

Trabajo enviado a *Arqueología*. FFyL. UBA

No citar sin la autorización de los autores

***GEOFÍSICA Y ARQUEOLOGÍA EN FLORIDABLANCA,
PTO. SAN JULIÁN, SANTA CRUZ***

Silvana Buscaglia•
José Luis Lanata•#
M. Eugenia Lascano*
Ana Osella*#
M. Ximena Senatore•

A partir de 1960, los métodos geofísicos se han incorporado de manera sistemática a la investigación arqueológica, en especial en Europa y Estados Unidos. Sus cualidades más importantes residen en su carácter no intrusivo-invasivo, no destructivo y de planificación previa para el tratamiento de los espacios arqueológicos.¹ Más allá de las ventajas que ofrecen desde el punto de vista exploratorio y de descubrimiento, ayudan a una mejor delimitación de lentes, rasgos y estructuras enterradas, permitiendo ajustar convenientemente las técnicas de excavación (Thomas 1998, Buscaglia 2001, Lascano 2001, Neubauer 2001).

Desde 1998, los proyectos UBACYT TF 79 (FFyL) y TY 07 (FCEN) comenzaron a desarrollar en forma conjunta la aplicación de métodos geofísicos en arqueología (Osella *et al.* 2001).² Si bien estos

• *Departamento de Cs. Antropológicas, FFyL, UBA*; * *Departamento de Física, FCEN, UBA*; # *Conicet*

¹ La variedad de casos arqueológicos -y sus problemáticas particulares- en los cuales se han aplicado los métodos geofísicos es muy vasta. En Europa, la mayoría de los investigadores se ha volcado a la prospección geofísica de rasgos y/o estructuras de diferentes momentos – i.e. Edad del Hierro, griego, romano, y medieval (Camerlynck *et al.* 1994; Herbich *et al.* 1997; Panissod *et al.* 1998; Arlsan *et al.* 1999; Komatina y Timotijevic 1999; Sambuelli *et al.* 1999; Hašek *et al.* 2001; Kozhevnikov *et al.* 2001, Savvaidis *et al.* 2001; entre otros). En Estados Unidos, la investigación de D.H. Thomas en el asentamiento español de Santa Catalina, St. Catherins Island, Georgia, se destaca como un ejemplo de la aplicación de métodos geofísicos a un sitio del período colonial (Thomas 1988 y 1998). Incluso, los métodos geofísicos han representado en Estados Unidos un gran aporte para el avance de las investigaciones forenses (Hammon III *et al.* 2000, Davenport 2001). Existen también estudios en Mesoamérica (Hesse *et al.* 1997, Luke y Brady 1998, López-Loera *et al.* 2000). También es importante el desarrollo que estos estudios tienen en Japón (Marukawa y Kamei 1999, ver *Archaeological Prospection* 7 Special Issue 4, Zhou y Zato 2001).

² Estas investigaciones se continúan dentro del marco de los proyectos PICT99 04-06405 y 07-06196.

métodos se vienen utilizando en arqueología desde comienzos del siglo XX,³ su aplicación ha experimentado un importante desarrollo en la última década,⁴ debido en gran parte a las ventajas enunciadas, como así también la promulgación diferentes normas de protección y conservación del patrimonio arqueológico en países desarrollados. Presentamos aquí los primeros resultados obtenidos de la exploración geofísica sub-superficial en el sitio arqueológico de Floridablanca, asentamiento español de fines del siglo XVIII localizado en Puerto San Julián, Pcia. de Santa Cruz.⁵ La colonia fue establecida en 1780 y abandonada cuatro años más tarde, albergando durante su funcionamiento aproximadamente 150 personas. De acuerdo a la documentación histórica, el asentamiento estuvo constituido por un fuerte de madera y un número reducido de edificios construido con adobe y techos de tejas, que se utilizaron para distintos servicios y alojamiento de los pobladores (De Angelis 1972).

De la variedad de métodos geofísicos disponibles, se seleccionó el geoelectrico,⁶ pues era el que mejor se adecuaba a las características del sitio –ver detalles de diferentes métodos geofísicos en Weymouth y Huggins 1985, Weymouth 1986, Neubauer 2001 y discusión de su aplicación en Floridablanca en Buscaglia 2001, Lascano 2001 y Osella *et al.* 2001.

LA EVIDENCIA ARQUEOLÓGICA

Dentro de la agenda arqueológica de Floridablanca, se ha avanzado sustancialmente en el conocimiento del comportamiento superficial y sub-superficial del registro arqueológico, de los procesos de su formación y en la elaboración del primer plano arqueológico del sitio⁷ -Figura 1. Ello ha permitido caracterizar la organización espacial de acuerdo con tres sectores principales (Senatore *et al.* 2001). Los mismos son:

- a) Sector Central: compuesto por un espacio abierto, libre de montículos y desniveles -SC I- y un espacio delimitado por una depresión perimetral -SC II.
- b) Ala Norte: compuesto por dos áreas monticulares -AN I y AN II
- c) Ala Sur: compuesto por tres áreas monticulares -AS I, AS II y AS III.

³ Los primeros ensayos geofísicos aplicados en arqueología datan de 1934 y fueron realizados por el arqueólogo francés Robert du Mesnil du Buisson (Hesse 2000). En América, el primer trabajo geofísico es de 1938 y lo llevo a cabo M. Malamphy en el sitio Bruton Parish Church, Williamsburg, EE.UU (Bevan 2000).

⁴ Esto puede verse con la aparición en 1994 de una revista específica para el tema como lo es *Archaeological Prospection*, el incremento de artículos relacionados con temas arqueológicos en *Geophysical Prospection*, *Journal of Applied Geophysics*, *Environmental Geology*, y de geofísicos en *Geoarchaeology*.

⁵ Para un mayor detalle ver Senatore *et al.* 1999 y 2001, Buscaglia 2001, Bianchi Vilelli 2001, Marschoff nd, Palombo nd., Senatore nd.

⁶ El método geoelectrico se fundamenta en la resistividad eléctrica que posee un suelo. La resistividad es una medida que da cuenta de cómo un determinado tipo de material retarda o inhibe el flujo de la corriente eléctrica (Herman 2000). Así, los métodos de prospección eléctrica buscan obtener una imagen de la tierra en términos de esta propiedad. Esta imagen se basa en el estudio de las variaciones de la resistividad de la corteza con la profundidad.

⁷ Para más detalle ver Senatore *et al.* 1999 y 2001.

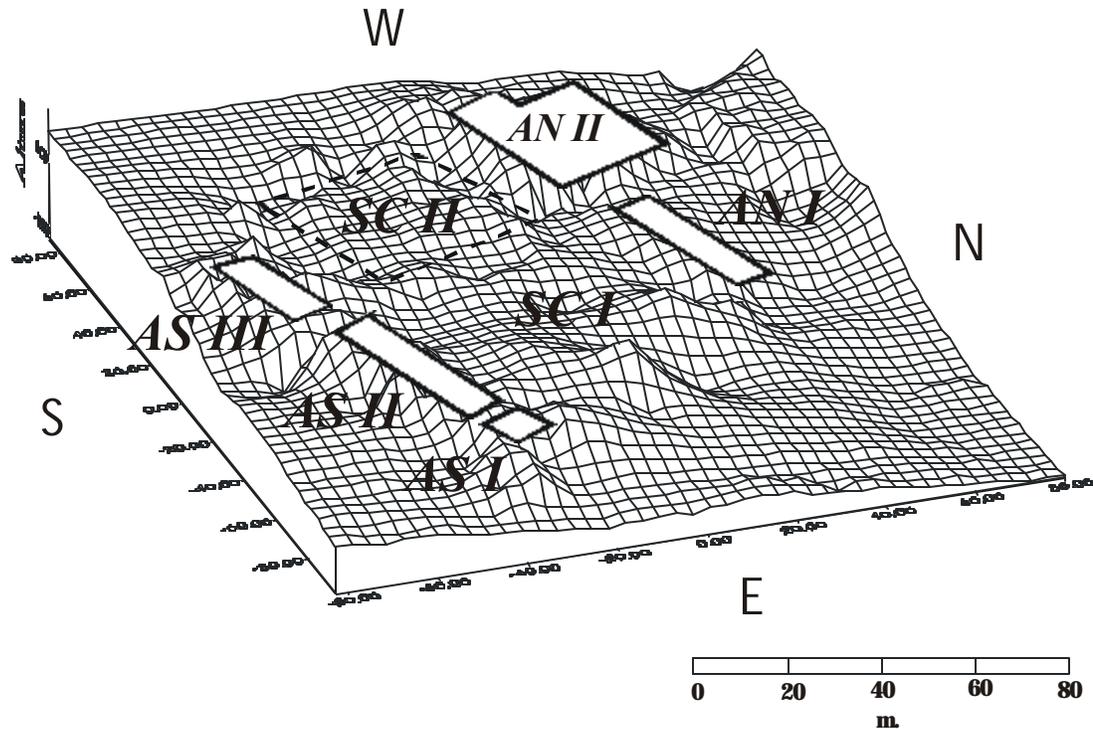


Figura 1. Plano arqueológico de Floridablanca, modificado de Senatore *et al.* 2001

Las prospecciones geoelectricas se efectuaron en AN I y en una porción del SC II –Figura 2. La selección de estos sectores se debió a que el análisis del registro arqueológico y de los documentos históricos ofrecía algunos interrogantes en torno a sus características. Se estimó que las prospecciones geofísicas proporcionarían una manera rápida y expeditiva de obtener información que nos guiara en excavaciones futuras. Los objetivos para el presente trabajo que guiaron la prospección geoelectrica de AN I se orientaron a i) estudiar la resolución del método geoelectrico para la detección de estructuras de adobe⁸ y ii) delimitar su posición y extensión en sub-superficie. En este caso se partió de información arqueológica conocida. Bajo el área monticular, se encuentra una estructura conformada por paredes en pie, construidas de ladrillos de adobe crudo y argamasa (Senatore *et al.* 2001. Estas presentan distintos espesores -entre 0,45 y 0,80 m- y están enterradas entre la superficie y 1 m de profundidad hasta la base de los cimientos. La prospección geoelectrica fue planteada de tal manera que sus resultados sirvieran como base para abordar problemas arqueológicos concretos en otros sectores del sitio de los que no se tiene datos sub-superficiales, o bien los que están disponibles resultan insuficientes, como es el caso del Sector Central II –SC II. En los estudios microtopográficos realizados en SC II no se habían identificado desniveles o montículos interiores, y en los sondeos arqueológicos tampoco se detectaron estructuras enterradas. De esta manera, los objetivos de las prospecciones geoelectricas en SC II se orientaron a i) determinar presencia-ausencia de estructuras en su interior,⁹ y en caso de existir ii) su distribución vertical

⁸ Por medio de excavaciones acotadas realizadas en un sector de AN I se pudo determinar que las paredes de esta estructura fueron construidas con ladrillos de adobe.

⁹ Otros objetivos son tratados en Buscaglia 2001

y horizontal (Buscaglia 2001). A continuación se presentan los preliminares resultados de los análisis geofísicos en AN I y SC II.

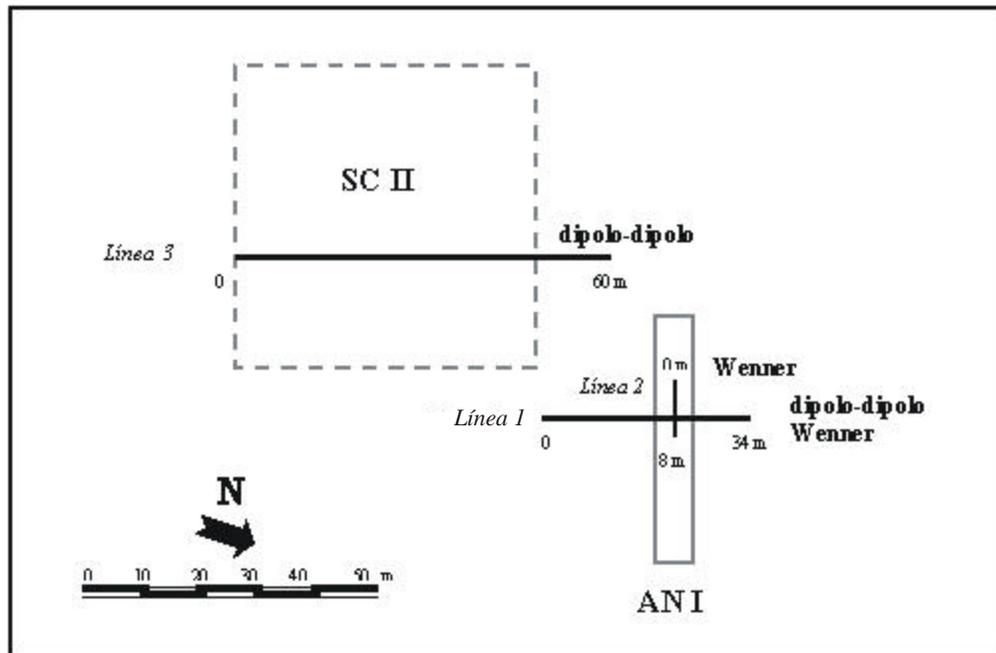


Figura 2. Localización de los perfiles geoelectricos realizados en Floridablanca, Sectores AN I -línea 1 y línea 2- y SC II -línea 3-.

PROSPECCIONES GEOELECTRICAS

Mediante los métodos de prospección geofísica se busca obtener una imagen de la tierra en términos de sus propiedades eléctricas. Esta imagen se basa en el estudio de las variaciones de la resistividad de la corteza con la profundidad. En las prospecciones geoelectricas hay dos procedimientos básicos: i) los sondeos eléctricos verticales –SEV-, y ii) los mapeos laterales o tomografías eléctricas del suelo. En el primero, el interés está puesto en detectar variaciones de resistividad con la profundidad, y en el segundo en la extensión lateral de estas variaciones.¹⁰ Este último procedimiento es el utilizado en el caso que aquí presentamos –ver mayores detalles en Lascano 2001.

Se evaluó en primer lugar la eficiencia del método geoelectrico para hallar y/o delimitar las estructuras arqueológicas enterradas en Floridablanca. También se estudió la conveniencia de aplicar distintas configuraciones, con el objetivo de estudiar su resolución diferencial. Para esto se realizaron mapeos laterales en el sitio utilizando la Configuración Electródica Dipolo-Dipolo, dada su alta resolución lateral, con aberturas¹¹ de 1 m y 2 m en AN I y SC II -sondeos de 34 m y 60 m de largo respectivamente,

¹⁰ Para más detalles consultar Telford *et al.* (1990) y Vogelsang *et al.* (1994).

¹¹ Cuando hablamos de aberturas, nos referimos a la distancia existente en los electrodos en los que se realizan las diferentes mediciones.

ver Figura 2. También se realizaron tomografías utilizando la Configuración Wenner.¹² A partir del análisis de los datos obtenidos y de la inversión de los mismos, es decir, de la obtención de la distribución de lateral de resistividades correspondiente al perfil a partir de los datos obtenidos en superficie, se pudo calibrar el método geoelectrico y su respuesta para este caso específico, tal cual se sigue a continuación.

En la Figura 3 se muestra la tomografía eléctrica obtenida como resultado de la inversión realizada sobre un perfil -línea 1- que corta en forma perpendicular a AN –ver Figura 2. En las tomografías se muestra un corte transversal de la tierra a lo largo de la línea de perfil estudiada. De esta manera se obtiene una imagen de cómo se distribuyen los valores de resistividad encontrados, tanto lateralmente como en profundidad. En este tipo de gráfico se asignan colores distintos a valores de resistividad diferentes. En las tomografías aquí presentadas, los negros representan aquellos valores de resistividad más bajos -en este caso del orden de $4\Omega m$ -, y los blancos aquellos de valores más altos de resistividad –aquí en el orden de $110\Omega m$ -, correspondiendo los grises a los intermedios de cada caso. Este perfil se realizó utilizando la Configuración Dipolo-Dipolo, con aberturas de 1 m a lo largo de 34 m.

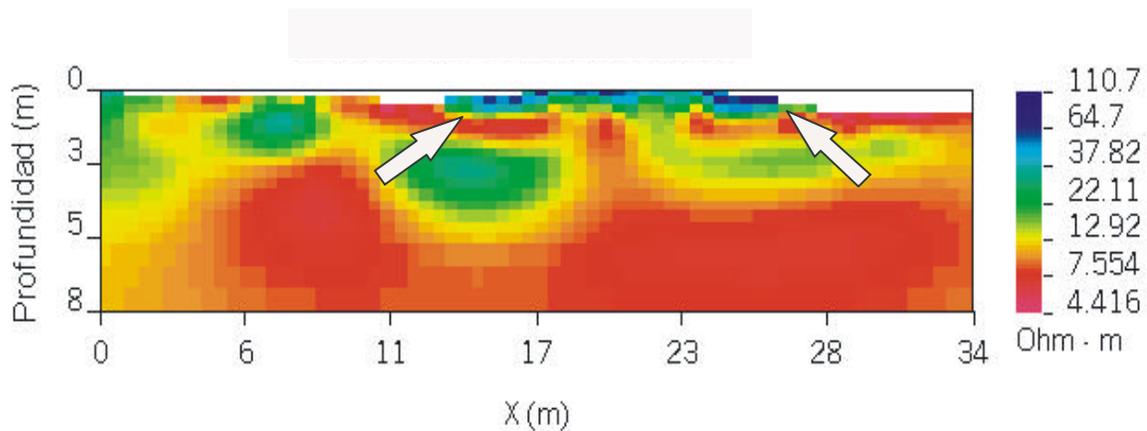


Figura 3: Tomografía eléctrica obtenida en la línea 1 de AN I, utilizando la Configuración Dipolo-Dipolo, aberturas de 1m. Las flechas señalan las zonas de mayor resistividad (anomalía superior), la cual se asocia con la presencia de estructuras arqueológicas enterradas.

Puede observarse claramente entre los 15 m y 26 m aproximadamente, una zona superficial de alta resistividad -entre $80\Omega m$ y $110\Omega m$ -, cuya profundidad no supera el metro y medio. Esta anomalía identifica claramente la presencia de una estructura enterrada, localizada y sub-superficial, que se diferencia del medio sedimentario en el que se encuentra

La Figura 4 muestra la tomografía eléctrica obtenida como resultado de otra inversión realizada sobre la misma línea pero esta vez utilizando la Configuración Dipolo-Dipolo con aberturas de 2 m. Se puede observar que con esta distancia entre electrodos se alcanza una mayor profundidad de medición, pero la anomalía no es visible. Los valores de resistividad representados en la figura no superan los $60\Omega m$. Se puede asegurar entonces que la estructura responsable de dicha anomalía, efectivamente, se encuentra enterrada a una profundidad menor a 2 m, y por lo tanto, son necesarias aberturas entre electrodos menores a esta distancia para poder resolverla.

¹² La Configuración Wenner presenta una alta resolución si se trata de buscar contrastes a profundidades someras. Este fue el caso de AN I, donde se emplearon aberturas desde 0,5 m hasta 7 m (perfiles de 20 m y 10 m).

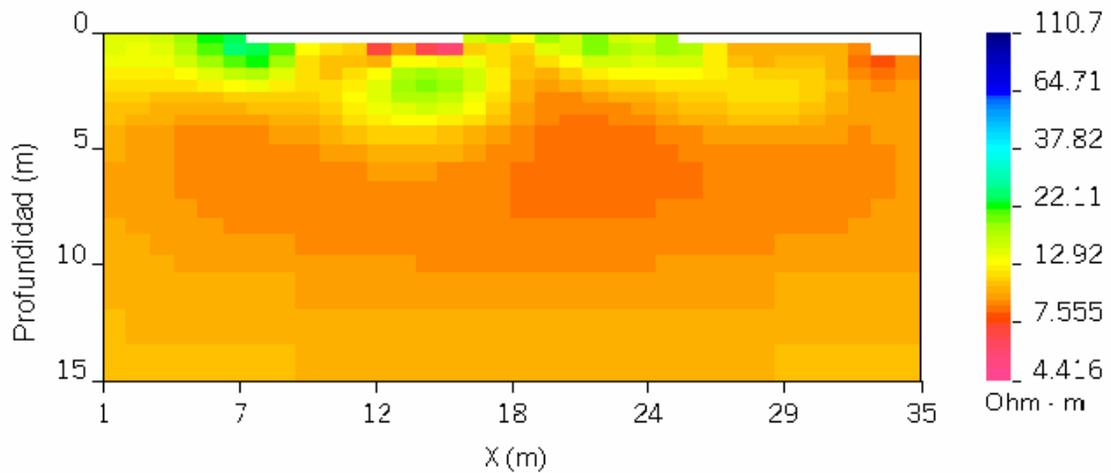


Figura 4: Tomografía eléctrica obtenida en la línea 1 de ANI, utilizando la Configuración Dipolo-Dipolo, y aberturas entre electrodos de 2 m.

En las Figuras 5a y 5b se muestran los resultados obtenidos para los valores de resistividad aparente a lo largo de la misma línea que los perfiles anteriores pero utilizando la Configuración Wenner, con estaciones de medición cada 2 metros, encontrándose la primera estación a los 8 m y la última a los 28 m, y realizando en cada estación sondeos paralelos -distancia entre electrodos de corriente paralela a la línea que define el perfil- y perpendiculares. Las Figuras 5a y 5b muestran los valores de resistividad aparente a lo largo del perfil para cada abertura de medición en los casos paralelos y perpendiculares respectivamente. Estas aberturas toman valores desde 0,5 m a 2 m.

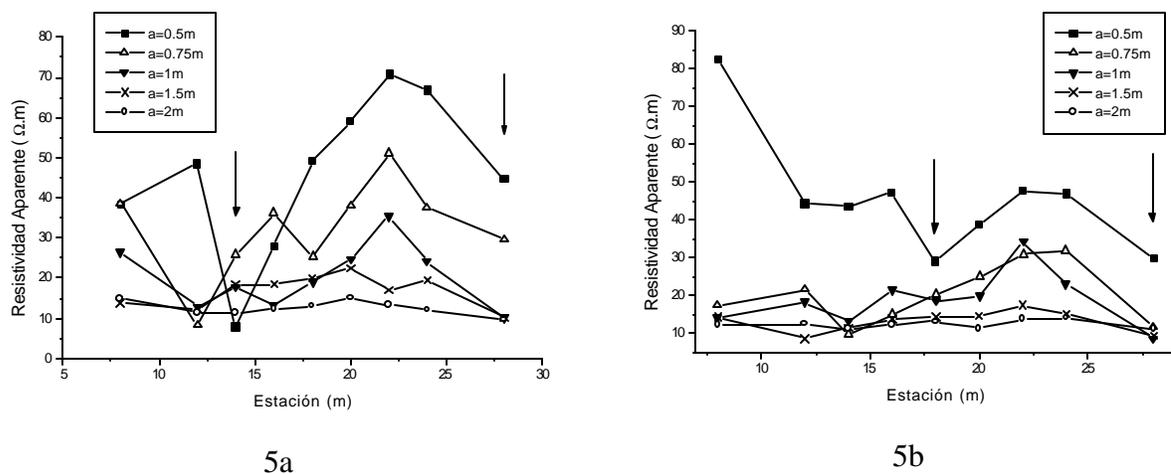


Figura 5: Perfil geoelectrico realizado sobre la línea 1 de ANI, utilizando Configuración Wenner.

a) sondeos paralelos a la línea del perfil, b) sondeos perpendiculares a la línea del perfil. Las flechas indican principio y fin de las anomalías encontradas, las cuales se asocian a la presencia de estructuras.

En ambos casos detectamos una anomalía entre los 15 y 28 m. Esta anomalía se manifiesta con altos valores de resistividad aparente, coincidiendo con lo que se obtuvo en la Configuración Dipolo-Dipolo. En primer lugar, observamos que la anomalía se manifiesta para aberturas de hasta 1 m, mientras que no sucede así cuando empleamos aberturas mayores. Esto indica que la estructura responsable de dicha anomalía se encuentra enterrada a una profundidad no mayor al metro y medio. Este resultado es compatible con lo que se determinó con la Configuración Dipolo-Dipolo. La profundidad hasta la que se manifiesta la anomalía prácticamente coincide con la potencia conocida para las paredes de AN I, lo cual pone en evidencia la precisión de la resolución vertical del método geoelectrico, en relación a la delimitación de las estructuras sub-superficiales. En segundo lugar, puede observarse que dicha anomalía, aunque resulta más notable en el caso paralelo, se encuentra más localizada en el caso perpendicular, ya que los valores de resistividad aparente se encuentran en mayor contraste con el resto de los datos.

Se realizó también un perfil que se extiende a lo largo de dos subestructuras potenciales de AN I - línea 2-, utilizando la Configuración Wenner, con estaciones cada 1 m y por una extensión de 8 m –ver Figura 2. Los resultados de los perfiles se muestran en las Figuras 6a y 6b, correspondiendo a los perfiles cuyos sondeos son paralelos y perpendiculares a la línea de perfil respectivamente.

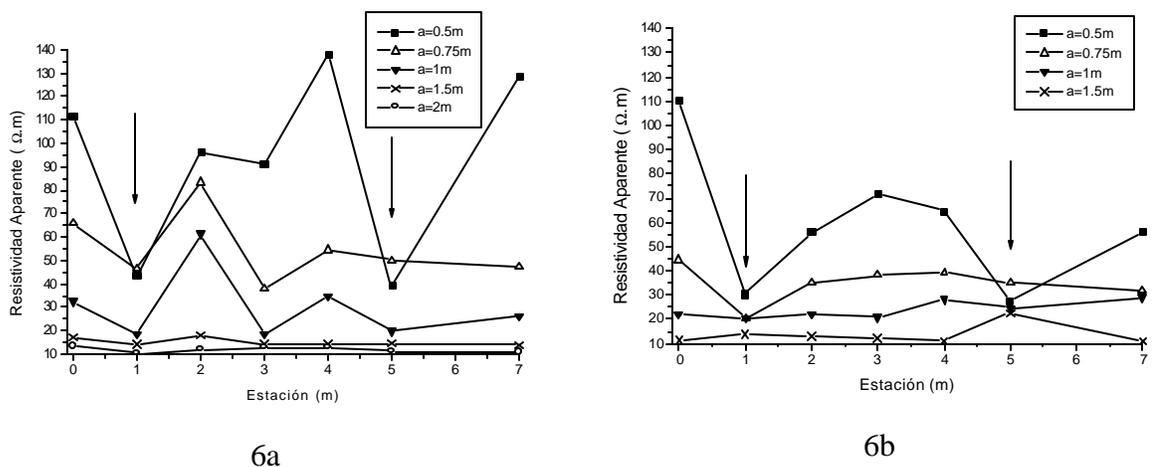


Figura 6: Perfil geoelectrico realizado sobre la línea 2 utilizando Configuración Wenner;

a) sondeos paralelos a la línea del perfil, b) sondeos perpendiculares a la línea del perfil. Las flechas señalan los límites de las anomalías a las cuales se les asocia la presencia de estructuras arqueológicas enterradas.

Se puede observar también en estos perfiles que a partir de la abertura de 1,5 m para el caso paralelo y 1 m para el perpendicular, la resistividad aparente presenta un valor constante. Esto implica que no se detecta la presencia de ninguna anomalía, con lo que se sigue obteniendo como resultado la presencia de una estructura superficial. Podría tratarse de un tabique interno de AN I o algo semejante.

Para SC II se utilizó la Configuración Dipolo-Dipolo con aberturas de 1 m a lo largo de un perfil de 60 m de largo, cruzando interior y la depresión perimetral –ver Figura 2. Se seleccionó un área en donde no se tuviese información arqueológica sub-superficial, con vistas a un estudio más completo en futuras campañas. El resultado de la inversión se observa en la Figura 7.

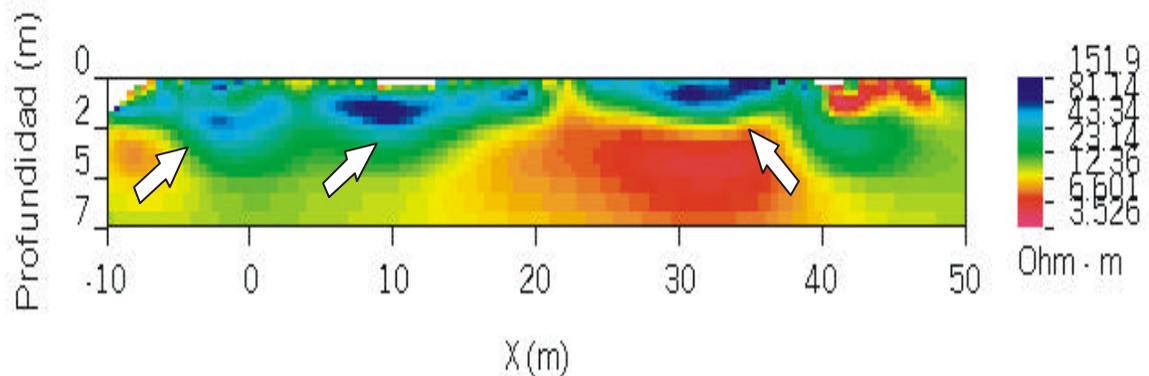


Figura 7: Tomografía eléctrica obtenida del perfil realizado en SC II utilizando la Configuración Dipolo-Dipolo, aberturas de 1m. Las flechas indican la ubicación de las mayores anomalías obtenidas para los valores de resistividad.

Se puede observar aquí también la presencia de anomalías sub-superficiales - valores de resistividad entre $80 \Omega m$ y $150 \Omega m$ -, aunque de mayor profundidad y extensión que las encontradas en AN I. Estas anomalías podrían deberse a la presencia de estructuras arqueológicas enterradas. En particular, los órdenes de resistividad encontrados son similares a los hallados en la línea 1 de AN I, que en este caso se los puede asociar a las estructuras conocidas. Incluso entre los 48 m y los 50 m aproximadamente –Figura 7- se observa con claridad una zona de baja resistividad –que no supera los dos metros de profundidad-, posiblemente relacionada con la presencia de la depresión perimetral que rodea al SC II. Esta zona de baja resistividad se extiende hasta los 56 m, haciéndose más superficial. Sin embargo, el comportamiento de este último tramo del perfil aún no está claro y es necesario ahondar más en su análisis. Estos resultados son optimistas respecto a la resolución del método geoelectrico para delimitar rasgos y estructuras en SC II, cuyo análisis se espera completar mediante un estudio intensivo en próximas campañas.

CONCLUSIONES

Los resultados de las primeras prospecciones geofísicas llevadas a cabo en Floridablanca permitieron calibrar la aplicación de diferentes configuraciones geoelectricas en la detección y delimitación de estructuras arqueológicas sub-superficiales. En el caso de AN I, con la obtención de tomografías del suelo y de los perfiles y su posterior análisis e inversión, se concluye que el método geoelectrico resulta sensible a la presencia de estructuras enterradas. Se ha obtenido información estimada de profundidades, posición y extensión lateral de las paredes. Se concluye también que resulta indispensable trabajar con aberturas de valores menores a un metro y medio si se desea obtener una mejor resolución de las dimensiones de las estructuras enterradas, previo a su excavación. En el caso de SC II, la presencia de anomalías en los valores de resistividades obtenidos podría relacionarse con estructuras arqueológicas enterradas. Los valores obtenidos son semejantes a los de ANI, lo que nos hace pensar que

los materiales empleados en las estructuras de SC II serían semejantes. Sin embargo, en este caso parecen encontrarse a mayor profundidad.

Con estas prospecciones geofísicas aplicando del método geoelectrico fue posible obtener información general sobre la distribución y características de rasgos y/o estructuras enterradas en dos áreas de la colonia de Floridablanca. Los resultados obtenidos a partir de este tipo de tecnologías no invasivas¹³ nos permitirán a futuro ajustar con mayor exactitud el plan de excavación, maximizando de esta forma tiempo, esfuerzo e incluso dinero, en el tratamiento de determinados espacios arqueológicos.

Buenos Aires, Agosto 2001.

AGRADECIMIENTOS

A la Municipalidad de Puerto San Julián y por el apoyo durante los trabajos realizados. De manera especial al Sr. Pablo Walker, Jefe de la División Turismo de dicha Municipalidad, por su constante interés, colaboración y ayuda. Al Ing. Juan Carlos Dubravcic, la empresa Sur Servicios, y Estancia Coronel

BIBLIOGRAFÍA

ADDERLEY, W. P., I. A. SIMPSON Y G.W. MACLEOD

2001. Testing high-resolution X-ray computed tomography for the micromorphological analyses of archaeological soils and sediments. *Archaeological Prospection* 8: 107–112.

AIDONA, E.V., A. SARRIS, D. KONDOPOULOU Y I. SANAKIS

2001. Application of magnetic and spectrometry methods in the detection of human activity in soils: A case study at the archaeological site of Kitros (Northern Greece). *Archaeological Prospection* 8: 187–198.

ARLSAN, E.; G. BIELLA; G. BONIOLO; D. CAPORUSSO; R. DE FRANCO; A. LOZEJ Y L. VERONESE

1999. Geophysical investigations of the Olonium Roman site (Northern Como Lake). *Journal of Applied Geophysics* 41: 169–188.

BEVAN, B.W.

2000. An early geophysical survey at Williams burg, USA. *Archaeological Prospection* 6: 51-58.

BIANCHI VILLELLI, M.

nd. *Elecciones de consumo en Floridablanca (San Julián, Prov. de Santa Cruz)*. Tesis de Licenciatura en Ciencias Antropológicas. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Buenos Aires. MS.

BUSCAGLIA, S.

2001. *Métodos geofísicos y propiedades del registro arqueológico. Arqueología no intrusiva en el sitio de Floridablanca (San Julián, Prov. de Santa Cruz)*. Tesis de Licenciatura en Ciencias Antropológicas. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Buenos Aires. MS.

CAMERLYNCK, C.; M. DABAS Y C. PANISSOD

1994. Comparison between GPR and four electromagnetic methods for stone features characterization: An example. *Archaeological Prospection* 5: 1-17.

DE ANGELIS, P.

1972. Diario de Viedma. En *Colección Pedro de Angelis*. VIII, Volumen B. Plus Ultra. Buenos Aires.

DAVENPORT, G.C.

2001. Remote sensing applications in forensic investigations. *Historical Archaeology* 35: 87-100.

HAMMON III, W.S., G. A. MCMECHAN, Y X. ZENG

2000. Forensic GPR: finite-difference simulations of responses from buried human remains. *Journal of Applied Geophysics* 45: 171–186.

HAŠEK, V.; R. KRAJÍK Y R. NEKUDA

¹³ En la agenda de los proyectos antes mencionados –ver nota 2– está previsto el empleo de diferentes métodos de prospección geofísica –i.e. Piro *et al.* 2000, Sugimoto *et al.* 2000, Adderley *et al.* 2001, Aidona *et al.* 2001, Karastathis *et al.* 2001, Leckebusch y Peikert 2001– orientados a una mayor variedad de problemas arqueológicos.

2001. Geophysical prospection and archaeological excavation of 13th-15th Century deserted medieval settlements in the Czech Republic. *Archaeological Prospection* 8: 41-66.
- HERBICH, T.; K. MISIEWICZ Y O. TESCHAUER**
1997. Multilevel resistivity prospecting of architectural remains: the Schwarzach case study. *Archaeological Prospection* 4: 105-112.
- HERMAN, R.**
2000. A geologist-friendly study of electrical resistivity. MS.
- HESSE, A.**
2000. Count Robert du Mesnil du Buisson (1865-1986). A French precursor in geophysical survey for archaeology. *Archaeological Prospection* 7: 43-49.
- HESSE, A., L. BARBA, K. LINK Y A. ORTIZ**
1997. A magnetic and electrical study of archaeological structures at Loma Alta, Michoacan, Mexico. *Archaeological Prospection* 4: 53-67.
- KARASTATHIS, V.K., S. PAPAMARINOPOULOS Y R.E. JONES**
2001. 2-D velocity structure of the buried ancient canal of Xerxes: An application of seismic methods in archaeology. *Journal of Applied Geophysics* 47: 29-43.
- KOMATINA, S. Y Z. TIMOTIJEVIC**
1999. Some case studies of geophysical exploration of archaeological sites in Yugoslavia. *Journal of Applied Geophysics* 41: 205-213.
- KOZHEVNIKOV, N.O., A.V. KHARINSKY Y K. KOZHEVNIKOV**
2001. An accidental geophysical discovery of an Iron Age archaeological site on the western shore of Lake Baikal. *Journal of Applied Geophysics* 47: 107-122.
- LECKEBUSCH, J.U. Y R. PEIKERT**
2001. Investigating the true resolution and three-dimensional capabilities of ground-penetrating radar data in archaeological surveys: Measurements in a sand box. *Archaeological Prospection* 8: 29-40.
- LASCANO, E.**
2001. *Tomografía eléctrica aplicada a la caracterización de un sitio arqueológico*. Tesis de Licenciatura en Física. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. MS.
- LÓPEZ-LOERA, H., J. URRUTIA-FUCUGAUCHI, J.L. COMPARÁN-ELIZONDO, R. CASTILLO-TORRES, R. PONCE-JUÁREZ, A.M. JARQUIN-PACHECO Y E. MARTÍNEZ-VARGAS**
2000. Magnetic study of archaeological structures in La Campana, Colima, western Mesoamerica. *Journal of Applied Geophysics* 43:101-116.
- LUKE, B. Y J. E. BRADY**
1998. Application of seismic surface waves at a Pre-Columbian settlement in Honduras. *Archaeological Prospection* 5: 139-157.
- MARSCHOFF, M.**
nd. *Prácticas alimenticias en Floridablanca*. Tesis de Licenciatura en Ciencias Antropológicas. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Buenos Aires. MS.
- MARUKAWA, Y. Y H. KAMEI**
1999. Estimation of the systematic error of three-component geomagnetic data using the ABIC Minimization Method. *Archaeological Prospection* 6: 136-145.
- NEUBAUER, W.**
2001. Images of the invisible -prospection methods for the documentation of threatened archaeological sites. *Naturwissenschaften* 88:13-24.
- OSELLA, A., M. E. LASCANO, S. BUSCAGLIA, M. X. SENATORE, Y J. L. LANATA.**
2001. Imaging of electrical resistivity data at Floridablanca archaeological site in Patagonia, Argentina. Trabajo presentado al *11th Scientific Assembly of the International Association of Geomagnetism and Aeronomy, IAGA*, Hanoi.
- PALOMBO, P.**
nd. *Importancia de la producción en la Nueva Colonia de Floridablanca (San Julián, Prov. de Santa Cruz)*. Tesis de Licenciatura en Ciencias Antropológicas. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Buenos Aires. MS.
- PANISSOD, C.; M. DABAS; N. FLORSCH; A. HESSE; A. JOLIVET; A. TABBAGH Y J. TABBAGH.**
1998. Archaeological prospecting using electric and electrostatic mobile arrays. *Archaeological Prospection* 5: 239-251.
- PIRO, S., P. MAURIELLO Y F. CAMMARANO**
2000. Quantitative integration of geophysical methods for archaeological prospection. *Archaeological Prospection* 7: 203-213.
- SAMBUELLI, L.; L. V. SOCCO Y L. BRECCIAROLI**
1999. Acquisition and processing of electric, magnetic and GPR data on Roman Site (*Victimulae*, Salussola, Biella). *Journal of Applied Geophysics* 41: 189-204.
- SAVVAIDIS, A.; G. TOSKAS, Y. LIRITZIS Y M. APOSTOLOU**

1999. The location and mapping of ancient ruins on the Castle of Lefkas (Greece) by resistivity and GPR methods. *Archaeological Prospection* 6: 63-73.

SENATORE, M.X.

nd. *Poblamiento español de la costa patagónica: El caso de San Julián siglo XVIII*. Disertación Doctoral. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Buenos Aires. MS.

SENATORE, M. X.; M. BIANCHI VILLELLI; S. BUSCAGLIA Y M. MARSCHOFF

2001. Hacia la definición del plano arqueológico de Floridablanca. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* XXVI (en prensa).

SENATORE, M.X.; M. CARDILLO; M. BIANCHI VILLELLI Y S. BUSCAGLIA

1999. Arqueología en Floridablanca. Primeros resultados. En *Actas del IIIº Congreso Argentino de Americanistas*. Pp. 201-225. Sociedad Argentina de Americanistas, Universidad del Salvador. Buenos Aires.

SUGIMOTO, T., H. SAITOU Y M. OKUJIMA

2000. Study of underground imaging using shear waves: the stacking method of the reflected scattered wave. *Archaeological Prospection* 7: 249–261.

TELFORD, W. M, GELDART, L. P., Y SHERIFF, R. E.

1990. *Applied Geophysics*. Cambridge University Press. New York. 2nd Edition.

THOMAS, D.H.

1988. *The Recovery of Meaning*. Smithsonian Institution Press, Washington DC.

1998. *Archaeology*. Third edition. Harcourt Brace. New York.

VOGELSANG, D., U. FORSTNER Y R. J. MURPHY EDS.

1994. *Environmental Geophysics: A Practical Guide*. Springer Verlag, Berlin & New York.

WEYMOUTH, J.W.

1986. Geophysical methods of archaeological site surveying. *Advances in Archaeological Method and Theory* 9: 311–395.

WEYMOUTH, J.W. Y R. HUGGINS

1985. Geophysical survey of archaeological sites. En *Archaeological Geology*, editado por G. Raap y J.A. Gifford, pp. 191-235. Yale University Press. New Haven.

ZHOU, H. Y M. SATO

2001. Archaeological investigation in Sendai Castle using Ground-Penetrating Radar. *Archaeological Prospection* 8: 1–11.