

ANUARIO ARQUEOLÓGICO DE ANDALUCÍA

2009

BORRADOR / DOCUMENTO PRE-PRINT

PROSPECCIÓN GEOFÍSICA DEL YACIMIENTO DE LA MESA, CHICLANA DE LA FRONTERA, CÁDIZ, ESPAÑA.

Salvador Dominguez-Bella¹, Luis Barba², Agustín Ortiz², Jorge Blancas², José Ramos Muñoz³.

1 UGEA-PHAM. Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad de Cádiz.

2 Laboratorio de Prospección Arqueológica, Instituto de Investigaciones Antropológicas. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F.

3 Departamento de Historia, Geografía y Filosofía. Universidad de Cádiz.

Resumen.

Exponemos los resultados obtenidos tras la campaña de prospección geofísica realizada en el asentamiento de La Mesa, Chiclana de la Frontera (Cádiz), a finales de 2009. Mediante el uso de técnicas geofísicas de resistividad eléctrica y georradar, se han realizado estudios de detalle de diferentes cuadrículas dentro de una amplia zona arqueológica que comprende asentamientos de diferentes cronologías, desde la prehistoria hasta una alquería medieval. Se han localizado y definido las posiciones de diferentes anomalías en los registros, que posiblemente correspondan con estructuras de habitación y una muralla perimetral del asentamiento medieval, así como restos de estructuras de época romana.

Abstract.

We present the results obtained after the campaign of geophysical survey in the archaeological site of La Mesa, Chiclana de la Frontera (Cádiz) during late 2009. Using resistivity and GPR, geophysical techniques we have made detailed studies of different grids in a wide archaeological site that comprise settlements of different chronologies from recent prehistory to a medieval Arab farmhouse. The positions of different anomalies have been located and identified in the records, which may correspond to room structures, a perimeter wall of the medieval settlement and the remains of Roman structures.

1. Introducción y Antecedentes

Los primeros trabajos de prospección geofísica en el yacimiento arqueológico de La Mesa, situado al noreste del casco urbano de Chiclana de la Frontera, fueron realizados en el año 2001 por Luis Barba, del Laboratorio de Prospección Arqueológica de la UNAM y Salvador Domínguez-Bella, del Departamento de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Cádiz. Su propósito fue el de

contrastar los resultados de las técnicas geofísicas con los datos arqueológicos que habían sido ya obtenidos en las prospecciones y excavaciones realizadas en 1998 por la Universidad de Cádiz y dirigidas por el Dr. José Ramos Muñoz, sobre las diversas ocupaciones humanas presentes en La Mesa (Ramos *et al.*, 1995, 1999). Se aplicaron técnicas eléctricas y magnéticas en las zonas de ocupación prehistórica, romana e islámica, confirmando la presencia de estructuras, que a su vez generaron hipótesis sobre áreas de actividad diversas y en diferentes épocas del asentamiento. Los trabajos conjuntos continuaron y en Mayo 2006 se prospectó en forma extensiva el yacimiento, con técnicas de gradiente magnético, resistividad eléctrica y con georadar, encontrándose áreas susceptibles de ser estudiadas en forma detallada en futuras campañas.

Como resultado de las prospecciones y excavaciones arqueológicas realizadas en La Mesa se confirmaron las evidencias de numerosas ocupaciones en momentos de la Prehistoria, época romana y medieval islámica.

Así desde estos primeros trabajos habíamos constatado la presencia de productos cerámicos y líticos que en sentido tipológico abarcan el Neolítico, la Edad del Cobre y la Edad del Bronce. Se comprobó la presencia de testimonios materiales del Vº al IVº milenios a.C., que se enmarcarían en un sistema aldeano de economía agropecuaria, con explotación de cereales y domesticación de animales.

La ocupación romana se confirmó por los de muros de piedra, estucos, restos de *opus*, en el espolón norte, junto a numerosas cerámicas de diversos tipos y cronología, así como restos epigráficos y numismáticos.

Existen evidencias materiales islámicas en La Mesa, sobre todo de época Almohade que ratifican el carácter doméstico del asentamiento. Se han constatado formas de preparación de alimentos; de servicio y consumo; de transporte y contención y formas de varios usos. Junto a ello, numerosa numismática correspondiente a emisiones del siglo VIII del Califato; un dirhem de Hisam II, monedas de época taifa, y dirhemes almohades, que prueban las relaciones comerciales y los procesos de tributación en este territorio de la cora de Siduna en Al-Andalus.

2. Localización geográfica y geología del entorno.

El asentamiento de La Mesa está situado en la campiña litoral de Cádiz, a unos 7 Km. al Este del casco urbano de Chiclana de la Frontera (Figura 1). Geomorfológicamente se trata de una plataforma elevada, que destaca sobre el entorno inmediato (Lámina 1). Presenta una altitud muy regular, con cotas en la cima que oscilan de 44 a 45 msnm, con dimensiones de 1200 m (E-O) por 700 m (N-S). Está situado cerca de los arroyos de la Cueva y Salado, afluentes del río Iro, y cuenta con pozos naturales en su plataforma. Estas características topográficas le permiten dominar un

amplio espacio que controla la inmediata campiña de Medina-Sidonia y la Bahía de Cádiz, junto a un importante paso natural, la Cañada de los Marchantes, que comunica en sentido E-O diversas zonas de la campiña litoral de Cádiz.

Geológicamente (García de Domingo *et al.*, 1983; Gutiérrez Mas *et al.*, 1991) está emplazada sobre un cerro amesetado (Figura 1) formado por materiales detríticos de areniscas arcillosas amarillas con niveles carbonatados, macrofauna fragmentada y biocalcarenitas del Plioceno Inferior que destacan en su topografía por encima de los 40 msnm., sobre las arcillas terciarias del Mioceno Inferior. Sobre los materiales del Plioceno Inferior aparecen los conglomerados del Pleistoceno Medio, que conforman una terraza en el Arroyo de la Cueva a +30/+35 m., conteniendo industrias líticas paleolíticas, en soportes de areniscas compactas (Gracia, 1999).

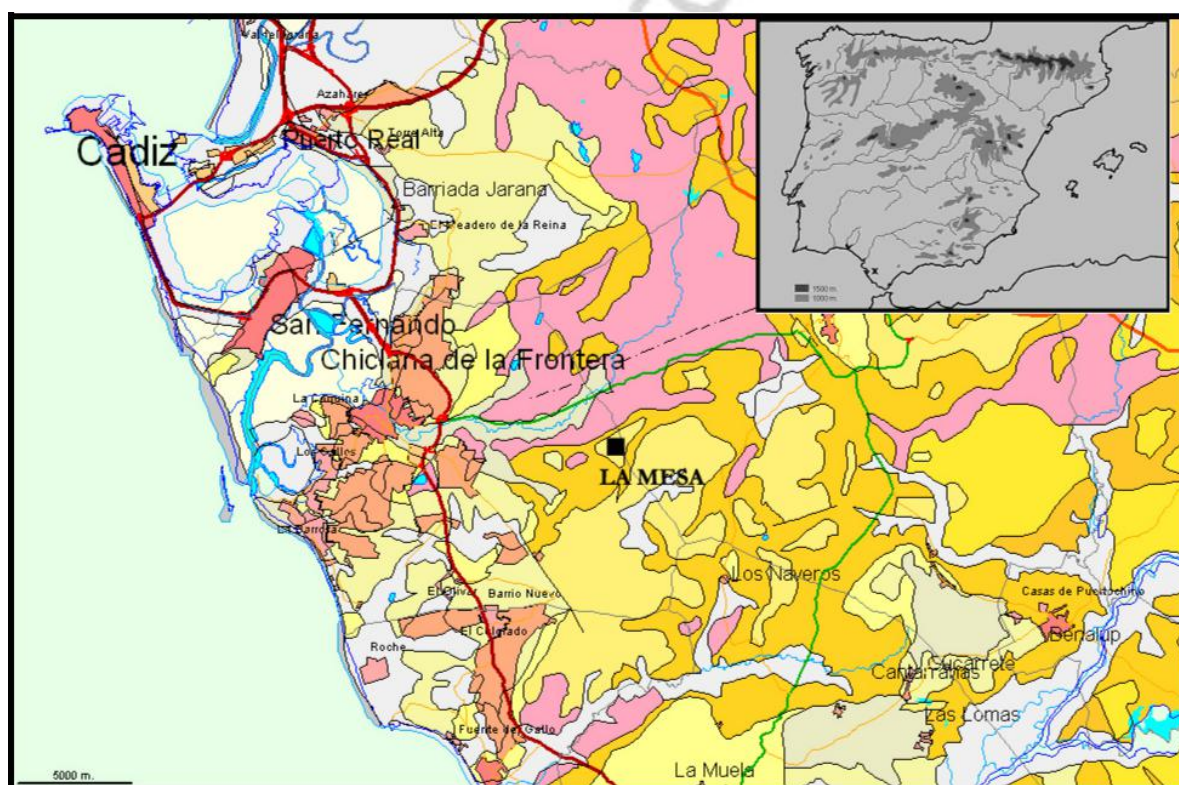


Figura 1.- Situación geográfica de Chiclana de la Frontera, Cádiz (España) y entorno geológico regional del yacimiento de La Mesa.

Entre los numerosos recursos naturales con los que cuenta La Mesa están los líticos. Se observa abundancia de areniscas procedentes de las cercanas formaciones de areniscas del Aljibe y cantos y bolos de doleritas (ofitas) de los afloramientos próximos, que se encuentran entre los materiales arcilloso-yesíferos del Triás Subbético, muy abundantes en la zona (Morata, 1993). Estas últimas rocas también se documentan en depósitos secundarios inmediatos, principal lugar de aprovisionamiento de las comunidades prehistóricas, para su posterior transformación en

instrumentos pulimentados. Además son abundantes y mayoritariamente utilizados, los cantos de cuarcita y sílex, que podrían haber sido aprovisionados en las terrazas de los arroyos de la Cueva y río Iro (Pérez *et al.*, 1998; Ramos, *et al.*, 1999).

Así pues, el enclave de La Mesa muestra un gran potencial de recursos, idóneos para ser explotados por todas las sociedades que la ocuparon. El territorio inmediato al asentamiento tiene suelos aptos para el cultivo de cereales y leguminosas, siendo dominante, hacia el Oeste, la presencia de tierra parda forestal (actualmente lugar de monte bajo), lo que posibilitaría las actividades productivas agrarias vinculadas con la ganadería.

3. Estudios con técnicas de prospección geofísica aplicados a la arqueología de La Mesa.

La utilización de estas técnicas en la arqueología permite investigar áreas extensas en un tiempo mucho menor y a menor costo, teniendo la ventaja adicional de no perturbar el medio ni destruir el contexto arqueológico. La selección de las áreas de estudio y las técnicas de prospección a utilizar se realizó apoyándose en la información histórica y en las investigaciones arqueológicas previas (Barba *et al.*, 2006).

Las prospecciones y excavaciones arqueológicas realizadas en La Mesa de 1993 a 1998 revelaron lo excepcional del lugar y la riqueza de información que conserva en su interior, así como las enormes perspectivas que ofrece este asentamiento. Sin embargo aún no tenemos un panorama lo suficientemente amplio del sitio arqueológico, debido a que solo se ha excavado un área muy pequeña en comparación con lo que abarca el sitio (1200 x 700 m) (Lámina 1). Por esta razón, se consideró necesario realizar estudios geofísicos no destructivos, principalmente radar de penetración, y resistividad eléctrica, para detectar reflexiones y altos resistivos en el subsuelo, relacionados con la presencia de estructuras y objetos culturales.



Lámina 1.- Vista aérea del yacimiento de La Mesa, con las dos techumbres metálicas que protegen las zonas excavadas en 1998 y la casa edificada sobre la torre medieval (zona central).

El subsuelo de La Mesa está formado por materiales detríticos de areniscas arcillosas amarillas con niveles carbonatados, fragmentos de macrofauna y biocalcarenitas del Plioceno Inferior. Igualmente, las estructuras arqueológicas buscadas están, como se ha visto en las excavaciones arqueológicas ya realizadas, conformadas por materiales rocosos de similar composición, lo que dificulta su identificación. Si bien las técnicas geofísicas normalmente registran contrastes apreciables entre materiales, es probable que las zonas con mayor cantidad de rocas, cerámica y rellenos estén asociadas con áreas de mayor actividad cultural, aunque depende mucho del tamaño, cantidad y distribución espacial de estos elementos.

4. Metodología

Georradar

El georradar o radar de penetración terrestre (*ground penetrating radar, GPR*) es una técnica geofísica que emplea ondas electromagnéticas de radiofrecuencia de 10 a 2500 MHz, en principio es similar al sonar y a la sísmica de reflexión.

Los fundamentos del radar de penetración terrestre son simples, una antena emite ondas de radiofrecuencia a través del subsuelo, cuando llegan a la interfase entre dos materiales con propiedades electromagnéticas diferentes (conductividad, constante dieléctrica, velocidad de propagación, permeabilidad magnética), parte de ellas se reflejan, mientras otras son refractadas. La unidad de control mide el tiempo transcurrido entre las ondas transmitidas y las reflejadas, esta sucesión de eventos se repite en intervalos de tiempo muy cortos, del orden de nanosegundos ($1 \text{ ns} = 1 \times 10^{-9} \text{ s}$), mientras la antena está en movimiento y las ondas reflejadas se representan como trazas que corresponden a las sucesivas posiciones de la antena sobre la superficie del terreno y forman un perfil continuo llamado radargrama.

La adquisición de los datos fue realizada con un equipo SIR System 2 y una antena monoestática de 400 MHz en modo continuo para explorar el subsuelo a una profundidad aproximada de 2.5 m (Lámina 2). Para estos estudios han sido utilizados equipos del Laboratorio de Prospección Arqueológica del Instituto de Investigaciones Antropológicas de la UNAM, México.

Se han realizado 325 líneas de georadar. En total se registraron 7080 m de georadar, con una ventana de tiempo de 40 ns, 32 trazas por segundo y 512 muestras por traza. Los datos se procesaron con el programa *Radan 6 de GSSI* para remover ruido y ofrecer una mejor resolución, normalizar la distancia horizontal y estimar la profundidad. Algunos de los procesos empleados fueron: filtro paso-banda con frecuencia de corte de (100-800MHz), filtro *background removal* de 999 trazas, filtro *running average* de 7 trazas, normalización de la distancia y ajuste de ganancias.

Además de obtener los perfiles de georadar, el post procesamiento realizado durante los meses siguientes al trabajo de campo, permitió unir todas las líneas paralelas y formar una imagen tridimensional que nos ofreció otra forma de visualizar la información, produciendo cortes a diferentes profundidades. Esta opción llamada cortes de profundidad (*depht slices*) genera imágenes del subsuelo de la misma forma que una tomografía médica secciona el cuerpo en planos horizontales, pudiendo seleccionar la imagen de mayor interés para destacar algún rasgo. El programa con el que se realizó este proceso fue el *Radan 3D QuickDraw*.



Lámina 2. A y B: Adquisición de datos con georadar en modo continuo con 400 MHz.

Resistividad Eléctrica

Las técnicas eléctricas son empleadas para medir la variación de la resistividad eléctrica del subsuelo en función de la profundidad y la distancia. El arreglo más empleado comúnmente en arqueología es un dispositivo conocido como polo-polo o gemelos (twin), consistente en cuatro electrodos que se colocan sobre la superficie del terreno. Dos electrodos son empleados como electrodos móviles y otros dos como electrodos fijos. Los electrodos A y B son de corriente y los M y N son de potencial. Así los electrodos (A y M) se mueven sobre la superficie del terreno mientras los electrodos (B y N) permanecen fijos conectados en el “infinito” o a una distancia muy grande (Figura 2). El resultado es una representación de valores de resistividad aparente, que muestran la variación de la resistividad en una superficie o en un perfil para una profundidad constante.

En el sitio se adquirieron 240 lecturas puntuales con el equipo Geoscan RM15, distribuidas en 3 líneas eléctricas, sumando un total de 120 m lineales (Lámina 3A). Los datos fueron convertidos a valores de resistividad aparente y graficados con el software *plot*, para determinar en qué lugares se presentaban altos o bajos resistivos que pudieran estar asociados con la presencia de estructuras arqueológicas.

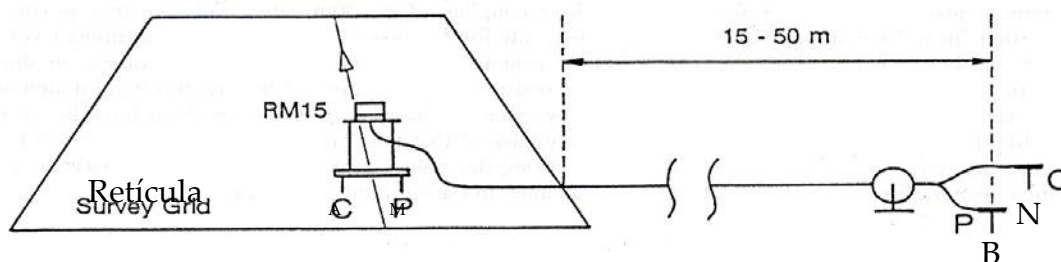


Figura 2. Configuración en campo de un arreglo Polo-Polo



A

B

C

Lámina 3. A: Levantamiento de líneas eléctricas con el equipo Geoscan RM15;
B: Adquisición de datos GPS en las retículas y C: posicionamiento de las líneas de georadar.

Adicionalmente se adquirieron lecturas GPS en las esquinas de las retículas levantadas y en las líneas de radar exteriores para ubicarlas en mapas georreferenciados (Lámina 3B-C).

5. Resultados de la prospección geofísica en La Mesa.

Para la campaña 2009, se eligieron las zonas circundantes a las áreas de excavación para detallar los asentamientos islámicos, que en las prospecciones anteriores habían evidenciado zonas con abundancia de anomalías. Se trazaron retículas de 20x20 metros, alrededor de las techumbres metálicas, que cubren la zona excavada en 1998, con el objetivo de adquirir perfiles de radar con un espaciado inicial de 0.5 m y de 1 m. Igualmente, al norte del sitio, se levantó una retícula de 20x20 m., en un sitio con abundancia de materiales romanos sobre la superficie (Lámina 4). Adicionalmente se realizaron líneas de georadar (Lámina 5), para detectar la posible muralla alrededor del sitio (Lámina 5B). Como complemento a las líneas de radar se levantaron 3 líneas eléctricas de 40 m de longitud, con un muestreo de 0.5 m., para evaluar la presencia de la posible muralla (Lámina 5A).

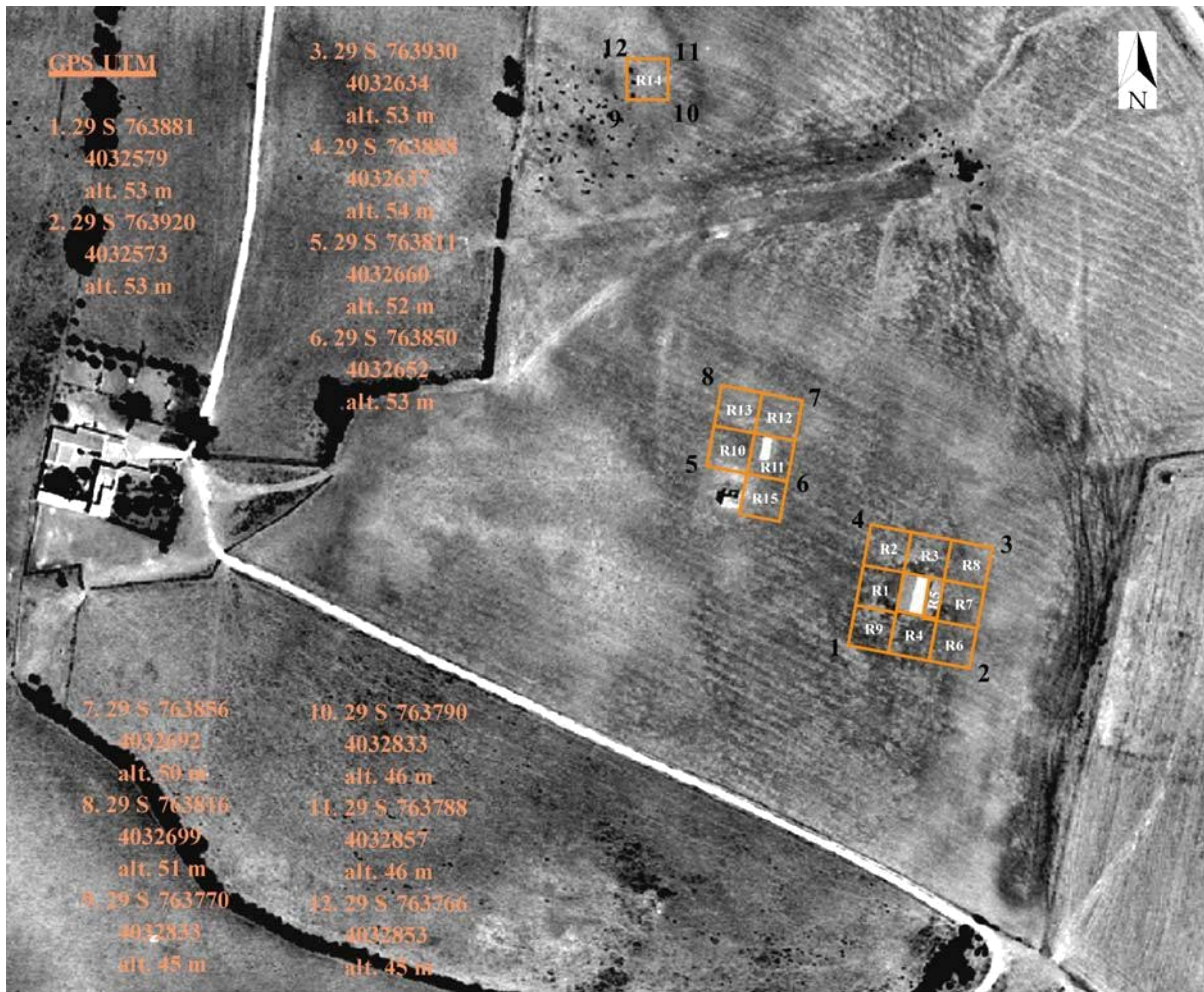


Lámina 4. Retículas de georadar (R1 a R15) trazadas alrededor de las techumbres y en la parte norte del sitio de La Mesa y coordenadas GPS (UTM) de los vértices de referencia de sus cuadrículas).

Las retículas y las líneas levantadas siguieron el rumbo arbitrario de las techumbres instaladas sobre la zona ya excavada en 1998, para ubicarlas fácilmente en las fotografías aéreas. La retícula R14, del área romana, establecida en la parte norte siguió un rumbo aproximado norte-sur (puntos 9 a 12). Sus características son descritas a continuación:

Retícula 1. Techumbre Este, 40 líneas de radar, dirección norte-sur, longitud 20 m, espaciamiento entre líneas 0.5 m. El corte de profundidad en la retícula R1, registra dos anomalías lineales características de alineamientos de roca, asociadas con los restos de muros (Figura 3A).

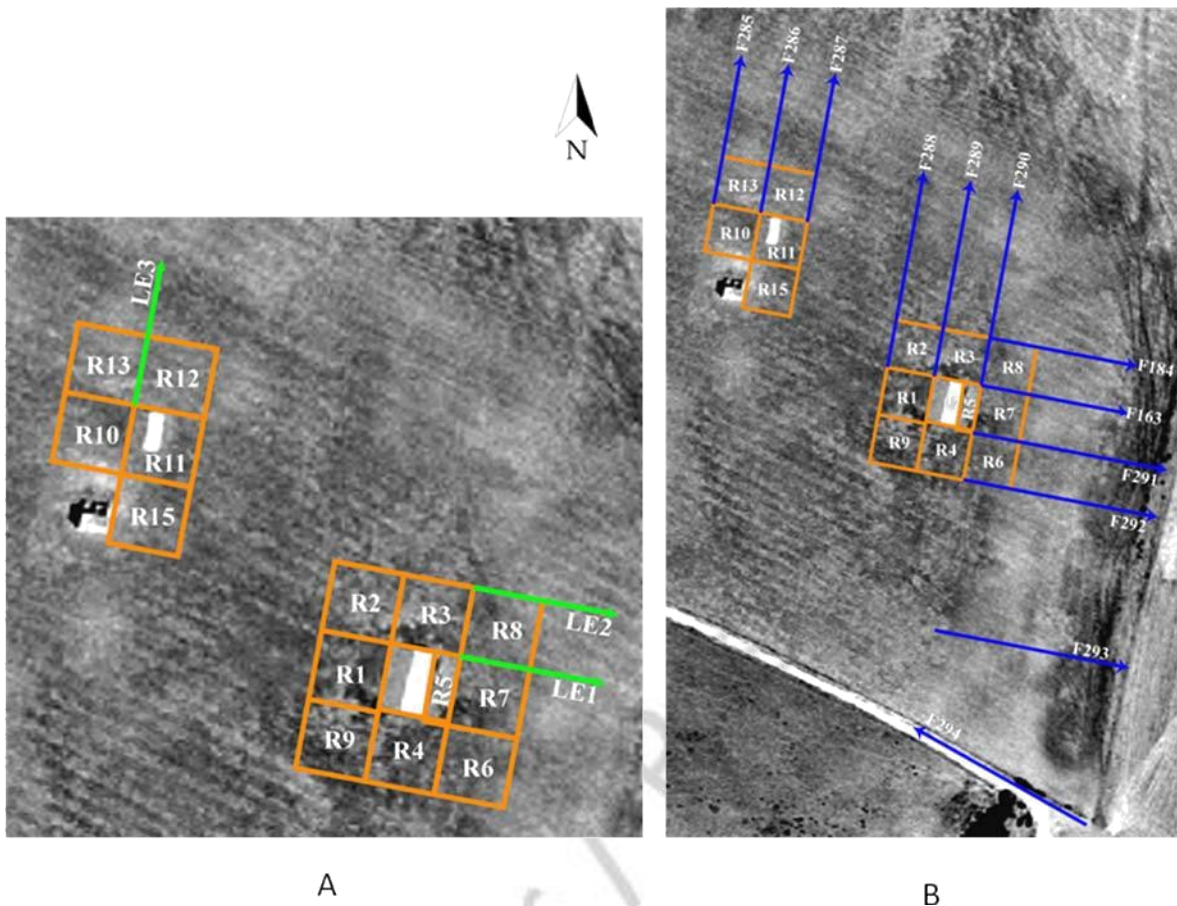


Lámina 5. A: Líneas eléctricas adquiridas para localizar la posible muralla; B: Levantamiento de líneas de radar para detectar los restos de la posible muralla.

Retícula 2. Techumbre Este, 20 líneas de radar, dirección este-oeste, longitud 20 m, espaciamiento entre líneas 1 m. El corte de profundidad en la retícula R2, muestra un grupo de alineamientos difusos que pueden ser los restos de algunos muros (Figura 3B).

Retícula 3. Techumbre Este, 20 líneas de radar, dirección este-oeste, longitud 20 m, espaciamiento entre líneas 1 m. El corte de profundidad en la retícula R3, registra dos anomalías una en la parte noreste y otra al parecer en escuadra. La primera es producida por la acumulación de materiales constructivos y la segunda por materiales dispersos que forman parte de una estructura mayor (Figura 3C).

Retícula 4. Techumbre Este, 20 líneas de radar, dirección este-oeste, longitud 20 m, espaciamiento entre líneas 1 m. El corte de profundidad en la retícula R4, detecta un grupo amplio de reflexiones

que definen los límites de una estructura constructiva y un posible piso es la parte noroeste (Figura 3D).

Retícula 5. Techumbre Este, 7 líneas de radar, dirección norte-sur, longitud 20 m, espaciamiento entre líneas 1 m. En el corte de profundidad de la retícula R5, se muestran reflexiones lineales relacionadas posiblemente con muros de roca (Figura 4A).

Retícula 6. Techumbre Este, 20 líneas de radar, dirección este-oeste, longitud 20 m, espaciamiento entre líneas 1 m. Para el corte de profundidad en la retícula R6, se exhiben dos grupos de reflexiones relacionados con una estructura constructiva en forma de escuadra en la parte noreste, y otro al parecer asociado con un piso en la parte sureste (Figura 4B).

Retícula 7. Techumbre Este, 20 líneas de radar, dirección este-oeste, longitud 20 m, espaciamiento entre líneas 1 m. En el corte de profundidad de la retícula R7, se detectan dos concentraciones vagas de materiales en la parte norte y sur de la retícula (Figura 4C).

Retícula 8. Techumbre Este, 20 líneas de radar, dirección este-oeste, longitud 20 m, espaciamiento entre líneas 1 m. El corte de profundidad de la retícula R8, exhibe patrones difusos en la parte noroeste y sureste, relacionados con materiales rocosos dispersos (Figura 4D).

Retícula 9. Techumbre Este, 20 líneas de radar, dirección este-oeste, longitud 20 m, espaciamiento entre líneas 1 m. Para el corte de profundidad de la retícula R9, se registran tres patrones reflectivos producidos por los restos de muros de roca y posiblemente de un piso en la parte noreste (Figura 5A).

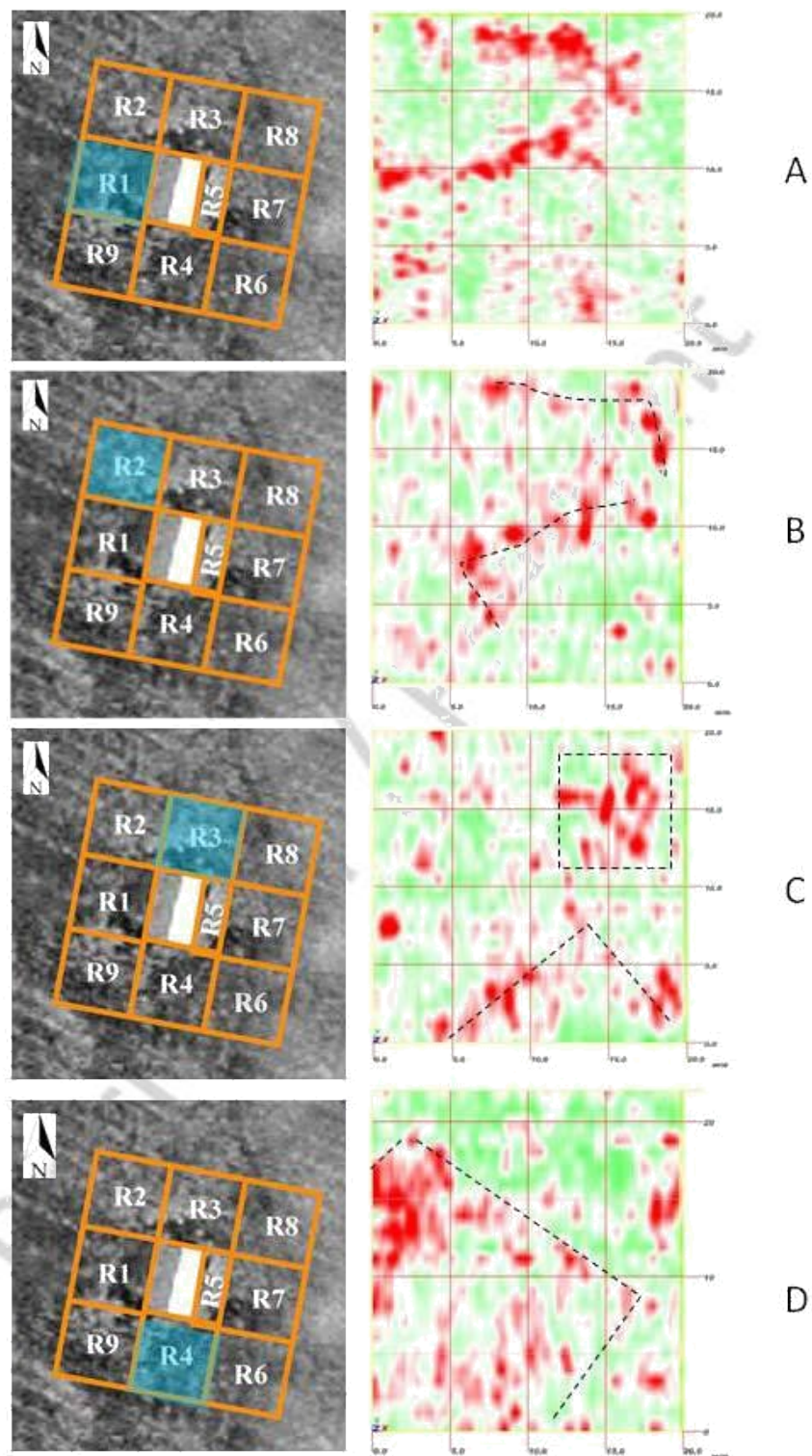


Figura 3. A: Localización de la retícula de georadar 1 (R1) y Corte de profundidad a 0.7 m, en dicha retícula; B: Localización de la retícula R2 y Corte de profundidad a 0.7 m, en la retícula R2. C: Localización de la retícula R3 y Corte de profundidad a 0.7 m. D: Localización de la retícula R4 y Corte de profundidad a 0.7 m.

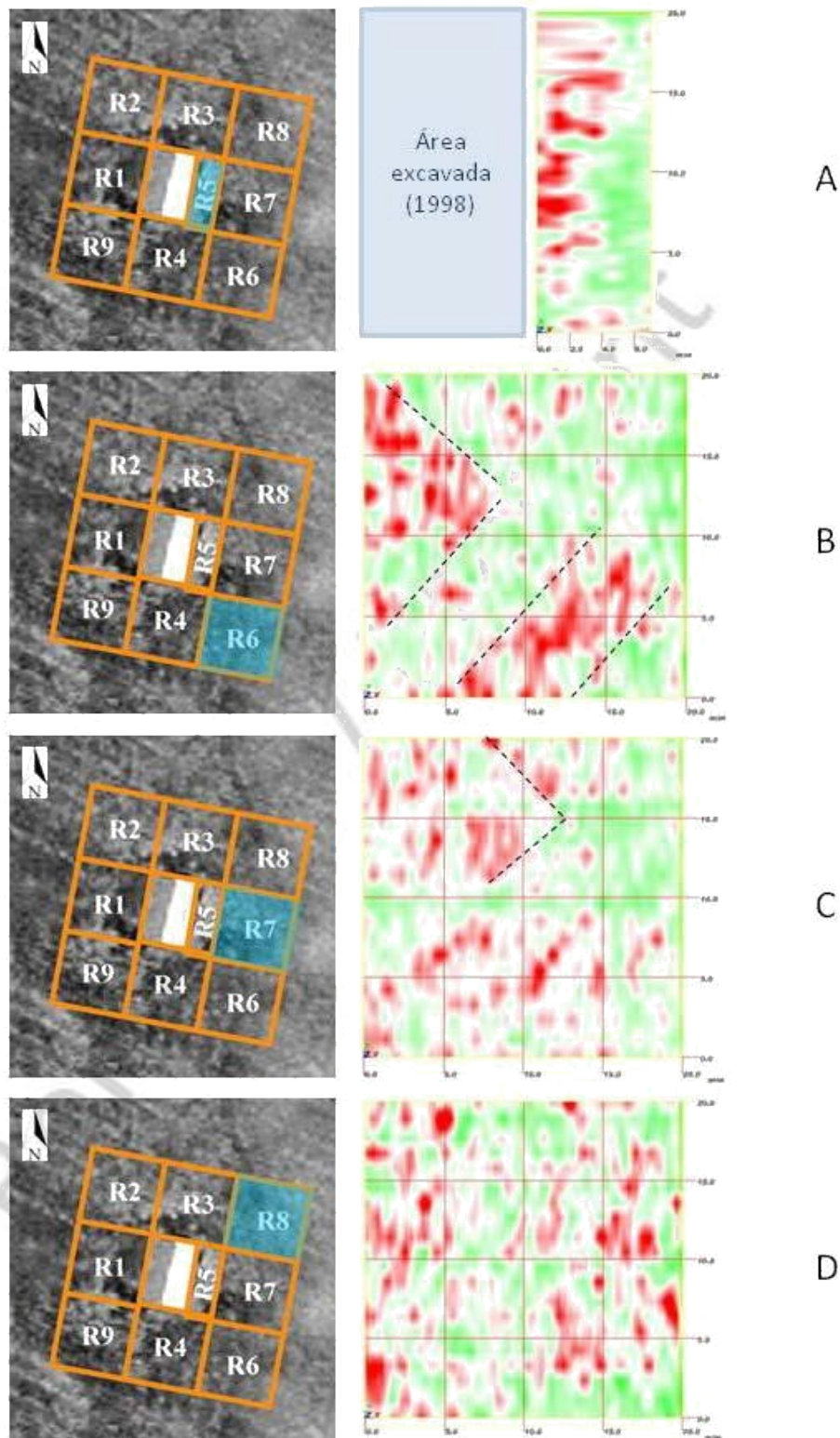


Figura 4. A: Localización de la retícula R5 y Corte de profundidad a 0.7 m.; B: Localización de R6 y Corte de profundidad a 0.7 m.; C: Localización de la retícula R7 y Corte de profundidad a 0.7 m.; D: Localización de la retícula R8 y Corte de profundidad a 0.7 m.

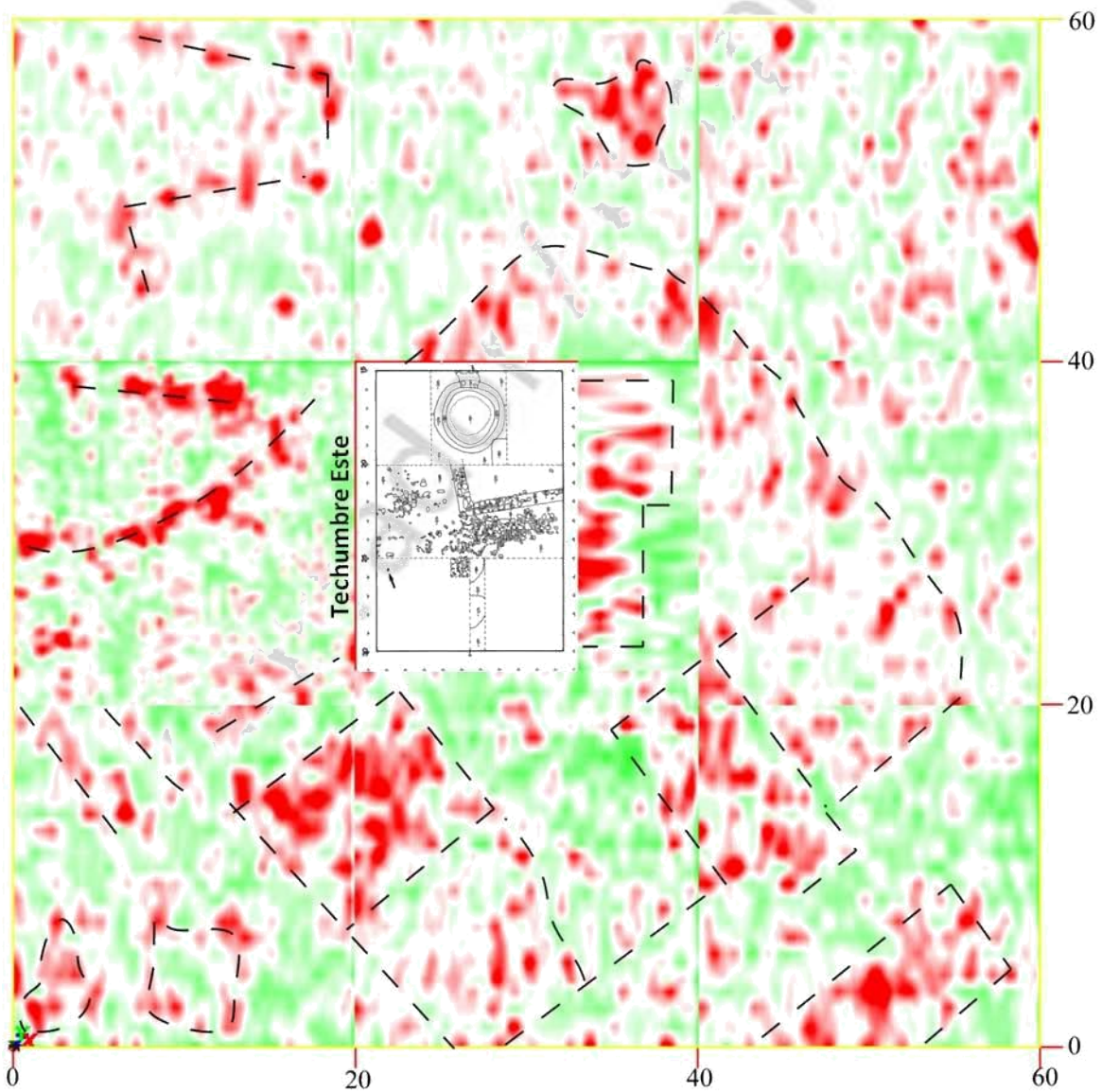
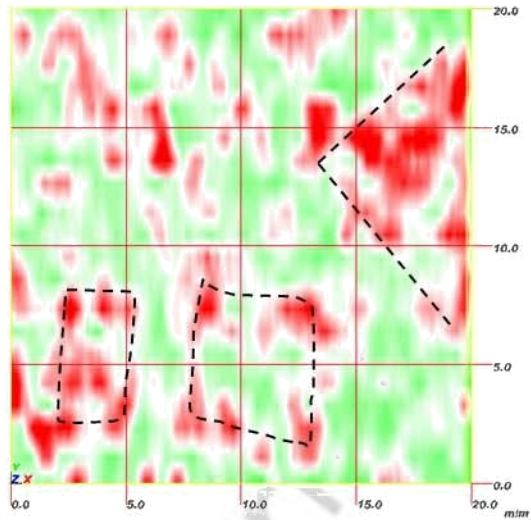
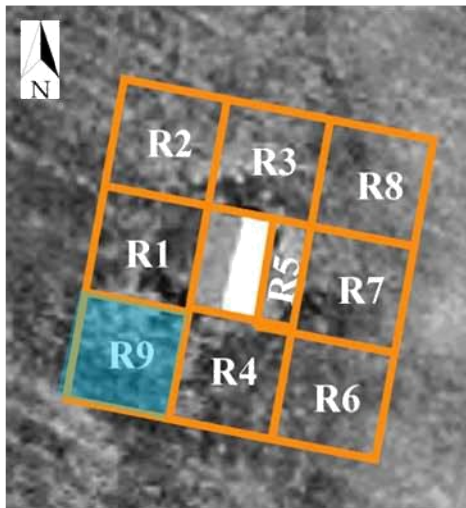


Figura 5. A: Localización de la retícula R9 y Corte de profundidad a 0.7 m.; B: Unión de las retículas en un solo corte de profundidad a 0.7 m.

Después del procesamiento y la configuración de los datos en una imagen super 3d, se han logrado reconocer concentraciones de materiales arqueológicos y patrones geométricos relacionados con estructuras constructivas, conformados por muros y por algunos pisos (Figura 5B). La distribución de anomalías parece formar parte de un gran conjunto de espacios utilizados en diferentes áreas de actividad y relacionados con el horno encontrado durante la excavación arqueológica, para la posible producción de cerámica (recuadro central en figura 5B, Techumbre Este).

El siguiente grupo de retículas, se ha emplazado en la zona del entorno de la posible torre medieval, ocupada ahora por una casa de aperos agrícolas. Los resultados obtenidos en su estudio son resumidos a continuación:

Retícula 10: Techumbre Oeste, 20 líneas de radar, dirección este-oeste, longitud 20 m, espaciamiento entre líneas 1 m. En el corte de profundidad de la retícula R10, se detecta en la zona Este una anomalía que es parte de la esquina de una estructura mayor (Figura 6A).

Retícula 11: Techumbre Oeste, 20 líneas de radar, dirección este-oeste, longitud 20 m, espaciamiento entre líneas 1 m. El corte de profundidad de la retícula R11, presenta un conjunto de anomalías con patrones lineales que podrían ser parte de la esquina de un asentamiento mayor, con continuidad de los muros y silos existentes bajo la techumbre (Figura 6B).

Retícula 12: Techumbre Oeste, 20 líneas de radar, dirección este-oeste, longitud 20 m, espaciamiento entre líneas 1 m. En el corte de profundidad de la retícula R12, no se reconocen patrones geométricos, solo un grupo de reflexiones cercano al área excavada, que podría corresponder con elementos arqueológicos como los silos (Figura 6C).

Retícula 13: Techumbre Oeste, 20 líneas de radar, dirección este-oeste, longitud 20 m, espaciamiento entre líneas 1 m. En el corte de profundidad de la retícula R13, se registran dos alineamientos que pudieran corresponder con los restos de algunos muros (Figura 6D).

Retícula 15: Techumbre Oeste, 20 líneas de radar, dirección este-oeste, longitud 20 m, espaciamiento entre líneas 1 m. Para el corte de profundidad de la retícula R15, se detectan alineamientos que marcan el límite sureste de una estructura mayor, con rocas dispersas y otras concentradas en la parte Este de la retícula colindante a la torre.

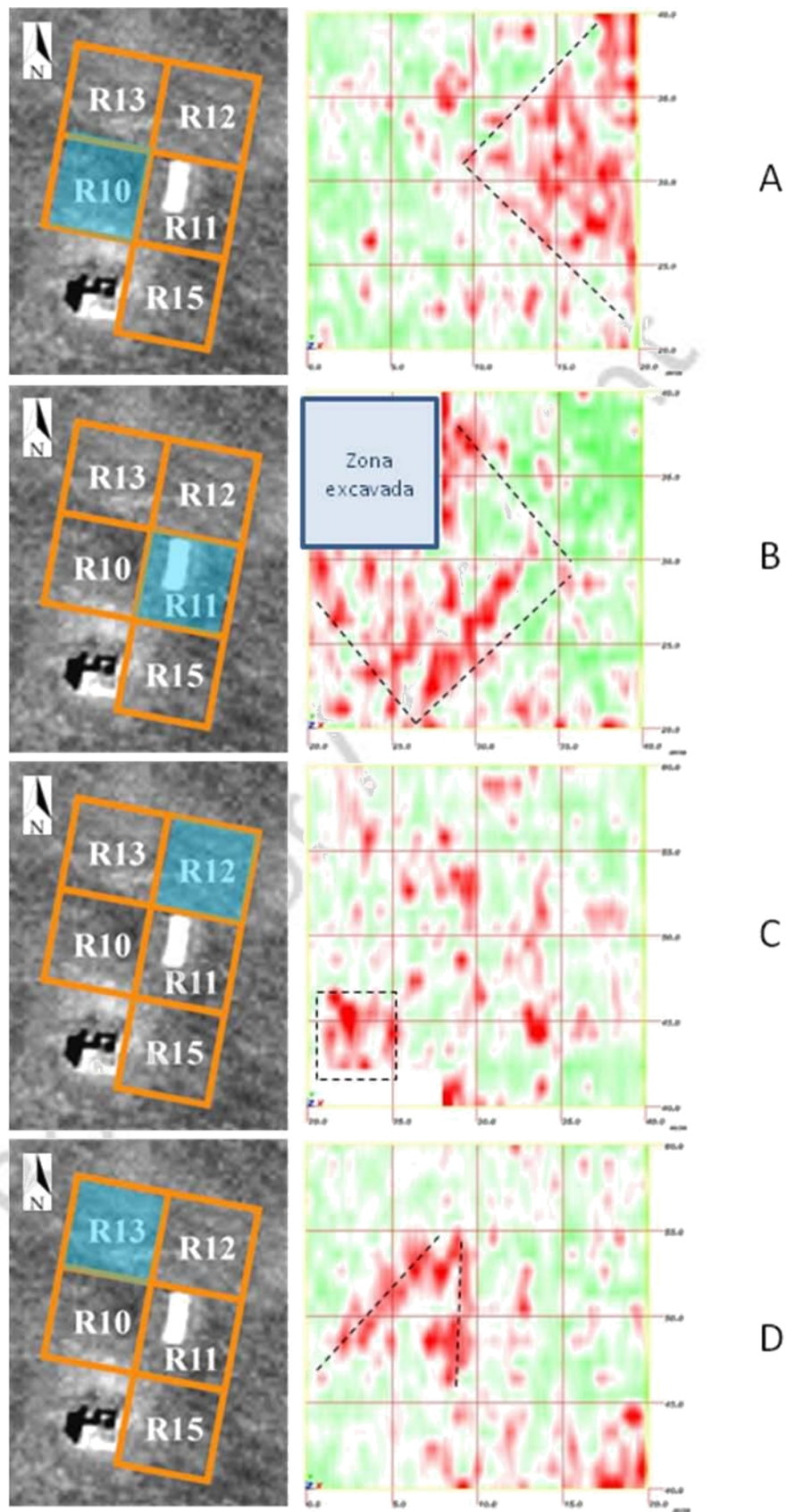


Figura 6. A: Localización de la retícula R10 y Corte de profundidad a 0.8 m.; B: Localización de la retícula R11 y Corte de profundidad a 0.8 m.; C: Localización de la retícula R12 y Corte de profundidad a 0.8 m.; D: Localización de la retícula 13 y Corte de profundidad a 0.8 m.

Tras unir los cortes de profundidad de las retículas individuales, se reconoce una concentración de restos arqueológicos alrededor de la techumbre oeste y en la parte sureste del mapa, además de la zona colindante con la torre islámica. Las anomalías cercanas a la techumbre pueden ser producidas por un gran número de silos y algunos muros, como los que se encontraron en la excavación arqueológica. Una característica particular del mapa, es que las anomalías están concentradas en una zona con orientación NW-SE.

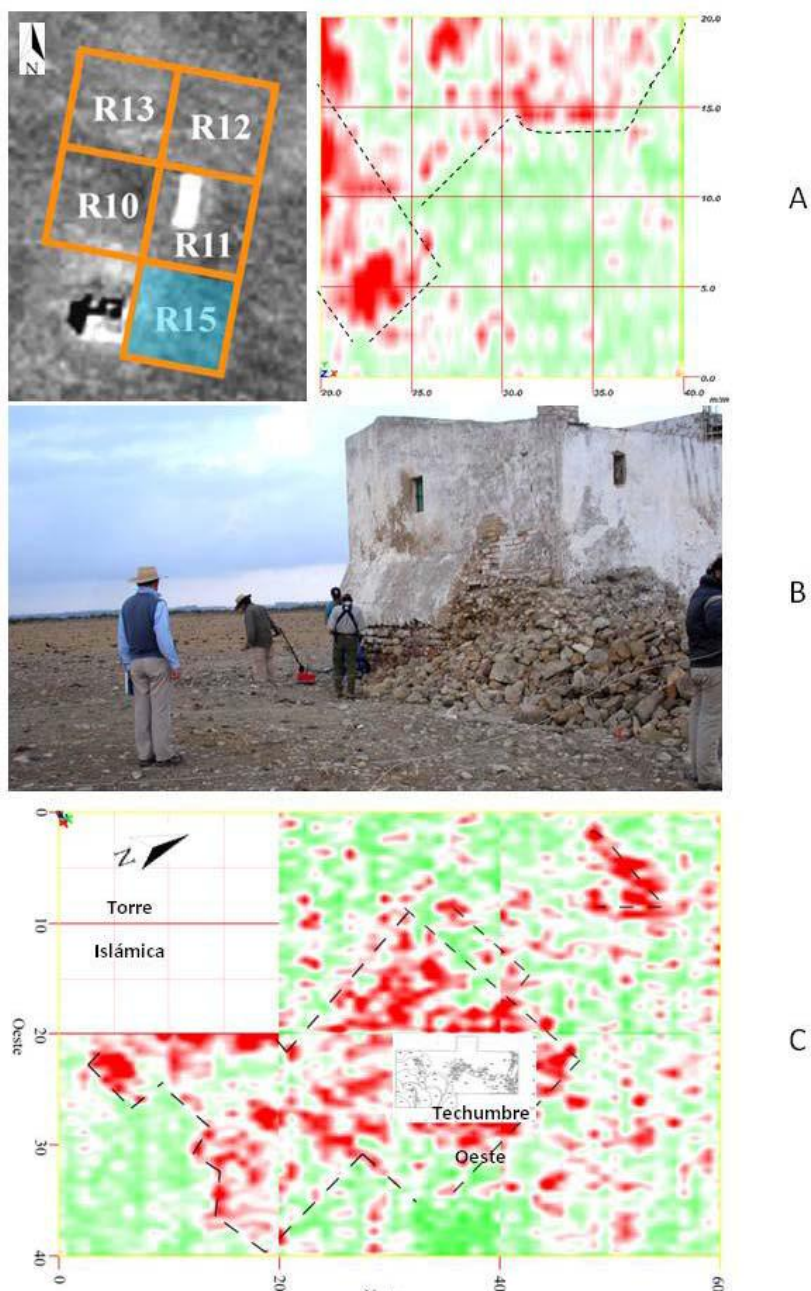


Figura 7. A: Localización de la retícula R15 y Corte de profundidad a 0.8 m.; B: Adquisición de líneas de georadar junto a la torre de base medieval, en la retícula R15; C: Configuración de los cortes de profundidad de la zona Oeste, en una imagen a 0.8 m de profundidad.

Retícula 14: Área romana, se realizaron 20 líneas de radar, dirección norte-sur, longitud 20 m, espaciamiento entre líneas 1 m.

En el terreno con materiales romanos en la superficie se detectó un grupo de reflexiones intensas, producidas posiblemente por fragmentos de un piso de *opus signinum* y por elementos constructivos de una pequeña casa.

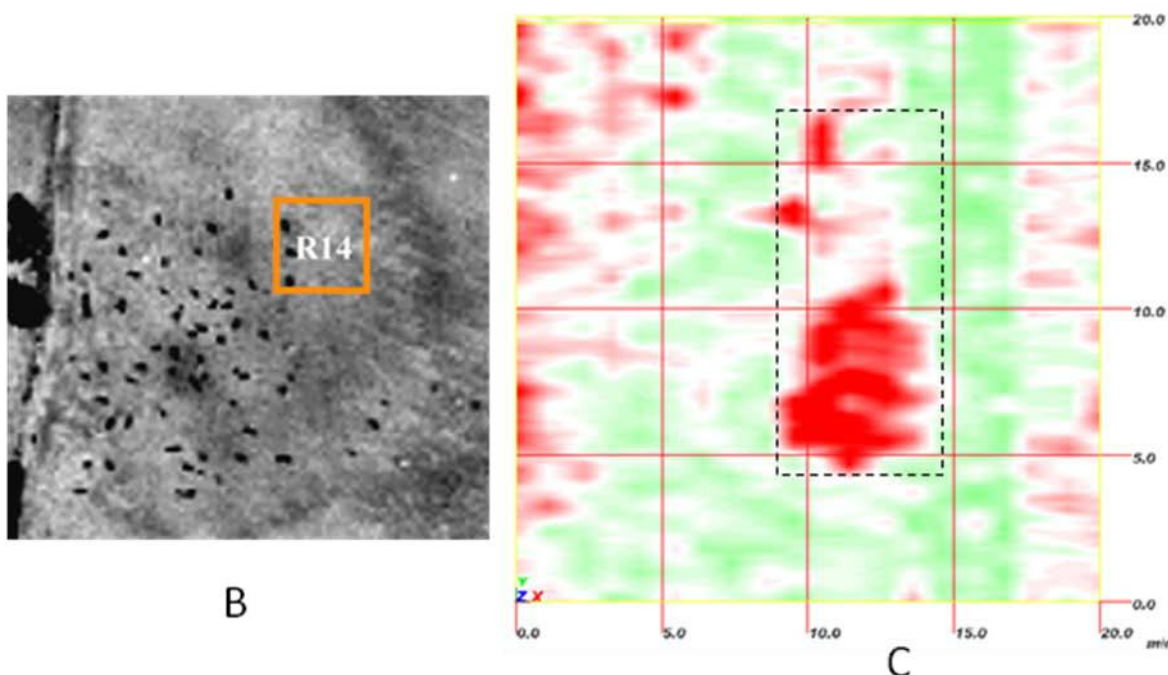


Figura 8. A: Adquisición de líneas de georadar en el área romana; B: localización de la retícula R14; C: Corte de profundidad a 0.6 m. con anomalía.

Verificaciones con líneas eléctricas y de georadar exteriores.

Además del trabajo con resistividad eléctrica y georadar en las cuadrículas ya citadas, se levantaron líneas eléctricas y de georadar con el objetivo de encontrar la posible muralla alrededor del asentamiento (Lámina 5). Las líneas eléctricas 1 y 2 (LE1 y LE2, en Lámina 5A) (figura 9), registraron zonas de altos resistivos, que podrían estar relacionados con los restos de muros, sin embargo no tienen correspondencia con los radargramas adquiridos en la misma posición, y es probable que sean producidos por materiales naturales. Solo la línea eléctrica 3 (LE3) tuvo cambios en la resistividad, que se correlacionan con dos reflexiones fuertes registradas en el radargrama de la línea F286, (Lámina 5B).

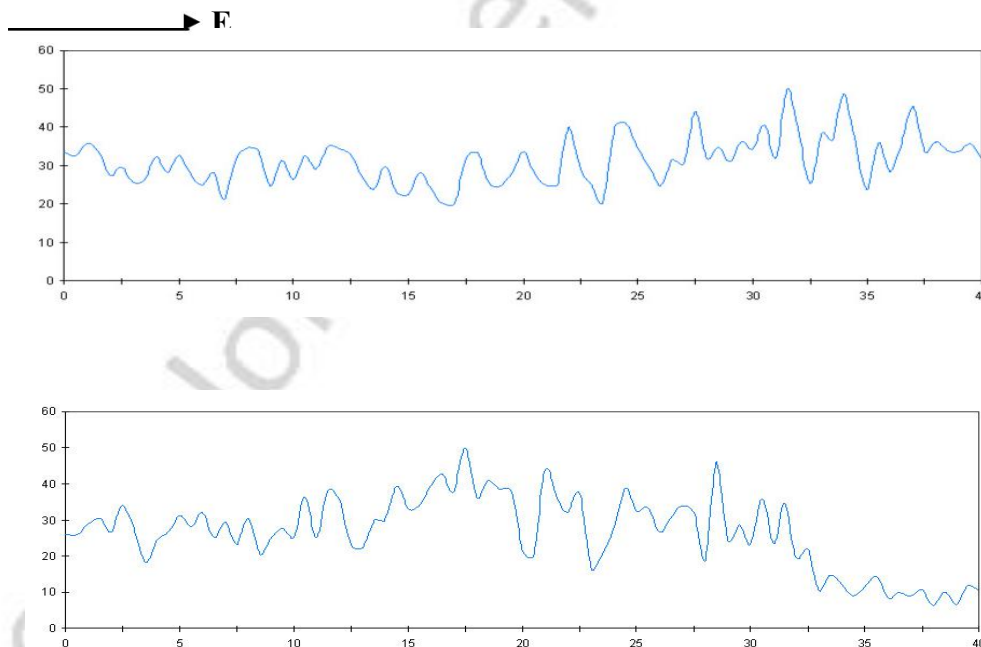


Figura 9. Líneas eléctricas 1 y 2 que registran cambios de resistividad de origen natural.

El radargrama de la línea F285, registra una reflexión a los 24 m del recorrido, que es producida por un grupo de rocas, posiblemente asociado con los restos de muros. Más al norte en 35 m y entre 39 y 44 m del recorrido, el radargrama muestra reflexiones producidas por un cambio en el tipo de material, al parecer de origen geológico (figura 11A).

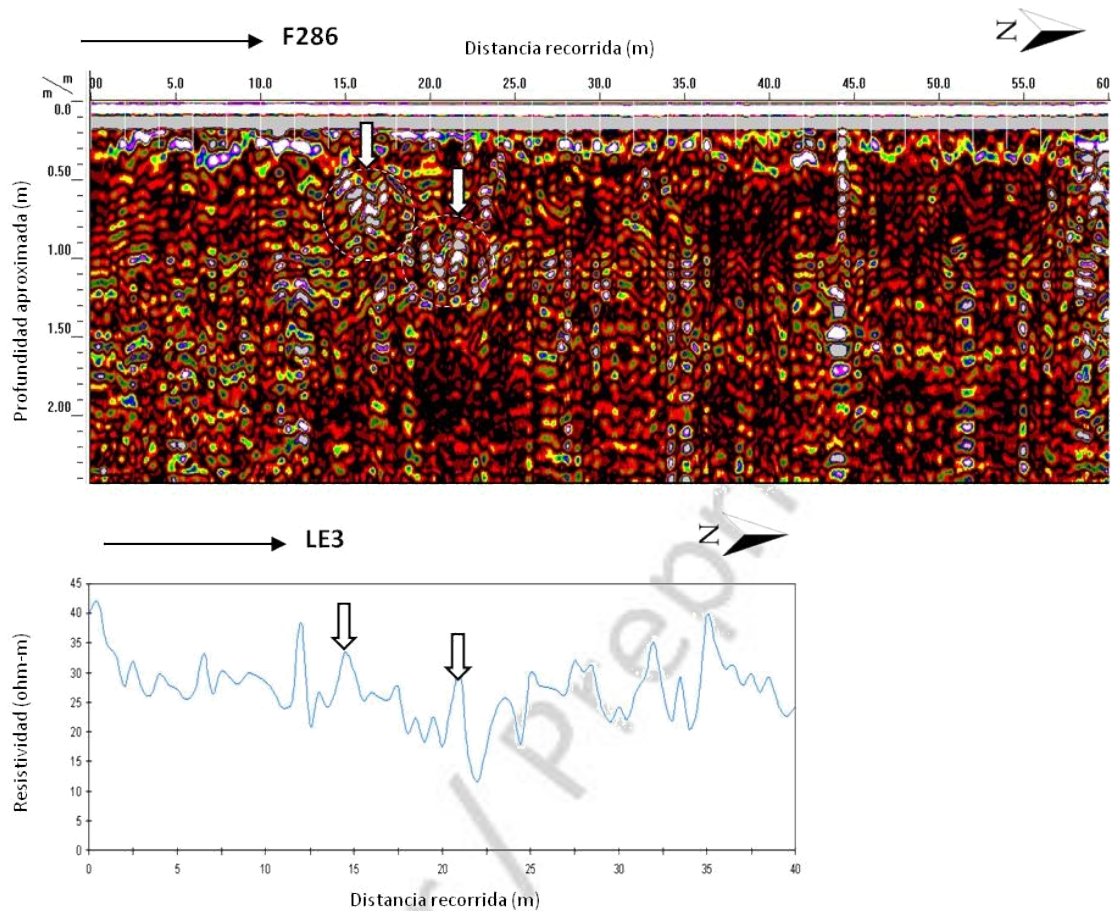


Figura 10. Anomalías registradas en la línea de georadar F286 y en la línea eléctrica LE3, en donde se detectan posibles muros al norte del sitio.

En el radargrama de la línea F287, situado al noreste de la torre islámica, se registraron dos reflexiones de mediana amplitud, producidas por cambios de suelo y por la pendiente del terreno, en ambos casos naturales.

El perfil de georadar correspondiente a la línea F288, exhibe tres reflexiones superficiales y fuertes originadas por materiales al parecer de origen cultural. Las situadas en 36, 45 y 50 m del recorrido pueden estar indicando los restos de muros (figura 11B). Casi al final del radargrama, llama la atención un grupo de reflexiones entre 60 y 70 m del recorrido que valdría la pena verificar para determinar si es de origen geológico y arqueológico.

En el radargrama de la línea F289, aparecieron tres reflexiones de media amplitud, la ubicada a 30 m del recorrido, que parece ser cultural y las situadas en 64 y 70 m, de origen natural.

La línea de georadar F290, detecta dos primeras reflexiones fuertes en 9 y 17 m del recorrido, relacionadas con los vestigios encontrados en la zona del techumbre Este. Más al norte, en 34 y 50 m del recorrido hay otras reflexiones de media amplitud que podrían estar asociadas con los restos de muros o con cambios de origen geológico.

En la parte noreste del sitio, la línea F184 muestra dos anomalías de origen cultural en 5 y 10 m del recorrido; mientras que en 35, 41 y 47 m, se aprecian reflexiones más débiles, aunque más amplias, originadas por posibles muros o por un cambio en el tipo de suelo.

El radargrama de la línea F163, registra igual que la F184 anomalías de origen cultural de 5 a 8.5 m del recorrido. Más al Este, de 32 a 34 m del recorrido, se detecta un grupo de reflexiones de menor amplitud relacionadas con posibles muros.

Para la línea F291, se detectó un grupo de reflexiones de media amplitud en 15 m y entre 36 y 38 m del recorrido que marcan posibles obras de origen cultural.

En la línea F292, se registran cuatro reflexiones, la primera y segunda de 2 a 10 m y en 22 m del recorrido, son de origen cultural. La tercera y la cuarta ubicadas en 45 y 54 m del recorrido son producidas por cambios en el tipo de suelo (Figura 11C).

El radargrama de la línea F293, registra reflexiones en 8, 14 y 28 m del recorrido, relacionadas con los restos de estructuras constructivas, el más evidente y al parecer en buen estado de conservación es el que se ubica a los 8 m. En la zona Este de la línea se detectan en 40 y 50 m del recorrido, dos reflexiones originadas por un cambio en el tipo de suelo o por los restos de la supuesta muralla.

La línea F294, levantada sobre el camino en la parte sur del sitio, muestra un relleno de 50 a 80 m del recorrido, con gran cantidad de rocas al parecer para hacer transitable y nivelar el camino rural. Dentro de esta anomalía destaca las reflexiones en 28, 41, y de 54 a 58 m producidas probablemente por los restos de la muralla (figura 11D).

Los datos aportados por el georadar no fueron muy concluyentes para definir con claridad la ubicación de la probable muralla que circundaba el sitio; en algunas líneas se detectan notoriamente reflexiones que sugieren la presencia de muros, y en otras, solamente reflexiones difusas de media amplitud que podrían registrar los restos de muros más deteriorados. En la parte Norte y Este, las líneas de georadar exhiben reflexiones con características de amplitud, tamaño y textura distintas que podrían estar más relacionadas con cambios en el tipo de suelo y en la geología del subsuelo. Cabe señalar que las anomalías cercanas a las zonas de excavación Este y Oeste están relacionadas más con las reflexiones de estructuras arqueológicas como muros, el horno así como de los silos. Las manchas de color claro, visibles en las fotos aéreas, son producto de una capa de suelo intemperizado con abundancia de margas, y en algunos sectores coincide con el trazo de la posible muralla. La figura 12, muestra las trayectorias sugeridas de la ubicación de los probables muros basadas en las reflexiones más definidas derivadas de la prospección con el georadar.

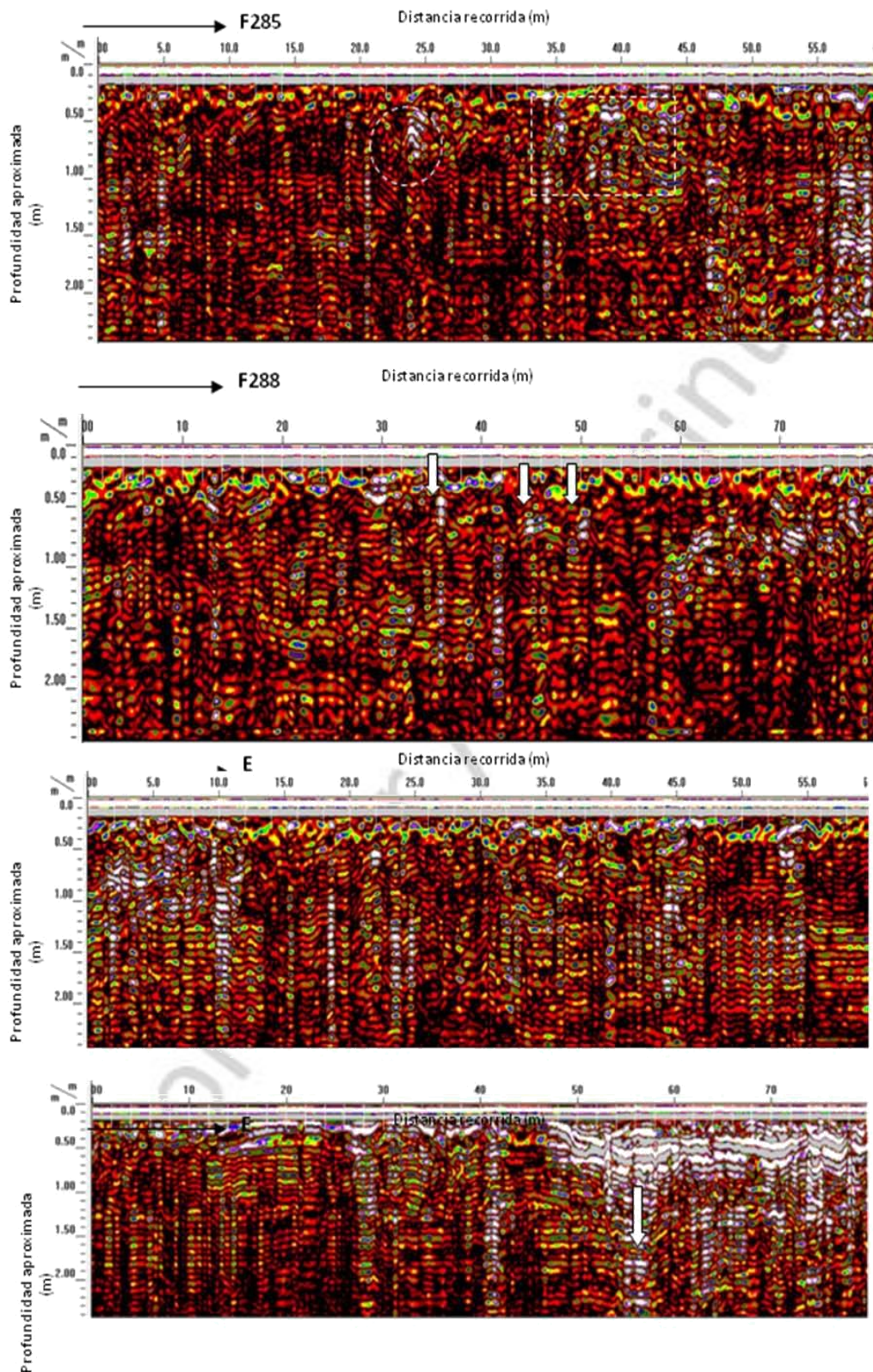


Figura 11. A: Radargrama de la línea F285, en donde se detectan dos anomalías, una de posible origen cultural y otra de origen natural; B: Radargrama de la línea F288, mostrando reflexiones de origen posiblemente cultural, C: Radargrama de la línea F292; D: Radargrama de la línea F294, con gran abundancia de anomalías entre 54 y 58 m.

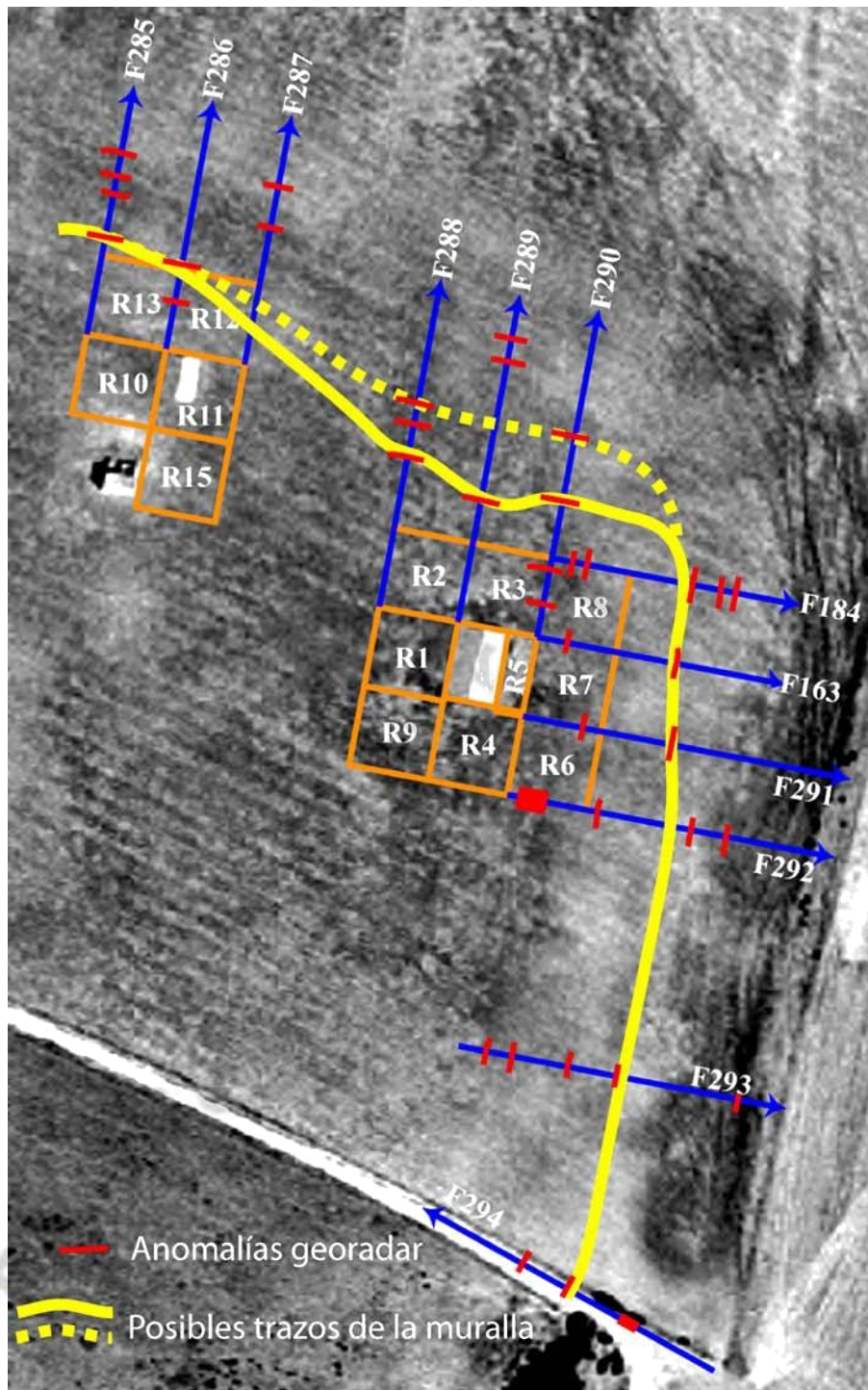


Figura 12.- Presencia de muros y probable trayectoria de la muralla, registrada a partir del georadar.

Agradecimientos:

Los trabajos de campo y de laboratorio han sido financiados por la Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía y por el Proyecto PCI A/017206/08 de la AECID. En la campaña de campo realizada durante septiembre de 2009, colaboraron en los trabajos los alumnos de las licenciaturas de Historia y de Ciencias Ambientales: Antonio Cabral Mesa, Ángel del Valle, Juan José Rendón y María Sánchez Caburrasi y J.J. Rendón en los posteriores trabajos de laboratorio y gabinete, durante 2010 y 2011. Parte de las analíticas se han realizado en los SCCYT de la Universidad de Cádiz y en la UGEA-PHAM del Departamento de Ciencias de la Tierra de la Facultad de Ciencias, UCA.

Bibliografía

BARBA PINGARRÓN, L., DOMÍNGUEZ BELLA, S., RAMOS MUÑOZ, J., CASTAÑEDA FERNÁNDEZ, V., PÉREZ RODRÍGUEZ, M. y SÁNCHEZ ARAGÓN, M. (2006): *Arqueología y Geofísica en el asentamiento de La Mesa, Chiclana de la Frontera, Cádiz, España*. Informe Mecanoscrito. IIA, UNAM.

BARBA PINGARRÓN, L., DOMÍNGUEZ BELLA, S., RAMOS MUÑOZ, J., CASTAÑEDA, V., PÉREZ, M. y SÁNCHEZ, M. (2006): *Geophysics and archaeology at La Mesa site, Chiclana de la Frontera, Cádiz (Spain)*. 34th International Symposium on Archaeometry. pp. 15-19. Institución Fernando el Católico. Zaragoza. ISBN. 84-780-848-8.

DOMÍNGUEZ-BELLA, S. (1999): Los recursos líticos de las sociedades prehistóricas. Aplicación de las técnicas geoarqueológicas y arqueométricas. El caso de La Mesa y otros ejemplos de la banda atlántica de Cádiz. En: Ramos Muñoz, J. et al. (Eds.) *Excavaciones arqueológicas en La Mesa (Chiclana de la Frontera, Cádiz). Aproximación al estudio del proceso histórico de su ocupación. Campaña de 1998*. pp. 165-182. Ed.: Ayuntamiento de Chiclana / Universidad de Cádiz. Cádiz.

GARCÍA DE DOMINGO, A., GONZÁLEZ LASTRA, J., HERNALIZ, P.P., C. ZAZO, C., J.L. GOY y RUIZ REIG, P. (1983): Mapa Geológico Nacional. Escala 1:50.000. ITGE. Hoja nº 1069. Chiclana de la Frontera.

GRACIA, F.J. (1999): Geomorfología de La Mesa y de las terrazas del río Iro y Arroyo de la Cueva. En: RAMOS, J., MONTAÑÉS, M., PÉREZ, M., CASTAÑEDA, V., HERRERO, N., GARCÍA, M^a.E. y CÁCERES, I., Eds.: *Excavaciones arqueológicas en La Mesa (Chiclana de la Frontera, Cádiz). Campaña de 1998. Aproximación al estudio del proceso histórico de su ocupación*. Serie Monográfica. Arqueología en Chiclana de la Frontera, 1, pp. 31 -40. Ayuntamiento de Chiclana de la Frontera. Fundación Viprem. Universidad de Cádiz.

- GUTIÉRREZ MÁ, J. M., MARTÍN ALGARRA, A., DOMÍNGUEZ-BELLA, S. y MORAL, J. P.** (1991): *Introducción a la geología de la provincia de Cádiz*. Servicio de Publicaciones, Universidad de Cádiz, 315pp. (+ 1 mapa geológico provincial).
- MORATA, D.** (1993): *Petrología y geoquímica de las Ofitas de las Zonas Externas de las Cordilleras Béticas*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada. 342 pp.
- PÉREZ, M.** (1997): *La producción de instrumentos líticos pulimentados en la Prehistoria Reciente de la Banda Atlántica de Cádiz*. Servicio de Publicaciones. Universidad de Cádiz. 268 pp.
- PÉREZ, M., DOMÍNGUEZ-BELLA, S., MORATA, D. y RAMOS, J.** (1998): La industria lítica pulimentada en la Prehistoria Reciente de la Banda Atlántica de Cádiz. Estudio de áreas fuente y relaciones entre litología y yacimientos. *Cuaternario y Geomorfología* nº 12 (3-4), pp. 57-67. Logroño.
- RAMOS, J., CASTAÑEDA, V., LAZARICH, M., PÉREZ, M., MARTÍNEZ, C., MONTAÑÉS, M., LOZANO, J.M. y CALDERÓN, D.** (1993-1994): La secuencia prehistórica del poblado de la Mesa (Chiclana de la Frontera). Su contribución a la ordenación del territorio de la campiña litoral y banda atlántica. *Boletín del Museo de Cádiz* 6, pp. 23-41. Cádiz.
- RAMOS, J., CASTAÑEDA, V., PÉREZ, M., LAZARICH, M., MONTAÑÉS, M., LOZANO, J.M., y MARTÍNEZ, C.**, (1995): “Informe de la campaña de prospecciones arqueológicas de 1993 en el término municipal de Chiclana de la Frontera. Una contribución al estudio del proceso de ocupación de la banda atlántica de Cádiz durante la Prehistoria”. *Anuario Arqueológico de Andalucía, 1993. II Actividades Sistemáticas*, pp. 24-34. Sevilla.
- RAMOS, J., MONTAÑÉS, M., PÉREZ, M., CASTAÑEDA, V., HERRERO, N., PANTOJA, M^a.E. y CÁCERES, I.**, (1999): *Excavaciones arqueológicas en La Mesa (Chiclana de la Frontera, Cádiz). Aproximación al estudio del proceso histórico de su ocupación. Campaña de 1998*. Serie monográfica. Arqueología en Chiclana de la Frontera I. Ayuntamiento de Chiclana de la Frontera. Fundación Viprem. Universidad de Cádiz. Cádiz.
- VIJANDE VILA, E.** (2006): Aproximación al conocimiento de las formaciones sociales tribales en Chiclana de la Frontera y su contribución al estudio de las mismas en el ámbito de la Banda Atlántica Gaditana. *Revista Atlántica-Mediterránea de Prehistoria y Arqueología Social*, 8, pp. 87-108. Universidad de Cádiz.