

# Fomento a la Colaboración Internacional en I+D Proyecto: COL08-075 “El efecto de la estación lluviosa tiene sobre los volúmenes de aguas subterráneas en la cuenca del Canal de Panamá”

Equipo Investigador: José Fábrega<sup>1</sup>, Erick Vallester<sup>1</sup>, David Vega<sup>1</sup>, José Rodríguez<sup>1</sup>, Alexis Mogica<sup>2</sup>, Fred Ogden<sup>3</sup>

## Introducción

Las aguas subterráneas son parte fundamental del ciclo hidrológico; pero, a diferencia de las aguas superficiales, su medición y predicción es un proceso complejo. Una condición fundamental para evaluar los recursos hídricos subterráneos en una cuenca, es conocer sus parámetros hidrogeológicos; los cuales se obtienen mediante pruebas hidráulicas, en pozos representativos. Existen pocos estudios detallados de la hidrología subterránea en zonas de bosques tropicales, principalmente por dificultades propias de las zonas (topografía irregular, vegetación densa y exigentes condiciones de trabajo).

## Objetivos

### Objetivo principal

Evaluar el efecto de la precipitación, durante la estación lluviosa, en el flujo de agua subterránea en cuencas tropicales, empleando la cuenca del Canal de Panamá como caso de estudio.

### Objetivos específicos

- Obtener información referente a las características de los niveles freáticos en zonas importantes del sitio de Gamboa – área del Canal de Panamá, utilizando las técnicas de prospección geofísica.
- Desarrollo de una base de datos con series de tiempo de niveles y parámetros de calidad del agua subterránea.
- Evaluación del efecto que la precipitación en la estación lluviosa tiene sobre el flujo base.
- Determinación del efecto que la precipitación anual tiene sobre los flujos de agua subterránea
- Divulgación de resultados.

## Metodología desarrollada

### Descripción geográfica y topográfica del área

Esta investigación se realiza en el Observatorio de Hidrología Tropical de Cerro Pelado, el cual consiste en una microcuenca dentro de un área de 751.45 ha en Cerro Pelado-Gamboa, localizada en la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá. Se colocaron puntos de control de terreno para el levantamiento topográfico de la microcuenca (aprox. 7 ha).

### Prospección eléctrica

El método de prospección eléctrica, usada en este trabajo, se basa en la sensibilidad del mismo a la presencia de agua en los estratos terrestres. Dicho método mide la resistividad aparente, que en el fondo corresponde a una integración de la resistividad eléctrica ( $\Omega m$ ) del subsuelo. El método de prospección eléctrica se caracteriza por la inyección de una cierta intensidad de corriente eléctrica a través de dos electrodos (A y B) y el registro de la diferencia de potencial mediante otro par de electrodos (M y N) enterrados a pocos centímetros en el suelo. Dicho registro es representativo de un determinado volumen de terreno y depende de la posición y la geometría del arreglo de electrodos utilizado.

### Prospección sísmica

La prospección sísmica se basa en el estudio de las diferentes propiedades elásticas de las rocas que conforman la corteza terrestre. Una onda sísmica puede generarse en la superficie terrestre mediante fuentes sísmicas artificiales; ésta viaja a través del subsuelo con una rapidez que depende de la naturaleza de las rocas o materiales que la conforman. En las interfaces donde la rapidez de la onda o la densidad cambia, se hacen presentes los fenómenos físicos de refracción, reflexión y difracción.

## Análisis de resultados

La tomografía eléctrica obtenida, ofrece información hasta unos 15.5 m de profundidad, con un total de 360 registros de resistividad aparente. La separación entre los 48 electrodos utilizados, en esta prueba, se fijó a 2 m. Para la prospección sísmica se utilizaron 12 geófonos equi – espaciados a 6 m; un total de 8 puntos de fuente de ondas sísmicas fueron seleccionados y distribuidos sistemáticamente, a lo largo de un perfil, para generar la tomografía sísmica. La longitud de dicho perfil fue de 90 m y la profundidad de investigación obtenida en este perfil fue de aproximadamente 30 m.

## Resultados

### Prospección eléctrica

- Una capa superficial con un notable grado de heterogeneidades, con resistividades superiores a los 700 ohm.m y que se extienden hasta los 15,5 m de profundidad en algunos sectores (ver tonalidades verde/violeta).
- Una capa conductora en tonalidades celeste/azul con resistividades inferiores a los 500 ohm.m, ubicado entre los 48 y 60 m a lo largo del perfil. Dicha capa se encuentra ubicada en una profundidad de aproximadamente 10 m.

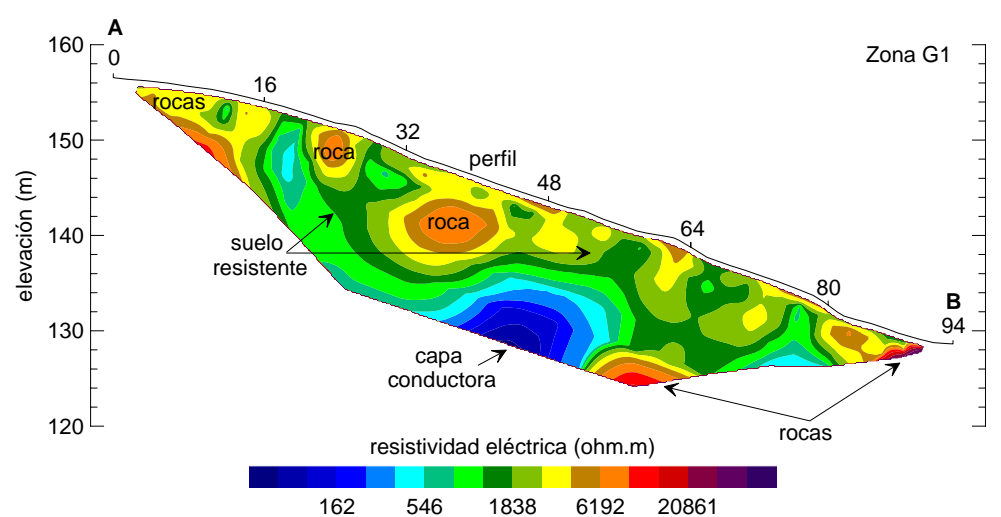


Figura 1. Tomografía de resistividad eléctrica obtenida en el perfil, sector de Gamboa – cuenca del Canal de Panamá.

### Prospección sísmica

- Una capa superficial constituida de material arcilloso (tonalidades rosado/rojo/amarillo).
- Una segunda capa en tonalidad verde asociada a un material denso (arcillas y rocas dispersas).
- Una tercera capa (tonalidad azul) asociada a manto rocoso con un notable nivel de fractura.

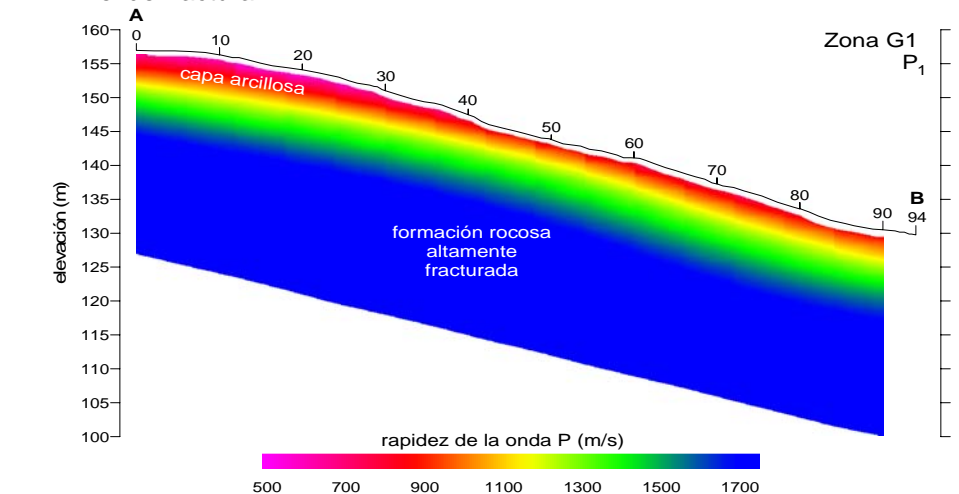


Figura 2. Tomografía sísmica obtenida en el perfil, sector de Gamboa – Canal de Panamá.

## Conclusiones

- Los métodos de prospección geofísica juegan un papel importante en la exploración del subsuelo para la identificación y parametrización de las aguas subterráneas.
- La capa superficial presenta un alto nivel de resistencia, al paso de las cargas eléctricas, lo que genera anomalías con altos valores de resistividad eléctrica; a pesar de este inconveniente, la información generada en la prospección sísmica permitió definir la geometría del manto rocoso.

<sup>1</sup>Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas, <sup>2</sup>Centro Experimental de Ingeniería, <sup>3</sup>Wyoming University (USA)