

R E V I S T A  
HISTORIA Y CONSERVACIÓN  
DEL PATRIMONIO EDIFICADO

# EL USO DEL GEORADAR PARA LA DETECCIÓN DEL PATRIMONIO EDIFICADO

# EL USO DEL GEORRADAR PARA LA DETECCIÓN DEL PATRIMONIO EDIFICADO

THE USE OF GEORRADAR FOR THE DETECTION OF THE BUILT HERITAGE

**Atenas Zoe Camila Murillo Muñoz**

Fecha de envío: 12 de julio de 2018  
Fecha de aceptación: 9 de agosto de 2018



*Mtro. Juan Christopher Alcaraz Padilla*

Egresado de la facultad de Ingeniería Arquitectura por la Universidad del Valle de Atemajac. Titulado de la maestría en Ciencias de la Arquitectura con orientación en Conservación del Patrimonio Edificado por la Universidad de Guadalajara.

Docente de asignatura del departamento de Técnicas y Construcción en el Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño de la Universidad de Guadalajara. Miembro del Colegio de Arquitectos del Estado de Jalisco y Director Responsable de proyecto y obra de edificación en el área metropolitana de Guadalajara.

En la práctica profesional ha elaborado proyectos arquitectónicos ejecutivos y estructurales de diversas edificaciones, construcciones, así como elaborador de dictámenes de seguridad estructural de inmuebles en el rubro público y privado.

Palabras clave:

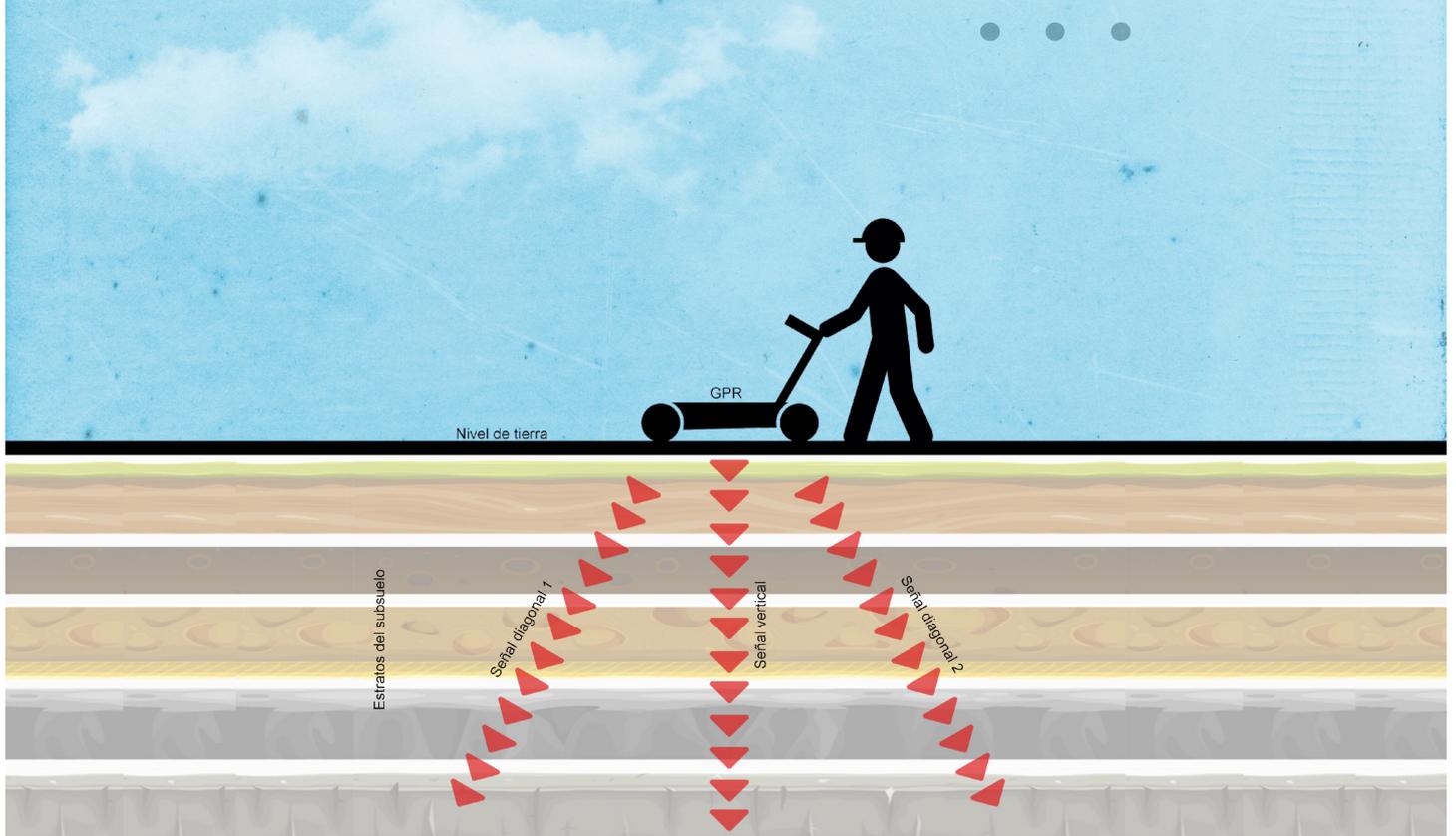
*Keywords:*

## ENTREVISTA

Para esta entrevista, presento al Maestro en Ciencias de la Arquitectura con Orientación a la Conservación del Patrimonio Edificado, Christopher Alcaraz, quien hablará sobre el uso del Georradar para la conservación del patrimonio edificado. Para comprender más sobre esto, le pediré al especialista que nos ayude a contextualizarnos sobre la función de este equipo. ¿Cuáles son sus características y en qué caso particular se puede utilizar?

El georradar, también conocido como GPR (Radar de Penetración terrestre) o radar de suelos, es un equipo utilizado como medio de prospección para objetos o irregularidades encontradas por debajo del nivel superficial. Las pruebas que se realizan con el equipo no son destructivas debido a que los datos se obtienen mediante ondas electromagnéticas enviadas y reflejadas por la antena en tres distintos ejes con la finalidad de obtener las discontinuidades de los componentes inferiores del suelo (ilustración 1). El uso de esta herramienta se ha diversificado a la arquitectura, medioambiente,

urbanismo y distintos ramos de la ingeniería ya que, dependiendo del objetivo, se adquiere información relevante del objeto de estudio. En el caso particular de la arquitectura, el uso varía desde localizar instalaciones o infraestructura hasta detectar humedades y apertura de suelos, fracturas, en inmuebles. Con respecto al rubro específico del patrimonio edificado, el GPR ha aportado información documental sobre la ubicación de estructuras de etapas preliminares, cimentaciones, cavernas, fisuras en el suelo o agentes de deterioro como al agua previo al proyecto de restauración. El uso del georradar en el patrimonio no es algo reciente. Desde la mitad del siglo XX se comenzó a estudiar el uso de ondas electromagnéticas para detectar irregularidades en los suelos, principalmente en el ramo de la arqueología. Para inicios de la década de los ochenta el uso fue más frecuente hasta lo que se tiene en la actualidad. Algunos autores, dentro del ramo de la investigación, mencionan que el uso de georradar ayuda a “documentar el patrimonio invisible” y en realidad es así, porque la información arrojada proviene de objetos que, a simple vista, no se percibe.



**Ilustración 1.** Esquema georradar (GRP) y su distribución de ondas magnéticas hacia el subsuelo. Fuente: del autor.



**Me gustaría que nos hables sobre cómo el patrimonio edificado ha respondido a las nuevas exigencias tecnológicas y que han permitido que el georradar sea utilizado como una herramienta de documentación histórica.**

El patrimonio edificado, que es uno de los ramos específicos donde se utiliza el georradar, ha requerido buscar técnicas de documentación e inspección que no resulten destructivas, entendiendo esto como el proceso de explorar la edificación sin la apertura y extracción de muestras de elementos constructivos y estructurales. Es por ello, que el GPR se considera como una herramienta de prospección. En diversos casos existen elementos con cierto valor artístico, arquitectónico o tecnológico como murales, recubrimientos o algún otro objeto que por su jerarquía no pueden ser alterados, pero requieran ser analizados con un fin específico, es allí donde la tecnología que ofrece el GPR como herramienta de recolección de datos sin tomar muestras físicas del inmueble se vuelve indispensable. La detección de diversos objetos o estructuras que se encuentran por debajo del nivel de la edificación requería, hasta el uso de radares de suelos, de llevar a cabo excavaciones en puntos determinados que podían dañar algún detalle arquitectónico o vestigio relevante. Con el uso actual del georradar, la documentación de irregularidades del subsuelo pueden ser graficados en su profundidad, que dependiendo del equipo puede llegar hasta 10 metros, y posición original a una distancia puntual, lo que conlleva a trabajos y documentación más precisa sin ejecutar excavaciones a prueba y error.

**Dentro de tu experiencia podrías compartir algún caso en particular.**

Los trabajos realizados se han apegado mayormente a la detección de infraestructura en distintos sitios.

Sin embargo, es contante la aparición de estructuras que han quedado por debajo del nivel de calles o superficies urbanizadas y rurales. En los trabajos fuera de zonas urbanizadas es común localizar desplantes de cascos de ex haciendas y vestigios de estructuras que pudieron pertenecer a una edificación. El siguiente caso particular ha sido la búsqueda de oquedades o fisuras en terrenos por la presencia de fallas estructurales en edificaciones. Otra labor que se llevado a cabo es la detección de cimentaciones en plazas donde se sitúan edificaciones religiosas. La finalidad de esos trabajos consistió en recabar la información sobre la infraestructura urbana actual, dentro de la plaza, sin la necesidad de dañar la subestructura de las edificaciones religiosas aledañas. Esto es común durante los cambios de administraciones gubernamentales ya que se ha convertido en una práctica cotidiana la renovación de plazas públicas y espacios públicos de municipios y localidades dentro y fuera del área metropolitana de Guadalajara.

**¿Qué metodología utilizas para la recabar información con el equipo?**

La metodología puede a variar con respecto al objetivo de la búsqueda. Sin embargo, los preparativos y uso del equipo tienen técnicas aplicables a la gran mayoría de casos. Previo al inicio de las actividades, es ineludible configurar los parámetros de búsqueda ya que, como se trata de ondas electromagnéticas, las curvas dieléctricas varían con respecto a lo que se requiera buscar, aunado al hecho de que el equipo puede requerir de una localización geográfica vía GPS y clasificación del tipo de suelo. Después de la configuración preliminar, el primer punto es determinar qué es lo que se requiere buscar, en otras palabras el objetivo de la documentación. La antena, detecta cualquier irregularidad en la superficie por lo que toda la información que arroje no precisamente es importante.

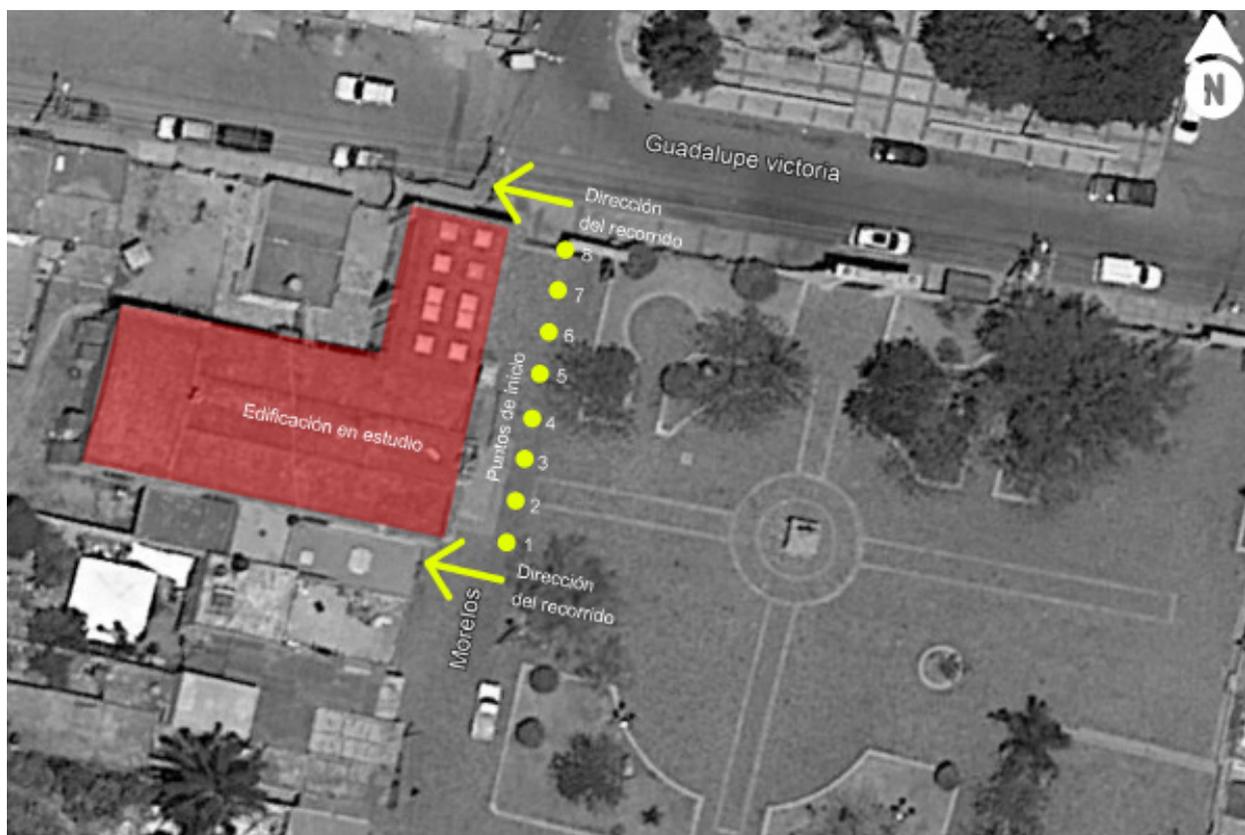




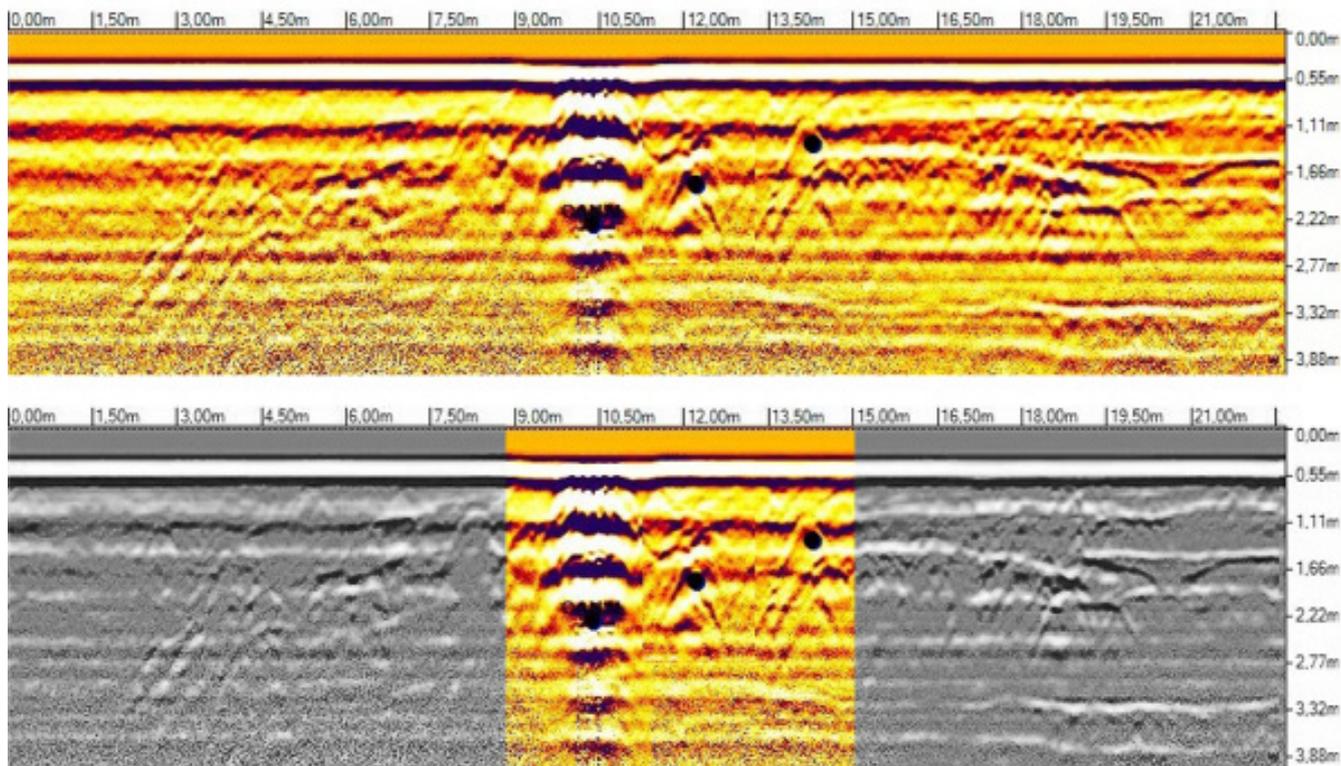
Por ejemplo, si la finalidad es detectar una cimentación, es sumamente indispensable poseer un conocimiento del sistema constructivo utilizado en la época de la edificación para así delimitar el área de trabajo y la posición de la antena junto a la hipotética localización del cimientto. El siguiente paso es programar el recorrido y puntos de referencia en un croquis (ilustración 2). Es necesario tener un orden en el trabajo para no confundir la información de la información que arrojará el equipo, que en este caso son los radargramas (ilustración 3). Cabe destacar que en este punto se trabaja de forma perpendicular al objeto examinado (ilustración 4) porque de esa manera se descubre la localización, profundidad del elemento y continuidad del mismo. Continuado con el ejemplo de la cimentación, éste debería de presentar una irregularidad en el terreno similar a los puntos anteriores en distancia y posiblemente en profundidad, para así deducir que es una subestructura continúa (ilustración 5).

**Nos has hablado sobre tu proceso en campo, pero otro punto importante es la traducción de datos. ¿Qué software es necesario utilizar y cuáles son sus ventajas y desventajas?**

Por lo general el software que se utiliza va en relación con la marca del equipo, debido a que cada uno cuenta con características particulares dependiendo del año de fabricación y actualizaciones del sistema. Aunque, todos deben arrojan radargramas con distancias de las irregularidades del subsuelo y profundidades del mismo. El que utilizamos es del fabricante US RADAR. Las ventajas del software es que se puede visualizar de mayor manera los resultados de en la tableta del equipo. El programa no presenta una desventaja en sí. Los inconvenientes que se pueden presentar comienzan desde la incorrecta configuración y toma de referencias en campo. El programa te muestra los datos en el orden que se van ejecutando las grabaciones.

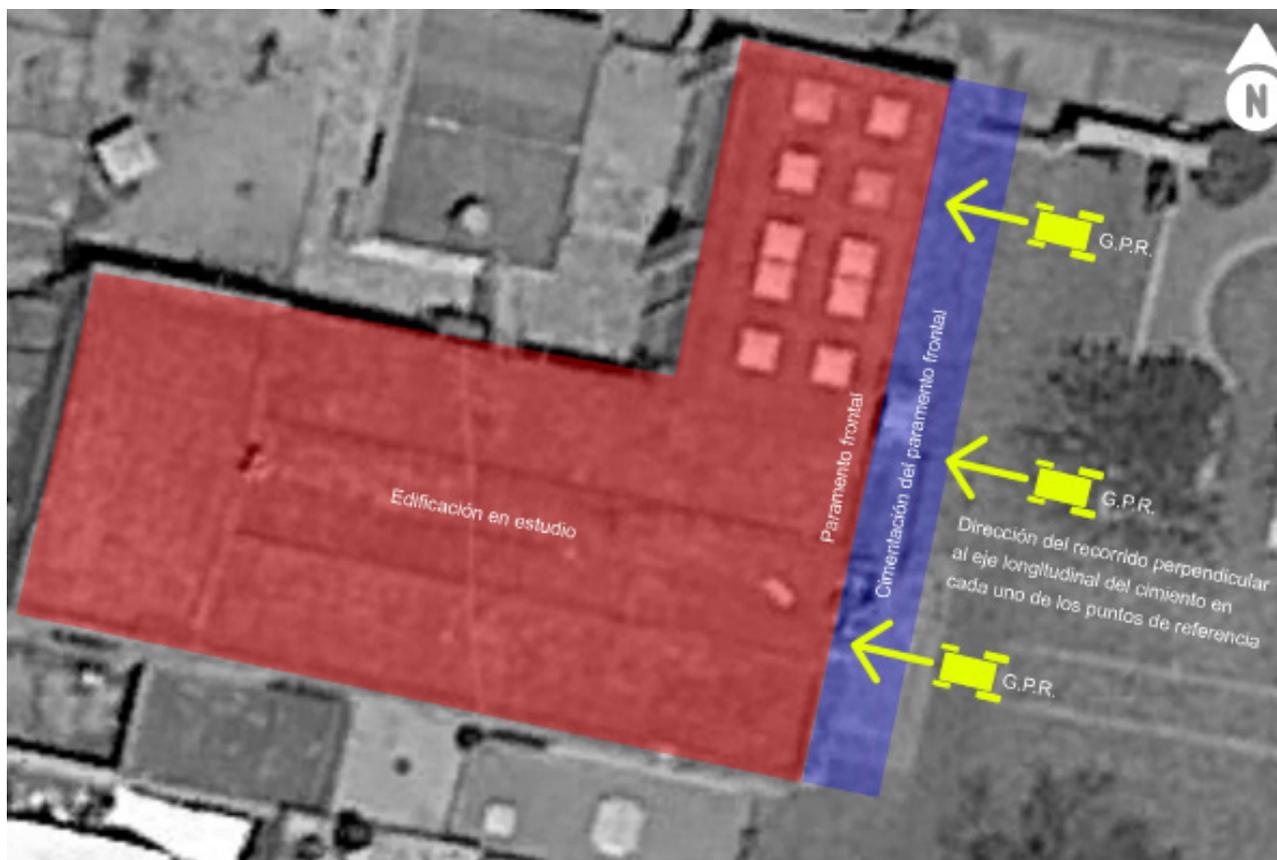


**Ilustración 2. Imágen satelital de Google Earth donde se muestra el caso de estudio, la capilla de adoración perpetua , en Santa Ana Tepetitlán, Zapopán, Jalisco.**  
 ■ El objetivo del trabajo fue localizar la cimentación del paramento frontal. Previo al comienzo de los recorridos, se recomienda marcar los puntos de inicio del georradar. Fuente: del autor.



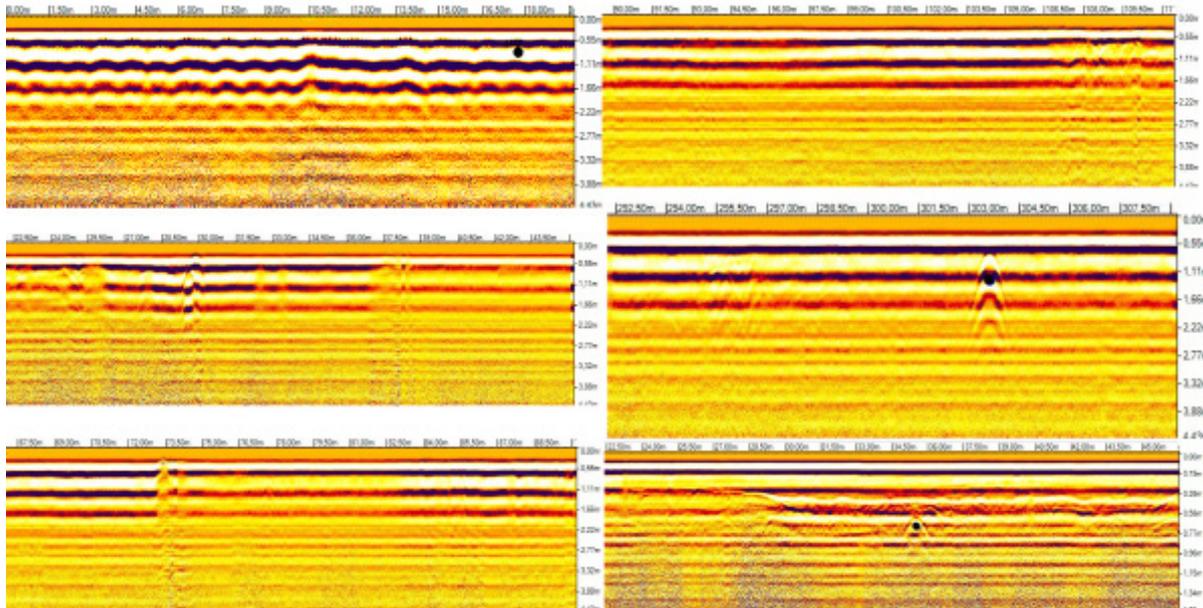
**Ilustración 3. La imagen superior, muestra el radargrama original de un recorrido de 21.00 metros lineales con ondas verticales a 4.00 metros de profundidad.**

El objetivo del trabajo fue detectar la cimentación e infraestructura (agua potable y drenaje) de un inmueble. A lo largo del recorrido hay diversas irregularidades indicadas por curvaturas. En la imagen interior se dejó en color la zona con mayor incidencia que comenzó a una distancia de 10.50 metros y 0.55 metros de profundidad. Otras irregularidades se observan a los 12 y 13.50 metros a una profundidad que oscila entre 1.11 y 1.66 metros. Con esa información, y su continuidad con los siguientes radargramas, se puede determinar cual irregularidad corresponde a la cimentación e infraestructura. Fuente del Autor.



**Ilustración 4. Imagen satelital de Google Earth donde se muestra el caso de estudio, la capilla de adoración perpetua, en Santa Ana Tepetitlán, Zapopan, Jalisco.**

El recorrido del georradar se lleva a cabo de manera perpendicular al eje longitudinal del cimienta con la finalidad de corroborar su continuidad, en distancia y profundidad a lo largo del parametro frontal. Fuente: del autor.



**Ilustración 5. Los distintos radargramas muestran una continuidad de curvas a una profundidad aproximada de 0.55 metros.**  
 Los datos presentados señalan una relación de cemento corrido a lo largo del paramento frontal de la edificación. Con esta información se puede tomar decisiones para el proyecto de intervención. Fuente: del autor.



Desde los trabajos en campo, la posición y recorrido así como iniciar y detener correctamente la antena, es ineludible. De igual manera, tener un orden en los traslados. Esto facilita a que las posibles desventajas del software, por no ser predictivo e intuitivo, sean menores y los datos proporcionados tengan una coherencia y se apeguen de una mejor forma a la realidad del lugar. Debido a que el programa no es intuitivo, únicamente arroja información obtenida por el choque y reflexión de ondas magnéticas, es necesario tomar anotaciones en campo porque las curvas pueden fácilmente ser confundidas con otros objetos o irregularidades del suelo. Nuevamente se exhorta a tener claro lo que se está buscando porque en el subsuelo se encuentran diversos componentes que no necesariamente se vinculan con el objetivo del trabajo y resultan en información irrelevante. En resumen el software prácticamente es el resultado de un proceso de campo con una mejor amplitud de visualización a la que ofrece la tableta del equipo.

**Para terminar con esta entrevista Mtro. Christopher ¿Podrías hablarnos sobre los alcances que pueden llegar a tener un proyecto basado en el georadar?**

Los alcances tienden a variar con respecto a los objetivos como ya se ha mencionado. Pero, también las características físicas del lugar, humedad relativa y otras variables geológicas o climáticas son factores que determinan los resultados de la información. Esta técnica se encuentra dentro del ramo de las mediciones indirectas. Una medición directa es cuando se adquiere un dato, que en este caso son distancias y profundidades, de una forma que se puede corroborar al momento tal vez por medio de una cinta métrica u otro instrumento. En el caso del georadar, se convierte en una acción indirecta porque los datos se basan en las ondas dirigidas y regresadas al equipo, por lo que la información es recabada sin utilizar métodos manuales, aunque en algunos casos se recomienda el uso de ambos. El georadar, como ya se ha dicho, analiza el lugar de una forma no destructiva, por lo que sus alcances se incrementan al no dañar la integridad física del inmueble. Entonces, un proyecto basado en esta herramienta, puede recolectar información relevante y ser documentada en un reporte, como parte de la prospección o primer acercamiento al inmueble, previo a los proyectos de conservación o restauración.



Es relevante destacar, que los alcances tienden a variar por el grado de precisión del equipo, su calibración e interpretación del analista. La conjunción del georradar con otros sistemas como el dron aumenta los alcances de la documentación preliminar y representación de los sectores recorridos. En resumen, el georradar como cualquier otra herramienta tecnológica no es un método infalible y sus alcances van en relación con las condiciones específicas del lugar, configuración del sistema, una metodología de trabajo, orden en campo y traducción de la información por parte de un especialista en la materia. No obstante, su uso como herramienta aporta a la documentación del patrimonio edificado y lo convierte en indispensable para las investigaciones preliminares de proyecto de intervención.

