

ANUARIO ARQUEOLÓGICO DE ANDALUCÍA

2017

BORRADOR / DOCUMENTO PRE-PRINT

ACTIVIDAD ARQUEOLÓGICA PUNTUAL: PR ARQUEOLÓGICA SUPERFICIAL CON GEOFÍSICOS EN EL CERRO DEL VILLAR, MÁLAGA.

JOSÉ SUÁREZ PADILLA

JOSÉ A. PEÑA RUANO

TERESA TEIXIDÓ

OIER ARDANAZ

LUIS VIZCAINO

CARMEN PERAL BEJARANO

RAFAEL SALCEDO CABELLO

JOSÉ ANTONIO SANTAMARÍA GARCÍA

Resumen

Los trabajos de prospección arqueológica superficial con medios geofísicos (geomagnética, georradar, geoelectrica) han contribuido a ahondar en el conocimiento del yacimiento fenicio. Destaca la información referente a su delimitación, organización urbanística, ubicación de talleres y un posible puerto. A su vez, el estudio geoelectrico podría confirmar la existencia de un evento marítimo de alta energía que habría destruido el poblado sobre el 700 a.C.

Abstract

The geophysical archeological prospection (geomagnetic, georadar, geoelectric) have contributed to deepen the knowledge of the Phoenician site. The information regarding its delimitation, urban organization, location of workshops and a possible port stands out. In turn, the geoelectric study could confirm the existence of a high-energy maritime event that would have destroyed the town around 700 BC.

Antecedentes.

El Cerro del Villar es un yacimiento fenicio localizado en la de río Guadalhorce, en plena bahía de Málaga. Fue descubierto en 1965 por el Grupo de Arqueología y Espeleología de la O.J.E., siendo objeto de una campaña de excavación en 1966 dirigida por Antonio Arribas y Oswaldo Arteaga (1975). Sería a mediados de la década de los 80 del pasado siglo cuando la profesora María Eugenia Aubet (1999) dirigió un Proyecto General de Investigación centrado en la investigación del yacimiento, que se completó con otras actuaciones preventivas vinculadas a las obras de encauzamiento del río Guadalhorce (1987; 1989; 1991; 1995; 1998, 2001 y 2003).

Aquellos trabajos permitieron una aproximación a la naturaleza del yacimiento. Se constató que el poblado, fechado entre los siglos VIII-VI a.C., se había ubicado sobre una isla situada en un amplio estuario formado en la desembocadura del río Guadalhorce, en un entorno paisajístico muy distinto del actual. Se exhumaron restos de diversos edificios organizados a partir de amplias calles con pequeñas tiendas o lugares de mercado, así como áreas destinadas a talleres de producción alfarera.

El yacimiento arqueológico se encuentra en terrenos públicos, concretamente en suelos considerados de “Dominio Público Hidráulico, presentando la parcela una superficie total de 138.053 m². Su polígono de protección fue propuesto en su resolución de incoación como Bien de Interés Cultural en 1996 y mantenida su delimitación en la ficha nº 19 del Catálogo de yacimientos del vigente PGOU de Málaga, contando con la máxima protección patrimonial a escala municipal. Fue finalmente declarado BIC en 1998 (incoado por Resolución de 14 de mayo de 1996, BOE 179, de 15 de julio; y aprobado por Decreto 108/1998, BOJA 64, de 09 junio). A nivel urbanístico, el suelo se encuentra incluido dentro de un “Sistema General de áreas libres” que contempla el uso de “parque arqueológico” para el sitio.

En Acuerdo de Pleno de 27 de abril del 2017 del Ayuntamiento de Málaga se decidió por mayoría promover desde dicha institución la divulgación e implementación de un centro de interpretación del yacimiento del Cerro del Villar, previa negociación con todos los agentes públicos implicados en el asunto.

En este contexto, la Gerencia de Urbanismo de Málaga encargó los trabajos cuyos resultados se presentan a continuación, consistentes en superficial del B.I.C. con medios geofísicos bajo control arqueológico, que no resultasen destructivos y que pudiesen suponer una potente herramienta de planificación y diagnóstico de las actuaciones a promover en el sitio arqueológico (Lám. 1). Estos trabajos, de los que se expone a continuación un avance de resultados, han sido llevados a cabo por el Área de Geofísica Aplicada del Instituto Andaluz de Geofísica (IAG) de la Universidad de Granada.

Desarrollo de los trabajos.

El trabajo de campo se ha realizado en cinco fases:

- 1) Desbroce superficial previo a la exploración geofísica.
- 2) Estaquillado de la zona de estudio.
- 3) Adquisición de los datos magnéticos.
- 4) Adquisición de los datos de georradar.
- 5) Realización de dos perfiles de tomografía eléctrica.

Desbroce superficial

La primera fase de trabajos en el yacimiento consistió en el desbroce con medios manuales y mecánicos del sitio, sujeto a control arqueológico. En la mayoría de los sectores, el matorral y en particular las cañas, alcanzaban una altura de más de 2 m, y presentaban una densidad muy alta, lo que supuso la necesidad de realizar diversas pasadas de la desbrozadora con la intención de conseguir una superficie homogénea que permitiese el replanteo de los sectores a prospectar y facilitase el recorrido de los diversos equipos de prospección. En ningún caso los trabajos de desbroce afectaron ni al subsuelo ni a la superficie del yacimiento. El propio trabajo de triturado de la máquina desbrozadora generaba una capa vegetal sobre la que circulaba el bob-cat (Lám. 2).

Estaquillado y georreferenciación.

Las labores de estaquillado y georreferenciación las llevó a cabo, en inicio, el servicio de topografía de la Gerencia de Urbanismo del Ayuntamiento de Málaga. Se colocaron 9 estacas en el borde norte, las cuales fueron usadas como bases para calibrar nuestro equipo mediante el cual se colocó el resto de ellas; unas 140. Para este cometido se utilizó un GPS diferencial de bifrecuencia funcionando en modo RTK (cinemático en tiempo real), lo que proporciona una precisión teórica del orden de ± 5 cm. No obstante, al calibrar con las estacas de referencia estimamos un error acumulado entre 15 - 20 cm. Para posicionamiento se ha empleado el sistema de referencia ETRS89, con el huso 30 de la proyección UTM (Lám. 3).

Aspectos metodológicos de la prospección geomagnética, georradar y geoeléctrica.

Prospección geomagnética.

En este estudio se ha aplicado el método de prospección magnética en modo pseudogradiante vertical (Breiner, 1973; Apinall et al, 2008); en el cual los datos se adquieren con la ayuda de cuatro sensores: tres inferiores situados a 30 cm sobre el suelo, separados 1 m entre ellos y uno superior en el centro, a 1 m por encima del sensor central. Los sensores van tomando lecturas de manera simultánea y luego se

les resta a los sensores inferiores el valor del sensor superior. Las anomalías resultantes de esta resta son un buen indicador de la presencia de materiales superficiales soterrados.

La adquisición de datos transcurre a lo largo de perfiles separados por una distancia constante, en los cuales las lecturas están igualmente equiespaciadas, cubriendo de esta manera una malla regular.

La exploración magnética se ha llevado a cabo con un magnetómetro de efecto Overhauser modelo GSM-19G (GEM Systems, Inc.) cuya precisión absoluta es de ± 0.1 nT, sensibilidad de 0.02 nT y resolución de 0.01 nT. El sistema consta de cuatro sensores que se disponen horizontalmente con separación de 1 m en dirección perpendicular a los perfiles, y con el superior a 1 m sobre el conjunto. La consola de control/almacenamiento se ha separado a casi 2 m del sensor. Tiene una capacidad de realizar 2 lecturas por segundo, lo que obliga a desplazar el carro a poca velocidad para obtener una buena densidad de muestreo. A fin de homogeneizar las lecturas, el reparto de las muestras se ha efectuado mediante marcas electrónicas espaciadas cada 5 m, lo que supone aproximadamente una muestra cada 15 cm a lo largo de un perfil.

Como es lógico, se prestó gran atención a que el operador no llevara encima ningún objeto férreo a fin de no contaminar las medidas. Pese a ello, en detectado una diferencia en el nivel “de fondo magnético” entre perfiles. Estos “peines” o “surcos” se han atenuado durante el procesado de los datos. Además, se atenuó la influencia de posibles cables eléctricos de las proximidades mediante un filtro de rechazo de 50 Hz aplicado en campo.

El volcado de los datos del equipo a las estaciones de trabajo se ha realizado mediante un programa ad hoc de la empresa GEM; y el subsiguiente procesado se ha realizado con programas de desarrollo propio ImageMag 11-13 (AGA-UGR) y ProMag 01 (IEGA S.L.).

Las lecturas magnéticas están afectadas por las variaciones del campo magnético terrestre a lo largo del día, y tales variaciones son del mismo o mayor orden de magnitud que las anomalías locales que pretendemos medir. Ello obliga a arbitrar un procedimiento que permita registrar las variaciones diurnas y “descontarlas” a los datos medidos en cada punto de la rejilla antes de que sean utilizables; el procedimiento se conoce como “reducción de los datos”.

Una forma rápida de realizar esta reducción de datos es operando en modo pseudogradiante vertical, que es el sistema llevado a cabo en este estudio. Se realiza restando el valor del sensor superior a los tres sensores inferiores. Dado que el sensor superior está más alejado del suelo, y por tanto, está menos afectado por las anomalías magnéticas al restarle el valor de un sensor inferior, el resultado es una buena expresión la contribución magnética de las estructuras soterradas.

Una característica de la exploración magnética es que la anchura de las anomalías siempre es mucho mayor que la del cuerpo productor de las mismas; lo que ocasiona que en los casos donde las estructuras (muros, por ejemplo) están próximos, éstos se confunden formando una sola anomalía.

En este estudio, para mejorar el mapa de anomalías magnéticas obtenido en el campo se han aplicado los siguientes algoritmos: corrección de desplazamiento, atenuación de surcos, homogeneización de sectores, eliminación de datos espurios unificación de sectores, filtrado pasa-banda, cambio de coordenadas locales a UTM y ensayo con diferentes escalas de color y planos de visualización.

Para la composición final del mapa de anomalías magnéticas se ha empleado un programa comercial (Surfer 13 y 15, Golden Software, LLC.) uniendo todos los sectores e interpolando los datos definiendo una malla regular de 0.1 m en direcciones X e Y con

un radio de exploración libre y con un filtrado de datos para las zonas comunes de los sectores vecinos. Finalmente, el mapa resultante ha sido transformado locales a coordenadas UTM en base a las estacadas medidas.

Prospección georradar

La exploración con georradar se concibió para apoyar la interpretación del mapa de anomalías magnéticas. Por ello, en base a los resultados provisionales de dicho mapa se planificaron una serie de sectores georradar en los lugares donde se estimó oportuno “contrastar” un determinado tipo de anomalías. Adicionalmente, también se han reconocido zonas que estaban cubiertas de manera incompleta en la prospección magnética (Lám. 4).

En este estudio se ha utilizado una antena de 400 MHz y la consola de gestión de los datos ha sido un georradar SIR-3000 de la firma GSSI (Figura 9). Dado que el radar es muy sensible al relieve irregular, los perfiles se adquirieron, siempre que fue posible, en dirección paralela a los surcos dejados por la máquina desbrozadora.

Para el procesado básico de los radargramas se ha utilizado el paquete específico Radan-7 de GSSI. Todos los radargramas obtenidos han seguido un tratamiento similar al de post-apilamiento (post-stack) que se aplica en sismica de reflexión; siendo el objetivo el aumento de la relación señal-ruido (Yilmaz, 2001; Conyers, 2004; Daniels, 2004) para proporcionar un radargrama lo más interpretable posible.

En este estudio la calidad de los datos ha sido mala; en el radargrama de campo solo se observa el típico “bandeado” que es el “eco” producido por la primera reflexión entre el aire y el suelo (llamada onda aérea). Cuando se obtienen este tipo de imágenes pueden pasar dos cosas: o efectivamente no hay

ninguna estructura soterrada y solo se reciben los ecos, o bien no hay contraste dieléctrico entre los materiales que forman la estructura y el material encajante y a “ojos” del georradar la estructura pasa desapercibida. En esta porción de radargrama hemos podido recuperar parte de la señal emitida por la estructura que estaba camuflada entre el fuerte ruido de los ecos, pero nuestra experiencia es que en esta exploración georradar es posible que hayan pasado desapercibidas algunas estructuras debido, precisamente, al poco contraste; por ejemplo las de adobe.

Para construir el volumen de datos georradar, se ordenan los radargramas y se elabora el modelo 3D, a partir de este volumen construido se obtienen una serie que facilitan la interpretación de los reflectores más significativos.

Prospección geoeléctrica.

Se han realizado dos perfiles de tomografía eléctrica (ERT, Electrical Resistivity tomography) a fin de obtener una visión geoarqueológica del yacimiento hasta una profundidad de unos 12 m.

La tomografía eléctrica es una técnica orientada a la obtención de imágenes de resistividad 2D del interior del subsuelo, $\rho(x, z)$. Para ello se obtiene la resistividad aparente del terreno con un dispositivo compuesto de 4 electrodos: dos que inyectan corriente (C1 y C2) y dos que miden la diferencia de potencial que se genera (P1 y P2). En cada punto de medida la resistividad aparente se calcula mediante una expresión que deriva de la Ley de Ohm (Orellana, 1982).

En este estudio se ha empleado un dispositivo electródico llamado gradient (Dahlin & Zhou, 2006), que es una disposición híbrida (simétrica y asimétrica, por etapas) y consiste en introducir corriente por dos electrodos, C1 y C2, y en medir por tantas parejas de electrodos de potencial P1- P2, P3 - P4, Pn-1- Pn como sea posible. El equipo de medición utilizado permite hasta 8 parejas simultáneas. La profundidad de investigación es mayor cuanto mayor es la separación de los electrodos de corriente. El dispositivo elegido origina medidas muy fiables y los modelos resultantes no están demasiado afectados por artefactos del cálculo. A efectos prácticos, este dispositivo resuelve muy bien tanto las estructuras horizontales como las verticales, de modo que se presenta muy adecuado para situaciones variadas de las que no se dispone de abundante información a priori.

El lugar al que se refiere la medición se sitúa en el punto medio de los electrodos de potencial (para las opciones simétricas del dispositivo) y la profundidad es función de las distancias inter-electródicas. De este modo, al ir cambiando la situación de los electrodos a lo largo de un perfil, se van obteniendo sucesivas medidas de resistividad aparente para una profundidad determinada. Si posteriormente se recorre el mismo perfil con diferente separación de electrodos, se obtienen lecturas que corresponden a otro nivel de profundidad.

Como ya se ha mencionado, los dos perfiles eléctricos se planificaron por motivos geoarqueológicos de forma que parte de su trazado ha estado condic una sección del yacimiento que diera cuenta del nivel arqueológico y de su encaje sobre el basamento geológico. Así mismo también se quería obtener información del posible paleo-contacto entre la antigua isla y las aguas someras. En base a ello se trazaron los dos perfiles de tomografía eléctrica (ERT) mostrados en la Lámina 5.

El equipo empleado es un sistema de medición de resistividad de subsuelo modelo Terrameter LS 12, de la casa ABEM, opera simultáneamente con 12 canales, lo que permite una notable velocidad de adquisición de datos.

Los datos adquiridos son las medidas de resistividad aparente del subsuelo que corta la traza de los perfiles, en laboratorio estas medidas deben procesarse para obtener los modelos de resistividad real del subsuelo. Para este cometido se ha usado un programa comercial (Resix2Dinv, Geosoft S.L.) que calcula los modelos reales aplicando la inversión de los datos (Loke, 2004).

Síntesis de resultados de las prospecciones geofísicas

La información geoarqueológica obtenida con los perfiles eléctricos establece que el yacimiento se emplaza sobre una antigua barra fluvial cuya morfología coincide con la reconstrucción paleogeográfica de García Alfonso (2012), para la cual los perfiles eléctricos sugieren un primer “núcleo” emergido en cuyo alrededor se fueron colmatando sucesivas barras sedimentarias hasta formar la morfología de la isleta durante la ocupación fenicia que, de forma aproximada, su línea de costa vendría definida por las actuales cotas del terreno de 3.5-4.1 m.

La correlación espacial entre los perfiles eléctricos pone de manifiesto la colmatación de la línea de costa de la isleta en episodios posteriores a la ocupación fenicia. Esta colmatación viene descrita por una capa muy conductora.

Los perfiles eléctricos detectan el nivel arqueológico como una capa superficial de altas resistividades (comparativamente) cuya base se sitúa de media en torno a 1.5 m de profundidad, pero localmente puede tener una mayor potencia. Se han localizado dos anomalías resistivas, una en cada perfil, con profundidades sobre los 2 m situadas en la mitad oriental del yacimiento que podrían tener interés arqueológico.

El mapa de anomalías magnéticas está fuertemente afectado por una tubería de hierro situada a unos 6 m de profundidad que atraviesa el yacimiento en dirección SW a NE,

paralela y muy próxima al montículo de la antigua vía ferroviaria. En todo su recorrido el yacimiento está afectado a causa de su construcción, pero el hierro y su magnetismo afecta a los datos en una banda de unos 20 m de anchura.

Así mismo, el mapa de anomalías magnéticas también está fuertemente afectado por la verja de hierro que delimita al yacimiento. Esta afección se traduce en otra banda de similar anchura, pero en este caso el efecto se nota en partes limítrofes del mapa.

Para describir la interpretación geofísica de las anomalías magnéticas, se ha dividido el mapa en cuatro zonas con características que hemos estimado diferenciadas. Dichas divisiones son tan solo orientativas y se han basado en criterios geofísicos analizando los valores magnéticos, las texturas y los rasgos más destacables.

Zona 1. Se trata de la esquina noroeste del yacimiento, en ella se ha detectado una ancha anomalía lineal, atribuida a una calle, a cuyos lados se detecta un tejido de recintos grandes. La mayoría son de planta rectangular con dimensiones medias entre 16 m x 4 m, que en muchos casos parecen estar compartimentados. Su distribución sigue un orden reticular con ejes ortogonales principalmente orientados, aproximadamente, N 328° E - N 122° E.

Algunos de los recintos parecen albergar hornos u hogares cuyo mayor valor magnético se superpone a las anomalías débiles de los muros enmascarándoles la geometría. Se detecta una mayor presencia de estos lugares de combustión hacia el límite oeste y en la vecindad de la Zona 2.

Alrededor de la traza de una canalización moderna se ha detectado una acumulación de elementos ferromagnéticos que pueden deberse a hierros presentes en la propia obra; pero si se tiene en cuenta la proximidad de una hilera de hornos, cabe la posibilidad de que se trate de un lugar de escoria donde posteriormente se haya construido la dicha canalización.

Los sectores georradar de esta zona indican que las estructuras se hallan entre los 60-160 cm de profundidad aproximada. Hacia el extremo oeste del yacimiento se detectan estructuras contemporáneas que tienen continuidad en superficie (canalización, camino asfaltado, torretas de riego, etc.) y que también afectan a la Zona 2.

La inspección con georradar del terreno situado más al norte del yacimiento, que actualmente está más hundido respecto a la meseta-isla con una cota media de 3 m, ha puesto de manifiesto que en este sector hay poco material arqueológico y está localizado entre los 0.5 y 1 m de profundidad.

Zona 2. Es la esquina suroeste del yacimiento vecina a la anterior. La ancha anomalía lineal de la zona anterior sigue hasta cortarse abriendo un espacio con otros rasgos lineales alrededor de los cuales se localizan numerosas anomalías circulares, correspondientes hogares y hornos, con valores magnéticos altos-medios que enmascaran las geometrías de los recintos que las albergan; pero todo parece indicar que son de menor tamaño y poseen distintas orientaciones.

Esta zona se ha diferenciado de las demás por su “ruido de fondo bandeado” que, asociado a la presencia de un número cuantioso de hornos, hace suponer que el terreno contiene cierto grado de mineralización dispersa procedente de la actividad industrial que, probablemente, se desarrolló. Esta característica, parece también apreciarse en una franja al otro lado de la tubería metálica.

La parte más meridional del yacimiento muestra una baja señal que se relacionaría con una ausencia de material y cuyo límite viene descrito por la franja de transición entre las cotas 3.5 -4.1 m.

Los resultados del georradar apoyan la interpretación de calles/caminos de las anomalías lineales anchas y la ausencia de continuidad en alguno de los muros parece indicar la presencia de estructuras de adobe. También se han detectado reflexiones dispersas que indican derrumbe asociado. En este caso, el modelo georradar sitúa el nivel arqueológico entre los 0.5- 0.6 y 1.10 m de profundidad.

En el sector más al suroeste, coincidiendo con la franja de transición entre las cotas que delimitan la isleta, se han detectado restos de estructuras que parecen tener una orientación diferente a las direcciones principales del yacimiento. Estos reflectores se sitúan entre los 0.4 y .8 m.

Zona 3. Para esta zona se han establecido a tres unidades:

3.1) La primera de ellas es la banda definida por la línea de costa de la isleta donde los rasgos magnéticos indican restos de estructuras.

3.2) La segunda unidad corresponde a la parte norte-centro del yacimiento, donde se han detectado recintos rectangulares parecidos, en tamaño y profundidad a los de las excavaciones arqueológicas del Sector 2 (delgado 2008).

3.3) La tercera unidad se ubica en la parte sureste y en ella las anomalías aumentan de valor y sus rasgos no presentan una clara geometría que podría deberse a un grado considerable de derrumbe. El techo de la mayoría de sus estructuras se ha detectado a mayor profundidad, sobre los 0.8 m, lo cual es compatible con la hipótesis de arrase de las mismas.

El modelo del georradar obtenido para la línea de costa muestra muy bien este límite indicando que en su mayor parte se trata de embarcaderos. Los reflectores más superficiales se han detectado casi en superficie (0.1 m) y al ir profundizando se observa una base más ancha (¿escalones?); la profundidad máxima se situaría en torno los 1.3 m. Esta línea de costa coincide con la cota 3.5 m y es muy probable

que a lo largo de ella se repita el mismo patrón; excepto los lugares con menor señal magnética donde el embarcadero estaría arrasado por posteriores actuaciones antrópicas; o bien serían segmentos de playa.

Zona 4. Se refiere a la porción e mapa magnético “exterior” a la línea de costa, donde las anomalías se caracterizan por ser de baja señal magnética.

Destacan algunos surcos relacionados con antiguos parcelarios visibles en la ortofoto del vuelo 1956-57 y por elementos férricos dispersos. También se detectan otras alineaciones que podrían responder a rasgos edafológicos probablemente relacionados con surcos agrícolas de cronología posterior.

Esta baja señal es compatible con la hipótesis de que era la parte inundada por aguas someras en la época de funcionamiento del yacimiento.

La continuación de la línea de costa propuesta por García Alfonso rebasa el mapa magnético y parece volver a detectarse en la parte sur. Al contrario de la parte norte, en este segmento sureste los reflectores de la exploración georradar presentan geometrías poco concluyentes y se sitúan sobre los 0.4-0.8 m de profundidad aproximada indicando que este límite está más arrasado.

Conclusiones (Fig. 1)

La interpretación del mapa de anomalías magnéticas se ha realizado aplicando criterios geofísicos.

A nivel de valoración global, la exploración geofísica presenta algunas indeterminaciones; en particular en la parte sur del yacimiento donde el terreno está afectado por la destrucción del montículo de la antigua vía del tren y por la construcción bien el mapa magnético está afectado por la verja de la tubería de hierro; y donde tam metálica limítrofe.

En este contexto antes de proceder a la toma de futuras actuaciones es aconsejable realizar sondeos arqueológicos para ratificar, rectificar y/o ampliar la interpretación presentada.

Recapitulando, los trabajos de prospección geofísica llevados a cabo en el yacimiento fenicio del Cerro del Villar han cumplido con los objetivos previstos.

Por un lado, se ha conseguido ahondar en el conocimiento del estado de conservación del yacimiento, lo que pone de manifiesto el potencial de la investigación en el mismo. Aunque algunos aspectos interpretativos estarán sujetos a su futura contrastación mediante excavaciones arqueológicas, en líneas generales se puede plantear la existencia de un urbanismo complejo en el asentamiento, organizado a partir de una serie de ejes de comunicación principales, desde los cuales se puede intuir la existencia de calles y, aparentemente, manzanas. Por otro lado, la concentración de una serie de anomalías que pueden vincularse con hornos, tanto cerámicos como metalúrgicos, indican la existencia una planificación en la que los talleres, al menos aparentemente, se separan de las principales zonas de hábitat.

Por otro lado, tanto las prospecciones geomagnéticas como geoelectricas confirman y precisan la delimitación de la isla. Este aspecto ya había sido insinuado en ocasiones anteriores por estudios de carácter paleogeográfico, pero es la primera ocasión en la que se cuenta con base analítica para contrastar y ajustar el perímetro del asentamiento, en particular el extremo sur del mismo.

Estos últimos datos resultan de particular interés no solo científico, sino también patrimonial, ya que permiten disponer de una valiosa información imprescindible para planificar la puesta en valor del yacimiento y de los servicios vinculados al mismo.

Bibliografía.

Apinall, A., Gaffney, C., & Schmidt, A. (2008): Magnetometry for Archaeologists, Altamira Press, Plymouth.

Arribas Palau, A. y Arteaga Matute, O. (1975): El yacimiento fenicio de la desembocadura del río Guadalhorce (Málaga), Cuadernos de P Universidad de Granada, Serie monográfica nº 2.

Aubet Semmler, M. E. (1993): "Proyecto Cerro del Villar, Guadalhorce (Málaga). El asentamiento fenicio y su interacción con el hinterland", Investigaciones Arqueológicas en Andalucía 1985-1992: Proyectos, Huelva: 471-479

Aubet Semmler, M. E. (1997): "Un lugar de mercado en el Cerro del Villar", M. E. Aubet Semmler (coord.), Los fenicios en Málaga, Málaga: 197-213.

Aubet Semmler, M. E., Carmona, P., Curià, E., Delgado, A., Fernández, A y Párraga, M. (1999): Cerro del Villar-I. El asentamiento fenicio en la desembocadura del río Guadalhorce y su interacción con el hinterland.

Breiner, S. (1973): Applications manual for portable magnetometers, Geometrics, Sunnyvale.

Conyers, L. B. (2004): Ground-penetrating radar for archaeology. AltaMira Press, Walnut Creek, Calif.

Dahlin, T, & Zhou, B. (2006): Multiple-gradient array measurements for multichannel 2D resistivity imaging. Near Surface Geophysics, 4(2), 113-123.

Daniels, D. J. (Ed). (2004): Ground penetrating radar. Institution of Electrical Engineers, London

Delgado Hervás, A. (2008): "Cerro del Villar, de enclave comercial a periferia urbana: dinámicas coloniales en la Bahía de Málaga entre los siglos VIII y VI a.C.". Contactes. Indígenes y fenicis a la Mediterrània Occidental, pp. 66-88.

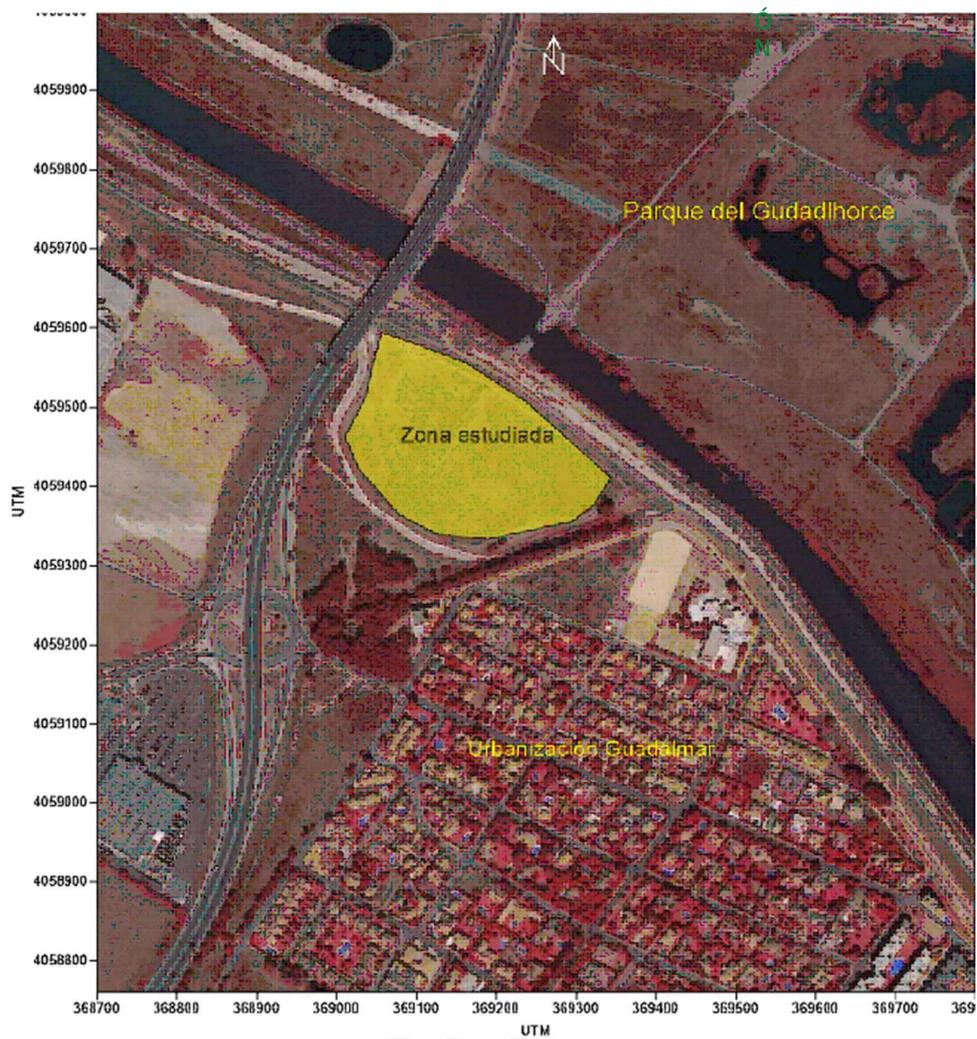
García Alfonso, E. (2012): "La arqueología fenicia en la provincia de Málaga en los albores del siglo XXI. Breve balance de una década (2001-2010)", en García Alfonso, E. (ed.): Diez años de arqueología fenicia en la provincia de Málaga (2001-2010), Sevilla, pp. 25-48.

Loke, M. H. (2004): RES2DINV ver. 3.54,. Ed. M.H. Loke, Penang.

Orellana, E. (1982): Prospección geoelectrica en corriente continua. Biblioteca Técnica Philips, Paraninfo. Madrid.

Rovira, C. (2005): "Los talleres metalúrgicos fenicios del Cerro del Villar", Atti del V Congresso Internazionale di Studi Fenici e Punici, Marsala-Palermo 2000. Palermo.

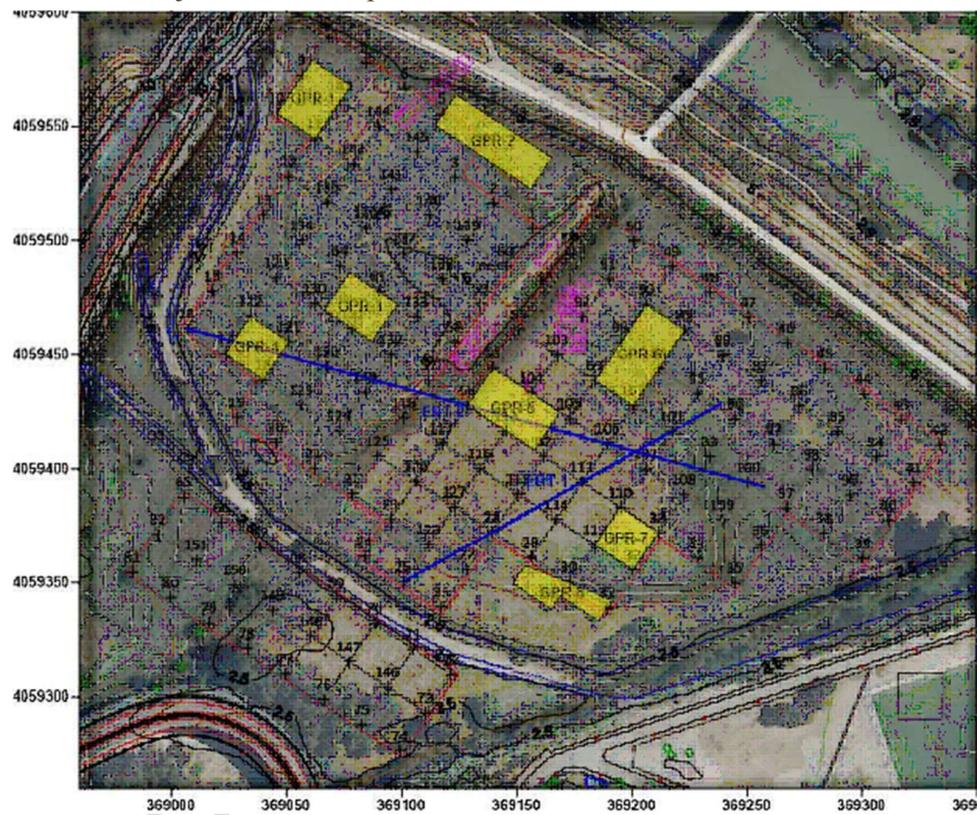
Pies de láminas y figuras



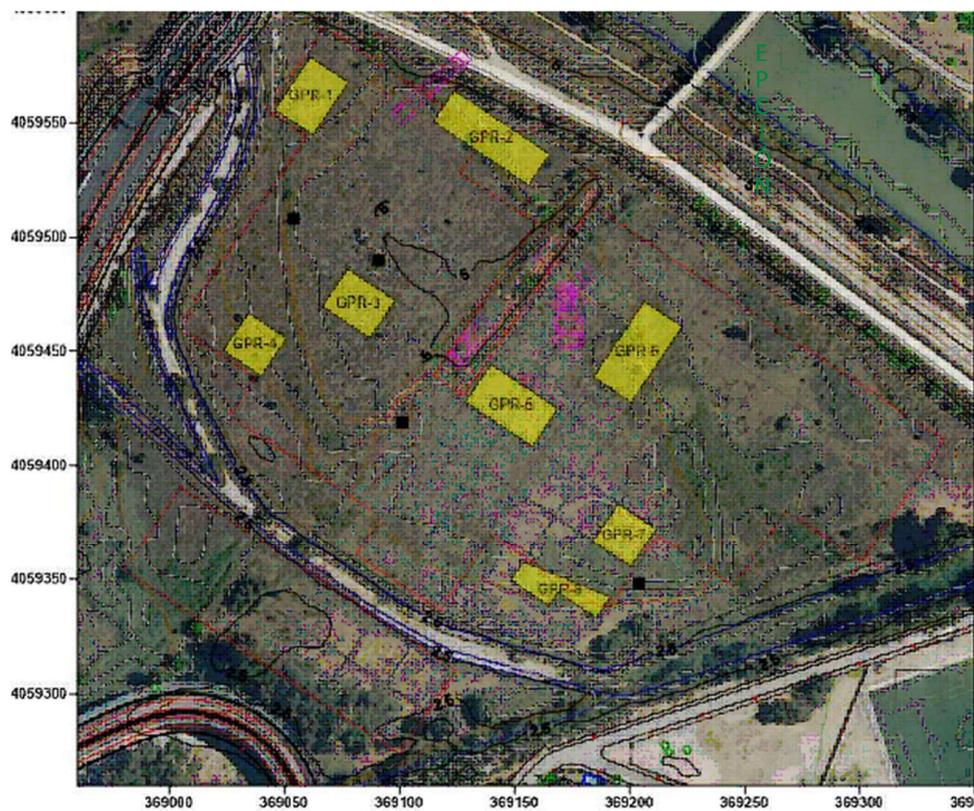
Lám. 1. Ubicación del ámbito de estudio. Cerro del Villar.



Lám. 2. Trabajos de desbroce previo.



Lám. 3. Estaquillado de referencia.



Lám. 4. Perfiles geoelectricos.

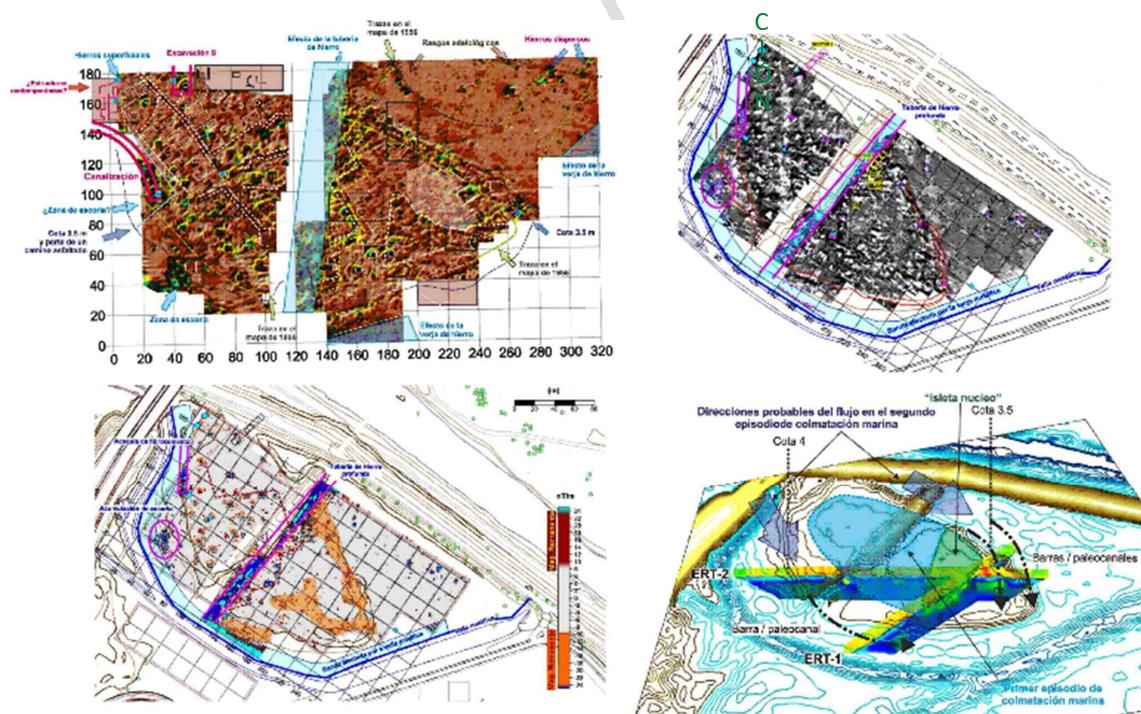


Fig. 1. Arriba, izq. Interpretación de los estudios geofísicos: delimitación del asentamiento y localización de ejes y concentración de construcciones; arriba, drcha.. magnetograma y localización de los sectores xcavados; abajo, izq. principales anomalías férricas; abajo, drcha., localización de los perfiles geoeléctricos. En azul, niveles con alta salinidad, asociados a eventos marinos.

Borrador / Pre-print