

Prospección arqueológica con georadar en pirámides con rampa de sitios arqueológicos del valle bajo de Lurín

GERARDO QUIROGA DÍAZ Y GIANCARLO MARCONE FLORES *

Resumen

Como método de prospección no invasivo, la exploración arqueológica con georadar (GPR) se caracteriza por la emisión de pulsos electromagnéticos de muy corta duración sobre la superficie del terreno; al propagarse estas señales, el recorrido de su onda permite ubicar objetos (reflexiones) y tener una referencia sobre la composición del subsuelo a partir de su resistividad o conductividad. La posterior comparación de las imágenes obtenidas del georadar con los resultados de la excavación arqueológica contribuye a establecer deducciones sobre el tipo de ocupación del sitio y, de forma complementaria, a definir su secuencia de uso arquitectónico.

Como trabajo geofísico, la aplicación del georadar es considerada un método de prospección activo, ya que implica el análisis de las reflexiones de las ondas electromagnéticas que se producen ante las variaciones de las constantes dieléctricas en los medios de propagación (Broseta 2010: 11-12). Se debe tener en cuenta que la técnica de prospección con georadar es muy sensible a todas las variaciones de conductividad, permisividad eléctrica y magnetismo del medio conductor, además de las ondas electromagnéticas externas que pueden limitar el uso del georadar. El realizar un estudio previo con el fin de conocer las características morfológicas del subsuelo, el conocimiento de la composición de los objetos soterrados y el uso de una frecuencia adecuada son factores que ayudan al correcto desempeño del equipo y al procesamiento de los gráficos del radar de penetración terrestre (radargramas).

Archaeological survey with GPR in pyramids with ramps of archaeological sites in the lower Lurín Valley

Abstract

As a non-invasive method for archaeological survey, GPR is characterized by the emission of electromagnetic pulses of very short duration on the ground surface; to propagate these signals, the path of the wave allows to locate objects (reflections) and have a reference about the composition of the subsoil from its resistivity or conductivity. The subsequent comparison of images obtained from GPR with the results of the archaeological excavation helps to establish deductions on the type of occupation of the site and, complementarily, to define their sequence of architectural use.

As geophysical work, the application of GPR is considered an active survey method because it involves the analysis of the reflections of electromagnetic waves that occur when dielectric constants in the means of propagation suffer variations (Broseta 2010: 11-12). We should keep in mind that the GPR survey technique is very sensitive to all variations of conductivity, electrical permittivity and magnetism of the conductive medium, in addition to external electromagnetic waves that can limit the use of GPR. Performing a preliminary survey in order to understand the morphological characteristics of the subsoil, knowledge of the composition of buried objects and use an appropriate frequency are factors that help the proper performance of the equipment and processing ground penetrating radar graphics (Radargrams).

*Gerardo Quiroga Díaz: Ministerio de Cultura, Secretaría Técnica de Qhapaq Ñan – Sede Nacional. E-mail: gquiroga@cultura.gob.pe; Giancarlo Marcone Flores: Ministerio de Cultura, Coordinador General de Qhapaq Ñan – Sede Nacional. E-mail: gmarcone@cultura.gob.pe

Introducción

En esta nota se presentan los resultados de las prospecciones no intrusivas efectuadas en plazas ubicadas en las pirámides con rampa de los sitios arqueológicos de Pampa de Flores, Panquilma y Tijerales, en el valle de Lurín. Considerando que algunos de estos espacios han sido excavados arqueológicamente, la aplicación de los métodos de prospección geofísica permitirá hacer inferencias y/o comparaciones entre los distintos sitios y confirmar las funciones de estas plazas, así como reconocer diferencias en los patrones de las estructuras monumentales existentes en el valle. La aplicación de este medio geofísico permitirá, asimismo, hacer deducciones en la zona a partir de las excavaciones efectuadas en Panquilma y Pampa de las Flores así como, comparativamente, en el sitio comarcano de Huaycán de Cieneguilla. Como resultado de ello, se discutirán las relaciones existentes entre estos sitios a partir de los patrones de similitud y las diferencias identificadas en las plazas de sus principales edificios públicos a partir de las reflexiones ubicadas en el subsuelo.

Metodología

La prospección de campo se realizó con un Georadar Noggin 100 de dos antenas, una T(x) para transmisión y otra R (x) para recepción con una frecuencia central de antena de 100 MHz, suponiendo una velocidad promedio de 0.10 m/ns para el cálculo de la profundidad esto debido a la ausencia de reflexiones en forma de hipérbola.

El método utilizado fue *Survey & Map* (prospección por cuadrícula) correspondiente a la diagramación de grillas en campo, realizándose un relevamiento sobre líneas rectas y obteniendo perfiles para un posterior post proceso de información en conjunto, esto con la finalidad de obtener los *slices* o vistas en planta que muestran el nivel de reflectividad de los elementos soterrados.

No fue posible realizar una interpretación directa de la información contenida en los perfiles ya que esta contiene ruido de fondo, sufre la atenuación de la señal y presenta interferencias de señales externas, siendo difícil identificar reflexiones correspondien-

tes a material cultural. Para mostrar las respuestas de nuestro interés se aplicaron filtros y se modificó el nivel ganancia (contraste), es decir, se realizó una amplificación de datos con el fin de hacer visibles las reflexiones más profundas ante la inminente atenuación de la señal por profundidad; debe considerarse que la potencia de la onda electromagnética debía ser lo suficientemente fuerte para que la señal alcance el nivel de respuesta deseado que correspondiera al elemento de reflexión.

En las cuadrículas prospectadas sobre los sitios arqueológicos de Panquilma, Pampa de Flores y Tijerales se observaron señales muy horizontales en los primeros metros de profundidad, esto debido a la alta conductividad de las primeras capas con contenido de sales y a que la antena de 100 MHz empleada posee una longitud de onda inferior y una resolución pobre en el primer metro de profundidad. No se obtuvo suficiente contraste entre las propiedades electromagnéticas del medio de propagación y los probables elementos soterrados de interés (objeto de reflexión) debido a las malas condiciones del suelo para este tipo de prospección; sin embargo, el procesamiento de imágenes aplicando filtros como el BS (BackgroundSub), Dewow y Migration para mejorar la visualización de elementos como las hipérbolas y eliminar las respuestas completamente horizontales (Ekko Project User's Guide 2014: 122), unido a algunos ajustes en el nivel de Ganancia, permitieron apreciar de mejor manera los elementos con mayor reflexión, esto respecto a la escala inducida por el software de postproceso.

Las cuadrículas de campo fueron georreferenciadas con un equipo GPS GNSS Topcon GR5 utilizando los modos ESTÁTICO para aproximar un punto base de referencia a la zona de estudio y modo RTK (real time kinematic) para la toma de puntos sobre las grillas de campo; los datos fueron proyectados en el sistema de coordenadas UTM, elipsoide WGS84, Zona 18 Sur. Era importante que la información de grillas se encontrara correctamente georreferenciada, ya que de obtenerse reflexiones correspondientes a anomalías relacionadas a probable material cultural, las coordenadas de las cuadrículas permitirían la ubicación de los posibles hallazgos por el método de replanteo por coordenadas de unidades de excavación.



Figura 1. Mapa de ubicación de sitios arqueológicos prospectados con Georadar

Fue importante tener en cuenta la selección de la frecuencia a utilizar, ya que de esta dependería la calidad de los resultados de la prospección geofísica; esta selección fue efectuada en relación del tamaño y profundidad de los elementos soterrados. ¿Qué se iba a buscar?, ¿cuál era la composición de los contextos arqueológicos de interés?, fueron interrogantes tomadas en cuenta antes de realizar la prospección con GPR, a fin de tener la mayor información de las propiedades eléctricas y magnéticas del subsuelo. Si no era posible conocer directamente estas características, al menos se debía conocer cualitativamente el tipo de suelo para estimar la permisividad y permeabilidad del mismo (Bonomo y Vega 2007: 90).

Los resultados del presente estudio se vieron condicionados por el uso de antenas con una frecuencia de 100 MHz, que permite ganar profundidad pero resta nivel de detalle al momento de buscar y analizar reflexiones en los primeros metros por radargrama. Formalmente esta antena debía garantizar una penetración de 10 metros en el subsuelo, la cual no se alcanzó en este caso

y solo se llegó a visualizar 3.8 metros de profundidad. Debe considerarse que la profundidad de penetración está relacionada al tipo de suelo caracterizado por su composición, porosidad y humedad; en sondeos de georadar no es conveniente una absorción alta ya que reduce la profundidad de penetración (Bonomo y Vega 2007: 90, 91).

Es probable que el uso de antenas de mayor frecuencia mejore el contraste de las imágenes de campo, sin embargo, genera una pérdida de profundidad y tiende a verse afectado por la alta conductividad de los primeros metros del subsuelo y el ruido proveniente de señales de comunicación externas existentes en estas zonas. Además, las imágenes obtenidas presentan información generada por las ondas directas propagadas por el aire y por el primer medio (Martín 2004: 10). Se debe tener en cuenta, asimismo, que en la costa central las condiciones del suelo se caracterizan por poseer una estratigrafía muy conductiva debido a la presencia de sales.



Foto 1. Muestra de cuadrícula de prospección geofísica sobre la plaza de una pirámide con rampa del sitio arqueológico Pampa de Flores

Caso de estudio: Panquilma

El sitio arqueológico de Panquilma se encuentra ubicado en la quebrada del mismo nombre, en el margen sur del valle bajo del río Lurín, en el distrito de Cieneguilla. Se realizaron prospecciones electromagnéticas

en las plazas de dos pirámides con rampa ubicadas en el sector de elite del sitio.

Las cuadrículas de prospección se ubicaron con las siguientes coordenadas:

Tabla 1. Caso de estudio: Panquilma

Pirámide	Cuadrícula	Dimensiones	Grillado	Norte	Este
3	1	4 x 1.5	0.5	8661662.94	306851.68
				8661662.2084	306855.8889
	2	1.5 x 5	0.5	8661661.1018	8661661.1018
				8661661.1018	306859.1144
1	3	8 x 6	1	8661618.53	306906
				8661616.6676	306915.825
	4	2 x 7	0.5	8661615.7865	306914.0295
				8661610.3833	306918.9086

El procesamiento de radargramas y el análisis individual de estos perfiles con filtro BS en el módulo LineView no permitieron apreciar reflexiones de interés correspondientes a anomalías en forma de hipérbola o vertical que denotaran la clara presencia de material cultural correspondiente a contextos arqueológicos y/o arquitectónicos, esto debido que el subsuelo estuvo compuesto por más de dos capas de tierra arcillosa compacta y sales que poseían características muy conductivas y comportamientos muy similares como medios conductores de corriente, según lo mostrado en la estratigrafía de las unidades de excavación del Proyecto Panquilma. El segundo análisis consistió en trabajar en conjunto todos los perfiles para la obtención de resultados por

grilla o *slice*, este permitió visualizar anomalías gracias a la aplicación del filtro BS que removió el ruido y descartó rasgos muy horizontales; no obstante, fue necesario realizar otro análisis sin filtro ya que muchos de los elementos de interés podían tener rasgos horizontales (planares) y ser considerados, erróneamente, como irrelevantes por este tipo de filtro.

En las dos primeras cuadrículas ubicadas alrededor de la Unidad de Excavación 3 de la Pirámide 3, en el Sector 1, se observó poco contraste entre los medios conductores hasta 1 metro de profundidad; la aplicación del filtro BS no generó respuestas muy claras (con mayor reflexión) respecto a la escala de conductividad del módulo *Slice View*.

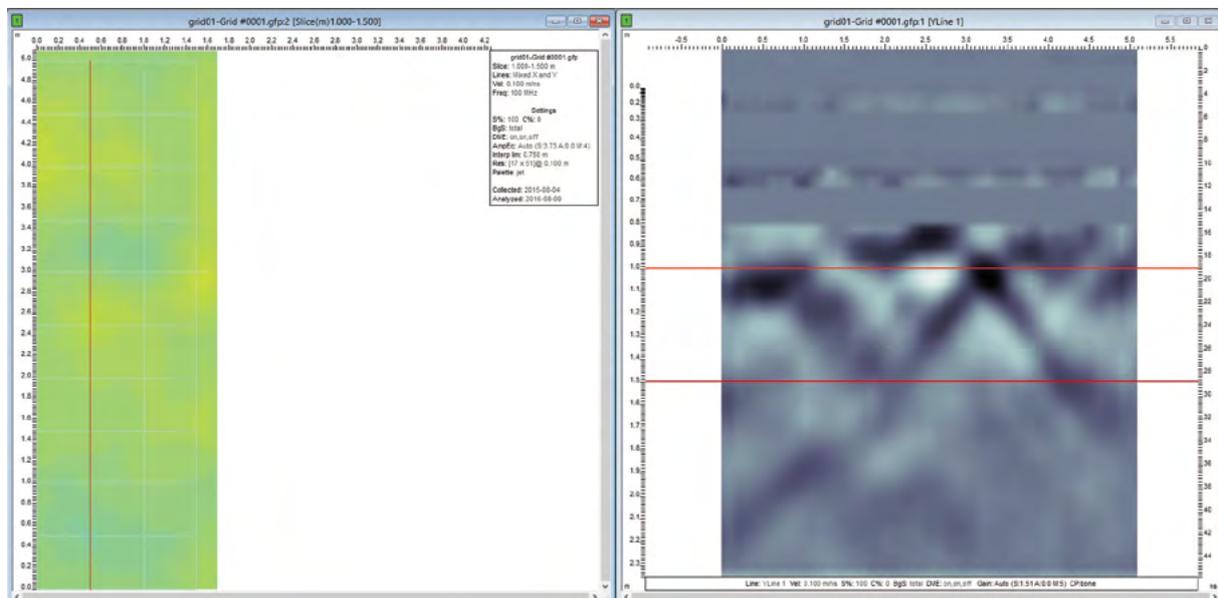


Figura 2. Panquilma. Vista de *slice* y perfil Y1 – Grilla 2

En la vista superior se muestra la planta de respuesta por intensidad de reflexión (*slice*) aplicando filtro BS, Dewow y Migration en la Cuadrícula 2 de la Pirámide 3, a la izquierda se puede observar la ausencia de elementos de mayor conductividad, reflexión o contraste con el medio de propagación de ondas electromagnéticas. Las franjas grises de la derecha corresponden al resultado de señales filtradas, es decir, el filtro BS las considera como señales muy horizontales e irrelevantes y esto conlleva la pérdida de información en ellas. En conclusión, la aplicación de filtros no definió ni puso en evidencia anomalías representativas en las dos primeras cuadrículas.

Sin embargo, al realizar un análisis sin la remoción de rasgos horizontales con el filtro BS se pudo apreciar que, en ambas cuadrículas, dentro del rango de 0 a 0.80

metros de profundidad, las respuestas electromagnéticas fueron muy conductivas y no se observaron reflexiones de interés; de 0.80 a 1.5 metros de profundidad se definieron mejor las reflexiones al tratarse de una capa menos conductiva y ofrecer mejor contraste con posibles elementos de interés, se localizaron así reflexiones de mayor magnitud sobre los ejes Y2 de la Grilla 1 e Y1 de la Grilla 2.

Con la finalidad de entender mejor las respuestas de mayor reflexión sin filtro consideramos conveniente exportar la información procesada de la cuadrícula de georadar a un formato 3D, el cual permitiría visualizar la profundidad de las reflexiones y tener una idea de la forma de estas por su nivel de intensidad de reflexión. En la imagen inferior se muestra, a la izquierda, la planta por nivel de reflexión sin filtro BS sobre la Cuadrícula

2; la imagen de la derecha, por su parte, corresponde a la vista 3D sin filtro BS de las reflexiones ocurridas en las dos grillas ubicadas alrededor de la unidad de excavación. Se puede apreciar un nivel de respuesta planar aproximadamente a 1 metro de profundidad, con la presencia de aparentes vacíos que se marcan como elementos reflectivos en las imágenes mostradas. El cuadro de información estratigráfica de la Unidad de Excavación 3

muestra la presencia de hoyos (rasgos) en los estratos 4 y 5. Asimismo, se observa el uso de un relleno artificial para nivelar el terreno (Estrato 5), el cual fue colocado sobre el estéril; el piso fue construido sobre este relleno y los hoyos fueron excavados posteriormente (López-Hurtado *et al.* 2014: 30), esta referencia corrobora la presencia de reflexiones correspondiente a evidencia cultural a aproximadamente 1 metro de profundidad.

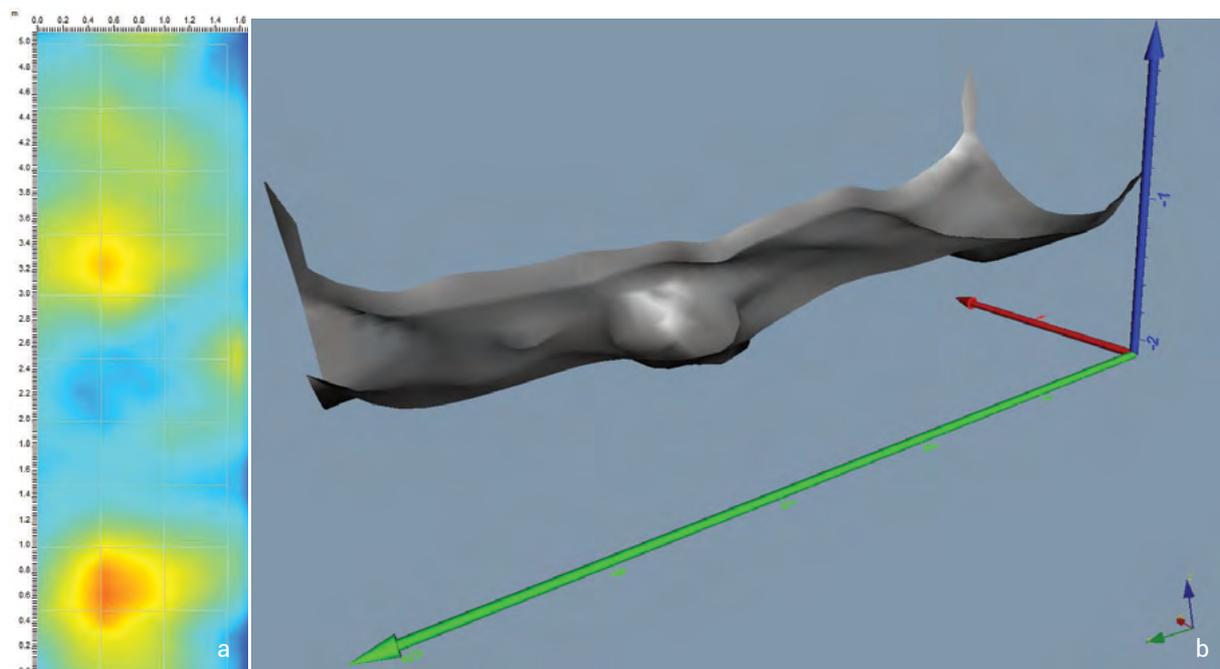


Figura 3. a) Panquilma. Vista de Slice 1 – 1.25 metros de profundidad; b) Panquilma. Vista con isosurface para visualización 3D

Las cuadrículas 3 y 4 se ubican alrededor de la Unidad de Excavación 1, sobre la plaza de la Pirámide 1, estas muestran el mismo patrón de respuesta electromagnética: se observa que en el primer metro de profundidad presentan estratos con alta conductividad y no destacan reflexiones, las respuestas con mayor contraste y más reflectivas se ubican a partir de 0.80 metros de profundidad. En la Cuadrícula 3, ubicada en la parte sur de esta unidad, se observa una aparente reflexión de desarrollo vertical sobre el Eje X1, la cual se puede apreciar en el proceso con y sin filtro BS; además, se visualizan pequeñas reflexiones de forma aislada. Los resultados de la unidad de excavación muestran en los cuadros de información estratigráfica que los estratos 5 (hacia el sur) y 6 (con dirección norte) poseen rasgos culturales “hoyos” a 1 metro de profundidad. Esta información corrobora la presencia de las reflexiones mostradas en los radargramas, sin embargo, al igual que en las dos primeras cuadrículas, no se puede observar mayor detalle

en reflexiones debido a la horizontalidad, conductividad y poco contraste entre medios conductores.

Tras realizarse la prospección geofísica con una antena de 100 MHz se concluye que el patrón de respuesta electromagnética del subsuelo es similar en ambas plazas, presentando respuestas de mayor reflexión sin filtro BS a partir de 0.80 metros de profundidad. La información otorgada por las unidades de excavación ofrece importantes referencias sobre la naturaleza de las reflexiones y composición del subsuelo. Sobre la base de excavaciones realizadas previamente por Enrique López-Hurtado y su equipo en el sitio de Panquilma (López-Hurtado *et al.* 2014) sabemos que la estratigrafía de las plazas es sencilla, con un piso colocado sobre capas naturales o sobre rellenos culturales con poco material cultural, que ocasionalmente se encuentran cortados por pozos de ofrendas-depósitos, posiblemente ligado a las actividades de construcción de las pirámides con rampas

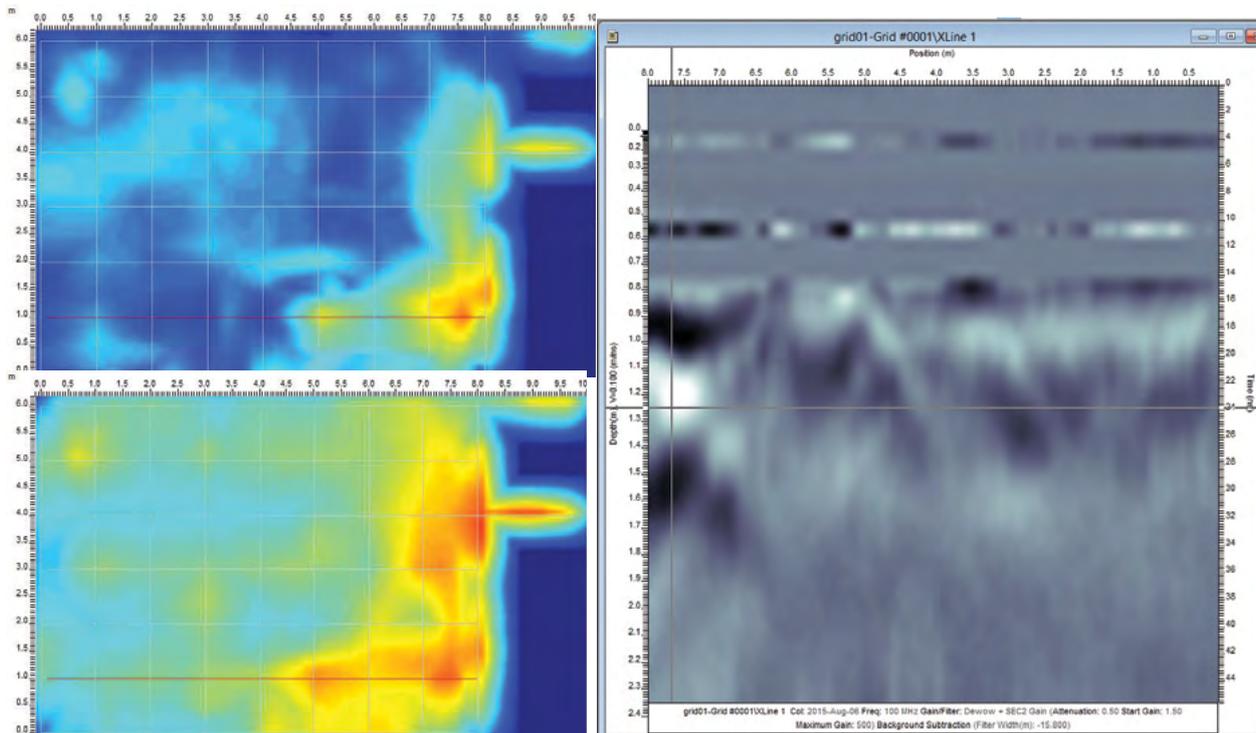


Figura 4. a) Panquilma. *Slice* con filtro BS correspondiente a la Cuadrícula 3; b) Panquilma. El mismo *slice* sin filtro BS corroborando la presencia de reflexiones; c) Panquilma. Perfil X1 en el que se observa una reflexión y el comportamiento de la onda electromagnética. *Slice* con filtros Dewow, Migration y Envelope

y sus plazas. Esta estratigrafía es diametralmente distinta a la de las áreas aledañas a estas plazas y a otras áreas del sitio. A diferencia de las plazas, el resto de la ocupación de espacios en Panquilma se caracteriza por la acumulación de capas con abundante material cultural, usualmente interpretado como los restos de la ocupación permanente y diaria de estas estructuras; el carácter público de esta plazas habría originado una composición más uniforme y con menos materiales culturales, que podrían incrementar el ruido en nuestras prospección con georadar.



Foto 2. Panquilma. Vista de rasgos culturales “hoyos” que guardan relación con las reflexiones presentes en los perfiles registrados (imagen tomada de López-Hurtado *et al.* 2014: figura 5)

Caso de estudio: Pampa de Flores

El sitio arqueológico Pampa de Flores se encuentra ubicado en la margen izquierda del valle bajo del río Lurín, en la jurisdicción del distrito limeño de Pachacamac, en la costa central del Perú. Con fines comparativos (a nivel de prospección geofísica) frente a lo observado en las plazas de las pirámides con rampa de Panquilma, se prospectaron dos cuadrículas en dos plazas pertenecientes a las pirámides 9 y 12 del sitio, estas presentan las coordenadas registradas en la tabla 2.

El procesamiento por *slice* permitió observar algunos rasgos reflectivos con la aplicación del filtro BS, Dewow y Migration sobre las Cuadrícula 1 y 2; en el caso del *Slice* 2 se observa la presencia de humedad de 0.80 a 1.00 metro de profundidad sobre los ejes X0 al X4 e Y8 al Y10, aparentes reflexiones asociadas a material cultural se ubican de 1 – 1.40 metros de profundidad sobre los ejes X4, X8 y X10 e Y2 al Y7 (figuras 5 a-c).

Cuando se ubicaron reflexiones muy marcadas con y sin filtro BS y, además, se observaron en el perfil aparentes anomalías de naturaleza hiperbólica o vertical, optamos por realizar un análisis individual por radargrama resaltando la información de interés (figura 6).

Tabla 2. Caso de estudio: Pampa de Flores

Pirámide	Cuadrícula	Dimensiones	Grillado	Norte	Este
9	1	8 x 8	1	8654616.4368	299915.2156
				8654614.6254	299926.3834
12	2	12 x 10	1	8654572.491	299897.8759
				8654570.9449	299913.4197

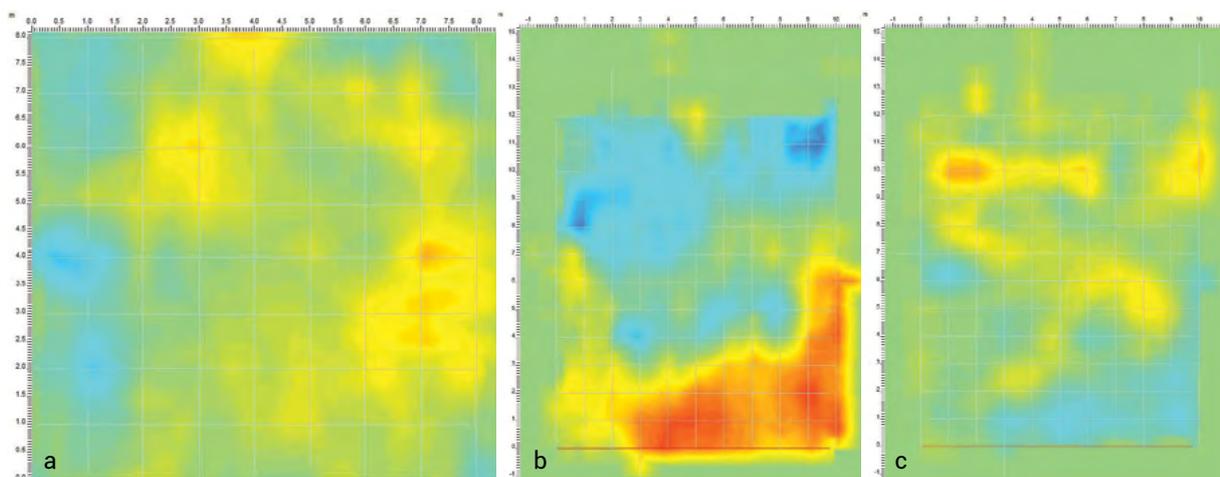


Figura 5. a) Pampa de Flores. Vista de *slice* de la Pirámide 9 con filtros BS, Dewow y Migration. Se observan reflexiones de la Cuadrícula 1 de 0.80 a 1 metro de profundidad; b) Pampa de Flores. Vista de *slice* de la Pirámide 12 con filtros BS, Dewow y Migration. Se observan reflexiones de la Cuadrícula 2 de 0.80 a 1 metro de profundidad asociadas a probable presencia de humedad; c) Pampa de Flores. Vista de *slice* de la Pirámide 12 con filtros BS, Dewow y Migration. Se observan reflexiones de la Cuadrícula 2 de 1.20 a 1.40 metros de profundidad

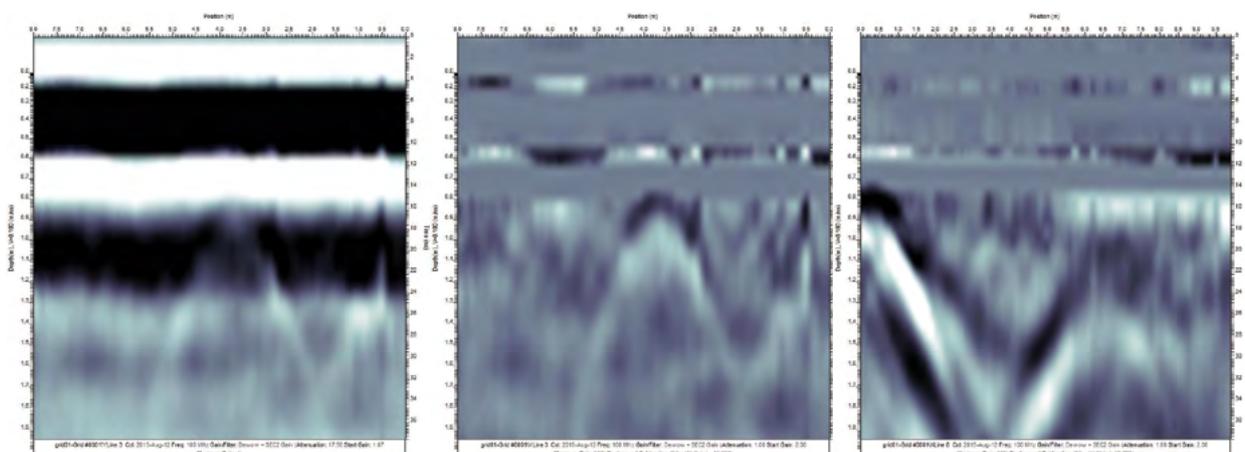


Figura 6. Pampa de Flores. Vista de perfiles con elementos reflectores

En la vista superior de izquierda a derecha las dos primeras imágenes muestran el análisis individual del radargrama Y3 de la grilla proyectada sobre las Pirámide 9 de Pampa de Flores. Podemos observar que la aplicación de filtros permiten ubicar una reflexión con aparente forma hiperbólica a 0.80 metros de profundidad, así mismo, se observan reflectores en el perfil X8 de la cuadrícula de la Pirámide 12.

Al igual que en Panquilma, la prospección con georadar nos muestra que los primeros estratos son muy conductivos y con poco contraste; además, los elementos más reflectivos de las plazas de las pirámides con rampa se localizan a una profundidad similar a la registrada en el primer caso de estudio.

Caso de estudio: Tijerales

El sitio arqueológico de Tijerales se encuentra ubicado en la quebrada del mismo nombre en la margen

izquierda del valle bajo del río Lurín, en el distrito de Pachacamac, provincia de Lima. Los trabajos de campo efectuados aquí incluyeron dos cuadrículas de prospección geofísica sobre las plazas de algunas pirámides con rampa, estas presentaron las siguientes coordenadas:

Al igual que en las cuadrículas de los sitios arqueológicos de Panquilma y Pampa de Flores, se observó un patrón similar de respuesta electromagnética en el subsuelo. Los primeros metros de profundidad fueron muy conductivos y no se destacaron reflexiones; fue recién a partir de 0.80 metros de profundidad y el trabajo con los distintos filtros que se pudieron apreciar reflexiones en los *slice* de las pirámides 1 y 2 (figuras 7 a-b).

Tabla 3. Caso de estudio: Tijerales

Pirámide	Cuadrícula	Dimensiones	Grillado	Norte	Este
1	1	7 x 6	1	8659844.7544	303860.9843
				8659844.25	303870.19
2	2	7 x 4	1	8659837.87	303833.96
				8659836.7269	303841.9408

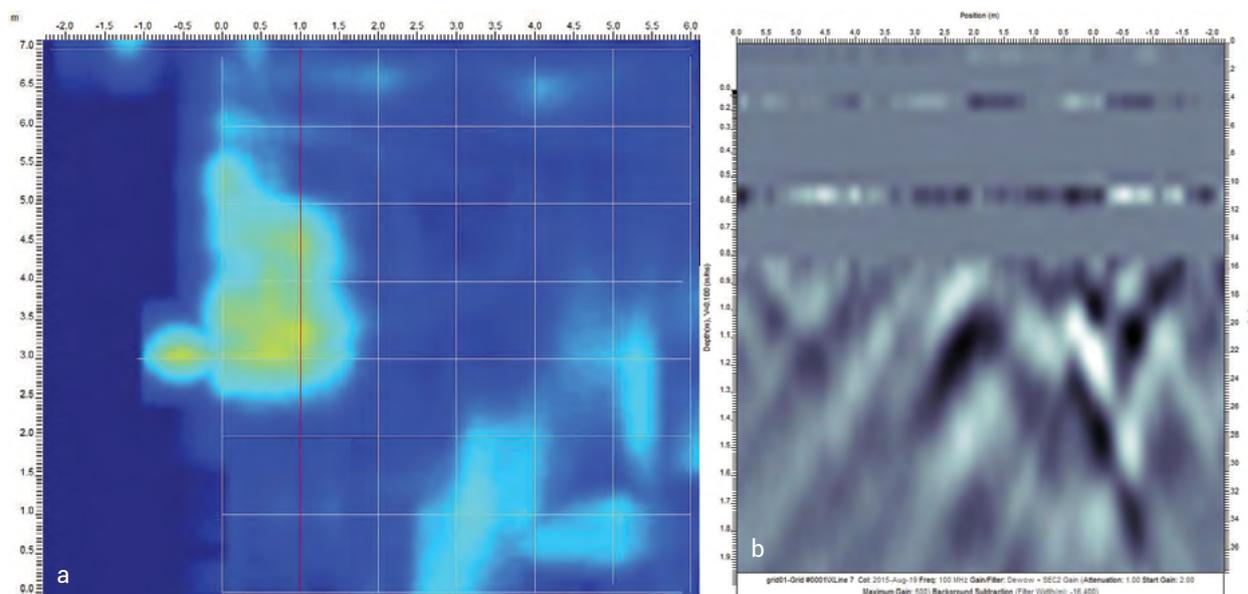


Figura 7. a) Tijerales. Vista de reflexión registrada en el *slice* de 0.80 a 1.00 metro de profundidad de la Cuadrícula 1; b) Tijerales. Vista del perfil X7 con elementos reflectores a 0.80 metros de profundidad

Discusión

Las prospecciones con georadar efectuadas en los sitios arqueológicos Panquilma, Pampa de Flores y Tijerales han evidenciado que existe una recurrencia en el tipo de respuesta electromagnética obtenida en las plazas de sus respectivas pirámides con rampa; en todos los casos, a partir de 0.80 metro de profundidad, el nivel conductividad de los estratos es menor y se observan reflexiones en relación a aparentes elementos planares y probables anomalías de desarrollo horizontal y/o vertical.

Estos patrones muestran respuestas diferenciadas en cada uno de los sitios que guardan concordancia con los patrones arqueológicos encontrados en superficie. Al examinarse las estructuras públicas de diversos asentamientos del valle de Lurín, se ha postulado la existencia de diferencias formales entre las denominadas pirámides con rampa de sitios como Tijerales, Panquilma y Pampa de las Flores, y los montículos piramidales de otros sitios, como Villa Toledo y Huaycán de Cieneguilla (López-Hurtado 2011: 57).

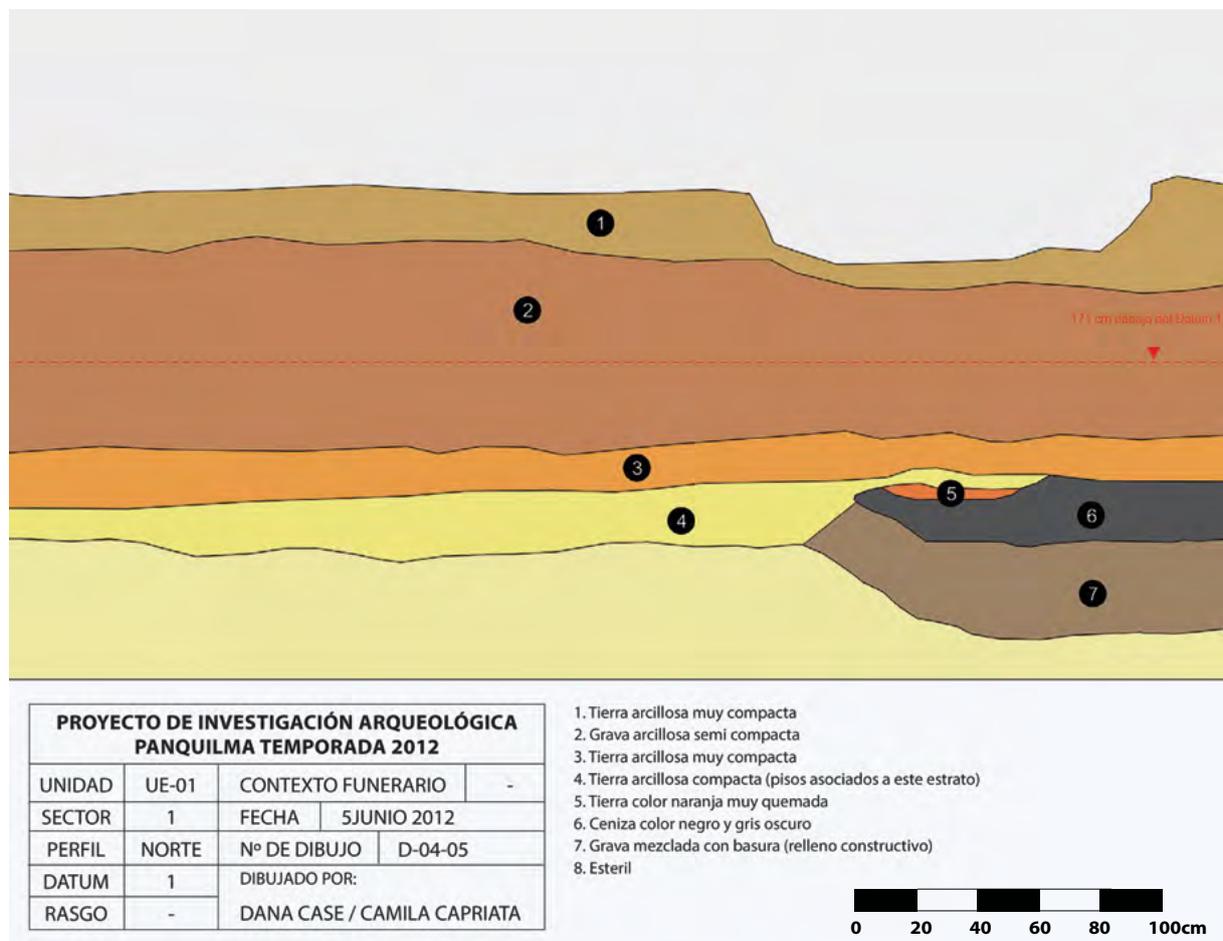


Figura 10. Imagen que muestra reflexiones a 2.00 metros de profundidad en el sitio arqueológico Huaycán de Cieneguilla

En la imagen superior se presenta el dibujo de un perfil estratigráfico correspondiente a la Unidad de Excavación 1 realizada en la Pirámide 1 de Panquilma. Podemos observar que la estratigrafía guarda relación con lo observado en los radargramas ubicados alrededor de esta unidad: la alta conductividad y el poco contraste en el primer metro de profundidad se ven corroborados por la composición estratigráfica; el perfil nos muestra tierra arcillosa y grava arcillosa compactas que poseen similar comportamiento a la inducción de corriente.

Si comparamos estas respuestas con sitios arqueológicos ubicados en el mismo ámbito geográfico del valle bajo de Lurín, asentados sobre conos de deyección de quebradas con la misma filiación cronológica y similar técnica constructiva, se puede observar que en aquellos ambientes similares a una probable plaza las respuestas electromagnéticas con mayor nivel de reflexión aparecen en los niveles superiores e, igualmente, en niveles mucho más bajos, tal como ocurre en los sitios arqueológicos de Villa Toledo y Huaycán de Cieneguilla.

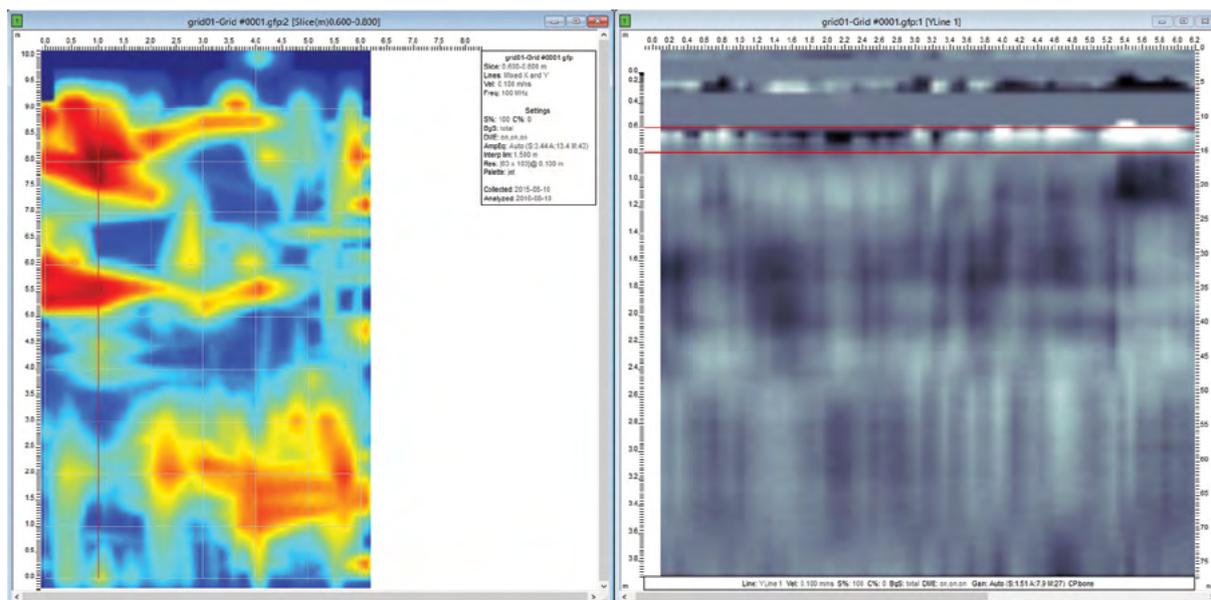


Figura 9. Imagen que muestra reflexiones en la vista de *slice* de 0.60 a 0.80 metros de profundidad y en el perfil Y1 del sitio arqueológico Villa Toledo

La vista superior corresponde a una cuadrícula de prospección geofísica en una aparente plaza del sitio arqueológico de Villa Toledo. Se muestran respuestas muy reflectivas apenas a 60 centímetros de profundidad sin la necesidad de retirar el filtro BS, lo cual fue necesario para las grillas

de prospección ubicadas en las pirámides con rampa de los sitios de Panquilma, Pampa de Flores y Tijerales. Esta imagen demuestra que el comportamiento del nivel conductor y reflectivo del subsuelo y los elementos soterrados es distinto a lo registrado en las pirámides con rampa.

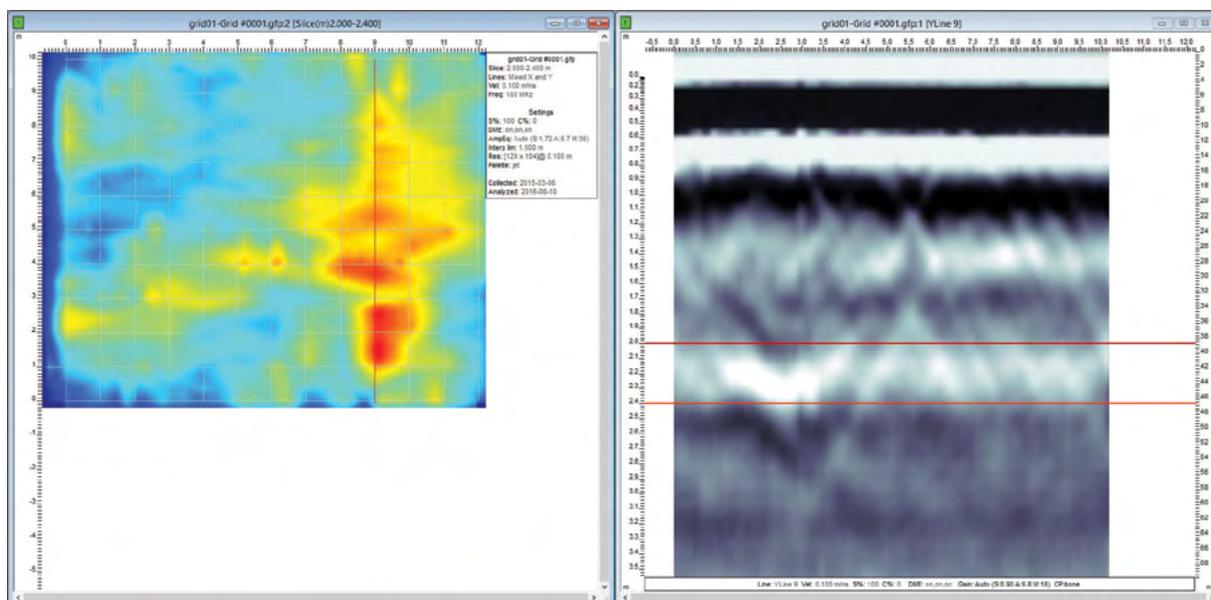


Figura 10. Imagen que muestra reflexiones a 2.00 metros de profundidad en el sitio arqueológico Huaycán de Cieneguilla

En la imagen superior se muestra la planta de respuestas electromagnéticas registradas en una plaza con rampa en Huaycán de Cieneguilla, observándose elementos con fuerte reflexión a 2 metros de profundidad. Esta imagen carece de filtro BS. Sobre el radargrama Y9 de la derecha se

aprecian anomalías en este nivel; este tipo de información no es recurrente en las plazas de las pirámides con rampa. Como instrumento de prospección, el georadar por emisión de ondas electromagnéticas sobre la superficie ayuda a la ubicación de elementos soterrados, mas

no llega a diferenciar con claridad la totalidad de los estratos (rellenos y pisos con actividad cultural) del subsuelo prospectado. Se puede elaborar una propuesta a partir de la similitud del comportamiento del subsuelo a nivel de la aparición de reflexiones, es decir, podemos relacionar las plazas de las pirámides con rampa de distintos sitios arqueológicos ya que en ellas las respuestas de interés y con mayor nivel de reflexión se ubican a partir de 1 metro de profundidad, lo que no ocurre en otros ambientes similares a plazas de sitios arqueológicos desprovistas de este tipo de patrón arquitectónico. Cabe recalcar que este trabajo solo ha sido realizado en sitios tardíos del Valle de Lu-

rín asentados en el cono deyección de sus respectivas quebradas.

En principio, la prospección de radar nos muestra diferencias en las respuestas del terreno a la prospección geofísica, aunque aún nos encontramos investigando las explicaciones culturales a este fenómeno, resulta claro que estas diferencias son asociables también a las diferencias en el patrón arquitectónico de los edificios en los cuales estas plazas se localizan. Determinar las razones culturales que explican esta relación entre tipo de edificio y conductividad constituyen la dirección de nuestras futuras investigaciones.

Referencias Bibliográficas

Bonomo, Néstor y Matías de la Vega

2006 “Capítulo 4: el método de georadar”, en Ana Osella y José Luis Lanata (compiladores), *Arqueogeofísica: una metodología interdisciplinaria para explorar el pasado*. Buenos Aires: Fundación de Historia Natural Félix de Azara – Universidad Maimónides – Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), pp. 79-81.

Broseta Gutiérrez, Raúl

2010 *Georadar aplicado a la arqueología: el Palacio Real de Valencia* [en línea]. Universidad de Catalunya [España]. Disponible en: <http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/13532/Memoria.pdf> [15 de marzo de 2016].

López-Hurtado Orjeda, Luis Enrique

2011 *Ideology and the development of social hierarchy at the site of Panquilma, Peruvian Central Coast*. Tesis de Doctorado. Faculty of Arts and Science, University of Pittsburgh, Pittsburgh (inédito).

López-Hurtado Orjeda, Luis Enrique; Camila Capriata Estrada, Augusto Vásquez Martínez y Andrea Gonzáles Lombardi

2014 *Proyecto de Investigación Arqueológica Panquilma*. Informe final temporada 2012. Lima: Instituto de Estudios Peruanos (Documento de Trabajo, 204).

Martín Gutiérrez, Jorge

2004 *Análisis del subsuelo utilizando técnicas geofísicas. Sistema Georadar RAMAC/GPR* [en línea]. Ponencia presentada en el VIII Congreso Nacional de topografía y Cartografía (Madrid, 19-22 de octubre de 2014). Madrid. Disponible en: <http://cartesia.org/geodoc/topcart2004/conferencias/23.pdf> [15 de marzo de 2016].

Sensors & Software Inc.

2013 *Noggin user's guide*. Mississauga: Sensors & Software Inc.

Agradecimientos

Expresamos nuestro agradecimiento al doctor Enrique López-Hurtado por la valiosa información compartida sobre resultados de las excavaciones que dirigiera en el sitio arqueológico Panquilma durante la temporada 2012.

Asimismo, al ingeniero Fernando Nakamoto Toyama por la capacitación brindada en el manejo y procesamiento de información de Georadar con antena de 100 MHz.