

II
ACTIVIDADES
SISTEMÁTICAS

ANUARIO ARQUEOLÓGICO
DE ANDALUCÍA / 1994

FICHA CATALOGRÁFICA

Anuario Arqueológico de Andalucía 1994 / [Coordinación de la edición: Dirección General de Bienes Culturales, Servicio de Investigación y Difusión del Patrimonio Histórico]. – Sevilla : Junta de Andalucía, Consejería de Cultura, Dirección General de Bienes Culturales, D.L. 1999

3v. : il. ; 30 cm.

ISBN 84-8266-068-3 (Obra completa)

ISBN 84-8266-070-5 (Tomo II)

Contiene: I. Sumario – II. Actividades sistemáticas – III. Actividades de urgencia.

1. Excavaciones arqueológicas-Andalucía. I. Andalucía. Junta Consejería de Cultura. 902.03(460.35)“1994”

ANUARIO ARQUEOLÓGICO DE ANDALUCÍA 94. II

Abreviatura: AAA'94.II

Edita: Junta de Andalucía. Consejería de Cultura.

Coordinación de la edición:

Dirección General de Bienes Culturales

Servicio de Investigación y Difusión del Patrimonio Histórico

C/. Levies, 17. Sevilla

Tel. 95-4555510. Fax: 95-4558275

Impresión: Egondi Artes Gráficas

© de la presente edición: Junta de Andalucía.

Consejería de Cultura. E.P.C.

ISBN: 84-8266-068-3 (Obra completa)

ISBN: 84-8266-070-5 (Tomo II).

Depósito Legal: SE-637-99-II

PROSPECCIONES GEOFÍSICAS EN EL YACIMIENTO ROMANO DE GABIA LA GRANDE (GRANADA)

M^a OLIVA RODRÍGUEZ-ARIZA ⁽¹⁾

M^a ISABEL FERNÁNDEZ ⁽¹⁾

JOSÉ A. PEÑA ⁽¹⁾⁽²⁾

JOSÉ A. ESQUIVEL ⁽¹⁾⁽²⁾

ENCARNA BUSQUET ⁽³⁾

MARÍA VILAS⁽³⁾

ALBERTO CASAS⁽³⁾

Resumen: En los últimos años ha aumentado el empleo de métodos geofísicos en Arqueología, como una fase previa de recopilación de información de subsuelo que ayude a una mejor planificación de la intervención arqueológica y a una mayor optimización de los recursos.

En el yacimiento romano de Gabia, Granada, se han realizado varias actuaciones consistentes en: una prospección magnetométrica mediante lecturas de diferencias de campo magnético total y una prospección con geo-radar. Estas prospecciones estaban orientadas a obtener información sobre posibles estructuras no aflorantes en superficie y poder delimitar el área ocupada por el yacimiento.

Los dos métodos empleados han detectado una gran cantidad de anomalías que han servido para: evaluar la información aportada por cada uno de ellos, contrastar entre sí los mapas y perfiles de anomalías proporcionados y realizar una reinterpretación a la luz de los vestigios descubiertos en el curso de la excavación.

Abstract: The use of geophysical methods in Archaeology has increased in recent years. These methods, as a preliminary phase to obtaining the underground information, provide for better planning in archaeological excavation and in the optimization of the resources.

At the Roman site in Gabia (province of Granada) several activities have been undertaken: magnetometric survey by the reading of differences in total magnetic field, and geo-radar survey. These surveys were made to obtain information on possible hidden structures, and delineate the area occupied by the site.

The two methods used have revealed a great number of anomalies, on the basis of which each method was analysed. In addition the maps and profiles of the anomalies were compared according to the method used, and the information was reinterpreted in light of remains uncovered during excavation.

I. INTRODUCCIÓN

Dentro del Proyecto de investigación arqueológica: *Estudio del poblamiento de la Vega de Granada desde la Prehistoria Reciente hasta el final del mundo Romano*, que dirigen M. Orfila y E. Fresneda, se obtuvo autorización, dentro de las actividades a realizar en 1994⁴, para la realización de prospecciones geofísicas en la Villa romana de Gabia, bajo la dirección de I. Fernández y M.O. Rodríguez-Ariza.

Previo a estas actividades fué encargado a una empresa especializada el levantamiento topográfico de toda el área del yacimiento, realizado a escala 1:500 con una equidistancia de las curvas de nivel de 50 cm, y que ha servido para plasmar en él cada una de las siguientes intervenciones y sus resultados. En base a la topografía y al reconocimiento del terreno se han diferenciado dos grandes zonas, separadas por el camino y la acequia de las Viñas. La zona A comprende el cerrete situado al Oeste del camino y la Zona B las seis fincas de vega, al Noroeste del mismo (Fig. 1).

Estas prospecciones se plantearon con objeto de obtener información sobre posibles estructuras no aflorantes en superficie y poder delimitar el área ocupada por el yacimiento. Las prospecciones geofísicas se han centrado principalmente en la Zona A del yacimiento, en un área donde afloraban en superficie numerosos restos materiales como cerámica, téglulas, ladrillos, etc., sin que se observaran estructuras y donde interesaba conocer la extensión y naturaleza de las estructuras origen de tales materiales, pues esta zona no contaba con sondeos arqueológicos de actuaciones antiguas⁵. Además, esta zona estaba lo suficientemente alejada de una acequia con estructura de hierro y de las líneas eléctricas del pueblo para que los resultados obtenidos se vieran afectados por su influencia, principalmente en prospección magnética (Fig. 1). Elementos que impidieron la realización de prospecciones magnéticas en la Zona B.

La prospección con geo-radar se realizó posteriormente a la magnética por lo que los ocho primeros perfiles se plantearon dentro de la rejilla planteada por la prospección magnética en la Zona A, con objeto de obtener lecturas complementarias que sirvieran para la contrastación de resultados. Los perfiles 9, 10 y 11 se realizaron en la misma zona pero fuera de la anterior rejilla, con lo cual se realizó una cruceta con dirección aproximada N-S y E-O (Figs.1 y 2). En la Zona B se realizaron 5 perfiles en sentido perpendicular a la estructura del Criptopórtico con objeto de determinar si había estructuras en profundidad. El perfil 15 se planteó con objeto de comprobar si el criptopórtico tenía continuación hacia el Suroeste y evaluar la conveniencia de plantear un sondeo.

Los dos métodos empleados, Magnetometría y Geo-radar, han detectado una gran cantidad de anomalías que han servido para: evaluar la información aportada por cada uno de ellos, contrastar entre sí los mapas y perfiles de anomalías proporcionados y realizar una reinterpretación a la luz de los vestigios descubiertos en el curso de la excavación.

II. PROSPECCIÓN MAGNETOMÉTRICA⁶

II.1. Fundamento del método

El campo magnético terrestre produce una inducción en los materiales de la corteza, lo que origina pequeños campos magnéticos en áreas limitadas, que se suman vectorialmente al campo general modificando su valor. Si en el subsuelo hay materiales con un contraste notable de susceptibilidad magnética (respuesta a un campo magnético externo) se originarán anomalías locales de pequeña intensidad (normalmente inferiores a 10 nanoteslas) que permitirán hacer inferencias acerca de la distribución espacial de los materiales que originan el campo anómalo.

Por otra parte, y debido a la acción antrópica, algunos de los materiales arqueológicos estuvieron sometidos a altas temperaturas, ya sea en su proceso de manufactura (cerámica, ladrillos, etc.), debido a su emplazamiento (estructuras de hornos, hogares, etc.)

o, incluso, de manera fortuita (incendios, etc.). Parte de estos materiales adquieren un magnetismo permanente (termorremanente) que da origen a anomalías locales de intensidad superior en un orden de magnitud a las inducidas.

Ocasionalmente, la ocupación continuada de un mismo lugar origina otro tipo de magnetismo remanente (magnetismo «viscoso») que también se suma al campo local.

II.2. Limitaciones de las condiciones reales

El campo magnético terrestre no es estable y sufre a lo largo de las horas centrales del día variaciones lentas de la decena de nanoteslas (es decir, superiores a algunas de las anomalías que queremos medir). Adicionalmente sufre variaciones irregulares en el intervalo de minutos (*micropulsiones*) que generalmente están por debajo de la decena de nanoteslas (en el orden de magnitud de las anomalías más usuales). Estas variaciones temporales son completamente normales, pero han de ser contabilizadas y tenidas en cuenta para obtener el verdadero valor de las anomalías locales.

Por otra parte, ocasionalmente pueden producirse oscilaciones temporales extraordinarias, ligadas a fulguraciones solares (tormentas magnéticas), que hacen prácticamente inútil el trabajo de campo.

Además de por estos condicionantes naturales, la adquisición de datos puede ser afectada por elementos antrópicos modernos como chatarra férrea enterrada (clavos, herraduras, restos de aperos de labranza) que deben ser eliminados; también afecta la presencia de masas metálicas (coches, camiones, cercas) y de líneas eléctricas, así como los elementos férricos que porten consigo los prospectores.

II.3. Instrumentos utilizados en esta prospección

Para llevar a cabo la prospección se ha utilizado un magnetómetro de protones *EG&G Geometrics*, modelo *G-856X*, que consta dos sensores para la medida del campo total, que pueden ser disparados con intervalo de pocos segundos y de una consola de control del sistema con las siguientes funciones (entre otras): sintonización del aparato para optimizar las lecturas, disparo, con varias modalidades, de los sensores y almacenamiento de la información. La consola tiene capacidad de almacenamiento para cinco mil lecturas individuales (es decir, 2500 si se usan los dos sensores).

La información se exporta mediante una conexión *RS-232* a ordenador, utilizando un *software* para la extracción y tratamiento preliminar de los datos adquiridos; la información original se convierte en una colección, en formato *ASCII*, de datos *xyz*, donde *x* e *y* son las coordenadas planas de los puntos de lectura y en la que *z* puede ser tanto la lectura del campo anómalo, corregido de variación temporal, como la lectura de gradiente, de acuerdo con la disposición de sensores elegida.

El instrumento tiene una sensibilidad nominal de 10^{-1} nanoteslas, pero en las modalidades de medición relativa y medición de gradiente queda reducida en un orden de magnitud.

II.4. Planteamiento de la prospección

El área con restos arqueológicos en superficie y datos de excavaciones anteriores es muy extensa ocupando unas 4 Ha, aunque la zona donde se realizó la prospección magnética solamente incluye una parte de la misma de 2000 m² de extensión con la mayor presencia de restos en superficie (Fig. 1). Se planificó una rejilla de prospección orientada aproximadamente al norte magnético y con nudos cada 10 m en la zona donde se habían encontrado artefactos y ecofactos dispersos en unos 2500 m².

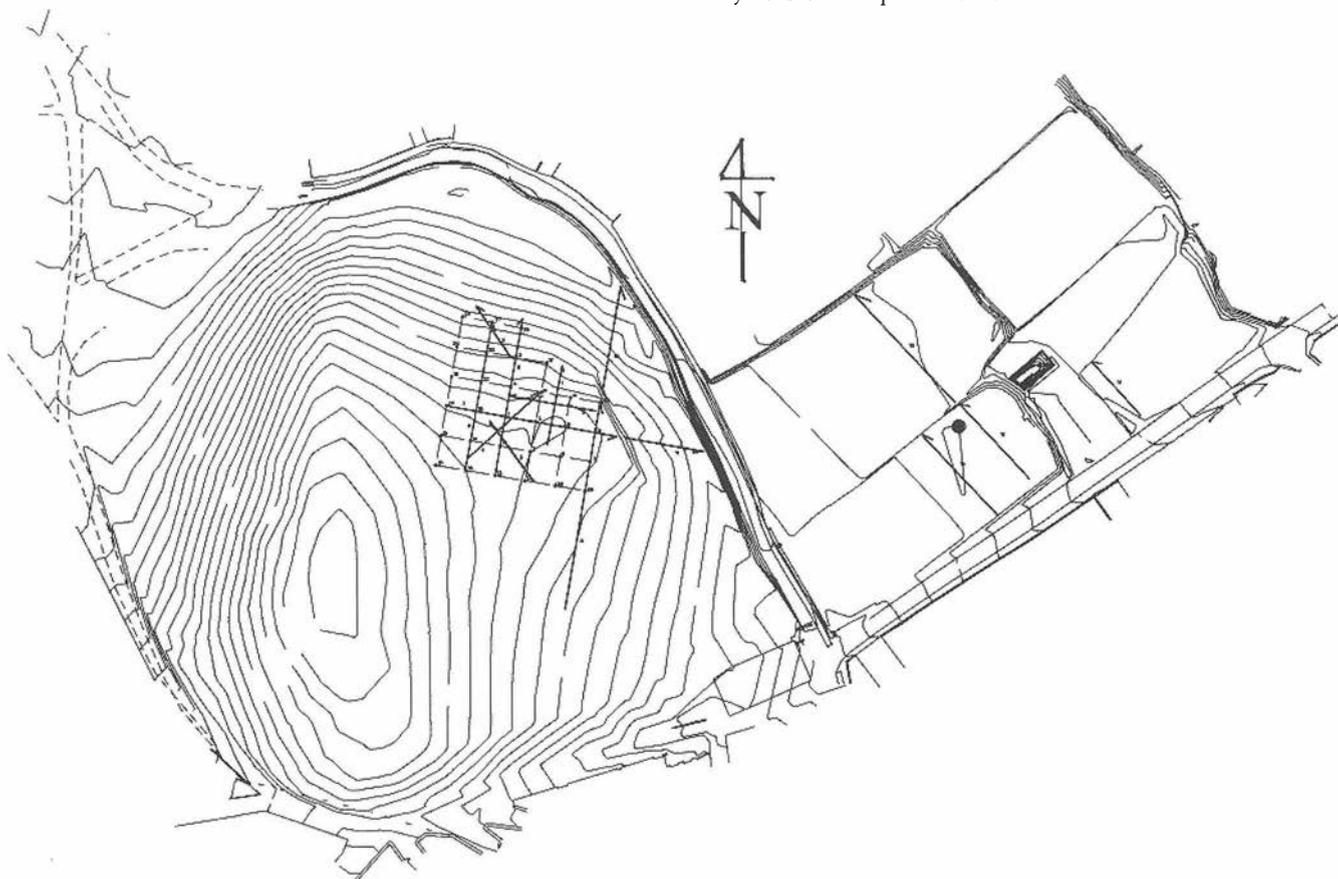


FIG. 1: Plano topográfico del yacimiento romano de Gabia La Grande, con la ubicación de la rejilla del área de prospección magnética y la localización de los perfiles de geo-radar.

La adquisición de datos se llevó a cabo mediante perfiles N-S y S-N separados 1 m, distancia que se estableció también para la separación entre las estaciones (Fig. 2). La prospección se planificó de forma que hubiese lecturas redundantes en los límites de las áreas (cuadros de referencia de 10 x 10 m), a fin de conseguir un mejor control de la calidad de los datos.

La metodología elegida para la prospección fue la lectura de gradiente, que elimina la necesidad de corrección temporal y enfatiza las anomalías locales en detrimento de la anomalía regional. La separación vertical de los sensores fue 138 cm. El sensor inferior se situó a 30 cm sobre el terreno («muy bajo») a fin de captar las anomalías producidas por pequeños elementos estructurales próximos a la superficie, aun a costa de incluir una pequeña cantidad de ruido.

Para minimizar las perturbaciones producidas por elementos antrópicos modernos, previa a la toma de datos se realizó una limpieza de elementos férricos y, en el momento de las lecturas, se desplazaron los artefactos dispersos por la superficie a fin de reducir el ruido derivado de la pequeña altura del sensor inferior.

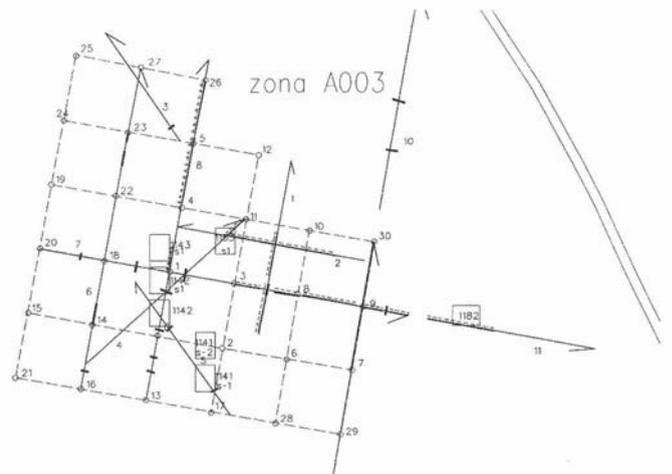


FIG. 2: Situación de los sondeos estratigráficos de la Zona A con respecto a la rejilla de prospección magnética y los perfiles de geo-radar. El eje mayor de los sondeos está orientado paralelamente con las líneas N-S de la rejilla UTM.

II.5. Tratamiento de los datos

Los datos fueron descargados al ordenador y convertidos en una colección xyz mediante la aplicación *MAGLOG* suministrada con el aparato. Posteriormente fueron tratados mediante el *software* comercial *SPYGLASS* y con la aplicación para el tratamiento de matrices *PROSPMAG* desarrollada por J.A. Peña y mediante la aplicación *SPATIAL* de análisis estadístico espacial desarrollada por J.A. Esquivel.

Los tratamientos numéricos se enfocaron a la eliminación (en la medida de lo posible) del ruido y al enfatizado de las anomalías locales en detrimento de la anomalía regional.

Como resultado de estos tratamientos se obtuvieron varios mapas de anomalías, coincidentes en lo esencial a pesar de haber sido obtenidos mediante la aplicación de métodos matemáticos muy diferentes.

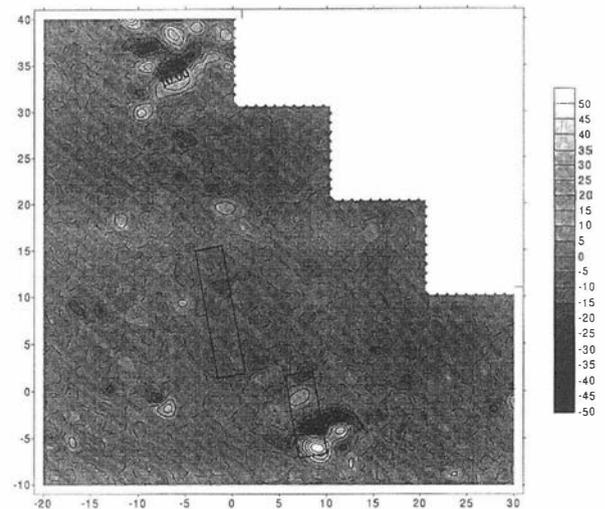


FIG. 3: Mapa de gradiente magnético vertical del área prospectada. El 0 está representado mediante línea de trazos. Las isolinias con valores negativos se marcan mediante "peines" mientras que los valores superiores a 0 se indican con línea continua. Los valores sombreados se mantienen en un intervalo de 5 nT/m mientras que las isolinias están trazadas a intervalos de 10 nT/m. Los rectángulos indican la situación de los sondeos estratigráficos realizados en el área prospectada.

II.6. Resultados obtenidos

Los resultados de la adquisición de datos y de los tratamientos computacionales aplicados se visualizan en una serie de mapas de gradiente magnético vertical, que muestran las anomalías producidas por los materiales soterrados. En el mapa (Fig. 3) destacan:

- Una gran anomalía lineal en el norte del área prospectada.
- Una notable anomalía bipolar en el sur.
- Una anomalía aislada en el extremo NE de la cuadrícula.
- Una anomalía circular, no muy marcada y difícil de interpretar, cerca del borde W.

Por otro lado la representación gráfica de las pequeñas anomalías negativas (Fig. 4) muestra un trazado de líneas ortogonales, formando un ángulo de 45° con la cuadrícula de prospección (que está orientada aproximadamente al Norte).

II.7. Discusión de los resultados

A partir de los sondeos estratigráficos realizados se ha podido constatar la existencia, en el lugar marcado por la anomalía situada al sur, de un nivel de derrumbe compuesto por vigas quemadas sobre un pavimento quemado, donde se encontraba un crisol de cerámica, de unos 20 cm. de diámetro, con cobre en su interior. Por lo cual posiblemente nos hallemos en una zona de fundición de metal. En la Figura 5 se aprecia la coincidencia de la zona

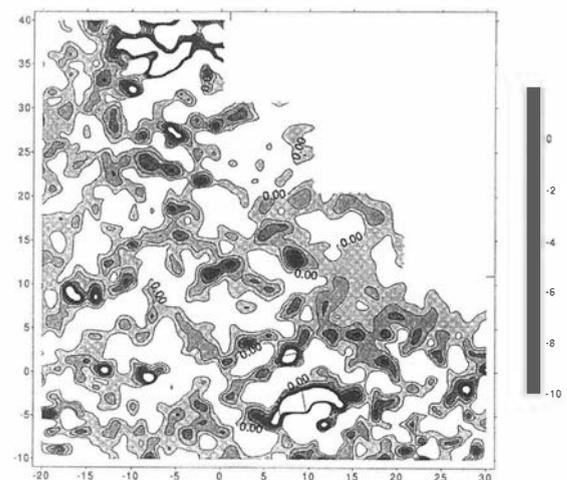


FIG. 4: Mapa de gradiente vertical en el que se han señalado únicamente los valores negativos comprendidos entre -10 nT/m y 0. Permite apreciar una distribución de direcciones ortogonales con la rejilla de prospección, formando un ángulo aproximado de 45° con la misma, de una buena parte de estas anomalías.

quemada (polígono irregular abajo a la derecha) con el máximo de la anomalía. Los datos han sido tratados (en realidad es un mapa de la derivada vertical del gradiente) para conseguir el mejor ajuste de las anomalías con los cuerpos productores.

Los sondeos estratigráficos efectuados mostraron una relación entre las anomalías negativas con un trazado lineal y los restos de estructuras murarias y zanjas de cimentación de muros, parcialmente desmantelados, que definen un reticulado rectangular en dirección NO-SE (Fig. 6); en este caso los datos han sido tratados para obtener la derivada direccional en el ángulo marcado por las directrices detectadas en la Figura 4. Es conveniente aclarar que en este caso se disponía de información previa (proporcionada por el mapa general de anomalías brutas) pero, en cualquier caso, hay

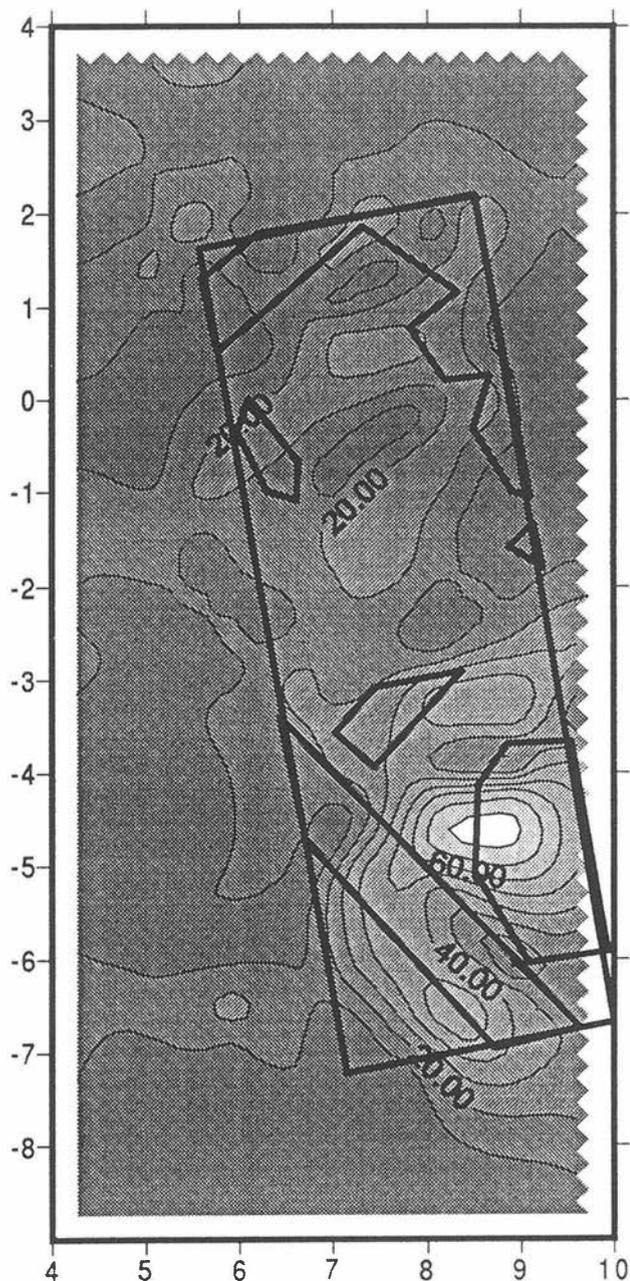


FIG. 5: Corresponde a los sondeos estratigráficos situados en el extremo sur de la superficie prospectada (área 11-41). Muestra la coincidencia de la anomalía más importante con la zona de fundición (polígono en la parte inferior derecha del sector). Los datos han sido derivados numéricamente, con lo que se consigue una mejor coincidencia entre la anomalía detectada y el cuerpo que la produce. El pequeño trapecio situado cerca de la anomalía grande corresponde a un muro; el resto corresponden a zanjas de cimentación parcialmente desmanteladas.

que decir que, a partir de las derivadas direccionales en distintas orientaciones se puede conseguir, *a posteriori*, ajustar casi cualquier anomalía a prácticamente cualquier estructura, permitiendo presentar unos "resultados" mucho más lucidos que los proporcionados por los datos originales.

III. PROSPECCIÓN DE GEO-RADAR⁷

III.1. Instrumental utilizado.

El equipo utilizado en la realización de este trabajo ha sido el Geo-radar o Radar de Subsuelo (GPR- Ground Penetrating Radar), marca Sensors & Software (Canadá), modelo pulse EKKO IV, usando las antenas de 100 y 200 MHz.

III.2. Radar de subsuelo.

La metodología empleada ha sido el radar de subsuelo. El Geo-radar es una técnica usada para la investigación a poca profundidad de las características geológicas del terreno, así como para determinar la existencia de restos arqueológicos o modificaciones

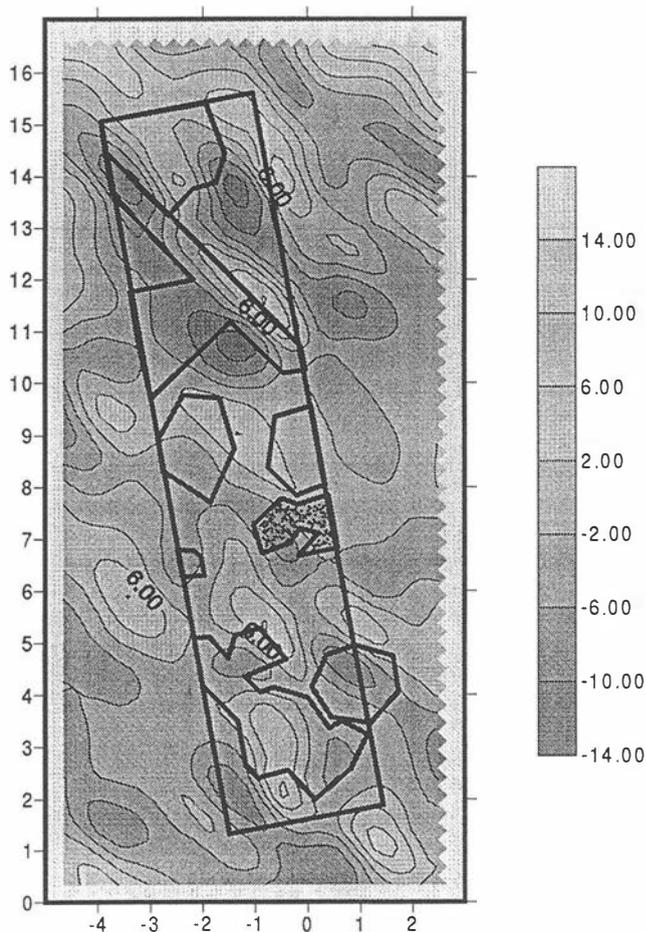


FIG. 6: Corresponde a los sondeos estratigráficos situados aproximadamente en el centro de la superficie prospectada (áreas 11-42 y 11-43). La única estructura que persiste está señalada mediante punteado. El círculo que sobresale del sector corresponde a un silo; el resto corresponde a zanjas de cimentación parcialmente desmanteladas. El polígono situado más al N corresponde a una acumulación de cal grasa. El tratamiento dado a los datos, basado en las direcciones predominantes mostradas en el mapa de la Figura 4, permite un buen ajuste entre anomalías y cuerpos productores.

antrópicas. El Geo-radar es un método geofísico extremadamente resolutivo y rápido para la investigación del subsuelo a poca profundidad.

Los equipos de radar de subsuelo radian impulsos cortos de radio-frecuencia que penetran en el subsuelo, mediante una antena transmisora. Cuando la onda radiada encuentra heterogeneidades en las propiedades eléctricas del terreno, parte de la energía se refleja de nuevo hacia la superficie y el resto continua, alcanzando mayores profundidades. Estas heterogeneidades van asociadas a interfases estrato-estrato, cambios de material, fracturas, etc. La intensidad de la reflexión está relacionada con el coeficiente de reflexión, el cual, para una incidencia vertical entre dos materiales perfectamente dieléctricos viene dado por:

$$R = \frac{(\sqrt{K_1} - \sqrt{K_2})}{(\sqrt{K_1} + \sqrt{K_2})}$$

Donde K_1 y K_2 son los valores de permitividad dieléctrica de los materiales.

El resultado, llamado radargrama, muestra un perfil continuo donde se indica el tiempo total utilizado por la onda para viajar por el subsuelo desde que sale de la antena emisora hasta que es reflejado y vuelve a la superficie. Este viaje de ida y vuelta (*TWT- Two Way Time*) se mide en nanosegundos ($1 \text{ ns} = 10^{-9}$ segundos).

Las frecuencias de transmisión más comunes con las que trabaja el geo-radar se hallan entre 25 y 500 megahercios. La selección de la frecuencia de las antenas para un determinado estudio, está en función del compromiso que se adquiere entre resolución y penetración deseados. Así, con las frecuencias elevadas se adquiere mayor resolución y, con las de baja frecuencia, más penetración. Para determinar la profundidad teórica de los reflectores se utilizan las siguientes ecuaciones:

$$d \cong \frac{tV}{2} \quad \text{y} \quad V \cong \frac{c}{\sqrt{\epsilon}}$$

donde:

d = profundidad

t = tiempo doble en ns

ϵ = permitividad dieléctrica

V = velocidad de propagación de las ondas en el subsuelo

Para calcular la profundidad real de un reflector es necesario conocer el material con el que se trabaja y la velocidad de propagación de las ondas a través de él. Si el material es indefinido o no se conoce, la velocidad media del terreno puede calcularse con el incremento de tiempo empleado por un pulso electromagnético cuando se refleja desde una interfase, mediante perfiles *WARR*.

El principal factor que limita el poder de penetración del geo-radar es la conductividad de los materiales que forman el subsuelo. La conductividad produce una disminución de la energía del impulso electromagnético. Por eso, se consiguen mejores resultados en zonas rocosas y áreas secas con elevado porcentaje de arenas, que en áreas húmedas y de alto contenido en arcillas.

La representación de los resultados obtenidos mediante registro con geo-radar puede ser mejorada con la aplicación de filtros y amplificadores de la señal.

En la investigación con geo-radar existen tres métodos de trabajo con distintas utilidades, que van en función de cómo se desplazan las antenas emisora y receptora, aunque la realización de perfiles de reflexión es la modalidad más usual. Consiste en desplazar las antenas sobre el objetivo manteniendo fija la distancia entre ambas, lo que permite obtener una sección longitudinal continua del terreno (Fig. 7).

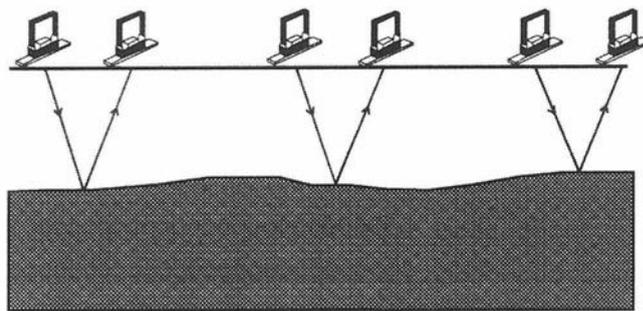


FIG. 7: Mecanismo de toma de datos para los perfiles de reflexión del geo-radar.

Para conseguir la detección de un objeto enterrado o de estructuras en el terreno de forma adecuada, deben cumplirse las siguientes condiciones:

- 1) La onda transmitida debe ser suficientemente energética para llegar hasta el objetivo y volver a la superficie con la amplitud necesaria para ser detectada por la antena receptora.
- 2) El contraste de impedancia del objetivo respecto del medio encajante debe ser suficientemente grande para producir una reflexión significativa.
- 3) El objeto debe ser lo bastante grande para poder ser detectado con la resolución suficiente a la profundidad a la que se encuentra.

III.3. Método de trabajo.

Se han realizado 15 perfiles, más dos de ellos repetidos a distinta frecuencia, lo que hace un total de 17 y una longitud total de 535 m. En todos ellos la separación entre antenas emisora y receptora ha sido de 50 cm y el intervalo de registro entre trazas de 20 cm, para obtener la suficiente resolución horizontal y correlación vertical.

La frecuencia de emisión utilizada en la mayoría de los perfiles ha sido de 200 Mhz, y en los del criptopórtico de 100 Mhz. Se ha usado una velocidad promedio de 0.08 m/ns (correspondiente a terrenos arcillosos), con lo que se obtienen unas profundidades medias de investigación de 6 m.

La representación de los registros se basa en la reducción, corrección y filtrado de datos utilizando el software disponible. Este trabajo se realiza aplicando criterios arqueológicos y reconocimientos visuales previos de la zona, anteriormente citados.

III.4. Resultados e interpretación.

La interpretación de los registros se ha basado en la caracterización de la textura, amplitud, continuidad y determinación de las reflexiones. Así mismo y en función del objetivo trazado, se han diferenciado distintas anomalías según sus características morfológicas. Las anomalías observadas en cada uno de los perfiles registrados han sido marcadas con trazos diferentes según la siguiente leyenda (Fig. 2):

- Trazos negros simples y perpendiculares: anomalías individuales
- Trazos negros con línea discontinua: zona con mayor acumulación de anomalías
- Trazos negros con cruces: grupos de anomalías de difícil interpretación.

En la Zona A los distintos perfiles realizados (Fig. 2) han puesto de manifiesto la existencia de numerosas anomalías situadas a profundidades entre 0,5 y 2 m. Destaca en la parte Este del área prospectada (perfiles 2 y parte de 7 y 11) una mayor acumulación de anomalías, que han sido interpretadas, en un primer momento, como estructuras. Sin embargo, la realización de dos sondeos (11-53 y 11-82) (Fig. 2) sobre parte de estas anomalías ha detectado la presencia de la roca virgen, compuesta de greda compactada en un caso (11-53) y de gravas y arenas en el otro (11-82), por lo que este tipo de señal también podría corresponder a la existencia de zonas con sustrato arenoso.

En la parte SW (perfiles 5, 6, 7 y 8) (Fig. 2) se observa un gran número de anomalías aisladas, que en los sondeos realizados en las áreas 11-41 y 11-42, se corresponden con estructuras murarias. Hacia el Norte del área prospectada (perfil 8) aparecen agrupaciones de anomalías difícilmente individualizables y, por tanto, de difícil interpretación. También algunos perfiles presentan una clara falta de anomalías: es el caso del final de los perfiles 1, 2, 4 y 11, parte del 6 y casi la totalidad del perfil 3 (Fig. 2).

En la Zona B se realizaron 5 perfiles en sentido perpendicular a la estructura del Criptopórtico con objeto de determinar si había estructuras en profundidad (Fig. 8). El perfil 12 se planteó sobre la estructura del criptopórtico con objeto de obtener una lectura del mismo y poder tener una referencia con la que comparar otras anomalías de la zona. Sobre este mismo perfil se realizaron nuevas lecturas con distinta frecuencia para la correcta identificación del criptopórtico. La presencia de este viene dada por una hipérbola de difracción que genera una sombra reflectiva perfectamente visible debido a la discontinuidad de la estructura con los reflectores adyacentes. Asimismo, se observan otras anomalías situadas a 2 m., 5,8 m. y 12,6 m. (Fig. 9).

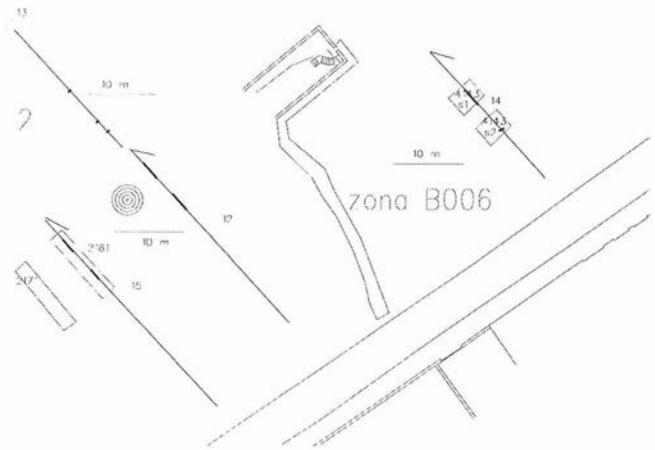


FIG. 8: Situación de los sondeos estratigráficos de la Zona B con respecto a los perfiles realizados con de geo-radar. Los círculos indican la cúpula del criptopórtico y la estructura rectangular la entrada al mismo.

LAS GABIAS - PERFIL TEST -

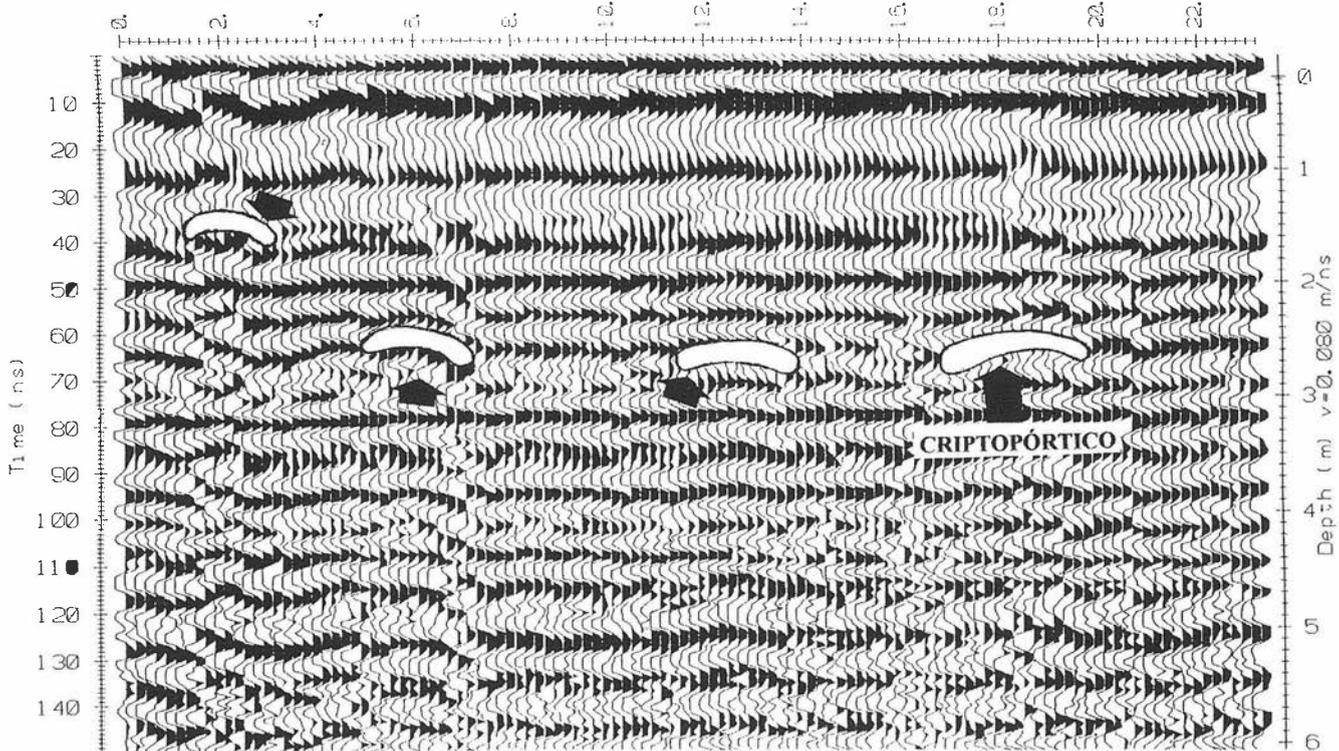


FIG. 9: Perfil Test de geo-radar realizado sobre el criptopórtico.

El perfil 15 se planteó con objeto de comprobar si el criptopórtico tenía continuación hacia el Suroeste y evaluar la conveniencia de plantear un sondeo. En este perfil 15 existe una señal paralela a la obtenida en el perfil 12 por la existencia de criptopórtico, por lo cual se decidió realizar un sondeo sobre dicha anomalía (Fig. 8) para ver si se correspondía con una posible prolongación de éste. La excavación puso al descubierto la existencia de dos muros paralelos de gran envergadura, realizados con piedra y cal grasa y que con dirección NE-SO siguen la misma dirección del monumento subterráneo. El sustrato geológico en esta zona presenta una fuerte pendiente de forma convexa hacia el NO, por lo cual la señal recogida por el geo-radar parece corresponderse con este.

Los perfiles 13 y 14 se realizaron siguiendo la misma dirección de los anteriores y en ellos se observan varias anomalías (Fig. 8). Sobre las anomalías del perfil 14 se plantearon dos sondeos (Sectores 1 y 2 del área 41-43), coincidiendo una de las anomalías con un muro que presenta una cimentación realizada con piedras dispuestas en espiga y cogidas con tierra, mientras que en la parte superior están cogidas con cal grasa.

IV. CONCLUSIONES.

El objetivo de la realización de prospecciones geofísicas en el yacimiento romano de Gabia era el de obtener información sobre posibles estructuras no aflorantes en superficie y poder delimitar el área ocupada por el yacimiento. Con los métodos empleados, la magnetometría y el geo-radar, se obtienen informaciones complementarias no destructivas que aportan un conocimiento previo

del área del yacimiento, fundamental para la planificación de los sondeos arqueológicos.

Tanto los mapas magnéticos como los perfiles de anomalías del geo-radar nos sirvieron de guía para realizar varios sondeos arqueológicos. En este sentido, es de destacar como la prospección magnética proporcionó un mapa de anomalías donde se podía observar una rejilla coincidente con la dirección de las estructuras, así como detectó con gran precisión, un área con un fuerte incendio (Sondeo 1 del área 11-41) donde se ha localizado una zona dedicada a la fundición de cobre, con un pavimento quemado y en el que existía un crisol de barro de unos 20 cm. de diámetro con gotas de cobre en su interior, todo ello bajo un nivel de incendio.

Por su parte, los perfiles obtenidos con el geo-radar presentan una serie diversa de anomalías. Las anomalías individuales se corresponden con muros o estructuras petreas, detectados en varios de los sondeos realizados. Mientras, que las acumulaciones de anomalías parecen corresponderse con las señales del sustrato geológico, compuesto según las zonas del yacimiento por gredas o arenas. Por tanto, no todas las anomalías pertenecen a restos arqueológicos, aunque la información obtenida a partir del geo-radar representa una ampliación sobre la información que ya se posee, pero considerando las limitaciones del método, que no discierne el origen de la anomalía detectada.

Por último, la localización de una serie de vestigios ubicados en los puntos en donde se señalaron anomalías ha servido para la reinterpretación de las mismas, definiendo su naturaleza, siendo este hecho fundamental para establecer la estrategia de excavación de las distintas zonas de la Villa en intervenciones futuras.

Notas

¹ Departamento de Prehistoria y Arqueología, Universidad de Granada.

² Instituto Andaluz de Geofísica, Universidad de Granada.

³ Departamento de Petrología, Geoquímica y Prospección Geológica, Universidad de Barcelona

⁴ Estas actuaciones se tuvieron que realizar durante 1995, debido al retraso en el ingreso de la subvención concedida.

⁵ Las actuaciones de Cabré se habían centrado en el Monumento subterráneo y las de Sotomayor y Pareja cerca de la cúpula del mismo en las fincas 1 y 2 de la Zona B.

⁶ La adquisición de los datos en el campo ha corrido a cargo de un equipo compuesto por J.A. Peña, J.A. Esquivel, M.O. Rodríguez-Ariza y M.I. Fernández, también han colaborado en distintos momentos J.M. Peña y M. López. El tratamiento de datos y elaboración de resultados ha corrido a cargo de J.A. Peña y J.A. Esquivel. Este trabajo se ha realizado parcialmente dentro del proyecto sec94-0633 del plan I+D de la CICYT «Desarrollo de métodos para la diagnosis e investigación conservacionista del Patrimonio arqueológico».

⁷ El trabajo de campo fué realizado por un equipo compuesto por Encarna Busquet, María Vilas, J.A. Peña, M. O. Rodríguez-Ariza, I. Fernández y B. Benjumea. El tratamiento de datos y elaboración de resultados a corrido a cargo de E. Busquet, M. Vilas y A. Casas.

Bibliografía

- BREINER, S. (1973): *Applications manual for portable magnetometers*, Sunnyvale, Geometrics.
- CABRÉ, J. (1923): "Monumento Cristiano-Bizantino de Gabia La Grande. (Granada)", *Junta Superior de Excavaciones y Antigüedades* n° 55, Madrid.
- CASAS, V., PINTO, et al. (1991): "Magnetic survey and data processing applied to the location of roman kilns: methodological evaluation and archaeological results", in *Archaeological Sciences 1989, Proceedings of a Conference on the application of scientific techniques to Archaeology*, September 1989, Bradford, 1991, pp. 265-272.
- CRESSIE, N. (1991): *Statistics for Spatial Data*, New York, Wiley.
- ESQUIVEL, J.A y PEÑA, J.A. (1991): «Avance al estudio espacial estadístico de datos magnéticos. Aplicación a la Arqueología», en *Homenaje en honor al profesor Fernando de Miguel Martínez, Vidal, F., Espinar, M. y Esquivel, J.A. (eds.)*, Granada, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Granada, pp. 197-206.
- ESQUIVEL, J.A., BENJUMEA, B. y PEÑA, J.A. (1996): «Spatial statistical analysis applied to magnetometric archaeological data», in *Annales Geophysicae. Part I, Society Symposia, Solid Earth Geophysics & Natural Hazards, Supplement I to Volume 14*, La Haya, European Geophysical Society, pp.162.
- ESQUIVEL, J.A., BENJUMEA, B. y PEÑA, J.A. (e.p.): «Spatial Statistical Analysis Applied to Magnetometric Archaeological Data», *Archeologia e Calcolatori* n. VIII, Firenze, All'Insegna del Giglio, (en prensa, aceptado para publicación en el n° 8, a editar en 1997).
- GARCÍA, A y DíEZ, J.L. (1992): "Magnetometría en prospección arqueológica", en *Jornadas sobre Teledetección y Geofísica aplicadas a la Arqueología, Madrid 1986, Mérida 1987*, pp. 43-48.

- GEOMETRICS (1991): *MAGLOC: Magnetic Data Location Program*, Sunnyvale, Terrasense Inc.
- PEÑA, J.A. y ESQUIVEL, J.A. (1996): «Desarrollo de una aplicación para el tratamiento de datos de prospección magnética», en *Homenaje en honor al profesor Fernando de Miguel Martínez*, Vidal, F., Espinar, M. y Esquivel, J.A. (eds.), Granada, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Granada, pp. 571-577.
- PEÑA, J.A., ESQUIVEL, J.A., RODRIGUEZ-ARIZA, M.O. y BENJUMEA, B. (1996): «Establecimiento de los parámetros operacionales óptimos para prospección magnética de estructuras arqueológicas», *Trabajos de Prehistoria* 53, nº 2, pp. 119-129.
- SOTOMAYOR, M. y PAREJA, E. (1979): "El yacimiento de Gabia La Grande (Granada)", *Noticiario Arqueológico Hispánico* 6, pp. 423-440, Madrid.
- TUKEY, J. (1977): *Exploratory Data Analysis*, Reading MA, Addison-Wesley.
- UPTON, G.J. y FINGLETON, B. (1985): *Spatial Data Analysis by Example: Volume I: Point Pattern and Quantitative Data. Volume 2: Categorical and Directional Data*, Chichester, Wiley.