

PROSPECCIÓN MAGNÉTICA Y RÁDAR DEL SUBSUELO (3D) EN EL POBLADO IBÉRICO DE LA ESCUERA (SAN FULGENCIO, ALICANTE)

MAGNETIC PROSPECTING AND 3D GROUND PENETRATING RADAR IN LA ESCUERA IBERIC SITE (SAN FULGENCIO, ALICANTE, SPAIN)

J.A. PEÑA^{1,2}, T. TEIXIDÓ², E. CARMONA², L. ABAD³, F. SALA³, J. MORATALLA³

(1) Departamento de Prehistoria y Arqueología, Universidad de Granada. peruano@ugr.es

(2) Instituto Andaluz de Geofísica, Universidad de Granada.

(3) Departamento de Prehistoria, Arqueología, Historia Antigua, Filología Griega i Filología Latina, Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Alicante.

RESUMEN

Próximo a la desembocadura del río Segura, en el término municipal de San Fulgencio (Alicante) se localiza el poblado ibérico de la Escuera, el cual viene excavándose desde la década de los 60 hasta la actualidad. Las prospecciones arqueológicas que hasta la fecha se han llevado a cabo se sitúan fundamentalmente en el primer y más bajo de los bancales del yacimiento, tras la muralla, donde el hallazgo de un edificio monumental y parte del tejido urbano puesto al descubierto constituyen un indicativo de la importancia del poblado. Recientemente se está llevando a cabo otra excavación arqueológica para completar las anteriores, pero teniendo en cuenta las dimensiones del área de estudio, se ha realizado una exploración geofísica del terreno a fin de disponer de información *a priori* y facilitar los emplazamientos de los sondeos. Para ello se eligieron dos métodos geofísicos: la prospección magnética y el radar del subsuelo 3D (3D-GPR). En este estudio presentamos los resultados geofísicos obtenidos y su interpretación conjunta.

ABSTRACT

Near to outlet of the Segura river, in San Fulgencio municipality (Alicante, Spain) is located La Escuera Iberian site, under excavation since the decade of the 60's to present time. The archeological prospections carried out until now are located fundamentally in the first and lowest of the site's terraces, behind the wall. The discovery of a monumental building and part of the main urban structure distribution constitutes an indicative of the importance of this archeological site. Recently, another archaeological excavation was planned to complete the previous ones. But in this case, keeping in mind the dimensions of the study area, a geophysical exploration was carried out in order to have a priori information to facilitate the locations of the soundings. Two geophysical methods were chosen: the magnetic prospection and the 3D ground penetrating radar (3D-GPR). In this study we present the obtained results and its joint interpretation.

Palabras clave: Prospección geofísica superficial, método magnético, radar del subsuelo (georadar) 3D, GPS-RTK sistema de posicionamiento, yacimiento íbero, La Escuera.

Key words: *Shallow geophysics prospection, magnetic method, 3D-GPR Ground Penetrating radar, GPS-RTK position system, Iberian site, La Escuera.*

I. LA ESCUERA: CONTEXTO ARQUEOLÓGICO E HISTÓRICO

Se trata de un poblado perteneciente a la cultura ibérica, situado muy próximo de la desembocadura del río Segura, en la vertiente meridional de la Sierra del Molar en el término municipal de San Fulgencio (Alicante) (Figura 1). Fue excavado y publicado en la década de los 60 por la arqueóloga sueca S. Nordström (1967). Con estos trabajos se descubrió un edificio cuyos elementos constructivos y ajuar lo definieron como un edificio monumental o templo. También excavó un área de construcciones domésticas adosadas a un tramo del lienzo oriental de la muralla, lo que demostró la existencia de torres cuadrangulares huecas en la fortificación. Esta autora se refería asimismo a dos fases urbanísticas bien diferenciadas: una más antigua de fines del s. V y principios del s. IV a.C., y otra más reciente entre mediados del s. IV y finales del s. III, quizá principios del II a.C. Poco después, E. Llobregat (1972: 86-88) interpretaba esta misma información de manera sustancialmente distinta: no creía en la existencia de dos poblados superpuestos, sino en un solo establecimiento de época plena habitado durante los siglos IV y III a.C. que acababa en la primera mitad del s. II a.C. Finalmente, los sondeos realizados por L. Abad entre 1984 y 1985 (Abad *et alii*, 2001: 205 ss.) han confirmado los dos niveles de construcción y la cronología final propuesta por Nordström en torno a fines del s. III o principios del s. II a.C., muy probablemente como consecuencia del paso del ejército romano dirigiéndose hacia la capital bárquida de *Qart Hadasht* para su asedio en el 212 a.C., o de una acción de represalia posterior a la conquista definitiva que ocurrió en el 209 a.C. Algunos datos arqueológicos, como la superposición de muros detectada en los cortes altos y la concentración de cerámica ática en las mismas cotas, parecen indicar que el poblado más antiguo se situó en la parte alta, y que durante el s. III el lugar vive una expansión urbanística que extiende el hábitat hacia las cotas bajas, cerca ya de la marjal, hasta alcanzar las casi 2,5 Ha de extensión.

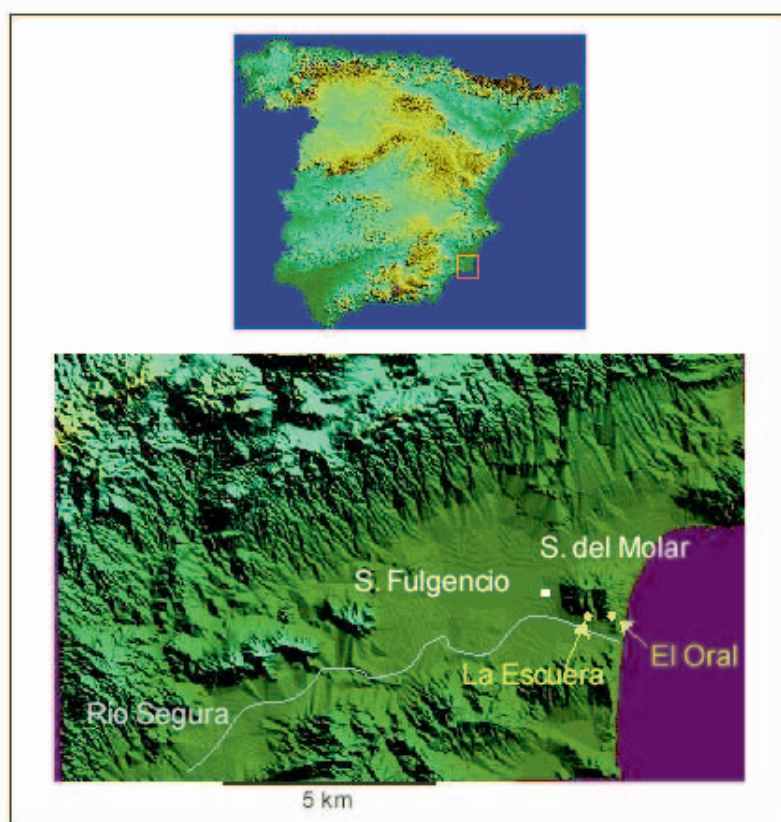


Figura 1. Situación de La Escuera en la comarca del Bajo Segura (Alicante). A su derecha y más próximo al mar, el poblado de El Oral más antiguo desde donde se traslada la población para fundar La Escuera en el último cuarto del s. V a.C.

Las excavaciones de L. Abad ponen al descubierto otros datos de interés sobre el urbanismo del poblado (figura 2): así, un tramo de la calle principal que arranca desde la puerta de la muralla y avanza hacia el punto más alto del poblado, mostrando unas magníficas rodadas de carro excavadas en la roca; se descubre asimismo cómo el mencionado templo se abre a un espacio abierto antepuesto, a modo de plaza, que conecta con la calle principal a escasos metros de la entrada al poblado. Dicha ubicación, por tanto, lo define como un lugar sacro de entrada, frecuente en otras culturas mediterráneas antiguas, con una función de purificar y proteger la puerta de la muralla, el punto más vulnerable de la fortificación (Abad y Sala, 1997). En general, en todos los sondeos aparecen diversas construcciones que, aunque exhumadas de modo parcial, revelan una arquitectura cuidada con zócalos de mampostería y alzados de hiladas de adobe y pavimentos de tierra batida.

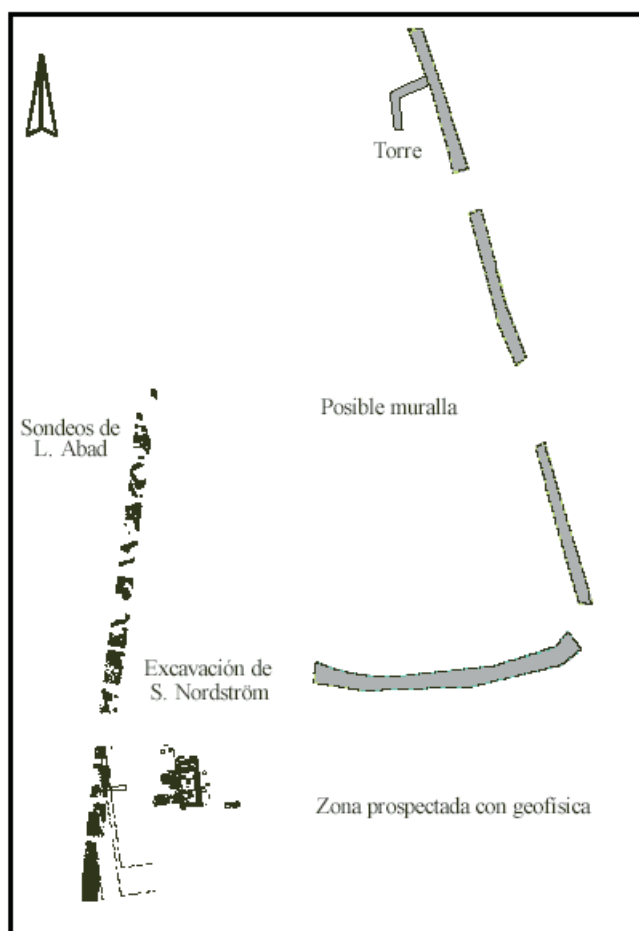


Figura 2. Plano conjunto de las excavaciones de S. Nordström (templo) y L. Abad (calle principal del poblado).

II. MÉTODOS GEOFÍSICOS APLICADOS Y RESULTADOS OBTENIDOS

La exploración geofísica se ha llevado a cabo en el primer y más bajo de los bancales, en un área sin excavar situada al Este de la calle principal descubierta por L. Abad y del templo excavado por S. Nordström (figura 2).

II.1. Prospección magnética

Para la prospección magnética se utilizó un magnetómetro de vapor de potasio, modelo GSMP-40 v6.0 (GEM Systems, Inc.) cuya precisión absoluta es de 0.1 nT, trabajando en modo de pseudo-gradiente

(figura 3). Una vez obtenidos los datos, éstos se procesaron a fin de eliminar los errores de adquisición (paralaje, *spikes*, etc.) y disminuir el “ruido de fondo” (bandeado magnético) Y con ello se elaboró el mapas de anomalías.



Figura 3. Magnetómetro de vapor de potasio con los dos sensores verticales separados 1 m. La zona se exploró mediante perfiles paralelos de ida-vuelta en dirección Norte-Sur y separados 1m entre sí. En este caso se tomaron 10 lecturas por segundo.

El mapa de anomalías magnéticas obtenido muestra la distribución de los materiales soterrados en términos de diferencias de susceptibilidad magnética. Cuando las anomalías son muy fuertes (círculos rojos en la figura 4) usualmente se debe a ferromagnetismo y a magnetismo remanente originado por materiales que han sufrido altas temperaturas (hornos, hogares, etc.). Mientras que las anomalías medias-débiles de gran extensión (sombreado de la figura 4) generalmente marcan fronteras de estructuras arqueológicas.

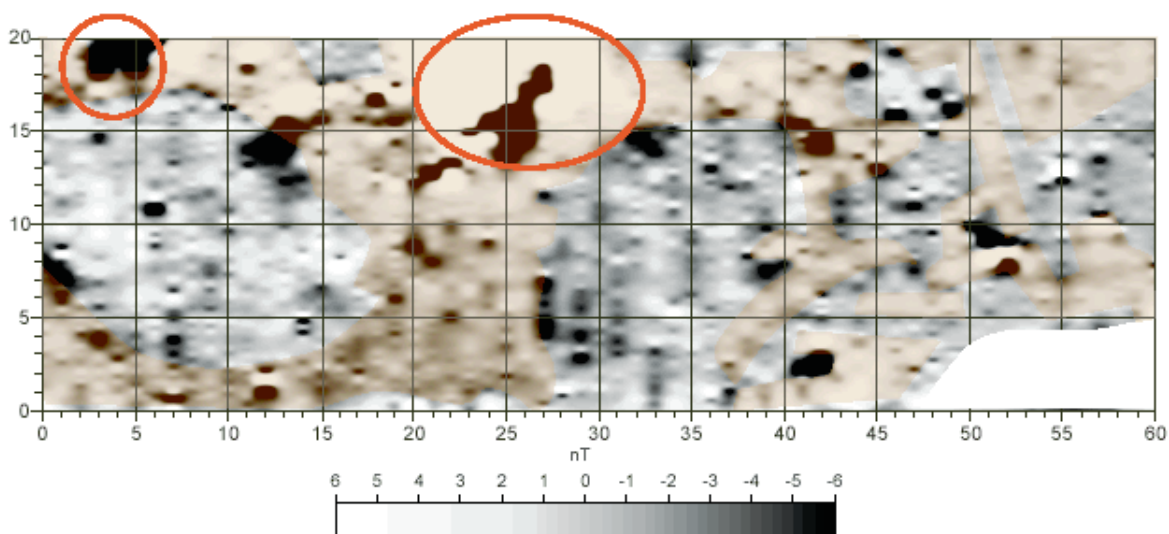


Figura 4. Magnetograma en donde se han señalado con círculos rojos las anomalías fuertes que podrían ser debidas a materiales férricos o que han sufrido altas temperaturas (hornos, acumulaciones cerámicas, etc.). En sombreado se han señalado las anomalías débiles que podrían dar cuenta de fronteras entre estructuras arqueológicas. Las anomalías medias de pequeña extensión (generalmente con magnetismo negativo) pueden referirse al lugares incendiados o con restos cerámicos.

II.2. Rádar del subsuelo 3D

La prospección rádar 3D se aplicó a todo el bancal, se realizaron perfiles paralelos de ida-vuelta separados entre sí una distancia de 0.5 m; la toma de datos en dirección de los perfiles se fijó en 1 muestra cada 2 cm, con un tiempo de escucha de 100 ns (figura 5).



Figura 5. La obtención de datos rádar se realizó con una antena de 400 MHz (GSSI) que tiene acoplada una rueda marcadora para fijar con precisión la distancia de cada muestra. En la parte inferior de la imagen puede verse la consola de recepción y gestión de los datos.

Para el procesado básico de los radargramas se ha utilizado el paquete Radan-6.5 (GSSI), el tratamiento de imágenes 3D se ha gestionado con programas comerciales y otros de desarrollo propio. La adquisición y procesado en modo 3D supone que, además de tratar cada radargrama individualmente (Daniels, 2004), deben seguirse una serie de procedimientos adicionales (Conyers, 2004) que culminan con la creación de un volumen de datos que permite la generación de imágenes muy útiles para la interpretación arqueológica de las reflexiones rádar (figuras 6 y 7).

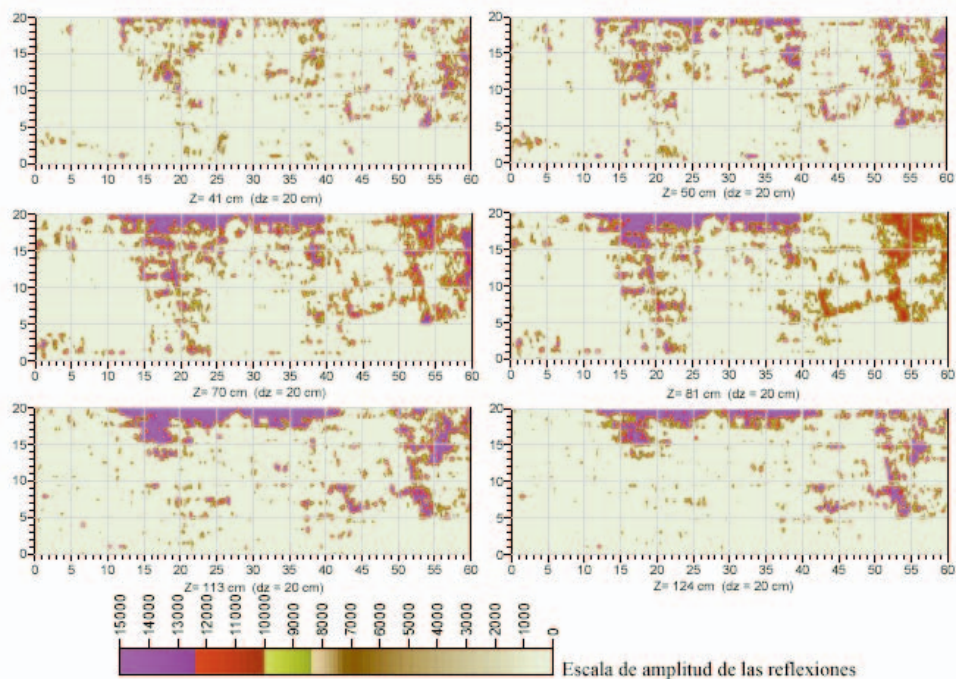


Figura 6. Una forma clásica de análisis es la denominada "rebanada de profundidad". Consiste en obtener una serie de lajas horizontales en el volumen creado, con un determinado espesor y a una determinada profundidad. De modo que la sucesión de estas imágenes muestra la evolución de las reflexiones y constituye una eficaz herramienta de interpretación.

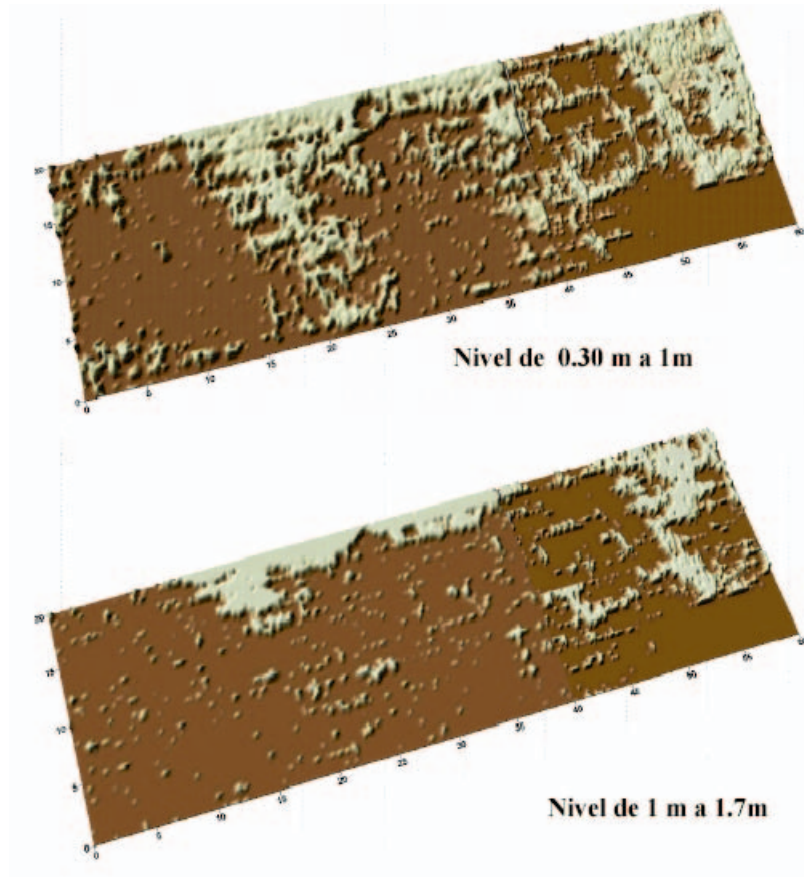


Figura 7. La superficie alabeada representa la anomalía significativa más próxima a la superficie. La imagen que se obtiene es similar a la que cabe esperar en una excavación por niveles naturales; sin perder de vista que lo que se observa en realidad son reflexiones que están controladas por diferencias de la constante dieléctrica del terreno en los contactos entre materiales.

Las rebanadas en profundidad (figura 6) muestran las zonas más reflectoras del terreno. Se han empezado a representar a partir de los 41 cm de profundidad y en la sucesión de imágenes puede comprobarse cómo al ir profundizando se van potenciando ciertas geometrías que podrían interpretarse como zonas con tejido urbano. Así mismo, en las dos superficies alabeadas generadas (figura 7) se representa el conjunto de las reflexiones obtenidas por niveles. En el primero (entre los 0.30 y 1 m de profundidad) se detecta la mayor concentración de estructuras, caracterizadas por geometrías aproximadamente rectangulares que se ven enmascaradas por acumulaciones laterales de materiales (¿derrumbes?). Mientras que en el segundo, más profundo (entre los 1 m y 1.7 m), sólo se aprecian los materiales que forman la base de la cimentación. En todo el borde Norte y en la esquina Este se ha detectado una importante acumulación de reflectores que pudieran corresponder a una gran estructura o a una gran zona de derrumbe.

III. INTERPRETACIÓN CONJUNTA

Evidentemente el análisis conjunto de las anomalías procedentes de los dos métodos geofísicos utilizados permite una interpretación más detallada del subsuelo que si se hubiese aplicado un único método. En la figura 8 se presenta la superposición de la rebanada rádar horizontal a 60 cm de profundidad —se ha considerado la más representativa— sobre el mapa de anomalías magnéticas.

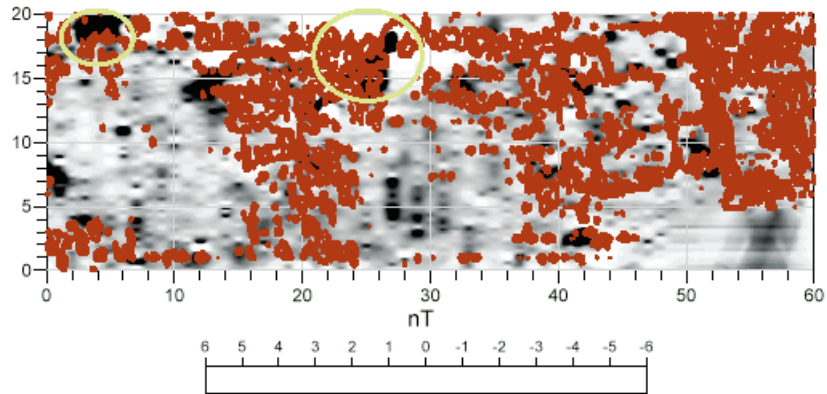


Figura 8. En la imagen se han superpuesto la rebanada rádar (a 60 cm de profundidad) sobre el magnetograma. Puede observarse la coincidencia de las zonas en donde probablemente no haya acumulación de material.

A partir de estos resultados se constata cómo el mapa de anomalías magnéticas ofrece una visión del terreno menos detallada que la imagen rádar y algunos de sus rasgos presentan cierta traslación debido a la bipolaridad de las anomalías magnéticas. No obstante, cuando las zonas sin acumulación de materiales son amplias, ambos métodos coinciden (figura 8). Si bien las imágenes rádar son más detalladas, hay algunas características del subsuelo que le pasan desapercibidas. Por ejemplo, las anomalías magnéticas fuertes marcadas en círculos y algunas negativas (manchas oscuras) no tienen correspondencia con el rádar y en cambio pueden interpretarse como lugares con restos de cerámicos, o lugares que sufrieron altas temperaturas (hogares, hornos, etc.).

IV. CONCLUSIONES

Este estudio ejemplifica como la realización de una prospección geofísica representa una buena propuesta para obtener información *a priori* sobre la distribución de los restos arqueológicos y las características del subsuelo de un yacimiento (figura 9). Así mismo, también se pone de manifiesto cómo el uso de varios métodos está en relación directa con el volumen de información que puede extraerse, puesto que cada uno de ellos tiene una respuesta geofísica distinta frente a los materiales del subsuelo.

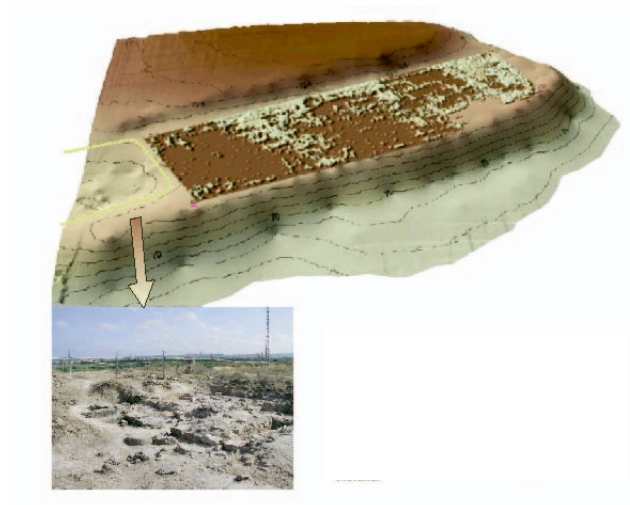


Figura 9. Distribución de los posibles restos arqueológicos en el bancal (parte superior) e imagen de las estructuras del templo (parte inferior) tomada desde el límite NE del área prospectada. El desnivel forma parte de la muralla.

La interpretación de la información geofísica aportada por los dos métodos utilizados en el reconocimiento del subsuelo ha permitido establecer que en el banal Este, a intramuros del yacimiento de La Escuera, hay un considerable número de fuertes reflexiones rádar que describen geometrías que pueden asociarse a recintos, mientras que el mapa de anomalías magnéticas indica que algunos de estos recintos pueden albergar restos cerámicos y/o han sufrido incendios.

Desde el punto de vista arqueológico, las geometrías que descubre el rádar pueden interpretarse sin lugar a dudas como construcciones.

Se revela la existencia de un espacio abierto al este del templo y, un poco más allá en esa dirección, una serie de construcciones cuadradas, bastante regulares, adosadas a otra gran construcción que dobla para dirigirse hacia el norte, cuya envergadura nos hace pensar en la muralla y en un torreón o bastión de esquina. A la vista de estos resultados, la conclusión preliminar es que el espacio abierto y las estructuras existentes al este del templo podrían formar parte de un complejo cultural, o santuario de entrada, que ocuparía todo el sector entre la puerta de la muralla y el bastión de esquina.

Esperemos que en futuras excavaciones arqueológicas se pueda confirmar esta interpretación. De ser así, se confirmaría asimismo la idoneidad del método de prospección empleado.

BIBLIOGRAFÍA

ABAD, L. y SALA, F. 1997: "Sobre el posible uso cúltrico de algunos edificios de la Contestania Ibérica", *Quad. Pre. Arq. Cast.* 18, Castellón: 91-102.

ABAD, L.; SALA, F.; GRAU, I.; MORATALLA, J.; PASTOR, A. y TENDERO, M. 2001: *Poblamiento ibérico en el Bajo Segura: El Oral (II) y La Escuera*. Bibliotheca Archaeologica Hispana, 12. Real Academia de la Historia. Madrid.

CONYERS, L.B. 2004: "Ground- Penetrating Radar for Archeology". *Altamira Press*, ISBN: 0-7591-0772-6. PO Box 317. Oxford. OX2 9RU. UK.

DANIELS, D.J. (Editor) 2004: "Ground Penetrating Radar 2 nd Edition". *The Institution of Electrical Engineers*. ISBN: 0 86341 360 9. London. UK.

LLOBREGAT CONESA, E. 1972: *Contestania Ibérica*. Instituto de Estudios Alicantinos. Alicante.

NORDSTRÖM, S. 1967: *Excavaciones en el poblado de La Escuera (San Fulgencio, Alicante)*. T.V. del S.I.P., 34. Valencia.