

EVA GASCÓN
Geógrafa. Empresa Geo-Radar

Geo-Radar: Una nueva visión en la arqueología



La autora con Geo-Radar

Resumen: El geo-radar o Ground Penetrating Radar (GPR), permite confeccionar una representación virtual del sólido inspeccionado mediante el envío de señales electromagnéticas en frecuencias desde 25 MHz hasta 1600 MHz y la recepción de las diferentes reflexiones producidas por las heterogeneidades de las diferencias dieléctricas del medio inspeccionado.

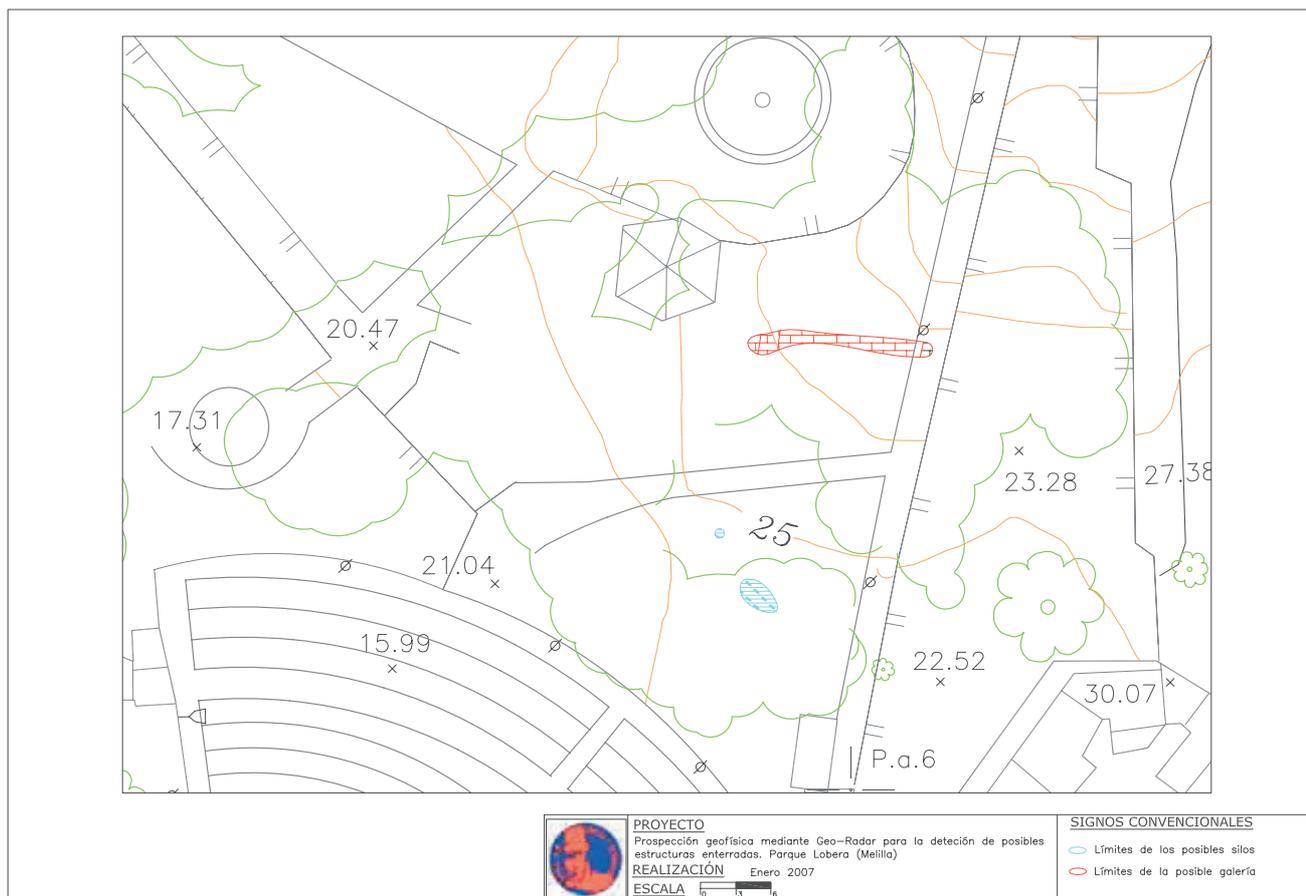
Abstract: The geo-radar, or Ground Penetrating Radar (GPR), allows us to form a virtual representation of the solid, inspected by sending electromagnetic signals at frequencies ranging from 25MHz to 1600MHz and picking up the different reflections produced by the heterogeneities of the dielectrical differences of the medium inspected.

Antecedentes

El método electromagnético del Geo-radar o Ground Penetrating Radar (GPR) se ha utilizado durante décadas, pero ha sido a partir de los años 80 y de forma más contundente en los años 90, cuando se comienza a apreciar un aumento significativo de las publicaciones en distintos ámbitos de la arqueología, que llega hasta nuestros días.

En la mayoría de los casos, los yacimientos arqueológicos se encuentran a unas profundidades someras, por lo que se hace necesario un método con una buena resolución y con una fácil toma de datos.

El geo-radar o Ground Penetrating Radar (GPR), permite confeccionar una representación virtual del sólido inspeccionado mediante el envío de señales electromagnéticas en frecuencias desde 25 MHz hasta 1600 MHz y la recepción de las



diferentes reflexiones producidas por las heterogeneidades o diferencias dieléctricas del medio inspeccionado.

La aplicación de esta técnica en arqueología viene avalada por una serie de ventajas como la rapidez en la toma de datos en campo, ser un método no destructivo y poseer una alta resolución en función de las estructuras que se estén buscando y la antena elegida.

Los perfiles resultado de la inspección, quedan referenciados respecto a un origen mediante GPS, así como la profundidad de las discontinuidades por el tiempo que tarda la señal en viajar desde la superficie (desde la antena donde se genera) hasta el defecto o singularidad y hasta la superficie. La conversión de tiempo a profundidad se realiza mediante una constante: la velocidad de propagación de la señal en el medio.

Las señales enviadas son ondas electromagnéticas y se rigen por las leyes de Maxwell, teniendo siempre presente los tres parámetros fundamentales que determinarán las características del medio por el que se propague la onda: conductividad, permitividad dieléctrica y permeabilidad magnética.

Una de las características de la onda que habremos de tener en cuenta a la hora de interpretar los radargramas obtenidos en la prospección es que la propagación de la señal es cónica, por lo que antes de llegar a la vertical de un elemento como pudiera ser una galería o pared, ésta comienza a mandar una reflexión que se encuentra ligeramente por delante de la vertical de la posición de la antena en superficie, por lo que la reflexión reflejada en el equipo se sitúa a mayor profundidad. Al encontrarse sobre la vertical

verdadera del elemento, la profundidad será la correcta. Al alejarse, se produce un efecto similar pero inverso.

El distinto comportamiento de las ondas en el medio inspeccionado y las imágenes obtenidas en los radargramas, son las herramientas sobre las que se trabaja en el proceso de interpretación.

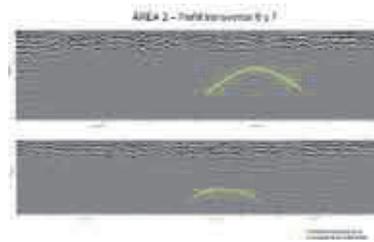
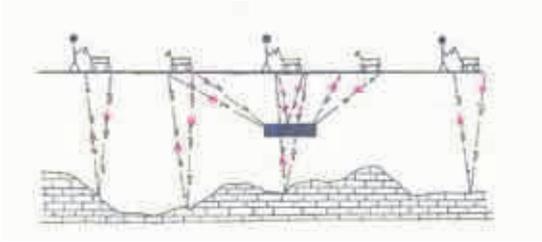
Introducción y objetivos

El presente estudio fue realizado en el mes de Enero de 2007 en el Parque Lobera situado en la ciudad Autónoma de Melilla.

La zona de estudio consiste en dos áreas ajardinadas en el interior del Parque Lobera, próximos al foso que lo limita al E-SE. El estudio viene promovido por las intervenciones arqueológicas de urgencia en los años 1997 y 1999, en las que se documenta un silo situado en nuestra área de actuación con gran concentración de materiales cerámicos.

Se planteó una prospección geofísica de carácter no intrusivo, mediante GPR para el estudio de los primeros metros de profundidad. El método de Ground Penetrating Radar fue elegido como el más efectivo por diversos motivos, entre los que cabe destacar: topografía de la planta, elementos enterrados a una profundidad somera que necesitan de tecnologías de gran resolución, rapidez en la toma y procesamiento de datos...

El área total de estudio fue delimitada en zonas más reducidas para poder realizar una prospección de mayor



Sondeo e interpretación en gris

exactitud y dejar como resultado un volumen de datos más manejable.

Con este trabajo se pretendían alcanzar los siguientes objetivos:

- Localización de posibles áreas de concentración de materiales
- Localización de posibles estructuras enterradas y su profundidad.
- Mapeado de las áreas de interés.

Para realizar la prospección se delimitaron 2 áreas ajardinadas, en las cuales se planteó un mallado de perfiles longitudinales y transversales separados cada dos metros, siempre y cuando no se encontraran obstáculos en el terreno. Igualmente se realizaron perfiles en el camino de acceso a las zonas ajardinadas, para comprobar la existencia de una galería principal o la continuación de estructuras enterradas.

Los perfiles mantienen una orientación NNE-SSO para los perfiles transversales y ESE-ONO para los perfiles longitudinales. Mediante la distribución de los mismos en malla, podemos determinar estructuras enterradas, cualquiera que sea su orientación.

El modelo de GPR o Geo-Radar utilizado es la RAMAC/GPR X3M. Los perfiles se realizaron con una antena apantallada de 500 y 800MHz.

En un primer momento se realizaron los perfiles con la antena de 500MHz para conseguir la máxima penetración en el terreno, manteniendo la mejor resolución. Una vez comprobada la estructura y capacidad del suelo, y habiendo interpretado imágenes del silo descubierto previamente, se opta por realizar el resto de perfiles con una antena de 800MHz en el área 2 y en perfiles de comprobación en el área 1. De esta forma se prima la resolución frente a la penetración, debido a que los silos presentan un contraste bajo respecto al terreno en el que se encuentran incluidos.

Como se explicará en la introducción, la información de la profundidad de los elementos, se extrae del parámetro de la velocidad de la onda. En este caso no pudo ser calibrada en el terreno, dado la imposibilidad de localizar un elemento conocido a una profundidad determinada, por lo tanto se estableció velocidad media fue de 100 m/μs, estimada como valor medio en un terreno heterogéneo.

Una vez realizada la toma de datos en campo, se pasa al procesado de los distintos perfiles. Este proceso fue realizado en campo y en gabinete, aunque en este último se introdujeron unas correcciones para proporcionar mayor exactitud a los datos obtenidos. Dentro de esta fase y para este estudio concreto podemos destacar:

- En primer lugar se ha realizado un procesamiento para la corrección de la onda. Se aplica una corrección estática ("DC removal").

- Seguidamente se utilizó un filtro pasobanda para la eliminación de ruidos.

- A continuación se efectuó un control de ganancia para corregir las pérdidas por propagación.

- Por último se corrigió el tiempo de inicio de la onda y la velocidad de propagación, ajustando de esta forma los parámetros de profundidad.

Se han tratado las imágenes y se han visualizado de distintas maneras con el fin de obtener de ellas la mayor información posible. Se optó por una paleta de escala de grises, porque creemos es lo más adecuado para la mejor visualización de las imágenes en este estudio.

Resultados y conclusiones

La profundidad óptima alcanzada en el área inspeccionada con Geo-radar fue de 1,5 m para la antena de 500MHz y de 1m. para la antena de 800MHz.

Este rango puede deberse al factor de humedad contenida en el terreno por ser una zona ajardinada que es regada frecuentemente. En cualquier caso, las imágenes obtenidas muestran por lo general un terreno sin discontinuidades de consideración, siendo las únicas reflexiones destacadas las provocadas por las raíces de las plantas enterradas.

Los perfiles llevados a cabo en paralelo al recinto amurallado, a lo largo del camino, no nos proporcionaron ninguna información concluyente sobre la posible presencia de una galería, pudiendo deberse este hecho a la insuficiente penetración de la antena en ese punto y a la falta de espacio para trazar una transversal con recorrido suficiente que aportara información de contraste.



Zona de actuación

Perfiles longitudinales
Perfiles transversales

En la realización de las dos áreas ajardinadas se han podido extraer distintas conclusiones.

El área una situada en la parte sur fue prospectado con una antena de 500MHz, una vez interpretados los resultados obtenidos con esta antena, se llevaron a cabo tres perfiles transversales y una longitudinal con la antena de 800MHz para realizar la comprobación de unas zonas susceptibles de albergar silos con una mejor resolución.

Mediante estos perfiles pudimos delimitar la ubicación de dos posibles silos cuya alineación parece coincidir con el ya excavado.

El diámetro del silo situado hacia el NO es de 0,8 m. y se corrobora en dos perfiles transversales y un longitudinal.

El silo situado hacia el SE es de un tamaño más significativo; 3,7 m en el eje NNO.SSE y 2 m. en el eje E-O. En este caso también se corroboró la estructura mediante dos perfiles transversales y uno longitudinal.

Parece probable la existencia de un mayor número de silos sin embargo, las diferencias de densidad en los materiales que pudieran confirmarlo, no parecen en este caso lo suficientemente pronunciadas para ser captadas con nitidez mediante el Geo-radar.

Las reflexiones asociadas a los silos fueron detectadas en los primeros centímetros, y la estimación de la profundidad que pudieran alcanzar no pudo determinarse con suficiente nitidez.

En la segunda área ajardinada, no se detectaron reflexiones indicativas de estructuras del tipo silo, pero si pudieron observarse mediante la antena de 800MHz unas reflexiones hiperbólicas que se han asociado a una oquedad de consideración en el terreno.

Esta reflexión fue confirmada mediante tres perfiles transversales, la anchura estimada de la oquedad sería de 1,7 m. aproximadamente, teniendo una longitud de unos 16 metros.

A partir de la información arqueológica con la que contamos, esta oquedad podría corresponder a un brazo lateral de la galería principal que correría de forma transversal al mismo.

Bibliografía

- Vega Pérez García. Julio 2001 "Radar de Subsuelo. Evaluación para aplicaciones en arqueología y en Patrimonio Histórico" Tesis doctoral. Dep. del terreno, cartográfica y geofísica. Universidad Politécnica de Cataluña.
- Davis, J.L. y Annan, A.P. 1989 "Ground Penetrating Radar for high resolution mapping of soil and rock stratigraphy" *Geophysical Prospecting* 37 pag 531-551
- E. Lorenzo, M.C. Hernández 1995 "Prospección geofísica en yacimientos arqueológicos con geo-radar en España. Dos casos: Numancia y El Paular" *Física de la Tierra* 7 pag 193-205
- J. Bautista Salado Escaño, J. Suárez Padilla, I. Navarro Luengo "Nueva aportación al conocimiento histórico de los primeros momentos de Malilla II: Las cerámicas a torno altomedievales de las excavaciones de Parque Lobera y Cerro del Cubo (Melilla). *Revista AKROS* n°4 pag 93-99 Año 2005