

# Prospección geoelectrónica en la ciudad colonial de Panamá Viejo

## Técnicas, mediciones y primeros resultados de las excavaciones

Arno Patzelt  
Terrana Geophysik, [terrana@terrana-geophysik.de](mailto:terrana@terrana-geophysik.de)

Aline Kottmann  
Universidad de Tübingen, [aline.kottmann@uni-tuebingen.de](mailto:aline.kottmann@uni-tuebingen.de)

Martin Waldhör  
Terrana Geophysik, [terrana@terrana-geophysik.de](mailto:terrana@terrana-geophysik.de)

**Palabras claves:** Arqueología, geofísica, prospección geoelectrónica.

### Resumen

Actualmente, las diferentes técnicas de la geofísica se han constituido en valiosas herramientas no destructivas para la investigación arqueológica. En este artículo, se discuten brevemente algunas de las que se emplearon en Panamá Viejo durante el 2006, dentro del marco de un proyecto multidisciplinario, coordinado y dirigido por la Universidad de Tübingen.

En dicha investigación se logró recolectar datos geofísicos en áreas de la ciudad colonial, que no poseen ruinas visibles. El presente aporte retoma únicamente los resultados obtenidos en las inmediaciones de los conventos

de La Merced y San Francisco, donde las técnicas geofísicas se combinaron con la investigación arqueológica, para determinar si es posible observar rasgos subsuperficiales que remitan a antiguas construcciones de madera.

El resultado reveló que en espacios sin ruinas visibles, los datos arrojados por la investigación geofísica ayudan a determinar las áreas que poseen un alto potencial arqueológico, y además, que contrastar los datos obtenidos con excavaciones arqueológicas (incluso a pequeña escala), permite la interpretación de las estructuras encontradas, generando una profunda comprensión del lugar.

**Key words:** Archaeology, geoelectrical survey, geophysics.

### **Abstract**

As a very strong instrument for pre-excavation investigation, geophysical surveys continue to become more important in archaeology. In this paper, the various geophysical survey methods and their fields of application will be discussed, focusing in the geoelectrical survey, which examines soil resistivity. This method was applied in a large-scale survey within an interdisciplinary field campaign organized and conducted by the University of Tübingen in 2006. The investigations using various survey methods covered the whole area of the former colonial town of Panamá Viejo with a focus on the areas where no visible ruins reveal the existence of previous masonry constructions.

The results of the geoelectrical survey are presented for a selected area where they can be combined with archaeological information referring to the newly discovered structures: the area around the convents of La Merced and San Francisco. The survey was conducted in this area to determine if it is possible to observe sub-surface features associated with wood-built structures using geophysical means.

The surveys with the EM38 revealed sufficient linear structures that are discussed in this contribution. Some of the anomalies derive from modern disturbances that are still visible on the surface. Others can be considered as originating from collapsing parts of the still standing ruins. The remaining anomalies can only be interpreted referring to former function and chronological setting after excavation.

The alignment of the anomalies was used as a criterium for locating trial trenches. Four linear anomalies aligned with the colonial town grid were investigated archaeologically. These excavations produced data relating to material substance, the context of finds and features and the stratigraphy of the structures.

We propose that even in areas with no masonry buildings, geophysical survey can aid in the initial assessment and understanding of a site and in locating areas with a high potential for archaeology. Combined with excavation – even on a small scale – geophysical surveys can reveal a great deal about the nature and layout of a site.

Las técnicas geofísicas se están utilizando cada vez más como herramientas de prospección arqueológica. Estas técnicas permiten localizar los rasgos arqueológicos en el subsuelo de forma no destructiva, facilitando así la planificación y realización de excavaciones. En muchos casos, es posible incluso, reconocer e interpretar sitios arqueológicos utilizando únicamente la prospección geofísica.

La magnetometría<sup>1</sup> es la técnica estándar para la prospección arqueológica, debido a que permite mayor velocidad en la recolección de datos. Además de ésta, se usan las técnicas geoelectricas (también llamadas de resistividad) y el georadar como alternativa cuando la magnetometría no es suficiente, o bien como complemento, cuando se requieren más detalles o se desea alcanzar mayor profundidad.

En este artículo, se presentan los resultados de un mapeo geoelectrico realizado dentro del marco de un proyecto avalado por la Fundación Alemana de Investigaciones durante los años 2004 y 2006, en el que se llevaron a cabo mediciones en las áreas de la ciudad colonial de Panamá Viejo en las que no existen ruinas visibles.<sup>2</sup>

### **La técnica geoelectrica**

La técnica geoelectrica se basa en la medición de la resistividad eléctrica del subsuelo. Mediante dos electrodos (A y B), se introduce una corriente  $I$  en el subsuelo y, entre otros dos electrodos (M y N), se mide el voltaje  $U$ . El cociente  $U/I$ , multiplicado por un factor de geometría que depende de la posición de los electrodos, da como resultado la resistividad eléctrica específica del subsuelo. Su unidad es Ohm\*metro ( $\Omega\text{m}$ ). El valor inverso es la conductividad eléctrica específica que tiene la unidad Siemens/metro (S/m) (Figura 1).

La resistividad que se mide en la superficie es denominada aparente y

---

<sup>1</sup>Técnica geofísica que consiste en la medición del campo geomagnético de la superficie.

<sup>2</sup>Otros grupos de investigadores también han hecho mediciones geofísicas (magnetometría, electromagnetismo y tomografía geoelectrica) en Panamá Viejo (ver por ejemplo Caraballo 2001; Mojica 2006; PAPV 2002a, 2002b, 2002c, 2006).

### Principio de la medición geoelectrica (Knödel *et al.* 1997)

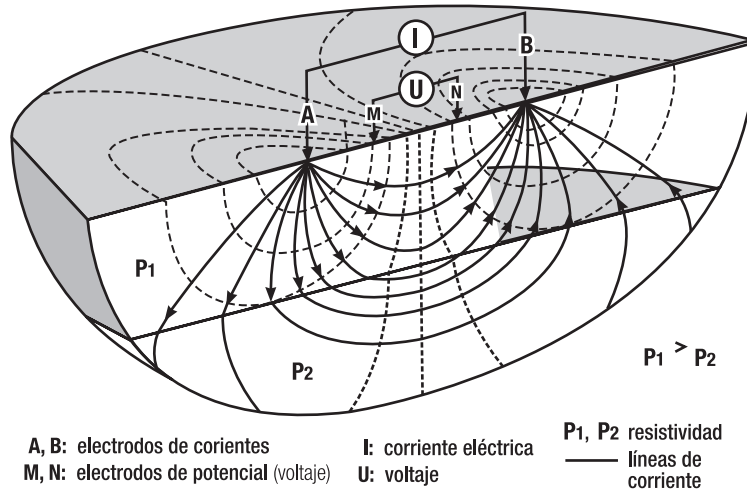


Figura 1.

representa un valor promedio sobre el volumen del subsuelo abarcado por el campo eléctrico. La profundidad del sondeo geoelectrico depende de la distancia entre los electrodos. A mayor distancia entre A y B aumenta la profundidad abarcada por la corriente.

Dicha resistividad de los materiales geológicos, depende de varios factores como el contenido de minerales de arcilla que tienen alta conductividad (baja resistividad), el contenido de agua o humedad que también aumenta la conductividad, la porosidad de la roca, la conectividad de los poros en la roca y la presencia de iones disueltos en el agua subterránea.

Generalmente, los suelos de arcilla tienen bajas resistividades, los suelos de arena resistividades intermedias, y las gravas y rocas una resistividad alta o muy alta. Por ende, se pueden identificar y discriminar diferentes materiales geológicos, o bien rasgos arqueológicos en el subsuelo, mediante el contraste de resistividades.<sup>3</sup>

<sup>3</sup>Ver Telford *et al.* (1990) para más detalles acerca de las técnicas geofísicas de investigación.

Durante la investigación, por ejemplo, se detectó una fosa que recibió un relleno con material más fino que el de su entorno por lo cual destacó con una resistividad más baja. El muro y el cimiento son de piedra, por lo tanto, mostraron resistividades mayores a las del suelo a su alrededor, y de esta manera constituyeron una anomalía con resistividades elevadas (Gráfico 1).<sup>4</sup>

### Ejemplo esquemático de un perfil de resistividad a través de una fosa y dos rasgos arqueológicos

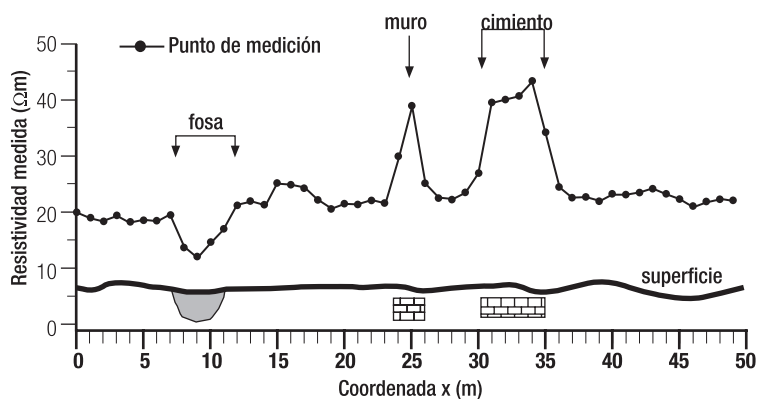


Gráfico 1.

### Variantes de la técnica geoelectrica

La técnica geoelectrica se aplica usualmente en tres variantes:

1. Mapeo geoelectrico.
2. Sondeo eléctrico.
3. Tomografía geoelectrica (multi-electrodos).

El mapeo es la técnica que generalmente se usa para investigaciones arqueológicas. Con una configuración fija de electrodos, se registra un área midiendo en una red uniforme de puntos (por ejemplo, una medición cada 0.5m).

<sup>4</sup>El contraste en resistividad (la anomalía) de un objeto de piedra, es más grande cuando se ubica en un suelo húmedo y/o arcilloso de baja resistividad, mientras en un suelo seco y arenoso, el contraste es menor.

El sondeo eléctrico vertical tiene el objetivo de observar las capas geológicas, midiendo un perfil vertical de la resistividad. Los electrodos de potencial M y N se mantienen en un lugar fijo mientras se aumenta la distancia entre los electrodos de corriente A y B. El resultado es una curva de resistividades en función de la distancia A-B, a partir de la cual se puede calcular la profundidad y el espesor de las capas geológicas. Esta técnica se emplea principalmente en el ámbito de la minería y de las aguas subterráneas, pero no tiene relevancia en la arqueología.

La tomografía geoeléctrica es una combinación de las dos anteriores. Se mide a lo largo de perfiles con diferentes profundidades de investigación (distancias entre electrodos). La medición se efectúa en forma automatizada usando una mayor cantidad de electrodos fijos a lo largo de un perfil. Algunos programas especializados de cálculo pueden generar un tomograma, el cual consiste en una sección bidimensional de la resistividad parecido a un perfil geológico. La tomografía es una técnica dispendiosa, usada sobre todo en minería y construcción. En la arqueología se utiliza particularmente para comprender estructuras de mayor profundidad.

De ellas, el mapeo geoeléctrico es la herramienta geofísica más adecuada para la prospección del sitio arqueológico de Panamá Viejo, como se demostró a través de las mediciones realizadas en el 2003,<sup>5</sup> para las que se utilizaron magnetometría (con un gradiómetro FM36 de *Geoscan Research*) y resistividad (mapeo geoeléctrico con RM15 de *Geoscan Research*) en el hospital San Juan de Dios (Figura 2).

Con el mapeo, los restos subsuperficiales de muros, cimientos y caminos de piedra suelen resaltar bien y el progreso de las mediciones es alto, lo que facilita la investigación de grandes áreas en un plazo razonable.

La magnetometría en cambio, resultó inútil por la presencia de instalaciones modernas de hierro magnético, tales como vallas, luminarias, cables eléctricos, automóviles, etcétera; mientras que comparativamente, la obtención de datos utilizando tomografía geoeléctrica requiere una mayor inversión de tiempo.

---

<sup>5</sup>Realizadas por Hans-Günther Jansen para la Universidad de Tübingen.

### Procedimiento de medición

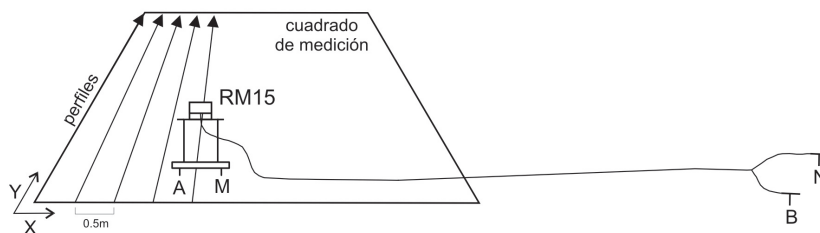
En la presente investigación se ha desplegado un mapeo geoelectrico con una configuración fija de electrodos, usando un dispositivo RM15 de *Geoscan Research*, el cual está especialmente diseñado para la aplicación arqueológica. Las mediciones se realizaron en la configuración especial de *TWIN* (llamada también Polo-Polo) (Figura 3).

Con la configuración *TWIN*, un electrodo de potencial (M) y un electrodo de corriente (A) están montados en el marco móvil del aparato. Los otros electrodos N y B se encuentran fijos a una distancia de 20m y 40m en el suelo, unidos por un cable con el aparato móvil de medición. La profundidad de investigación varía en un rango de 0.5m a 1.5m, dependiendo de la distancia entre A y M. Tratando con objetos poco profundos, es preferible una baja penetración que a la vez entregue una mejor resolución horizontal. La medición se efectúa a lo largo de perfiles



**Figura 2.** Mapeo geoelectrico en el hospital San Juan de Dios.

(Foto: Universidad de Tübingen)



A, B: electrodos de corriente  
M, N: electrodos de potencial (voltaje)

**Figura 3.** Configuración *TWIN* y procedimiento de medición con el aparato RM15.

(*Geoscan Research* 1997)



paralelos distanciados por 0.5m. En cada perfil, se toman los valores de medición a distancias regulares también de 0.5m. De esta manera, se miden áreas de 20m por 20m. Los valores se almacenan, junto a su posición, en la memoria del aparato de control. En condiciones favorables se pueden medir hasta 10,000 puntos al día, lo cual equivale a aproximadamente seis cuadrados de 20m por 20m.

### **Mediciones realizadas**

Se realizó un mapeo tomando valores a distancias regulares de 0.5m a lo largo de perfiles paralelos distanciados también 0.5m entre sí, lo que resulta en una red cuadrática con cuatro mediciones por metro cuadrado.

Ya que los rasgos arqueológicos se han encontrado a profundidades relativamente pequeñas, elegimos una distancia de 0.5m entre los electrodos móviles A y M, equivalente a una profundidad de investigación de 0.5m a 1m como máximo. Para lograr acoplar adecuadamente la corriente al suelo, fue necesario además, humedecer el terreno antes de la medición.

La investigación se realizó en dos etapas, primero, durante el 2004, se efectuó el levantamiento en el hospital San Juan de Dios y su entorno (ver Scholkmann *et al.* 2006) y posteriormente, durante el 2006, se llevó a cabo una campaña de medición a mayor escala, en la cual se mapeó gran parte de las áreas accesibles dentro de la ciudad colonial de Panamá Viejo. Las mediciones fueron acompañadas por los arqueólogos, registrando las estructuras visibles, hallazgos u objetos modernos, para facilitar la interpretación y planificar las excavaciones posteriores.

Para la geofísica, sin embargo, se presentaron algunas limitaciones importantes ya que durante las últimas décadas hubo varias edificaciones en el área del sitio que han dejado cimientos de hormigón en el subsuelo. La mayor parte de esas construcciones ya no existe, sin embargo, sus restos generan problemas por varias razones: por un lado, las planchas de hormigón no dejan acoplar los electrodos o bien impiden que la corriente entre al subsuelo; y por otro, la geofísica no distingue claramente un cimiento colonial de uno moderno. En suma, el mapeo geoelectrónico ubica los restos de construcciones en el subsuelo, sin embargo, la edad y la importancia arqueológica se determinan solamente mediante excavaciones arqueológicas.

El procesamiento de los datos se efectuó con el *software* especializado *Geoplot 3* (*Geoscan Research*), con el objetivo de realzar las anomalías relevantes. Los pasos generales de procesamiento fueron:

1. Eliminación de valores errados, causados por un insuficiente acoplamiento eléctrico.
2. Cálculo de valor medio y desviación estándar de las resistividades para cada cuadrado de medición.
3. Ajuste entre los valores promedios de los cuadrados para evitar transiciones abruptas debido a diferentes grados de humedad o tipos de suelo.
4. Limitación de los valores al triple de la desviación estándar hacia abajo y arriba, para optimizar la visualización.



**Figura 4.** Conjunto de los sectores. (Plano: D. Müller y C. Baier. Mediciones: Arno Patzelt)

Este artículo abarca solamente una parte de los sectores explorados<sup>6</sup>:

<sup>6</sup>El mapeo geoelectrico del hospital San Juan de Dios y los resultados de la excavación arqueológica, ya han sido publicados en Scholkmann *et al.* (2006).

El área ubicada entre el hospital San Juan de Dios y el convento de La Merced, entre el océano Pacífico al sur y las urbanizaciones modernas al norte (Figura 4).

### **Resultados e interpretación arqueológica**

Mediante el mapeo geoelectrico, las anomalías revelaron detalles acerca de los antiguos usos del solar y los caminos empedrados resaltaron como anomalías lineales de alta resistividad.

Los restos de edificios de madera, difícilmente podrían aparecer en las mediciones, sin embargo, es posible inferir su ubicación a partir de las zonas de actividad colindantes. Aún así, se debe tener en cuenta que la presencia de cimientos y rellenos modernos en varias partes complicaron la interpretación geofísica.

Se exploraron en detalle tres sectores :

1. Alrededor del convento de La Merced.
2. Al oeste del convento de San Francisco.
3. Entre el hospital San Juan de Dios y el convento de San Francisco.

En éstos, se determinaron estructuras o rellenos modernos (N), así como restos de muros y cimientos históricos en el subsuelo (1A, 1B, 2A, 2B, 3A...). Para comprobar los resultados geofísicos, la Universidad de Tübingen realizó cuatro excavaciones (G1 a G4) (Figura 5), cuyo objetivo



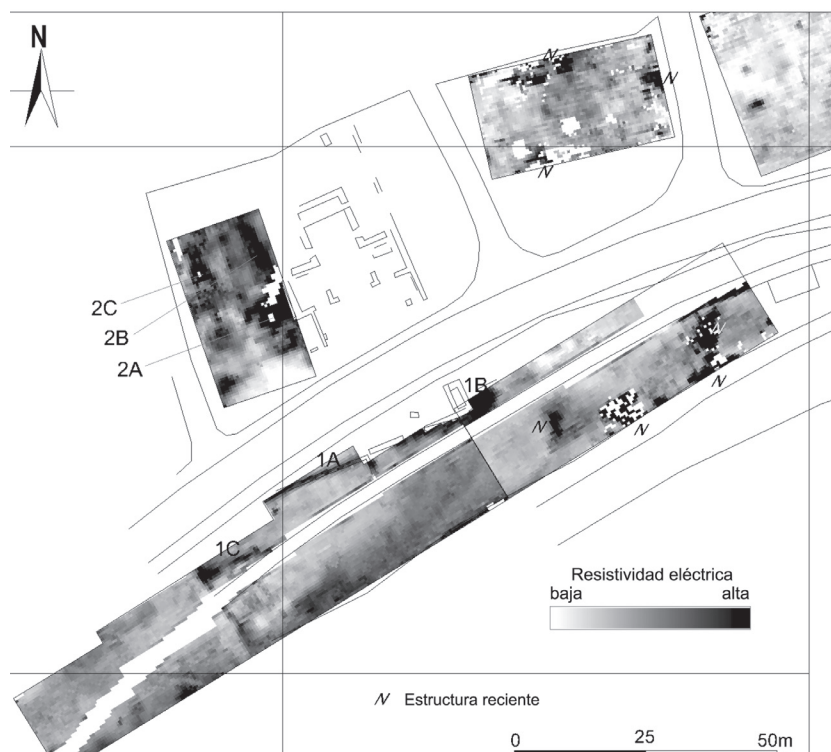
**Figura 5.** Ubicación de los sondeos G1 y G3, durante la temporada 2006.

(Foto: Universidad de Tübingen)

fue averiguar las condiciones de conservación para poder comprender la antigua estructura de la ciudad. Límites de parcelas, caminos y planos de casas se consideraron particularmente interesantes, ya que hasta el momento no se conocen suficientes datos arqueológicos de las márgenes de la antigua ciudad.

### ***Sectores alrededor del convento de La Merced***

En el sector comprendido entre la vía Cincuentenario y la playa, figuran tres anomalías (1A, 1B, 1C) de probable carácter arqueológico. La anomalía 1A tiene altas resistividades a lo largo de 20m y posiblemente representa la continuación del muro que aún existe hacia el este. Se asume que en



**Figura 6.** Resistividades en el sector alrededor del convento de La Merced.

(Plano: Dieter Müller y Christian Baier. Mediciones: Arno Patzelt)

este caso se trata de una parte del claustro del convento. La presencia de la vía Cincuentenario ha sido un obstáculo para la interpretación de este monumento (Figura 6).

La anomalía 1B se encuentra inmediatamente al oeste de las ruinas existentes. Por ello, se asocia a la época colonial, tratándose posiblemente de unos cimientos o muros derrumbados. El significado de la anomalía 1C no queda claro. Sin embargo, esta anomalía lineal de alta resistividad transcurre paralelamente a la anomalía 1A y al muro aún presente, un hecho que apunta a la época colonial. En el sector al oeste aparecen tres anomalías de alta resistividad, probablemente restos de muros y cimientos.

La anomalía 2A tiene una forma más plana. En el mismo lugar se hallaron los restos de muros derrumbados en la superficie. La anomalía lineal 2B podría corresponder a un muro largo, orientado paralelamente a los muros que están en pie. Situación similar presenta la anomalía 2C.

### ***Sectores al oeste del convento de San Francisco***

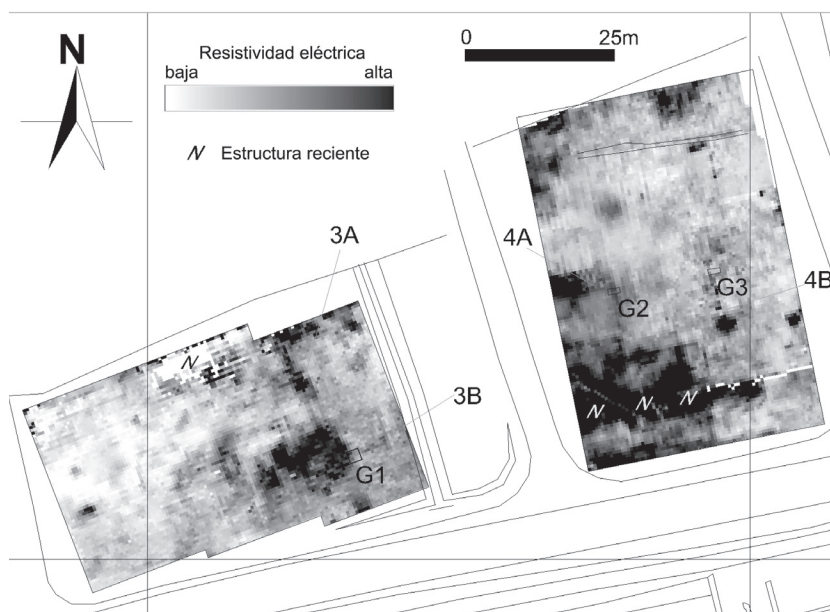
En la parte occidental destaca una anomalía lineal con alta resistividad (3A). Se extiende paralelamente a las actuales parcelas y también está alineada con un callejón presente al norte en la comunidad asentada en la periferia del sitio. La otra anomalía (3B) presenta forma aplanada. La excavación G1 de un tamaño de 2m por 2m finalmente demostró que la anomalía 3A era un antiguo callejón de cantos rodados. En el lugar de la anomalía 3B, en cambio, se descubrió un cimiento moderno de hormigón (Figuras 7 y 8).

A través de las características de la vegetación, fue posible determinar la extensión del edificio moderno de hormigón que según los vecinos, servía como pabellón de baile. A pesar de la destrucción causada por la



**Figura 7.** Sondeo G1.

(Foto: Universidad de Tübingen)



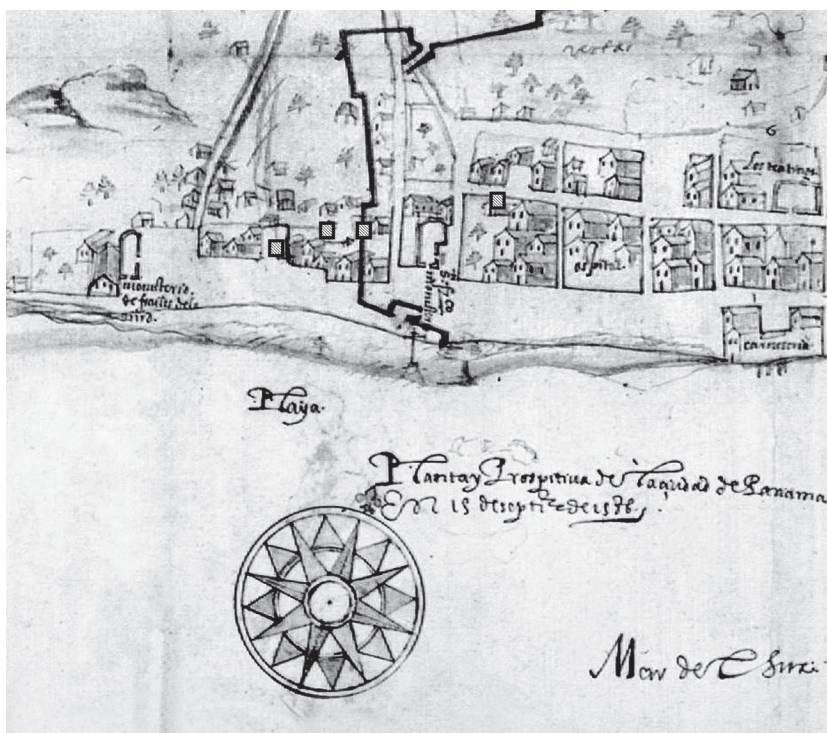
**Figura 8.** Resistividades en los sectores localizados al oeste del convento de San Francisco.

(Plano: Dieter Müller y Christian Baier. Mediciones: Arno Patzelt)

edificación moderna, la investigación arqueológica logró confirmar que la anomalía 3A obedece a la presencia de un pavimento de cantos rodados atribuido a la época colonial. Es probable que el callejón, que aún actualmente es usado por la comunidad aledaña al conjunto monumental, provenga de la época previa al abandono de la ciudad, sugiriendo la continuidad de algunos elementos urbanísticos hasta el presente.

En el centro de la trinchera, con orientación aproximada de norte a sur, se halla una zona de alta densidad de sedimentos que se corresponde con la anomalía 4A, que podría tratarse de uno de los caminos indicados en el plano de Bautista Antonelli (Figura 9),<sup>7</sup> los cuales llevaban, de la ciudad hacia el norte, uniéndose en la colina de la ermita de San Cristóbal.

<sup>7</sup>En el plano de Bautista Antonelli del año 1586, aparecen dos caminos situados en el arrabal occidental de la ciudad (Tejeira Davis 1994:7), que conducen a la colina de la ermita de San Cristóbal o al río Abajo.



**Figura 9.** Parte del plano de Bautista Antonelli de 1586, con la localización de las trincheras arqueológicas.

(Biblioteca del Museo Naval, Ministerio de Defensa, Madrid. Adiciones: Aline Kottmann)

En la segunda parte destacan varios sectores con anomalías planas y/o lineales. Las anomalías en el sur provienen principalmente de cimientos de hormigón pertenecientes a edificaciones modernas, visibles en varias partes.

Las anomalías 4A y 4B, en cambio, pueden ser de origen arqueológico. Ambas tienen forma plana y de ellas se proyectan estructuras lineales, por lo cual fueron indagadas por medio de una excavación de 1m por 2m de tamaño. El corte G2 arrojó un suelo endurecido el cual albergaba objetos de hierro (Figura 10).

La orientación de la estructura concuerda con la de la anomalía 4A. Puesto que la excavación descubre solamente una pequeña parte, no se

puede determinar con seguridad la antigua función de los hallazgos. Sin embargo, el conjunto de objetos apunta a funciones relacionadas con la herrería.

La excavación G3 reveló una cavidad con relleno similar a una fosa. El tamaño limitado del corte nuevamente impide determinar con más detalle la función antigua del hallazgo. Sin embargo, los trabajos de excavación cumplieron con el objetivo principal de comprobar el significado de las anomalías geofísicas, con el fin de planificar futuras excavaciones.



**Figura 10.** Sondeo G2.

(Foto: Universidad de Tübingen)

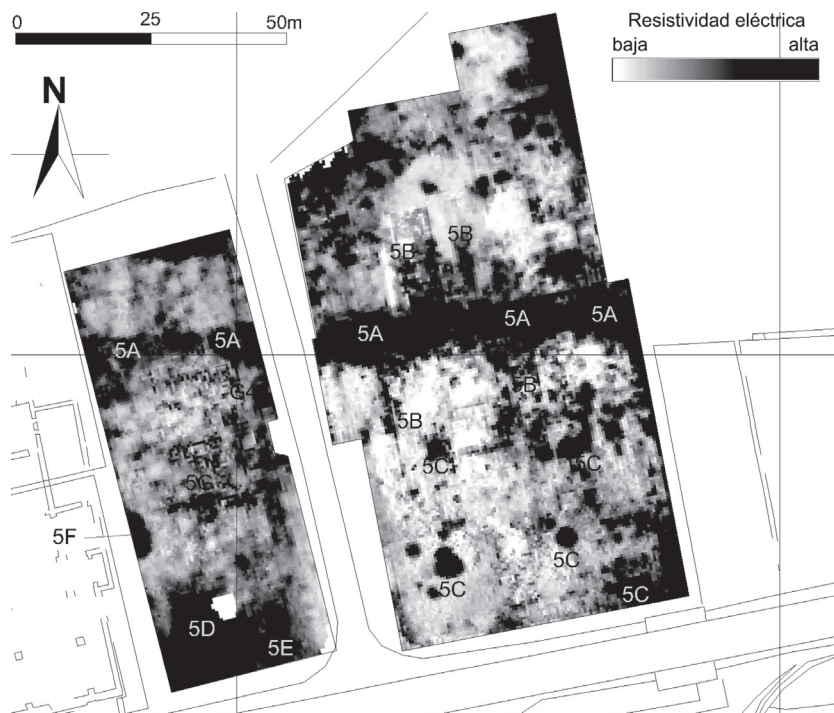
### ***Sectores entre el hospital San Juan de Dios y el convento de San Francisco***

Adyacente al hospital San Juan de Dios se ubica la calle de la Empedrada, alineada aproximadamente en dirección este-oeste. Esta calle era uno de los caminos principales de la antigua ciudad colonial, llevando de la plaza Mayor a la Catedral en el este. El reconocimiento geoelectrico reveló su antiguo trazado. De la esquina noroccidental del hospital transcurre una banda de resistividades elevadas (Figura 11) hasta el convento de San Francisco.<sup>8</sup> La excavación posterior (G4) confirmó la indicación de la geofísica. La excavación se llevó a cabo inmediatamente al sur de la anomalía, arrojando restos de cantos rodados cerca de la superficie. Debido a su baja profundidad, se pudo observar una intensa perturbación de la evidencia arqueológica.

En el sector este del hospital San Juan de Dios se comprobó, que un pavimento muy poco profundo no se manifiesta en las mediciones geoelectricas. La razón es que la configuración de los electrodos tiene muy

<sup>8</sup>De acuerdo con el trabajo de Löbbbecke y Tejeira Davis (ver en este volumen), la ampliación del convento de San Francisco hacia el norte, cortó la calle de la Empedrada.





**Figura 11.** Resistividades en los sectores entre el convento de San Francisco y el hospital San Juan de Dios. (Plano: Dieter Müller y Christian Baier. Mediciones: Arno Patzelt)

poca sensibilidad en los primeros centímetros del subsuelo. La parte central de la calle de la Empedrada, en cambio, destaca claramente con resistividades elevadas. Es probable que ahí exista una fundación con piedras bajo el pavimento.<sup>9</sup>

Además, la calle de la Empedrada presenta un desnivel hacia su eje central, insinuando la forma de un canal, probablemente con la intención de facilitar el drenaje. Esta condición ha favorecido su localización con la técnica geoelectrica.

<sup>9</sup>Una fundación parecida ya se ha observado en otras dos ocasiones. En una (calle de la Empedrada) se trataba de varias capas de grava (PAPV 2004a), en otra (calle al este de la Compañía de Jesús) de una fundación de ladrillos (PAPV 2004b).

Los límites en el norte y sur de la calle de la Empedrada aparecen borrosos en algunas partes del mapa de resistividad. Quizás esto indique la existencia de restos de muros y cimientos en el subsuelo de antiguos edificios.

De la calle de la Empedrada parten, en dirección perpendicular, estructuras lineales con altas resistividades (5B), indicando más caminos o cimientos.

En el sureste se muestran además, pequeñas anomalías con alta resistividad de forma rectangular que indican cimientos de antiguas viviendas (5C). En el suroeste del sector se aprecia un área rectangular con altas resistividades (5D). Colindante al este se encuentra otra área rectangular un poco más pequeña (5E). El significado arqueológico de estas anomalías rectangulares no ha quedado claro.

Inmediatamente al oeste de la anomalía 5F hay una interrupción en el muro del convento de San Francisco. La anomalía 5F probablemente se debe a los restos del muro derrumbado, hecho evidenciado también por un pequeño alzamiento del terreno.

En el sector centro-oeste existen además anomalías débiles de forma lineal (5G), cuya relevancia para la arqueología no es evidente. En esta parte central del área investigada, en dirección a la comunidad actual, las resistividades se presentan variables, en parte con altos valores pero sin estructuras susceptibles de ser interpretadas. Posiblemente exista un relleno moderno en este sector.

## **Conclusión**

El mapeo geoelectrico arrojó importantes resultados sobre el subsuelo de la ciudad colonial de Panamá Viejo. Se pudieron delinear diferentes zonas de actividad incluyendo zonas de edificación moderna que ya no existen, y zonas de rellenos relativamente recientes.

Las cuatro excavaciones comprobaron los resultados de la prospección geoelectrica. Las técnicas geofísicas, en consecuencia, ofrecen indicaciones precisas para la planeación de las excavaciones. Sin embargo, también resulta evidente que la geofísica no siempre puede distinguir entre estructuras arqueológicas y modernas. Para obtener la información detallada sobre las técnicas y procesos constructivos, así como los usos y edad relativa de

los rasgos detectados, la excavación arqueológica sigue siendo imprescindible en Panamá Viejo.

*Agradecimientos:* Queremos agradecer al Patronato Panamá Viejo y a todo su personal por su amable colaboración, a la Fundación Alemana de Investigaciones que hizo posible la temporada de prospección 2006, y a Alexis Mojica por su ayuda.

## Referencias bibliográficas

- Caraballo, Mario  
2001 Estudio del gradiente magnético de las estructuras arqueológicas en la zona oriental del convento de Santo Domingo, Panamá Viejo. Tesis de licenciatura inédita de la Escuela de Física, Universidad de Panamá.
- Geoscan Research  
1997 *Handbook resistance Meter RM15*. London.
- Knödel, Klaus, Heinrich Krummel y Gerhard Lange  
1997 *Geophysik. Handbuch zur Erkundung des Untergrundes von Deponien und Altlasten*. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe. Springer-Verlag, Berlin.
- Mojica, Alexis  
2006 Application des méthodes géophysique à la détection des sites précolombiens dans la région centrale de Panama et paramétrisation géoarchéologiques dans le site hispanique de Panama Viejo. Tesis doctoral de la Universidad de París 6, Francia.
- PAPV - Proyecto Arqueológico Panamá Viejo  
2002a Informe de prospección geofísica. Documento inédito presentado por Alberto Caballero al Patronato Panamá Viejo, Panamá.  
2002b Informe de excavación en el convento de las Monjas de la Concepción. Coordenadas 500/550N-800/850E. Documento inédito presentado por la I Escuela de arqueología de verano al Patronato Panamá Viejo, Panamá.  
2002c Campañas geofísicas en Panamá Viejo (reporte de trabajo). Documento inédito presentado por la V Escuela de geofísica aplicada para América Central al Patronato Panamá Viejo, Panamá.  
2004a Anexos al informe final de actividades. Julio 2003-Diciembre 2004. Documento inédito presentado por Cristina García-Sampedro al Patronato Panamá Viejo, Panamá.  
2004b Informe de excavación en las coordenadas micro 486N-1004E. Acceso este del templo de la Compañía de Jesús. Documento inédito presentado por Toshiaki Yanaida al Patronato Panamá Viejo, Panamá.  
2006 Informe de excavación en el convento de las Monjas de la Concepción. Coordenadas 500/550N - 800/850E. Documento inédito presentado por la II Escuela de arqueología de verano al Patronato Panamá Viejo, Panamá.
- Scholkmann, Barbara, Rainer Schreg, Aline Kottmann, Ilda Martínez y Annette Zeischka  
2006 El hospital San Juan de Dios, Panamá Viejo. Nota preliminar acerca de las investigaciones arqueológicas. *Canto Rodado. Revista especializada en temas de patrimonio* 1:65-83.

Tejeira Davis, Eduardo

1994 Panamá la Vieja: la ciudad y su arquitectura en 1671. Guía y términos de referencia para la construcción de una maqueta del sitio. Documento inédito presentado al Patronato Panamá Viejo, Panamá.

Telford, William Murray, Lloyd P. Geldart y Robert Edward Sheriff

1990 *Applied Geophysics*, Cambridge University Press, Cambridge.