Morillo Cerdán, A. ed. (2007): *El ejército romano en Hispania. Guía arqueológica*. Universidad de León.
- Morillo Cerdán, A. (2016): "Campamentos y fortificaciones tardorrepublicanas en Hispania." en J. Pera y J. Vidal, eds. *Fortificaciones y control del territorio en la Hispania republicana*: Libros Pórtico, Zaragoza: 1-53.
- Morillo Cerdán, A.; Morales, F. y R. Durán (2017): "Schulten y los campamentos romanos republicanos en Hispania: una mirada desde el siglo XXI." en E. Baquedano y M. Arlegui, eds. *Schulten y el descubrimiento de Numantia*, Museo Arqueológico Regional de Madrid, Alcalá de Henares: 177-200.
- Plata, W.; Aguilar, J.M.; Guzmán, T.D. y A. R. Tierra (2012): "La toma de datos geográficos. Modelos Digitales del Terreno." en M.A. Bernabé-Poveda y C.M. López-Vázquez, eds. *Fundamentos de las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE)*, UPM Press, Madrid: 85-94.
- Pérez Centeno, M.R. (1992): "Salamanca durante el siglo III a. C." en J. L. Rodríguez Martín, coord. *Actas I Congreso de Historia de Salamanca*, vol. 1, Salamanca: 331-337.
- RAYAPUNTO (1991): *Levantamientos topográficos de los castros de Yecla de Yeltes, Saldeana, Las Merchanas e Iruña*. Informe inédito depositado en el Museo de Salamanca. Salamanca.
- Reddé, M. ed. (1996): *L'Armée romaine en Gaule*. Editions Errance, Paris.

- Rosales León, J.J. y J.J. Rodrigo (2012): "Tecnología LiDAR aplicada a la gestión del territorio." *Tierra y tecnología*, 41: 57-59.
- Salinas de Frías, M. (1982): *La organización tribal de los Vettones*. Universidad de Salamanca.
- Salinas de Frías, M. (1992): "El poblamiento rural antiguo de la provincia de Salamanca: Modelos e implicaciones históricas." en J.-G. Gorges y M. salinas, eds. *El medio rural en Lusitania romana. Formas de hábitat y ocupación del suelo*. Studia Historica, Historia Antigua X-XI, Salamanca: 177-188.
- Salinas de Frías, M. y J.J. Palao (2012): "Nuevo miliario de Augusto procedente de Fuenteguinaldo (Salamanca)." *Archivo Español de Arqueología* 85: 273-279, DOI: 10.3989/asespa.085.012.016.
- Salinas de Frías, M. (2017): "El impacto de la romanización augustea en la cuenca del Duero." *Gerion* 35: 599-622; <http://dx.doi.org/10.5209/GERI.56161>.
- Sánchez Sánchez, D. L. (1935): *Exploraciones y excavaciones en Iruña*. Informe inédito. Museo de Salamanca.
- Soterra Domínguez, C.; J. González; E. López; P. Trigo; P. Abad; L. Hernández; M. Juanatey; A.F. Rodríguez; C. Ruiz; A. Sánchez; I. Serra y A. Villena (2014): "Compartiendo experiencias en la creación de servicios teselados. Aplicación al nuevo servicio Inspire de ortofotos del PNOA." en *IV Jornadas Ibéricas de Infraestructuras de Datos Espaciales* (Toledo, 2013), Madrid: 193-208.
- Ulbert, G. (1984): *Cáceres el Viejo. Ein spätrepublikanisches Legionslager in Spanisch-Extremadura*. Mainz (von Zabern).
- Val Recio, J. del y C. Escribano Velasco eds. (2004): *Puesta en valor del Patrimonio arqueológico en Castilla y León.*, Consejería de Educación y Cultura, Junta de Castilla y León, Valladolid.

