

# ESTUDOS ARQUEOLÓGICOS DE OEIRAS

Volume 29 • 2021

ACTAS DO XIII CONGRESSO IBÉRICO DE ARQUEOMETRIA  
(Faro, 2019)



**Editores Científicos: Célia Gonçalves, Daniel García Rivero, M.<sup>a</sup> Isabel Dias,  
Nuno Bicho, Ruth Taylor, Manuel García-Heras, João Luís Cardoso**

INTERDISCIPLINARY CENTER FOR ARCHAEOLOGY AND EVOLUTION  
OF HUMAN BEHAVIOUR, UNIVERSIDADE DO ALGARVE  
DEPARTAMENTO DE PREHISTORIA Y ARQUEOLOGÍA, UNIVERSIDAD DE SEVILLA  
INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO / INSTITUTO TECNOLÓGICO E NUCLEAR,  
UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA  
INSTITUTO DE HISTORIA, CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS  
SOCIEDAD DE ARQUEOMETRÍA APLICADA AL PATRIMONIO CULTURAL  
CENTRO DE ESTUDOS ARQUEOLÓGICOS DO CONCELHO DE OEIRAS /  
CÂMARA MUNICIPAL DE OEIRAS

2021

**ESTUDOS ARQUEOLÓGICOS DE OEIRAS**

Volume 29 • 2021      ISSN: 0872-6086

- DESENHO E FOTOGRAFIA – Autores ou fontes assinaladas  
PRODUÇÃO – Gabinete de Comunicação / CMO  
CORRESPONDÊNCIA – Centro de Estudos Arqueológicos do Concelho de Oeiras  
Fábrica da Pólvora de Barcarena  
Estrada das Fontainhas  
2745-615 BARCARENA

Os artigos publicados são da exclusiva responsabilidade dos Autores.  
É expressamente proibida a reprodução de quaisquer imagens sobre as quais existam direitos de autor sem o prévio consentimento dos signatários dos artigos respectivos.

*Accepta-se permuta  
On prie l'échange  
Exchange wanted  
Tauschverkehr erwünscht*

ORIENTAÇÃO GRÁFICA E

REVISÃO DE PROVAS – Editores

PAGINAÇÃO – César Antunes

IMPRESSÃO E ACABAMENTO – Grificamares, Lda. - Amares - Tel. 253 992 735

DEPÓSITO LEGAL: 97312/96

**EL ESTABLECIMIENTO RÚSTICO ALTO-IMPERIAL DE MIRAMUNDO  
(PUERTO REAL, CÁDIZ). UN CASO DE ESTUDIO MEDIANTE COMBINACIÓN  
DE TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN NO INVASIVAS**

***THE EARLY ROMAN EMPIRE RURAL SETTLEMENT OF MIRAMUNDO  
(PUERTO REAL, CÁDIZ). A CASE STUDY USING COMBINED NON-INVASIVE  
RESEARCH TECHNIQUES***

Lázaro Lagóstena Barrios<sup>1</sup>, José Antonio Ruiz Gil<sup>2</sup>, Domingo Martín Mochales<sup>3</sup>,  
Jenny Pérez Marrero<sup>3</sup>, Isabel Rondán Sevilla<sup>3</sup>, Pedro Trapero Fernández<sup>3</sup>,  
Francisco Javier Catalán González<sup>3</sup> & Manuel Ruiz Barroso<sup>3</sup>

**Abstract**

We present a case study through the combined application of non-invasive research techniques on the Roman rural site of Miramundo (Puerto Real, Cádiz). The results of the geophysical prospection with multichannel georadar are offered for the definition of the archaeological structure discovered, together with the results of a surface micro-prospection with centimeter GPS over the location area of this Roman imperial building. The main objective is to advance, through the combination of both techniques, in the formulation of functional hypotheses about the documented constructive spaces, as part of the methodological development of Non-Invasive Historical-Archaeological Research.

*Keywords:* GPR survey; microsite prospecting; Roman rural settlement; Non Invasive Research; Miramundo site.

## **1 – PRESENTACIÓN**

En abril de 2018, mediante el Servicio Periférico de Geodetección del Patrimonio Histórico-Arqueológico de la Universidad de Cádiz, desarrollamos trabajos de prospección superficial y geofísica en la finca Miramundo (Puerto Real, Cádiz) para la detección, delimitación y caracterización de vestigios arqueológicos, con motivo de la instalación en el solar rústico, de 138 hectáreas de extensión superficial, de una planta solar fotovoltaica promovida por la empresa OPDE S.L.<sup>4</sup> Los trabajos consistieron en una prospección super-

---

<sup>1</sup> IVAGRO, Universidad de Cádiz, Cádiz, España. Área de Historia Antigua, Departamento de Historia, Geografía y Filosofía, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Cádiz, Dr. Gómez Ulla s/n, 11003, Cádiz. lazaro.lagostena@uca.es

<sup>2</sup> IVAGRO, Área de Prehistoria, Universidad de Cádiz, España.

<sup>3</sup> IVAGRO, Universidad de Cádiz, España.

<sup>4</sup> Otras Producciones de Energía Fotovoltaica S.L. Contrato OT2018/037 ejecutado con la UCA al amparo del artículo 83 de la Ley Orgánica de Universidades. Autorizada la actividad arqueológica por Resolución Rel.: DPPN A 11/ 18lirt2 del Delegado Territorial de Cultura, Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía de Cádiz.

ficial extensiva, apoyada en el uso de GNSS centimétrico que permitió delimitar con precisión las áreas de concentración de material arqueológico, sobre las cuales se desarrolló una exploración GPR con georradar multicanal. Los resultados de esta técnica geofísica permitieron plantear una experiencia de micro-prospección arqueológica de precisión cuyos resultados preliminares presentamos en esta contribución. Todos los procesos y post-procesos se apoyaron, de una parte, en el empleo de metodología GIS y, de otra parte, en los productos obtenidos mediante el empleo de UAV y fotogrametría georreferenciada (ortofotografía aérea, MDT, MDS, micro-topografía). Como resultado arqueológico destacamos la documentación íntegra de la planta de un asentamiento rural romano alto-imperial y de dos alfares productores de ánforas salsarias, uno muy cercano al edificio rústico, el otro ubicado a 720 metros al NW del mismo. Esta contribución se centró sobre el edificio rural identificado.

## 2 - APLICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN HISTÓRICO-ARQUEOLÓGICA NO INVASIVA

El desarrollo alcanzado por el equipamiento técnico con aplicación a la documentación e investigación de los vestigios del pasado, sean estos muebles o inmuebles, emergentes o subterráneos, ha renovado las perspectivas de algunas de las más tradicionales líneas de investigación histórico-arqueológicas, especialmente las relacionadas con aspectos urbanísticos, públicos y privados, y los estudios diacrónicos del territorio y el paisaje histórico. A esta nueva situación instrumental debe necesariamente acompañarse un adecuado desarrollo metodológico en el marco de la denominada Investigación no Invasiva, conjunto de técnicas de exploración avanzadas e innovadoras que, aplicadas de manera combinada, pueden proporcionar una profusa y precisa documentación histórico-arqueológica sin necesidad de alterar o destruir el registro que la contiene. Para el desarrollo de esta disciplina es necesario el establecimiento de procedimientos y protocolos de aplicación de las diferentes técnicas, y de convenciones acordadas para su correcto uso entre los especialistas de la investigación histórica que deben liderar esta reflexión metodológica. La identificación de los procedimientos idóneos derivará de la experimentación en la combinación instrumental que se realice, y es precisamente en esa fase de experimentación donde se hallan actualmente los centros de referencia en la Investigación histórico-arqueológica no Invasiva (VERDONK *et al.*, 2019). Estos son precisamente algunos de los objetivos prioritarios del Laboratorio de Historia del Instituto de Investigaciones Vitivinícolas y Agroalimentarias de la Universidad de Cádiz en el que nos integramos (IVAGRO-UCA; LAGÓSTENA *et al.*, e.p.; RUIZ GIL *et al.*, e.p.).

En el caso del estudio del asentamiento rural romano de Miramundo el objetivo específico ha sido experimentar con la aplicación combinada de diversas técnicas de exploración de precisión – aérea, superficial y geofísica- que permitan, en este caso avanzar en la proposición de hipótesis de interpretación funcional de los ambientes y espacios construidos de un edificio de cronología altoimperial documentado con el georradar, considerando para ello la localización y distribución precisa de las evidencias y testimonios arqueológicos superficiales, particularmente el registro cerámico y de material constructivo. Postulamos así que el avance de estas metodologías permite obtener una información cada vez más precisa, e invita a desarrollar su potencial en la proposición de hipótesis históricas sobre los vestigios documentados, más allá de la mera atestiguación de la existencia y composición de los vestigios arqueológicos.

### 3 – PROTOCOLO METODOLÓGICO Y RECURSOS TÉCNICOS

Para el desarrollo de la investigación se aplicó la siguiente metodología:

- Creación de un proyecto de trabajo en GIS, con el empleo del software libre QGIS 2.18, como entorno, repositorio y escritorio principal receptor de la información georreferenciada para su análisis, procedente de instrumentos y fuentes diversas.
- Documentación y georreferenciado en capas raster y vectorial de la información arqueológica disponible hasta la fecha para la parcela objeto de estudio y el entorno territorial, especialmente aquella relativa a la ocupación y los aprovechamientos rústicos y artesanales de época romana en este espacio (LAGÓSTENA, 1996).
- Realización de vuelos fotogramétricos con DJI Phantom 4 PRO plus y obtención de productos topográficos del área de estudio (fotogrametría aérea, MDS, MDT, microtopografía). Se empleó el software PIX4D y se gestionó la autorización de vuelo por la operadora del servicio de drones de la UCA.
- Macro-prospección de las fincas afectadas, para ello se plantearon sobre las seis parcelas que integraban el futuro parque fotovoltaico transectos longitudinales en sentido N-S y E-W con intervalos de 10 metros, recorridos por los integrantes del equipo y cubriendo la totalidad de la superficie afectada. Los artefactos arqueológicos detectados en superficie se georreferenciaron con GPS centimétrico Leica CS14, usándose también GPS de mano (Garmin Oregon 450; Garmin Etrex 20x) para auxiliar en el recorrido de los tracks.
- Exploración geofísica con georradar multicanal Stream X de IDS con antena de 200 MHz de las áreas delimitadas por la mayor concentración de material arqueológico superficial. Se empleó el software One Visión 2.0.0 para la captura de datos.
- Procesado de la exploración GPR con software Gred HD 01.06 de IDS. Obtención de tomografías centimétricas desde el plano tierra hasta – 2,5 metros, elaboración de vídeos tomográficos y exportación de geotiff para su empleo en GIS. Definición del edificio rústico romano altoimperial (Figura 1A).
- Realización de micro-prospección con GPS centimétrico. Se establecieron dos parcelas de interés. Se georreferenciaron sus vértices y se establecieron calles de dos metros de ancho con orientación N-S. Todos los elementos arqueológicos superficiales al interior de las parcelas fueron georreferenciados con precisión. Posteriormente fueron catalogados en laboratorio para su incorporación una vez clasificados por categorías arqueológicas al proyecto GIS.
- Procesos de mejora de la calidad de visión de los resultados de la exploración GPR a partir de dos tratamientos diferentes de la nube de puntos que se exporta desde el software GPR GRED HD: interpolado de la nube de puntos por cotas y tratamiento de rasterizado en ArcGIS con la herramienta IDW (Weighted Inverse Distance) (Figura 1B); obtención de una imagen “resumen” del paquete de información geofísica, seleccionando un rango de cotas de interés, procesado con un entorno de programación en Python de código abierto (LAGÓSTENA & MOLINA, e.p.; LAGÓSTENA *et al.*, e.p.).
- Análisis estadístico de los artefactos registrados (Percent Volume Contour). Mediante la herramienta *Densidad Kernel* en la aplicación ArcGIS y su equivalente en QGIS *Kernel Density Estimation*. Filtrado de la capa de puntos conforme la clasificación establecida. Se ha definido el radio deseado de los *kernels* y el tamaño de celda apropiado para que los mapas de calor comuniquen adecuadamente la densidad de los conjuntos analizados.

## 4 - EJECUCIÓN DE LAS EXPLORACIONES

La exploración georradar se planteó sobre el área de mayor concentración de materiales y cuyos indicadores microtopográficos mostraban la mayor probabilidad de ubicación del área de hábitat del asentamiento. Se realizaron 75 *swathes* con longitudes medias de 125 metros, todos con orientación Norte-Sur y punto de inicio en el extremo sur de cada pasada, que cubrieron una superficie de 12.500 metros cuadrados. Se configuró el equipo para una profundidad de exploración de 80 ns, con 512 muestreos por barrido (@512 Sample/Scan), velocidad de propagación promedio de 10 cm/ns y con sistema de posicionamiento GPS + PPS. Los ficheros de posicionamiento son exportados a la unidad de control en formato NMEA tomados cada 0,2 seg (5 Hz).

La microprospección se ejecutó sobre una superficie total de 3.250 metros cuadrados (figura 1c). Se registraron 503 artefactos, con la siguiente clasificación: 347 elementos cerámicos; 135 elementos constructivos; el resto, 21 elementos variados (fallos de cocción cerámica; escoria, vidrio, metal, lítico, malacofauna). Por crono-

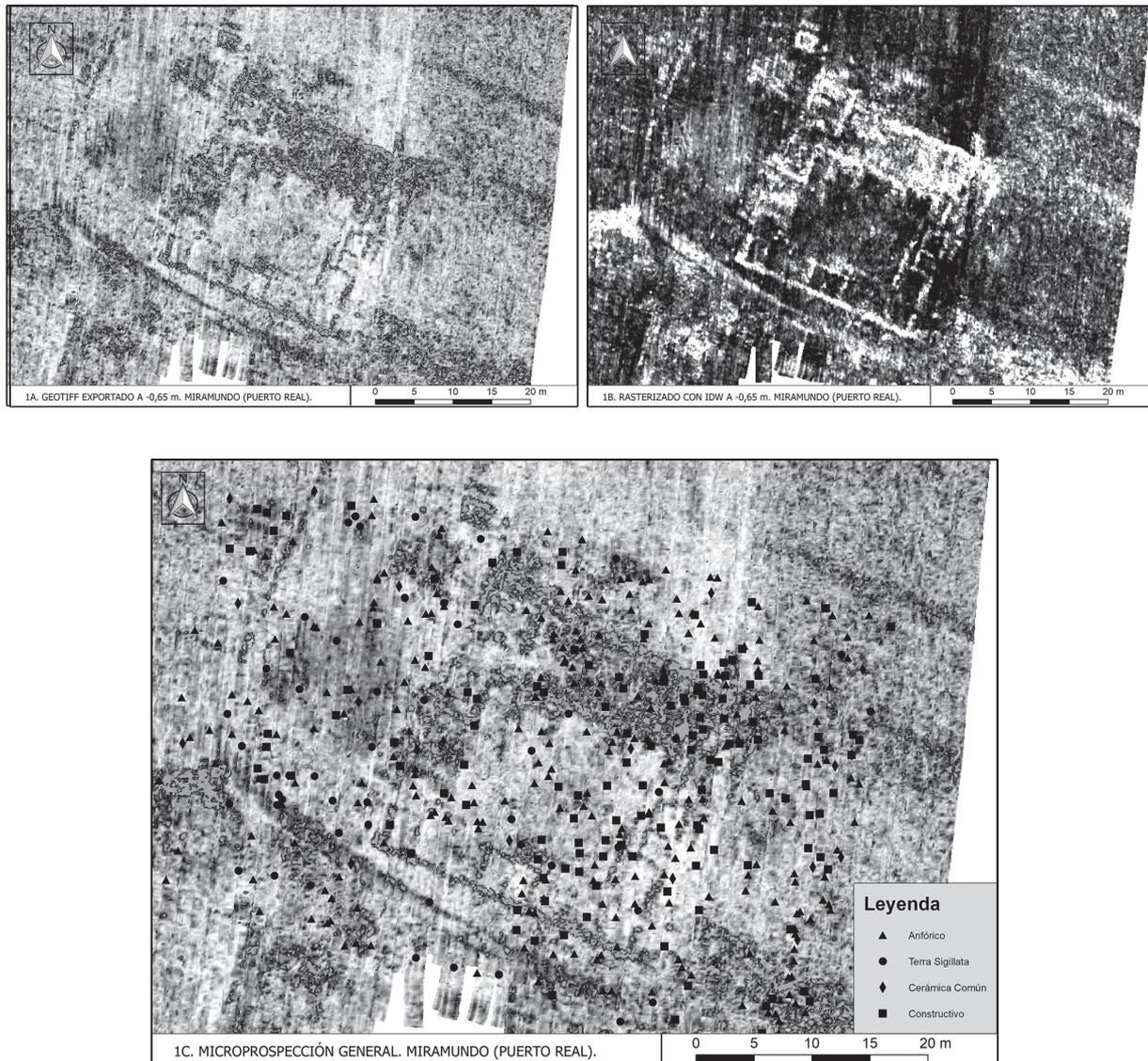


Fig. 1 - Caracterización geofísica del edificio rural y la microprospección.

logías 13 elementos se han considerado contemporáneos, 7 modernos y 483 del período romano. Entre los elementos cerámicos se ha discriminado el material anfórico (263), la cerámica común de mesa y cocina (27), paredes finas (1) y sigillatas (50); entre el constructivo las *tegulae* (67), ladrillo (24) y *opus signinum* (3). De entre el material anfórico, 37 fragmentos se han clasificado como pertenecientes a la serie Dr. 7/11, una Dr. 7, una Dr. 8, una Maña C2, ocho Beltrán IIA, seis Beltrán IIB, 209 fragmentos indeterminados, la mayor parte distintos segmentos de asas de cinta. Esta abundancia de material anfórico se justifica por la cercanía del alfar documentando a pocos metros, con una producción de ánforas salsarias altoimperiales béticas.

## 5 - CARACTERIZACIÓN HISTÓRICA DEL ASENTAMIENTO RURAL DE MIRAMUNDO

La exploración geofísica con el georradar multicanal Stream X ha permitido documentar un edificio datado, a juzgar por el registro material hallado en superficie, entre fines del siglo I a.C. y último tercio del I d.C.<sup>5</sup> Se trata de una construcción de planta cuasi-cuadrada de 25 por 27 metros, que presenta una orientación NE-SW, con un patio central de 16 por 13 metros, en torno al que se articulan naves laterales que presentan diversas compartimentaciones interiores. Topográficamente se ubica en una ladera de pendiente muy ligera que decae hacia al NE. Precisamente ese lateral norte del edificio muestra en la exploración GPR mayores y más potentes vestigios constructivos, bien porque éstos conserven más potencia debido a la topografía mencionada, bien porque se halle mejor conservado al estar la estratigrafía relativamente menos expuesta a la acción del arado y más expuesta al acúmulo de depósitos. Este edificio central se encuentra rodeado a su vez por un recinto del cual se ha podido documentar mejor su lateral Norte y Oeste. Y este lateral Oeste junto con una alineación muraria perpendicular conforma un segundo recinto que se proyecta hacia el Oeste. Así el recinto primero que comprende desde el ángulo NW al edificio central tendría unas dimensiones no menores a 61 metros NW-SE por 21 metros NE-SW, y el segundo recinto ofrecería unas medidas de al menos 21 metros NE-SW por 48 metros NW-SE. En el espacio ubicado entre el edificio cuadrangular y el primer recinto se localizan elementos estructurales aislados, especialmente en el ángulo NW del complejo, así como otras estructuras irregulares que parecen corresponder con áreas de pavimentos y vertidos asociadas a la vida y actividad del edificio principal.

Respecto a la caracterización histórica y funcional preliminar del edificio localizado, cabe destacar su similitud con asentamientos como Mas Gusó (Gerona), especialmente con las plantas de su segunda y tercera fase, para el cual se ha propuesto su identificación con un edificio público, ligado a la implantación de la red viaria y del sistema de control fiscal, establecido en aquel caso entre el 140-120 a.C. y con diversas reestructuraciones posteriores (CASAS GENOVER *et al.*, 2016). Otro asentamiento de tipología similar en planta, particularmente la de su edificio central, es el de Can Tacó (Montmeló-Montornés, Barcelona; RODRIGO *et al.*, 2013). Y por citar un tercero, aunque también de cronologías anteriores a las atestiguadas en Miramundo, podemos mencionar el caso de Puig Castellar (Biosca, Lleida; PERA *et al.*, 2016).

Debemos reseñar en relación con el edificio de Miramundo su cercanía a los tramos conocidos de la *via Augusta* en su *iter Gades-Hasta Regia*, y su ubicación en el entorno donde se debía localizar la *statio Ad Portum*. Más allá de los casos tarraconenses o lusitanos, la hipótesis preliminar para el edificio localizado mediante la

---

<sup>5</sup> Los elementos cerámicos más antiguos hallados son un fragmento de borde de ánfora Maña C2-T7 y algunos bordes de las primeras series de la Dr.7. Lo más tardío corresponde con un fragmento de Terra Sigillata Clara A. En ambos casos se trata de tipologías muy escasamente representadas por lo que debemos centrar la hipótesis cronológica de la ocupación desde el cambio de era hasta tiempos Flavios.

exploración geofísica en Puerto Real le sitúa en la órbita de los edificios tipo Wehrgehöfte, casas rurales fortificadas, con frecuencia de carácter público y asociadas más a las intervenciones del poder imperial sobre el territorio, como fue el caso de la estructuración augustea del entorno de la bahía gaditana, que a la actividad agropecuaria.

## 6 – RESULTADOS Y CONCLUSIONES

No es posible detallar un análisis completo de resultados en el espacio de esta contribución sino algunas cuestiones de método. La representación de los datos combinados de la microprospección con la geofísica se ejemplifica en la Figura 2, y se ha establecido conforme a diversos criterios: un análisis de la distribución de la totalidad de los artefactos registrados (Figura 2A); un análisis de la distribución de la totalidad de la sigillata documentada (Figura 2 B), del material constructivo (Figura 2C), del conjunto anfórico (Figura 2E), y del conjunto de cerámica común en general (Figura 2G); y en segundo lugar un análisis de proximidad de materiales en el marco de las principales estancias del edificio documentado, en este caso centrándonos en el material constructivo (Figura 2D), el material anfórico (Figura 2F) y el material cerámico común (2H).

El primer criterio aborda la distribución y concentración de los artefactos sin considerar estrictamente la estructura edilicia subyacente y, al respecto, se puede indicar: la relación del material constructivo con la superficie total del conjunto edificado; la mayor densidad de sigillatas y cerámicas comunes de mesa y cocina sobre espacios externos al conjunto edificado; y la homogénea distribución del material anfórico, explicable por la cercanía del alfar, pero quizá también por su empleo como material constructivo en el propio edificio.

Respecto al segundo criterio, relacionando series de artefactos con estancias o áreas concretas del edificio: el constructivo superficial se relaciona principalmente con las habitaciones del NE del edificio, y con el sector Este y Sur del mismo; el anfórico muestra una distribución bastante homogénea respecto al edificio y sus divisiones; y el cerámico común está muy poco representado en general aunque su mayor concentración se relaciona con el patio central.

Evidentemente se debe abordar un análisis mucho más detallado para establecer correlaciones válidas entre las series y los artefactos singulares y el edificio y los espacios habitados subyacentes.

El caso presentado de Miramundo supone una experiencia inédita de empleo combinado de técnicas como la microprospección superficial intra-site de precisión y la exploración GPR multicanal, que permite establecer una propuesta de interés en el avance metodológico de la investigación no invasiva. El objetivo principal ha sido avanzar hacia la representación y análisis estadístico de la dispersión artefactual superficial, relacionándolo con ambientes edilicios y lugares de habitación documentados exclusivamente mediante el georradar. La teoría de la propuesta propugna el uso del registro arqueológico superficial como potencial indicador de funcionalidades y caracterización edilicia en contexto de análisis no invasivo, con objeto de avanzar en la formulación de hipótesis históricas para la interpretación de una, cada vez mayor, documentación arqueológica proporcionada por los nuevos instrumentos a nuestro alcance.

Esta combinación de técnicas permite la futura incorporación de otros sistemas de prospección geofísica, como la magnetometría, y también de exploraciones mínimamente invasivas, como son los microsondeos geoarqueológicos, por citar dos ejemplos. En cualquier caso, la irrupción de la Investigación no Invasiva puede conducir a nuevas prácticas de positivismo histórico y por ello consideramos imprescindible avanzar en la búsqueda de estrategias metodológicas que conduzcan a la formulación de hipótesis históricas que superen la mera documentación de un vestigio arqueológico determinado.

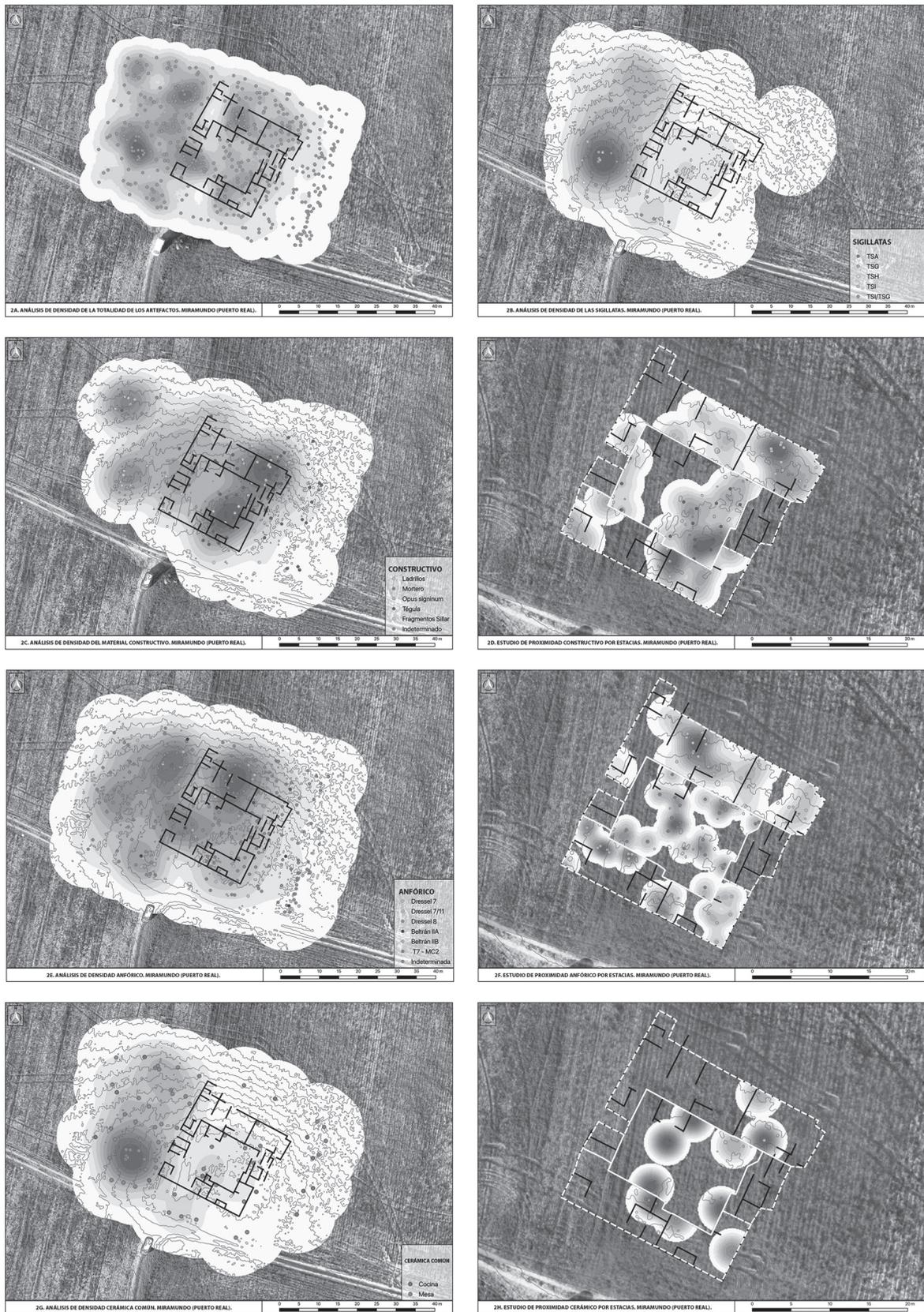


Fig. 2 – Análisis de densidad y proximidad de artefactos superficiales sobre el área de exploración y el edificio documentado.

## REFERENCIAS

- CASAS GENOVER, J.; NOLLA BRUFAU, J. M.; PALAHÍ GRIMAL, L.; VIVÓ CODINA, D. & SOLER FUSTÉ, V. (2016) – Mas Gusó: un establecimiento militar de época romana en el *suburbium* ampuritano. *AEspA* 89. p. 117-132.
- GARCÍA SÁNCHEZ, J. (2013) – Metodologías de prospección a escala regional y artefactual. La prospección del *Ager Segisamonensis*; comarca Odra-Pisuerga (Burgos). *Complutum*, 24(1), p. 9-28.
- LAGÓSTENA, L. (1996) – *Alfarería romana en la Bahía de Cádiz*, Cádiz.
- LAGÓSTENA, L. & MOLINA, J. (e.p.) – La *figlina* como ámbito de investigación cuantitativa de la economía romana. Aportación y potencial de la exploración georradar. *Ex Baetica Romam. Homenaje al Profesor José Remesal*, Barcelona.
- LAGÓSTENA, L., RUIZ GIL, J.A., PÉREZ MARRERO, J., TRAPERO, P., CATALÁN, J., MARTÍN-MOCHALES, D., PARRILLA, R., RONDÁN, I. & RUIZ BARROSO, M. (e.p.) – GPR survey and methods its archaeological visualization: the punic harbour of La Martela (El Puerto de Santa María, Spain) as case study. *DAACH*.
- PERA, J., CARRERAS, C., ROMANÍ, N., RODRIGO, E., PADRÓS, N. & DE SOLÀ, G. (2016) – El proceso de implantación territorial romana en el NE de la Provincia Citerior en el siglo II a.C. Análisis de tres modelos de ocupación: Ilturo, Can Tacó y Puig Castellar de Biosca. In PERA, J.; VIDAL, J. (eds.), *Fortificaciones y control del territorio en la Hispania republicana*, Zaragoza, p. 167-205.
- REVILLA CALVO, V. (2010) – Hábitat rural y territorio en el litoral oriental de Hispania Citerior: perspectivas de análisis. In NOGUERAS, J.M. (ed.), *Poblamiento rural romano en el Sureste de Hispania. 15 años después*, Murcia 2010, p. 25-70.
- RODRIGO, E., GARCÍA LLINARES, M.G., MERCADO, M. & GUITART, J. (2013) – El jaciment de can Tacó (Montmeló i Montornès del Vallès) i els inicis de la presència romana al territori laietà en època republicana. In PREVOSTI, M.; LÓPEZ, J.; GUITART, J. (eds.), *Ager Tarraconensis, 5. Pasatge, poblament, cultura material i història. Actes del Simposi Internacional, Documenta* 16, 5, Tarragona 2013, p. 217-230.
- RUIZ GIL, J.A., LAGÓSTENA, L., PÉREZ MARRERO, J., TRAPERO, P., CATALÁN, J., MARTÍN-MOCHALES, D., PARRILLA, R. & RONDÁN, I. (e.p.) – The Phoenician site of Castillo de Doña Blanca, geophysics and modelling contributions to its archaeological plan, *Archaeological Prospection*.
- VERDONK, L., DE SMEDT, P. & VERHEGGE, J. (2019) – Making sense of anomalies: Practices and challenges in the archaeological interpretation of geophysical data. *Innovation in Near-Surface Geophysics*, p. 151-194.