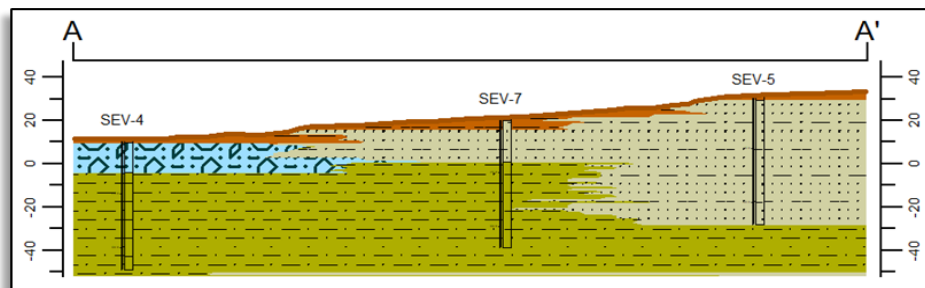


**REPUBLICA DE PANAMA**

**NORTH EAST SOCIAL HOUSES, S.A.**

**INVESTIGACIÓN GEOFÍSICA  
CON FINES DE VALORACIÓN DE RESERVAS DE AGUAS  
SUBTERRÁNEAS PARA UBICACIÓN DE POZOS  
PROYECTO HACIENDA SANTA TERESA**



**HIDROGEO SERVICIOS CONSULTORES, S. A.**

**PREPARADO POR: MSc. GEOL. RONELDO ARJONA  
(LICENCIA PROF. No. 2011-185-001)**

**DICIEMBRE, 2017**

## **INDICE**

|   | Pag. |
|---|------|
| 1. INTRODUCCIÓN   | 1    |
| 2. LOCALIZACIÓN   | 1    |
| 3. CARACTERÍSTICAS FISIAGRÁFICAS  | 2    |
| 3.1. CLIMA  | 2    |
| 3.2. PRECIPITACIÓN  | 3    |
| 3.3. GEOMORFOLOGÍA Y EROSIÓN  | 4    |
| 3.4. MARCO GEOLÓGICO  | 5    |
| 3.5. RECURSOS HÍDRICOS DISPONIBLES  | 6    |
| 3.5.1. Fuentes superficiales  | 6    |
| 3.5.2. Fuentes subterráneas   | 7    |
| 4. INVESTIGACIÓN GEOFÍSICA  | 8    |
| 4.1. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN   | 8    |
| 4.2. CARACTERÍSTICAS DE EJECUCIÓN   | 10   |
| 4.3. RESULTADOS DE LOS TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN GEOFÍSICA                    | 13   |
| 4.3.1. Respuesta geoelectrica del medio investigado                           | 13   |
| 4.3.2. Interpretación litológica de capas geoelectricas                       | 14   |
| 4.3.3. Criterios para la selección de los sitios óptimos para pozos profundos | 18   |
| 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES   | 20   |
| ANEXO   | 22   |

# INVESTIGACIÓN GEOFÍSICA

## CON FINES DE VALORACIÓN DE RESERVAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS PARA UBICACIÓN DE POZOS PROFUNDOS

### 1. INTRODUCCIÓN

La Empresa **North East Social Houses, S.A.** Promotora oficial del Proyecto **Hacienda Santa Teresa** en Pacora ha solicitado la preparación de la presente Investigación Geofísica con fines de valoración del potencial de aguas subterráneas, para verificación de los sitios óptimos de captación por pozos profundos, que serían utilizados como fuente de abastecimiento de agua potable del acueducto de un complejo urbanístico compuesto de viviendas residenciales con todos los servicios públicos y zonas verdes de parques para esparcimiento de la futura comunidad. Concretamente, el proyecto Hacienda Santa Teresa es un proyecto de tipo residencial bono solidario, el cual forma parte del Plan Maestro del proyecto “**Haciendas de Pacora**”.

Este proyecto propone además de las facilidades mencionadas, la construcción de áreas comerciales de baja intensidad o barrial, combinadas con zona residencial de mediana densidad, servicio básico de equipamiento vecinal y servicio institucional básico para la construcción de instalaciones de salud, educación, religioso o centro de cultura y desarrollo social, que podrán ser utilizadas por los futuros moradores del proyecto. Asimismo se contemplan servicios de acceso regular de transporte público.

### 2. LOCALIZACIÓN

Este Proyecto se encuentra ubicado en el sector de Río Chico N° 2, corregimiento de Pacora, distrito de Panamá, provincia de Panamá; contempla un globo de terreno segregado de la finca 177854, Rollo 31421, con una superficie total de 52 Ha + 4809.44 m<sup>2</sup>, propiedad de VERZASCA IMPORT, S. A.

Su ruta de acceso terrestre se encuentra a unos 15 Km del núcleo urbano de Diciembre por la Carretera Nacional a mano derecha frente de la entrada a Paso Blanco, unos 2 km por camino rural de grava (Figura 1).



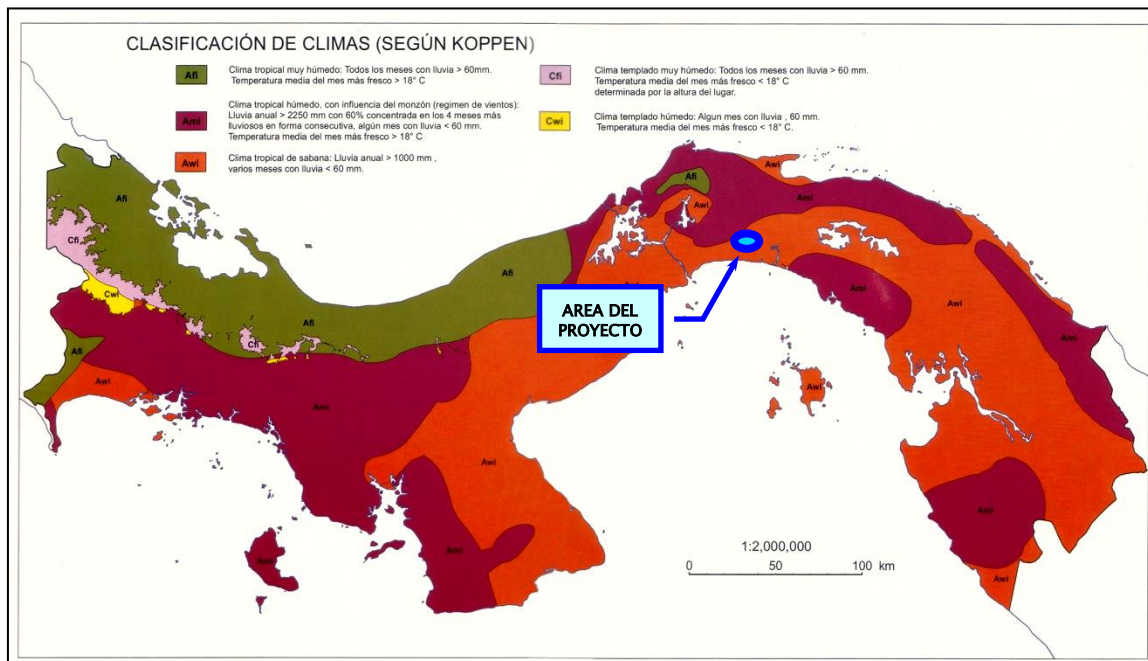
**Figura 1. Localización Regional del Proyecto.**  
**Fuente: Mapa Físico de la República de Panamá, Atlas Nacional, 2007.**

### 3. CARACTERÍSTICAS FISIOGRAFICAS

#### 3.1. CLIMA

El clima del área de interés, en términos generales, está determinado por la localización geográfica, la altura sobre el nivel del mar, el relieve y la extensión territorial. Para la clasificación climática se utilizó el sistema del climatológico alemán W. Köppen, teniendo en cuenta las características pluviométricas y térmicas del área de influencia (Figura 2).

Según esta clasificación, regionalmente tenemos el *clima tropical de sabana (Aw)*, con las siguientes características: *Precipitación anual menor que 2,500 mm, estación seca prolongada (meses con lluvia menor de 60 mm) en el invierno del hemisferio norte; temperatura media del mes más fresco mayor que 18°C, diferencia entre la temperatura media del mes más cálido y el mes más fresco menor de 5°C.*



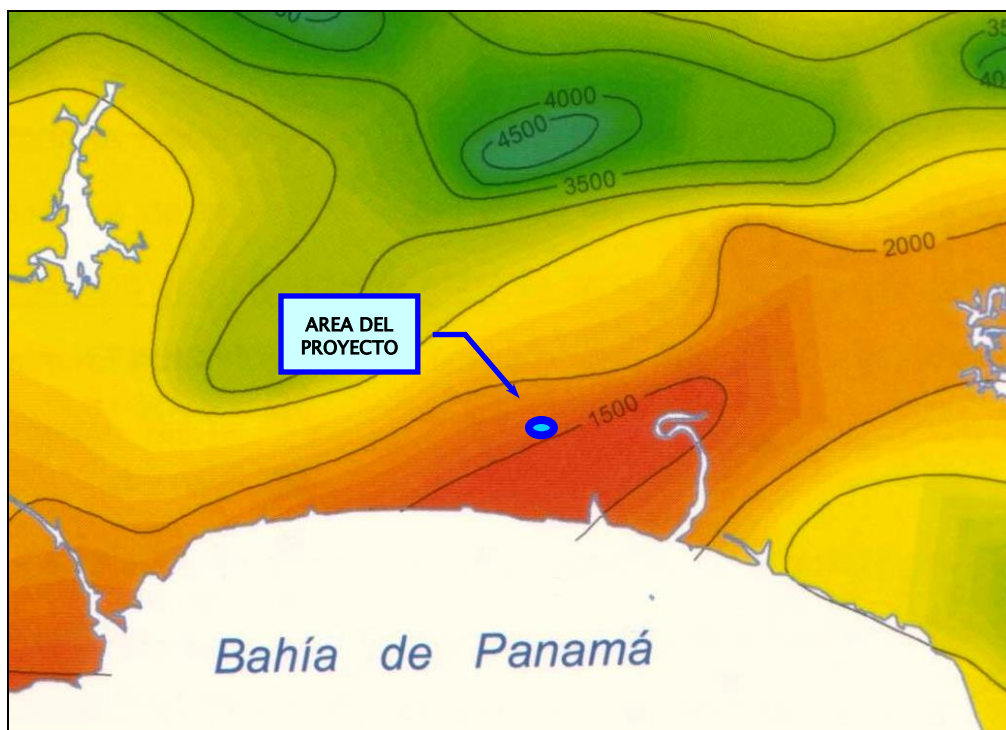
**Figura 2. Clasificación de Climas (según Köppen).**  
**Fuente: Mapa 11.3, Atlas Nacional de la República de Panamá, 2007.**

Este tipo de clima, como norma general en nuestro país, a nivel general es el propio de tierras bajas afectadas por la deforestación y dedicadas a potreros, áreas pobladas y agricultura de subsistencia.

### 3.2. PRECIPITACIÓN

El régimen anual de precipitación, característico del área evaluada, es de tipo monomodal, con un período seco de 5 meses de Diciembre a Abril, acentuado de Febrero a Marzo y un período lluvioso de 7 meses, de Mayo a Noviembre, siendo mayores las lluvias en Octubre (Figura 3).

Este período, en términos generales, se caracteriza por los máximos de precipitaciones coincidentes con el paso de la ITCZ (Zona de Convergencia Intertropical) en dirección al norte (junio) y en sentido meridional (octubre) en su desplazamiento, siguiendo la trayectoria de la declinación anual del sol. Para nuestro caso concreto, la precipitación en la zona de estudio es aproximadamente de 1,600 mm por año.



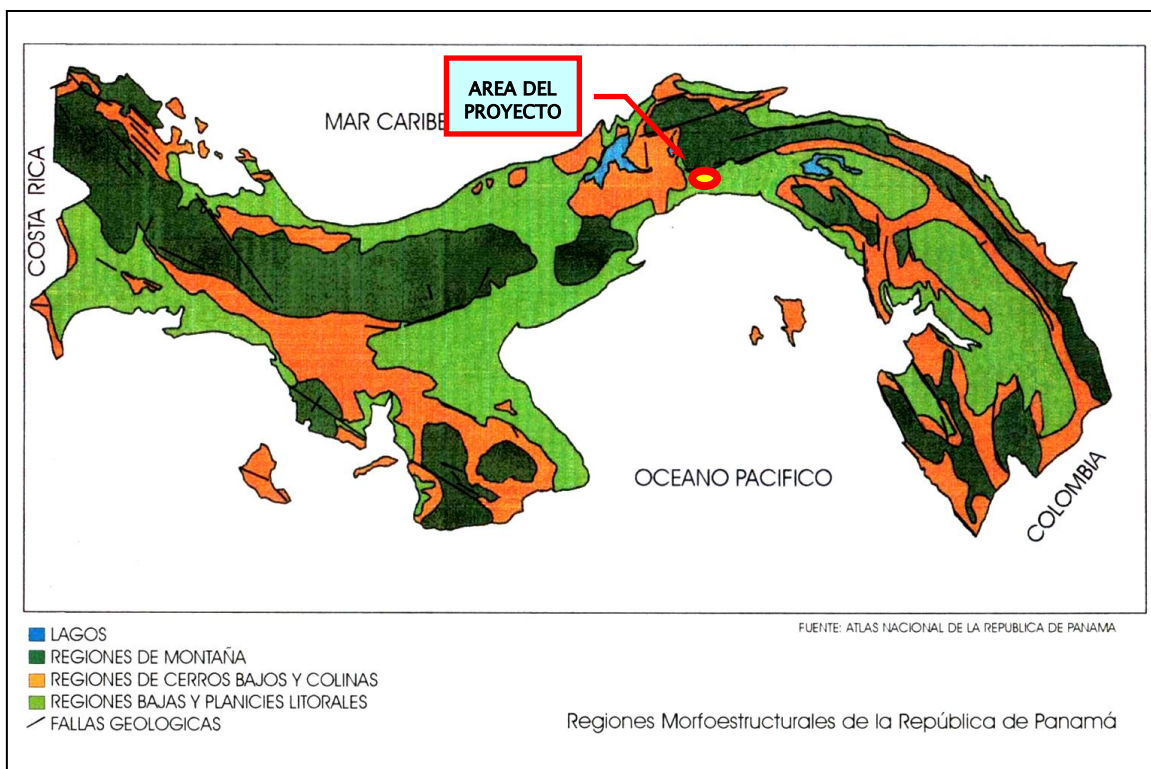
**Figura 3. Precipitación Media Anual en milímetros del área del Proyecto.**  
**Fuente: Mapa 9.1, Atlas Nacional de la República de Panamá, 2007.**

### 3.3. GEOMORFOLOGÍA Y EROSIÓN

El área investigada morfoestructuralmente está representada por la unidad geomorfológica denominada como *Regiones Bajas y Planicies Litorales* (Figura 4). En el contexto estructural corresponde a litología de rocas sedimentarias y deposiciones volcánicas ubicadas morfoestructuralmente en el Terciario Medio.

La erosión pudiera ser en este caso de tipo eólica o de precipitación en época de lluvias. Esta última es la de mayor incidencia en forma de red drenajes de trayectoria angular en el marco de procesos normales para tierras bajas con bajo gradiente hidráulico, actualmente dedicadas a potreros.



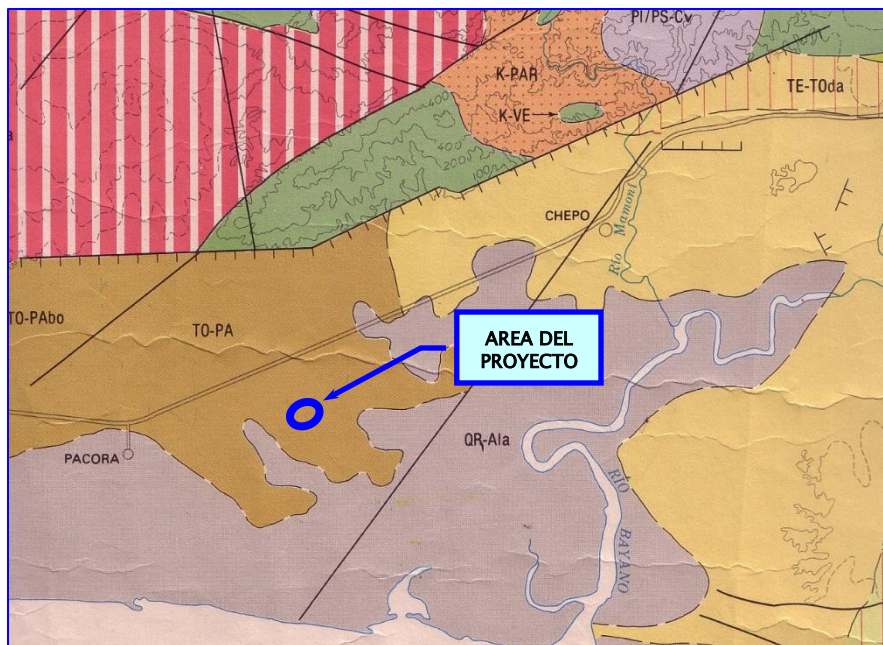


**Figura 4. Región Morfoestructural del área del Proyecto.**  
**Fuente: Mapa 4.1, Atlas Nacional de la República de Panamá, 2007.**

### 3.4. MARCO GEOLÓGICO

En el área de influencia aledaña a las riberas del río Santo afloran rocas sedimentarias de la formación Panamá (TO-PA) fase marina. En general, está constituida por arenisca tobácea, lutita tobácea, caliza albacea y foraminífera.

La formación geológica Panamá fase marina, que han interceptado los sondeos geofísicos realizados durante la presente evaluación, es de la Época del Oligoceno Medio del Período Terciario con 28.1 millones de años según la escala de tiempo geológico (Figura 5).



**Figura 5. Mapa Geológico del Área del Proyecto**  
**Fuente: Mapa Geológico de la República de Panamá, DGRM, 1991.**

La descripción e interpretación de los materiales que se hace en este trabajo, está basada en el Mapa Geológico de la República de Panamá, Escala 1:250,000 (1991), el de Geología y Geomorfología del Catastro Rural de Tierras y Aguas de la República de Panamá escala 1:50,000 (1968), así como en las observaciones efectuadas durante las labores de campo en el Proyecto Hacienda San Antonio y otros proyectos similares, cercanos a la zona evaluada.

### 3.5. RECURSOS HÍDRICOS DISPONIBLES

#### 3.5.1. Fuentes superficiales

La cuenca hidrográfica donde está localizada la Finca o polígono evaluado es la del “Río Chepo”, identificada como la No. 148, y se encuentra ubicada en la Vertiente Pacífica (Figura 6).

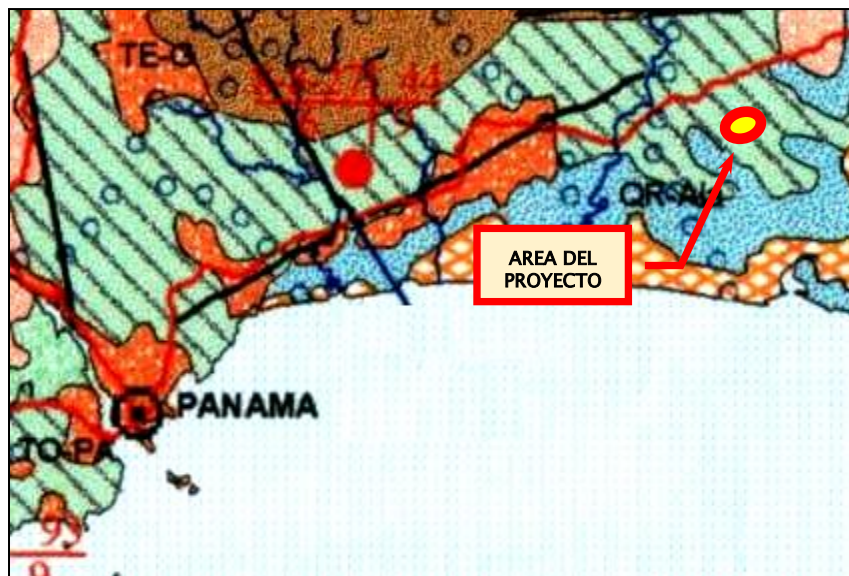


[illegible]

### 3.5.2. Fuentes subterráneas

Áreas con acuíferos locales, continuos o discontinuos de productividad limitada,  $Q = 3-5 \text{ m}^3/\text{h}$  (13-22 gpm), con permeabilidad baja, pertenecientes al grupo geológico Panamá fase marina (TO-PA). Acuíferos constituidos por depósitos marinos generalmente de naturaleza clástica, con secciones ocasionales de origen bioquímico (calizas). La granulometría predominante de estos materiales es fina teniendo como origen limos y arcillas. En estas formaciones se encuentran aleatoriamente intercalaciones de basaltos y

andesitas en forma de diques. Se puede obtener cierta producción buena en pozos individuales. La calidad química de las aguas es variable.



**Figura 7. Mapa Hidrogeológico del Área del Proyecto.**  
**Fuente: Mapa Hidrogeológico de Panamá, ETESA, 1999.**

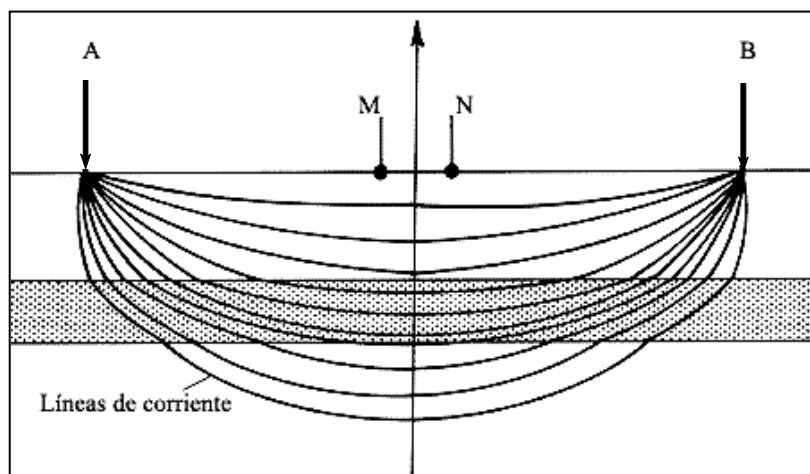
## 4. INVESTIGACIÓN GEOFISICA

### 4.1. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Ante la necesidad de poder formar una imagen tridimensional del bloque geológico que conforma el Proyecto Hacienda Santa Teresa en el área del Distrito de Panamá, se decidió definir este factor a través de sondeos geofísicos llamados Sondeos Eléctricos Verticales (SEV), teniendo como referencia colateral el análisis de los mapas geológicos e hidrogeológico de la zona evaluada para la interpretación respectiva, así como también observaciones de campo en el sitio de investigación. Cabe destacar, que los métodos geofísicos de exploración del subsuelo no son nuevos en el ámbito profesional, pero tampoco han sido ajenos a la actual llamada “revolución digital”, con el mejoramiento del instrumental de medición de campo e interpretación por sofisticadas aplicaciones de procesamiento de datos, que ha brindado información más rápida y confiable, pudiendo

aplicarse a disciplinas como ingeniería civil, geología y evaluación de impacto ambiental. El objetivo de la presente investigación geofísica ha sido brindar las referencias en profundidad sobre el sitio óptimo para perforar pozos productivos en este sector, que se caracteriza por tener un rendimiento variable o incierto en la producción de agua subterránea, estimándose la factibilidad para apoyo como fuente para acueducto privado.

Para detectar las condiciones de disposición espacial de las capas geológicas, se implementó el método geofísico electroresistivo, con el arreglo de electrodos tipo Schlumberger. El reconocimiento mediante resistividad eléctrica constituye una investigación geofísica exploratoria, en la cual las mediciones de la resistividad de la tierra se realizan en la superficie del terreno, aprovechando la particularidad de que la corriente eléctrica inyectada penetra en forma de semicírculo entre un electrodo positivo y otro negativo (Figura 8).



**Figura 8. Arreglo de electrodos tipo Schlumberger.**

Al aumentar progresivamente la distancia entre electrodos de corriente y hacerse mayor el semicírculo respectivo, se puede tener un registro de las capas geoelectricas atravesadas, si a su vez se tienen otro par de electrodos midiendo el potencial resultante entre los electrodos de corriente. La resistividad aparente se calcula a través de coeficientes propios de cada arreglo de electrodos, interviniendo además, los principios de cálculo de la conocida Ley de Ohm.

## 4.2. CARACTERÍSTICAS DE EJECUCIÓN

En el área del Proyecto, con el fin de detectar las zonas más perspectivas para perforación de pozos de agua para consumo humano, han sido ejecutados en su totalidad 10 sondeos tipo SEV. En el despliegue de los electrodos de corriente y potencial al ser un terreno dedicado previamente a potreros con poco bosque, no se experimentaron dificultades con ninguna interferencia natural que eventualmente puede afectar algunas lecturas como potencial espontáneo pulsante, obstáculos físicos o cualquier otra perturbación. Se montaron los registros geoelectricos según coordenadas de referencia con fines de esclarecer patrones de comportamiento del medio acuífero, que cubrieran plenamente el área del proyecto, ya que se trata de un polígono un tanto mixto con llanuras en la parte sur y pendientes más pronunciadas en el sector norte de la propiedad. (Tabla 1 y Figura 9).

***Tabla 1. Localización de los SEV en el predio evaluado.  
Fuente: Equipo Consultor, 2017.***

| No. SEV  | Coordenadas GWS-84 |           | Elevación, m |
|----------|--------------------|-----------|--------------|
|          | Este (m)           | Norte (m) |              |
| SEV-1ST  | 695284             | 1004456   | 12           |
| SEV-2ST  | 694774             | 1004772   | 8            |
| SEV-3ST  | 694774             | 1004772   | 8            |
| SEV-4ST  | 694667             | 1004922   | 11           |
| SEV-5ST  | 695078             | 1005277   | 32           |
| SEV-6ST  | 695392             | 1005257   | 36           |
| SEV-7ST  | 694961             | 1005076   | 21           |
| SEV-8ST  | 695021             | 1004895   | 21           |
| SEV-9ST  | 695229             | 1004708   | 19           |
| SEV-10ST | 695572             | 1005132   | 35           |





**Figura 9. Localización de los SEV.**  
**Fuente: Equipo Consultor, 2017.**

En cuanto a la captura de datos de campo, las respuestas del terreno a la inyección de corriente fueron claras y precisas. Al investigarse un medio donde la resistividad es inferior por tratarse de sedimentos de origen marino arcillosos con influencia de vulcanismo se dieron valores bajos acordes con la naturaleza de los estratos, que la alta calidad del programa de interpretación pudo manejar sin problemas para ajustar las curvas respectivas.

El despliegue máximo de las alas del arreglo de electrodos tipo Schlumberger fue de  $AB/2 = 70$  metros por lado, previéndose lecturas de empalme de los cambios de electrodos de potencial MN. Se utilizaron electrodos de acero inoxidable para prevenir la polarización de la corriente en el punto de inyección y facilitar la lectura en general de los datos, la precisión del aparato “ELECTORAZVIEDTKA” es de décimas de milivoltios y



miliamperios para obtener información sobre potencial e intensidad de corriente respectivamente (Figuras 10 y 11).



**Figura 10. Vista actual del área central del polígono investigado.**  
**Fuente: Equipo Consultor, 2017.**



**Figura 11. Labores de captura de datos y detalle del equipo utilizado.**  
**Fuente: Equipo Consultor, 2017.**

### **4.3. RESULTADOS DE LOS TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN GEOFÍSICA**

#### **4.3.1. Respuesta geoeléctrica del medio investigado**

Los principales aportes de este trabajo investigativo ha sido la definición de los complejos procesos de alteración de la capa de suelo y las deposiciones marinas que se dan en la zona evaluada, con una visual más amplia en el plano vertical y horizontal que se obtendrían con una sola observación de superficie, ya que para definir espacialmente en tres dimensiones y cubrir el polígono, se contemplaron 10 sondeos eléctricos verticales (SEV).

El programa para materializar los datos geofísicos en un bloque modelo utilizado, es de uso profesional que considera aspectos de coherencia de las capas reales, en este caso sedimentario-marinas confrontados con equivalentes en curvas patrón de capas geoeléctricas. La alta calidad de la presentación del material gráfico que refleja los datos de campo en el plano vertical y sus capas de resistividad, se logró con el apoyo de los datos cartográficos del plano topográfico proporcionado por la empresa promotora, al cual le adaptamos sus respectivas coordenadas UTM para poder navegar sobre la propiedad con GPS manual y cumplir los objetivos trazados.

Los resultados concretos de esta evaluación geofísica son la capacidad de poder crear mapas de secciones de todo el polígono investigado en el plano horizontal y el vertical. También como material de apoyo a la comprensión espacial del medio acuífero investigado se presentan una vista general del bloque modelo de la finca, ampliado con sus rasgos geológicos más relevantes. En el plano vertical se suministran perfiles litológicos que incluyen los datos de los sondeos geoeléctricos ejecutados, los cuales son bastante explícitos, brindando un panorama general de la zona investigada y facilitando así la búsqueda de los sitios óptimos para perforaciones profundas en las zonas más perspectivas. Cabe destacar que tales zonas perspectivas resultan más productivas si se fijan de la elevación 20 msnm hacia abajo, para dar lugar a mayor

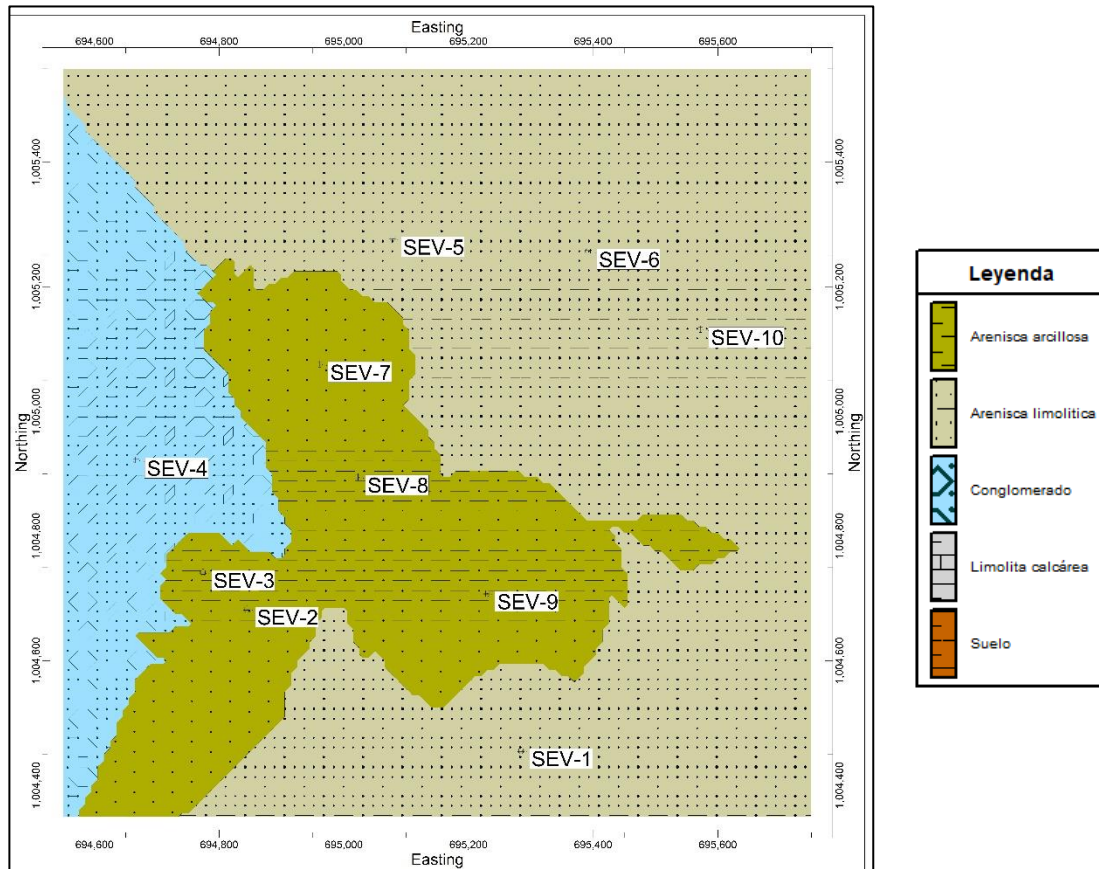
drenaje subterráneo e infiltración desde las elevaciones superiores del terreno disponible.

#### **4.3.2. Interpretación litológica de capas geoelectricas**

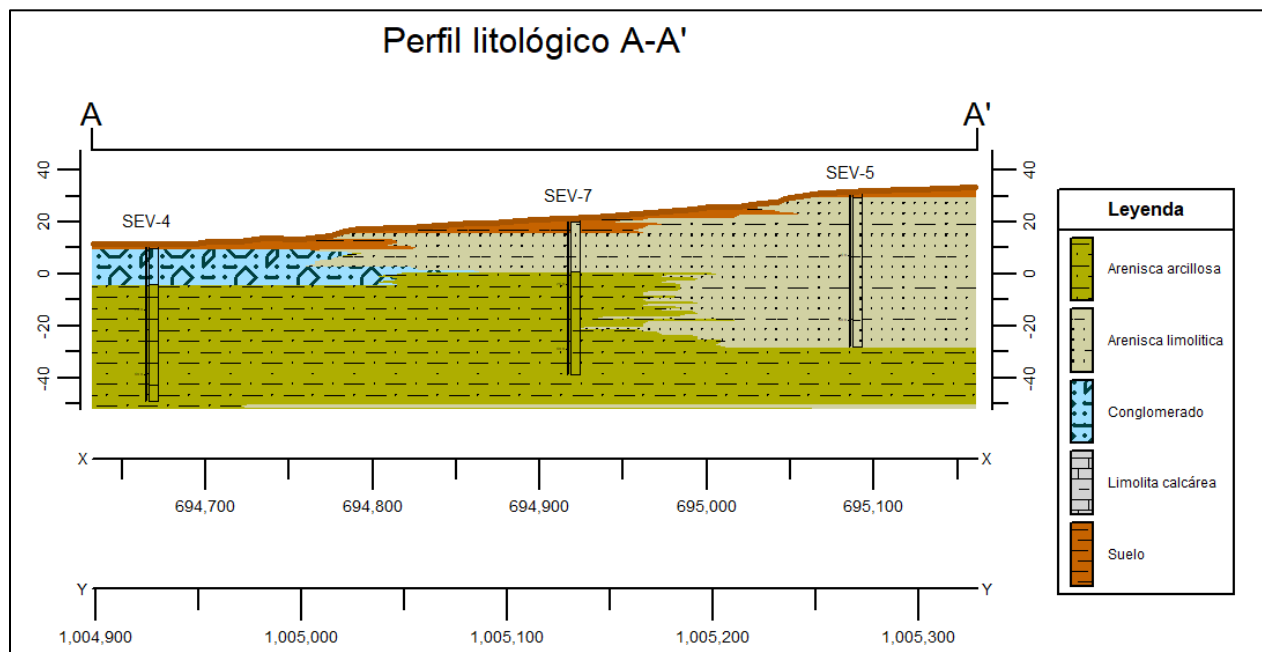
Para obtener el producto final del cateo con resistividad eléctrica del área del proyecto, que son los perfiles litológicos, es importante la interpretación de todos los datos de campo que permiten la confección del respectivo bloque modelo de la disposición espacial de las capas litológicas propiamente dichas o bien, los tipos de roca que componen el subsuelo. Por lo general, se utilizan a manera de calibración perforaciones existentes con litología conocida, pero en ausencia de las mismas, como en este caso concreto, se puede realizar la interpretación a base de afloramientos de roca en el área.

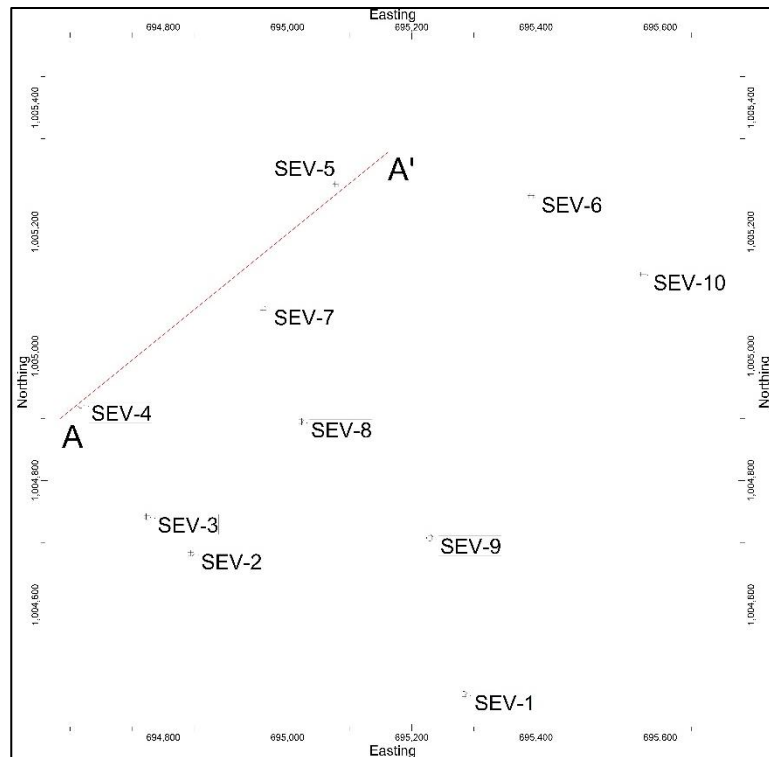
También es importante conocer los procesos que dieron origen a esta roca en la zona dominada por la formación Panamá (Fase Marina) TO-PA. Hace unos 28.1 millones de años existía un reducido mar interior con aguas cálidas que generó vida como pequeños crustáceos y algas. Por otro lado, también existieron períodos donde el agua se empezó a encerrar en caletas y creo capas de lama y arena. Estos procesos genéticos dieron origen a dos tipos de rocas sedimentarias básicas en el polígono investigado: una relacionada con la actividad bioquímica de organismos con caparazones calcáreos que generaron limolita con cementante de tipo calcáreo, y por otra parte, las deposiciones en ambientes de pobre circulación de agua generaron roca arenisca con cementante arcilloso marino conocido como lama en su estado no consolidado.

La disposición de las principales capas litológicas en el área investigada a una profundidad de cota cero del terreno puede ser observada en el mapa de corte horizontal que se obtuvo del bloque modelo generado (Figura 12), así como en los perfiles litológicos (Figuras 13 y 14):

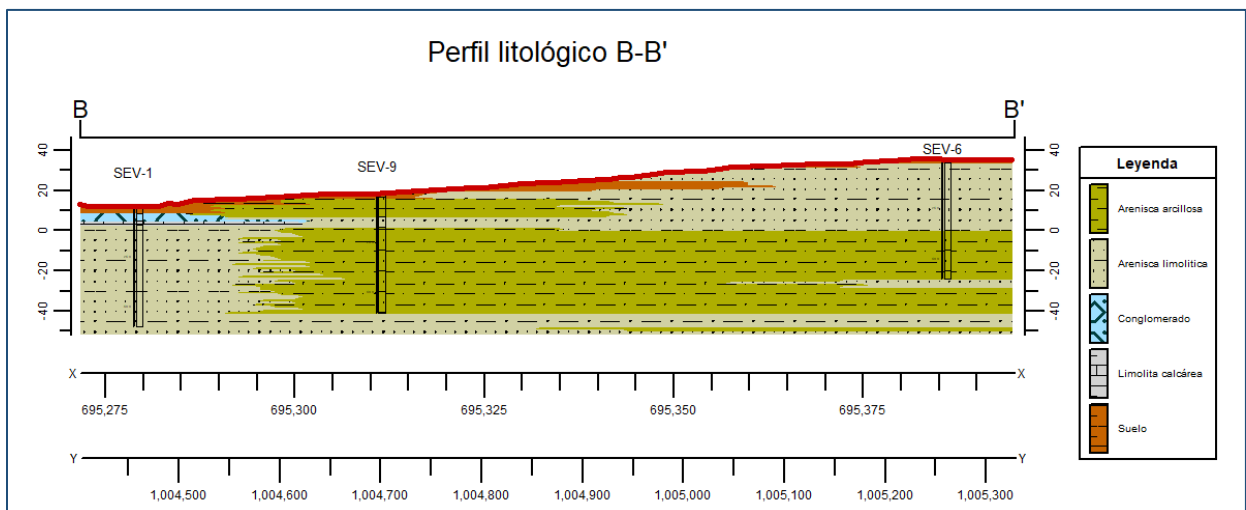


**Figura 12. Corte horizontal del bloque modelo a profundidad de cota cero desde la superficie del terreno de la zona investigada. Fuente: Equipo Consultor, 2017.**

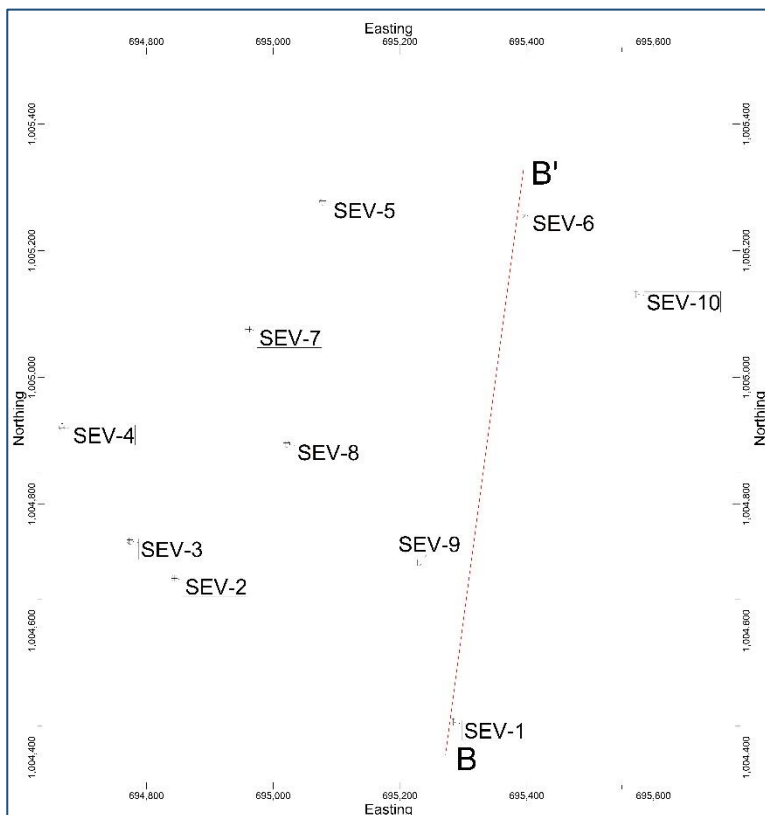




**Figura 13. Perfil litológico A-A' y su localización.**  
**Fuente: Equipo Consultor, 2017.**







**Figura 14. Perfil litológico B-B' y su localización.  
Fuente: Equipo Consultor, 2017.**

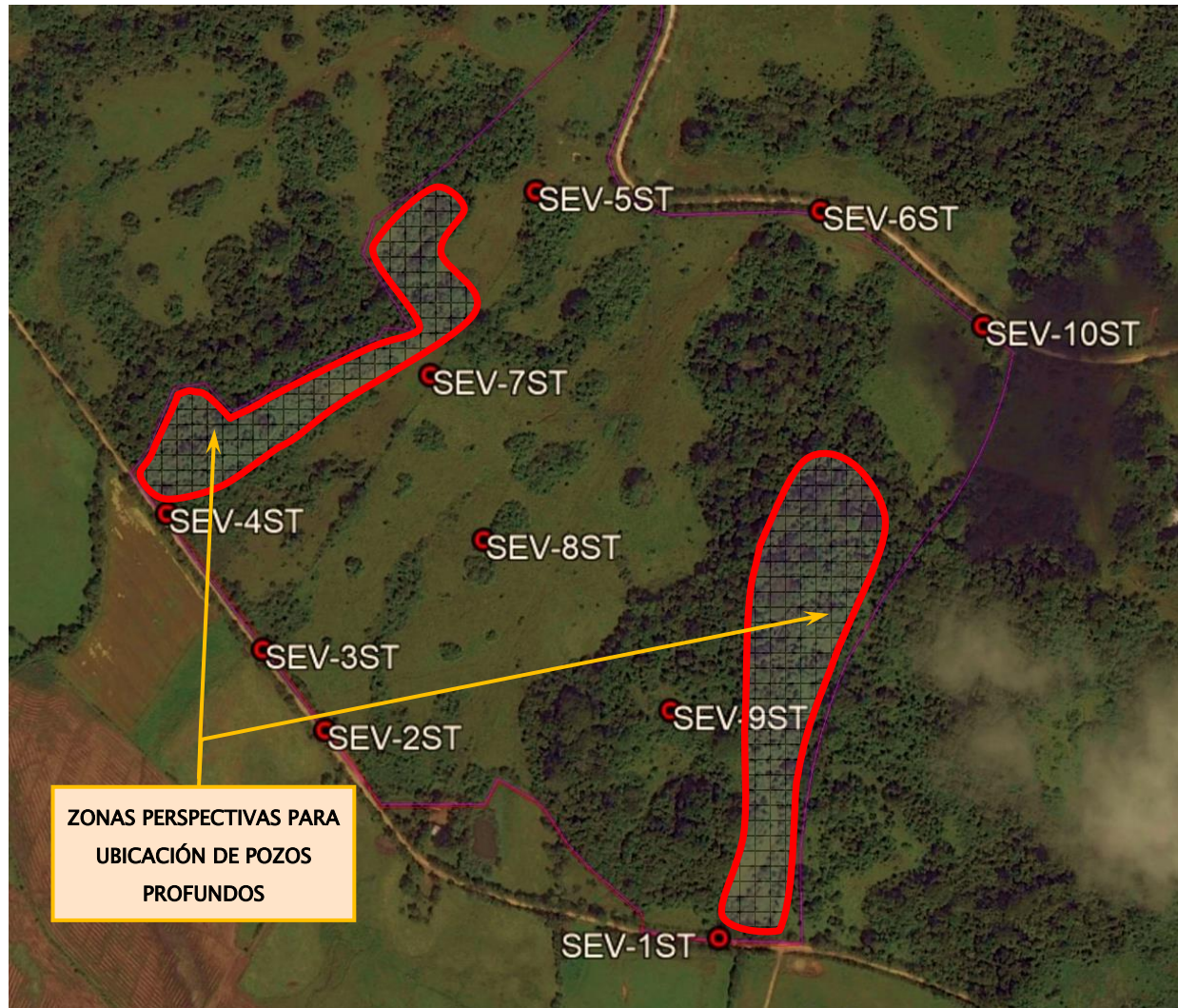
La descripción de las capas de los perfiles litológicos es la siguiente:

- *Cubierta de suelo.* Material producto de la descomposición de la roca original, es decir no transportado, está compuesto por fracciones finas de limo o arcillas de alta plasticidad, color rojo y varía de crema a chocolate grisáceo. Esta cubierta de suelo es de espesor variable en atención a procesos normales de agentes como la erosión por el viento y la lluvia, además de la respectiva meteorización por descomposición química de sus componentes originales.
- *Arenisca limolítica de origen marino.* Es de dureza media, color gris verdoso, granulación de fina a media en cementante de lama. Al ser un material con cierta plasticidad tiende a almacenar poca agua al sellar eventuales grietas en su masa rocosa. Por otra parte, si son afectadas por tectonismo pueden ser un material productivo al almacenar agua en los corredores del fallamiento.

- *Arenisca arcillosa*. Es la misma roca ya descrita color verde oliva, pero que ha sido alterada por la presencia de fallamientos muy antiguos o infiltración de agua en su interior que ha descompuesto en arcilla parte del material. Tal infiltración provoca hinchamiento y también sellado del medio acuífero.
- *Limolita calcárea*. Roca de origen marino compuesta de limos cementados por acción de restos de fósiles marinos calcáreos, dureza media, coloración crema en la roca fresca. Los fracturamientos de la corteza terrestre pueden afectarle, produciendo permeabilidad de tipo secundario del material que constituye horizontes acuíferos.
- *Conglomerado*. Este tipo de roca incluso puede observarse cercana al SEV-1ST, en las partes erosionadas de la carretera de acceso que colinda con la propiedad donde aparece parcialmente meteorizada con fragmentos redondeados de grava de 10 a 25 milímetros en matriz de arenisca calcárea fina, siendo de origen mixto volcánico y sedimentario común. En todo caso es una capa poco potente con poca relevancia como elemento acuífero.

#### **4.3.3. Criterios para la selección de los sitios óptimos para pozos profundos**

La base para la definición de las zonas perspectivas para la perforación de pozos profundos de esta exploración geofísica, ha sido la definición del comportamiento de la geología estructural del área, donde los fracturamientos de las capas geológicas tienen una configuración ortogonal, generando bloques rectangulares con fallas alineadas sistemáticamente con orientación noreste suroeste. Por consiguiente, el drenaje y las quebradas de esta área evaluada tienen este patrón de comportamiento, siendo favorable interceptar estas fallas en la ubicación de los pozos a perforar. En el material gráfico del presente trabajo estamos incluyendo un mapa donde se resalta con entramado las zonas más favorables a la captación de agua subterránea (Figura 15).



**Figura 15. Mapa de localización de las zonas perspectivas para la ubicación de pozos.**  
**Fuente: Equipo Consultor, 2017.**

Cabe destacar que los puntos de sondeo geoelectricos son solo referencia para un enfoque integral de los datos. Los 10 puntos de este polígono de investigación pueden valorarse individualmente, pero es más conveniente apoyarse en el modelo generado complementado con los datos de geología estructural analizados. En tal sentido, el área cercana a los SEV-1ST y SEV-9ST y los SEV-4ST y SEV-7ST resultaron las zonas más perspectivas.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Luego de realizar la prospección geofísica con fines de valoración de las reservas de aguas subterráneas en los predios del **Proyecto Hacienda Santa Teresa** en el sector aledaño a las riberas de los ríos Santo en el corregimiento de Pacora y Señora en el Distrito de Chepo, se puede concluir lo siguiente:

- ❖ El resultado final de la investigación geofísica realizada permite visualizar el medio acuífero tanto en el plano vertical como en el horizontal. Esto se refleja a través de elaboración de cortes litológicos, correspondientes a las profundidades de cero como nivel del terreno a 60 metros de profundidad, tipificando parte del medio acuífero que interceptarán las perforaciones, y el piso del mismo. Además de estos cortes o perfiles litológicos se tiene a nivel de detalle en el Anexo las fichas técnicas de cada Sondeo Eléctrico Vertical (SEV) con las gráficas de resistividades de las capas geoeléctricas, sus espesores y profundidades.
- ❖ En base a los datos de campo obtenidos, ha sido posible definir para el plano horizontal un mapa del área más perspectivas para la ubicación de las futuras perforaciones, que aparecen en zona de entramado. Las mismas son sugerencia de libre aceptación o rechazo, pero fundamentadas en la ciencia hidrogeológica. En esta zona se deben desplegar las futuras perforaciones teniendo en consideración que se debe guardar una distancia entre pozos no menos de 100 metros, ya que el radio de influencia de los captadores es de aproximadamente 50 m y no deben traslaparse para evitar la merma de caudal por interferencia mutua. Se recomienda un retiro lateral entre 20 a 30 metros de las quebradas para el óptimo despliegue de las perforaciones.
- ❖ El proyectista también tiene a su disposición con este trabajo una visión en tres dimensiones del medio geológico con la información generada por los diferentes sondeos geoeléctricos, contándose con material técnico-gráfico que secciona en Perfiles Litológicos y corte horizontal todo el acuífero hasta una profundidad de

60 m. El interés de esta información es la tarea de interceptar en el área evaluada no solo las fallas geológicas sino también las capas litológicas más favorables en las futuras perforaciones.

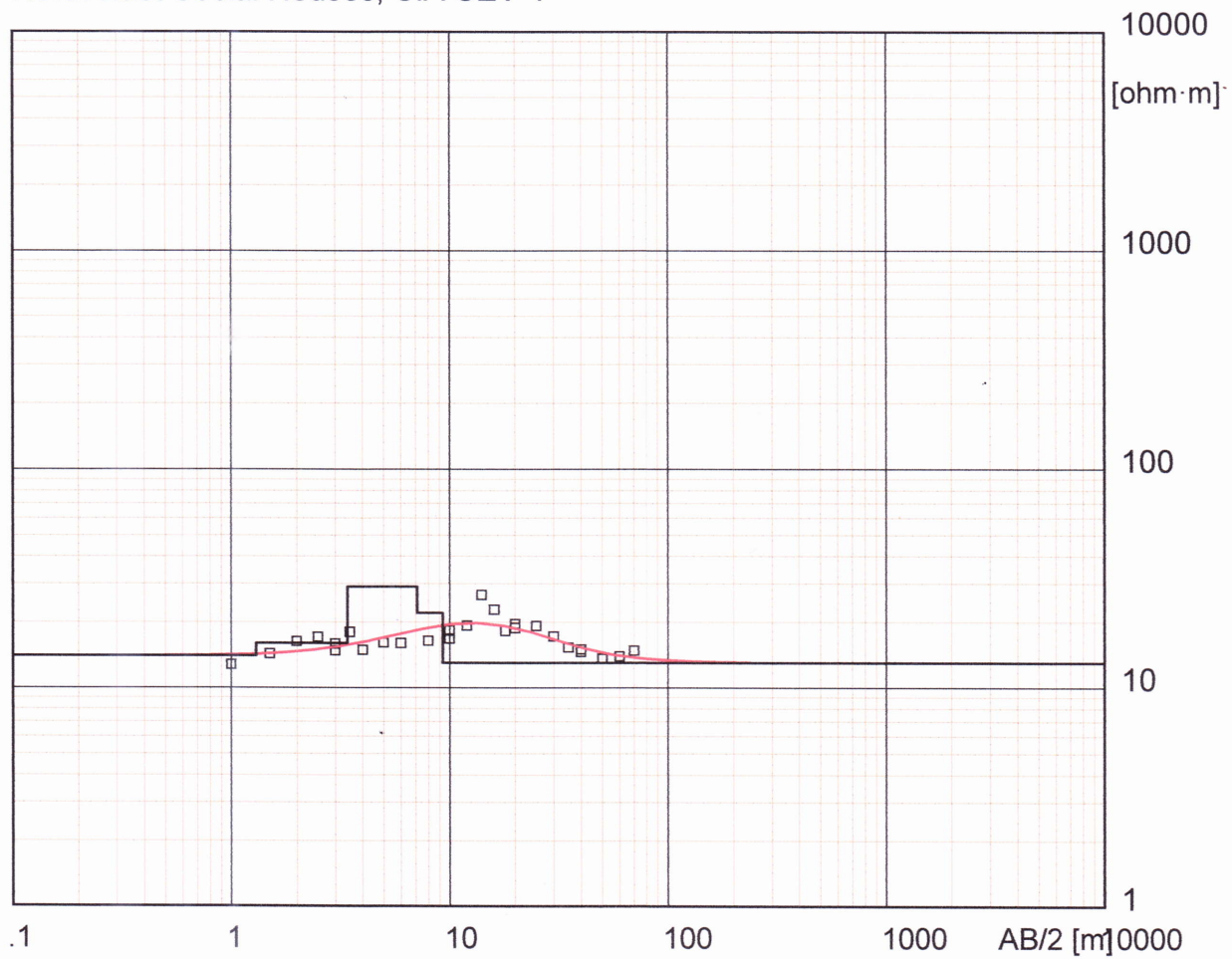
- ❖ Con la confección de este Estudio Geofísico, consideramos haber alcanzado los objetivos propuestos de exploración del subsuelo, que involucra este tipo de investigación.



## **A N E X O**

# Electrical sounding Schlumberger - Santa Ter SEV-1.WS3

North East Social Houses, S.A SEV-1



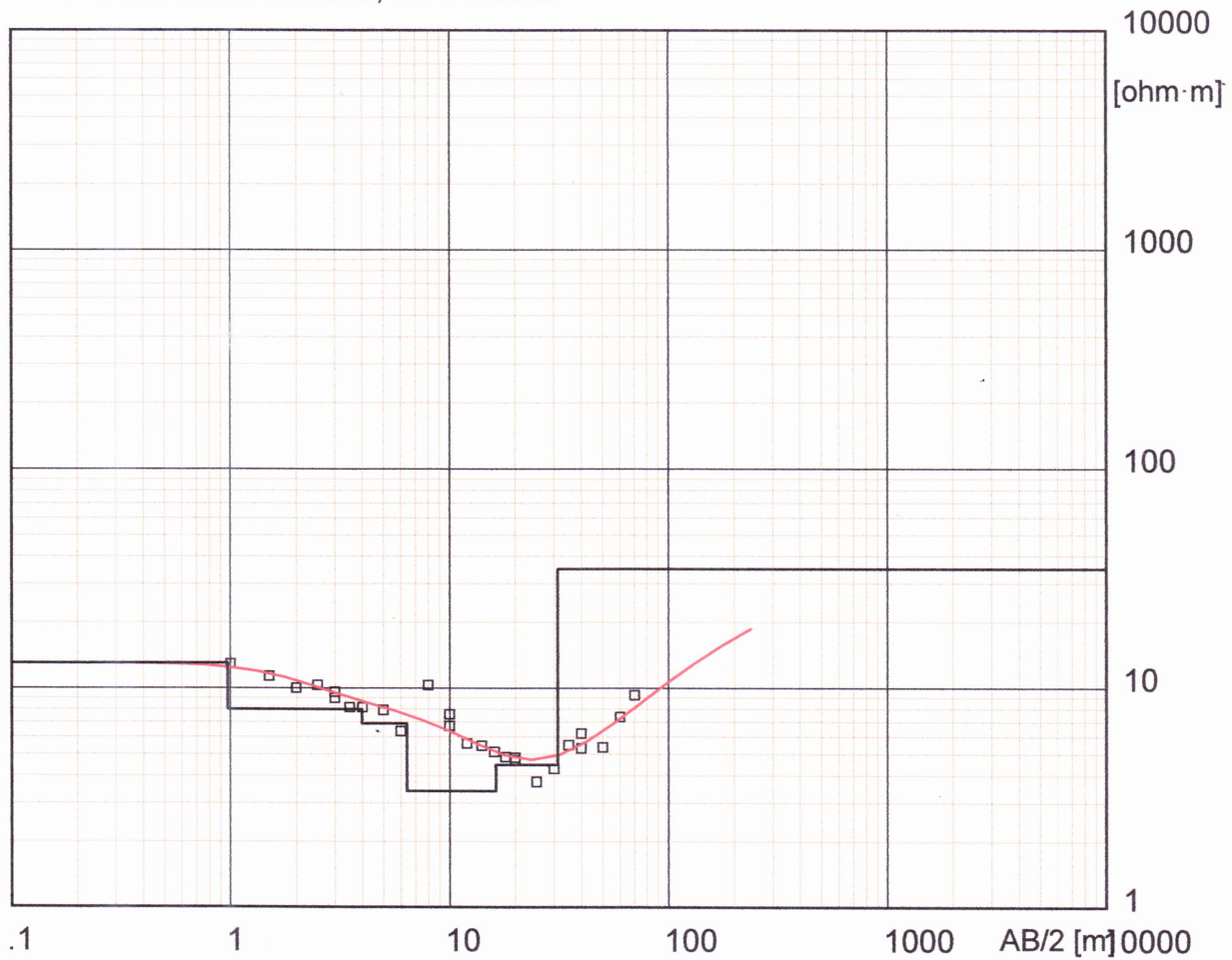
Location X = 695284 Y = 1004456 Z = 12 m

| Model       |           |       |          |
|-------------|-----------|-------|----------|
| Resistivity | Thickness | Depth | Altitude |
| [ohm·m]     | [m]       | [m]   | [m]      |
| 14          | 1.3       |       | 12       |
| 16          | 2.1       | 1.3   | 10.7     |
| 29          | 3.7       | 3.4   | 8.6      |
| 22          | 2.2       | 7.1   | 4.9      |
| 13          |           | 9.3   | 2.7      |

Ubicación: Sector sureste de la propiedad

## Electrical sounding Schlumberger - Santa Ter SEV-2.WS3

North East Social Houses, S.A. SEV-2



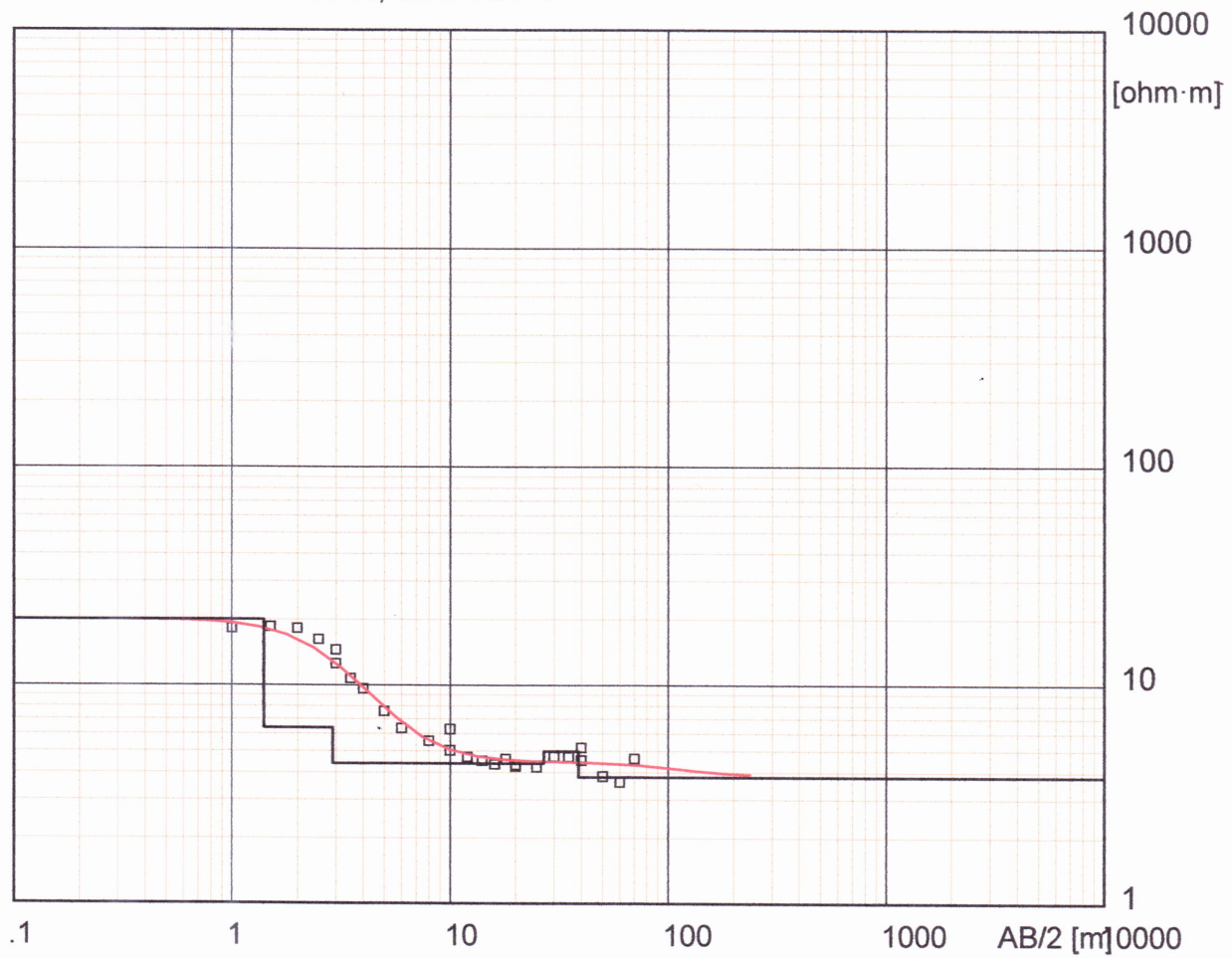
Location X = 694844 Y = 1004683 Z = 8 m

| Model                         |           |       |          |
|-------------------------------|-----------|-------|----------|
| Resistivity                   | Thickness | Depth | Altitude |
| [ $\text{ohm}\cdot\text{m}$ ] | [m]       | [m]   | [m]      |
| 13                            | .97       |       | 8        |
| 8                             | 3         | .97   | 7        |
| 6.9                           | 2.4       | 4     | 4        |
| 3.4                           | 9.9       | 6.4   | 1.6      |
| 4.5                           | 15        | 16    | -8       |
| 35                            |           | 31    | -23      |

Ubicación: Extremo sur en carretera con trazado recto que bordea la propiedad.

# Electrical sounding Schlumberger - Santa Ter SEV-3.WS3

North East Social Houses, S.A. SEV-3



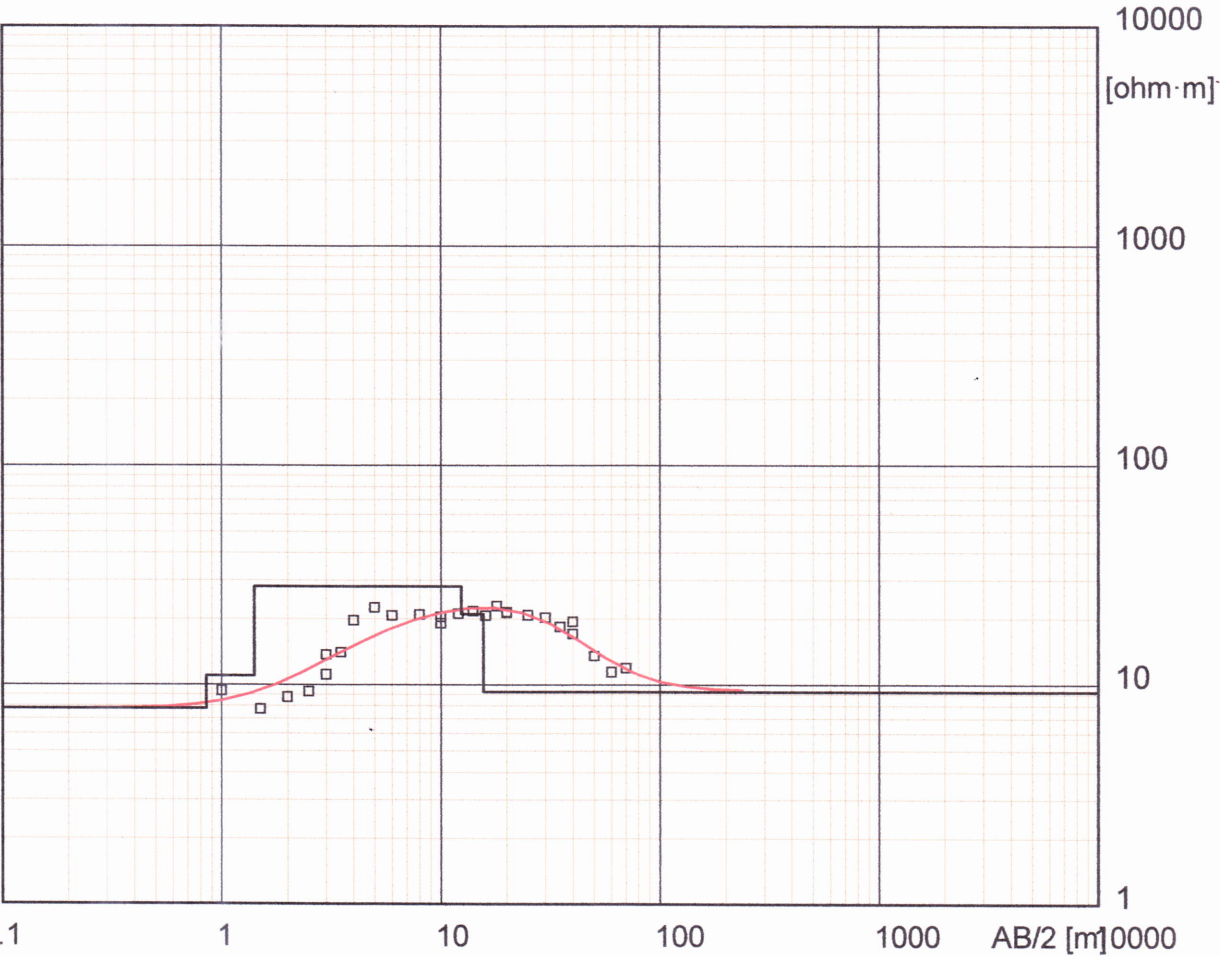
Location X = 694774 Y = 1004772 Z = 8 m

| Model       |           |       |          |
|-------------|-----------|-------|----------|
| Resistivity | Thickness | Depth | Altitude |
| [ohm·m]     | [m]       | [m]   | [m]      |
| 20          | 1.4       |       | 8        |
| 6.4         | 1.5       | 1.4   | 6.6      |
| 4.4         | 24        | 2.9   | 5.1      |
| 5           | 12        | 27    | -19      |
| 3.8         |           | 39    | -31      |

Ubicación: Área central sur carretera

Electrical sounding Schlumberger - Santa Ter SEV-4.WS3

North East Social Houses, S.A. SEV-4



Location X = 694667 Y = 1004922 Z = 11 m

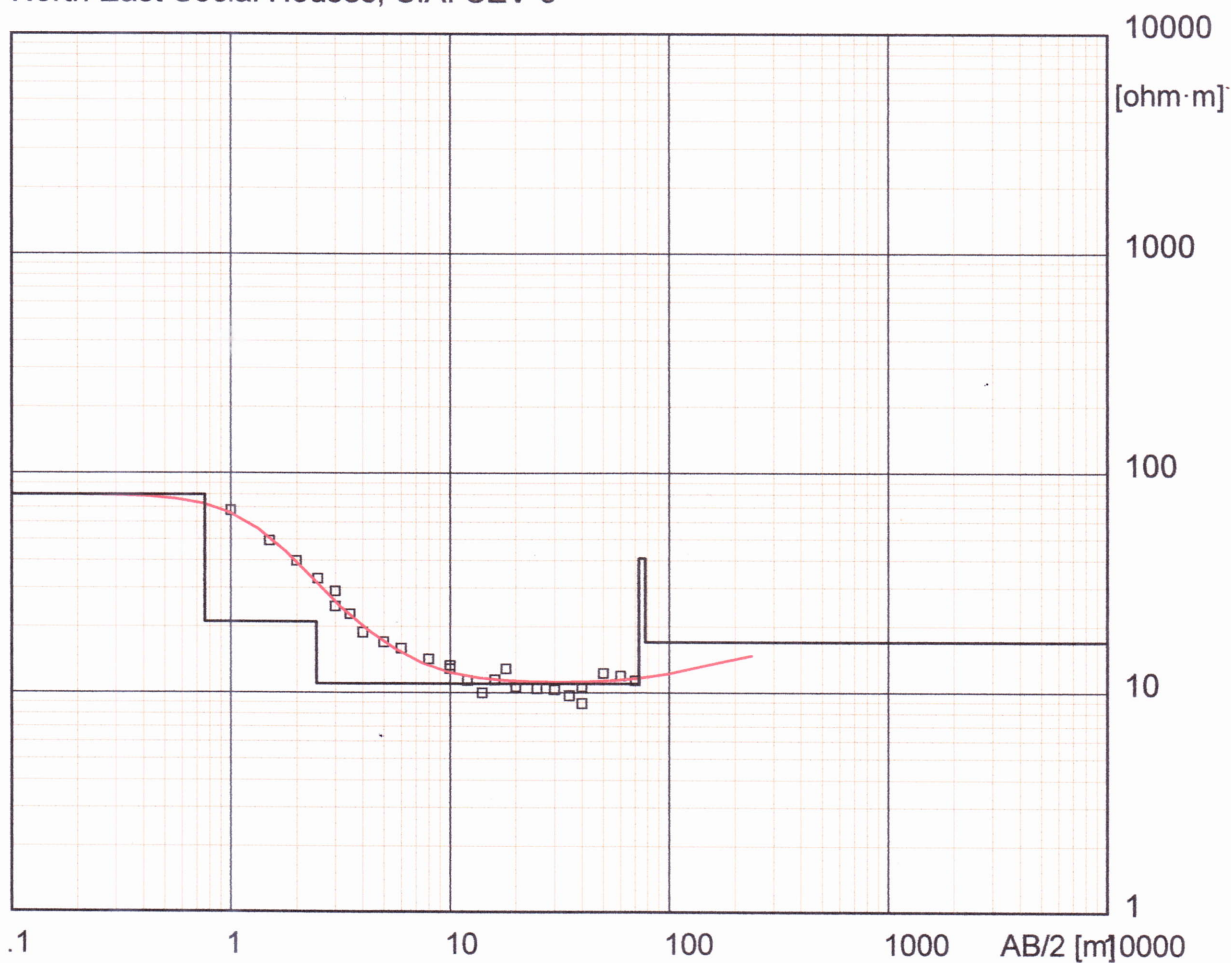
| Model       |           |       |          |
|-------------|-----------|-------|----------|
| Resistivity | Thickness | Depth | Altitude |
| [ohm·m]     | [m]       | [m]   | [m]      |
| 7.8         | .85       |       | 11       |
| 11          | .56       | .85   | 10.2     |
| 28          | 11        | 1.4   | 9.6      |
| 21          | 3.2       | 12    | -1       |
| 9.3         |           | 15    | -4       |

Ubicación: Extremo noroeste de la propiedad



# Electrical sounding Schlumberger - Santa Ter SEV-5.WS3

North East Social Houses, S.A. SEV-5



Location X = 695078 Y = 1005277 Z = 32 m

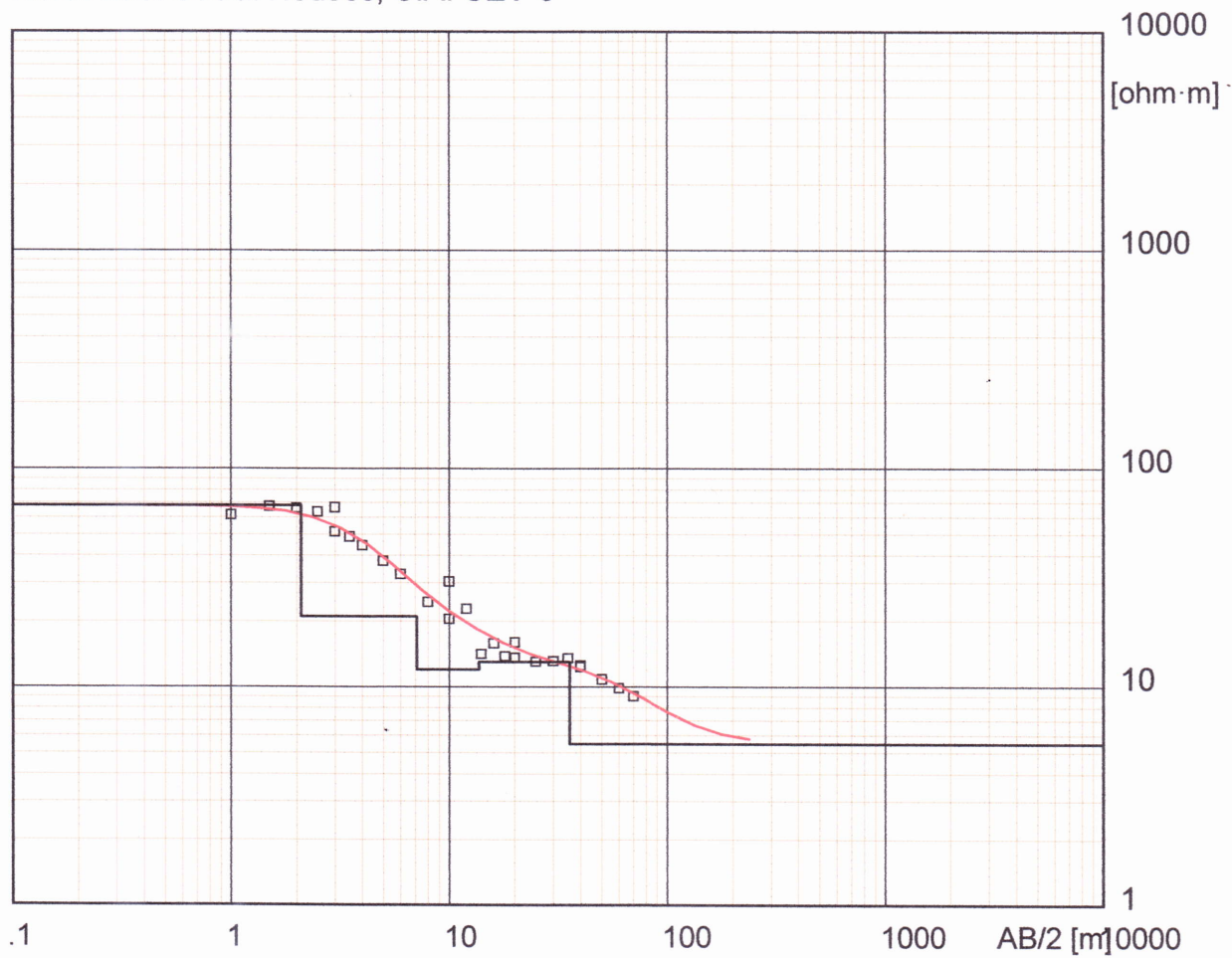
## Model

| Resistivity | Thickness | Depth | Altitude |
|-------------|-----------|-------|----------|
| [ohm·m]     | [m]       | [m]   | [m]      |
| 80          | .76       |       | 32       |
| 21          | 1.7       | .76   | 31.2     |
| 11          | 70        | 2.5   | 29.5     |
| 41          | 5.2       | 72    | -40      |
| 17          |           | 77    | -45      |

Ubicación: Extremo norte de la propiedad

# Electrical sounding Schlumberger - Santa Ter SEV-6.WS3

North East Social Houses, S.A. SEV-6



Location X = 695392 Y = 1005257 Z = 36 m

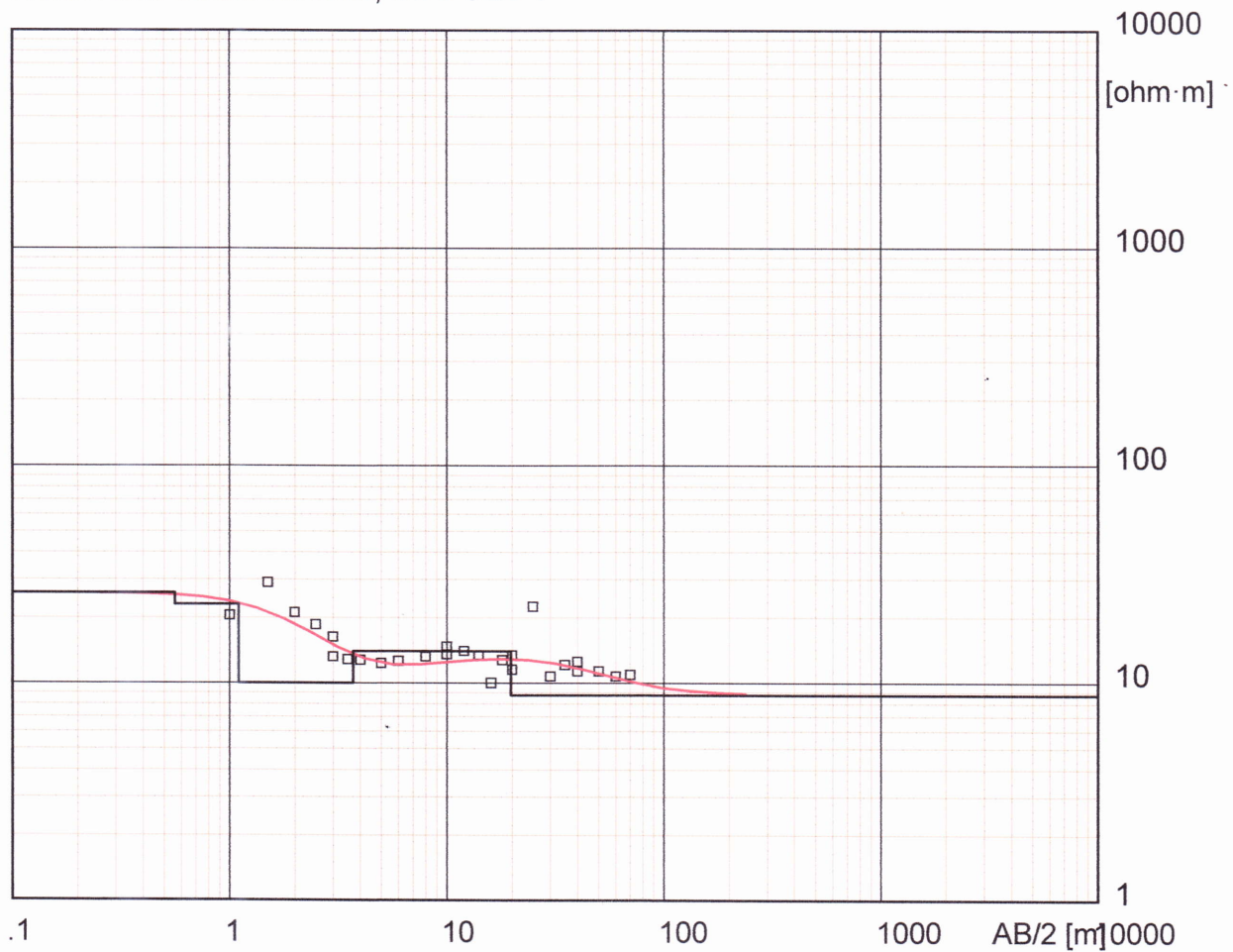
## Model

| Resistivity | Thickness | Depth | Altitude |
|-------------|-----------|-------|----------|
| [ohm·m]     | [m]       | [m]   | [m]      |
| 68          | 2.1       |       | 36       |
| 21          | 5         | 2.1   | 33.9     |
| 12          | 6.6       | 7.1   | 28.9     |
| 13          | 22        | 14    | 22       |
| 5.5         |           | 36    | 0        |

Ubicación: Parte intermedia de la propiedad lado norte

# Electrical sounding Schlumberger - Santa Ter SEV-7.WS3

North East Social Houses, S.A. SEV-7



Location X = 694961 Y = 1005076 Z = 21 m

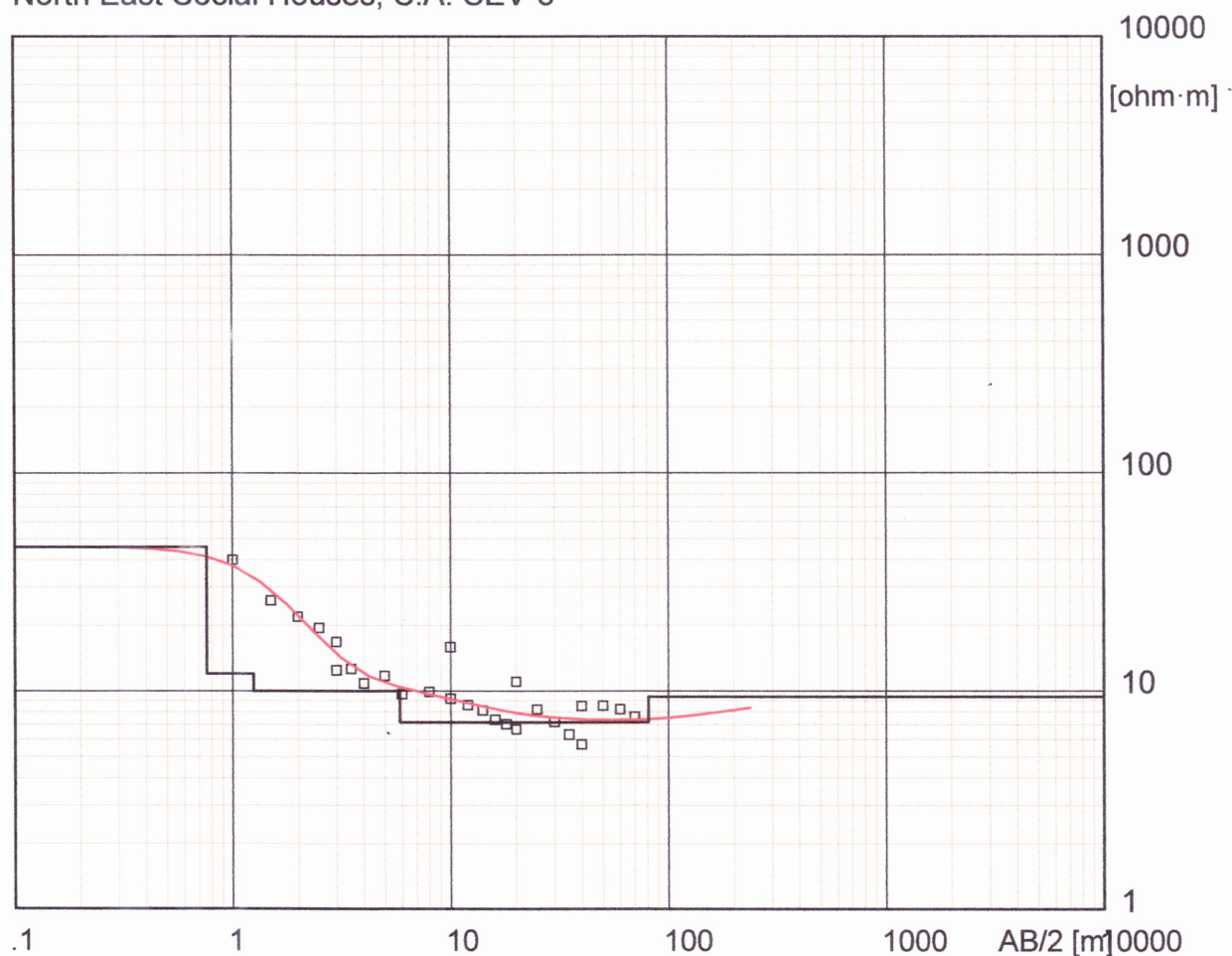
## Model

| Resistivity | Thickness | Depth | Altitude |
|-------------|-----------|-------|----------|
| [ohm·m]     | [m]       | [m]   | [m]      |
| 26          | .56       |       | 21       |
| 23          | .54       | .56   | 20.4     |
| 10          | 2.6       | 1.1   | 19.9     |
| 14          | 16        | 3.7   | 17.3     |
| 8.8         |           | 20    | 1        |

Ubicación: Área central extremo Noroeste.

# Electrical sounding Schlumberger - Santa Ter SEV-8.WS3

North East Social Houses, S.A. SEV-8



Location X = 695021 Y = 1004895 Z = 21 m

## Model

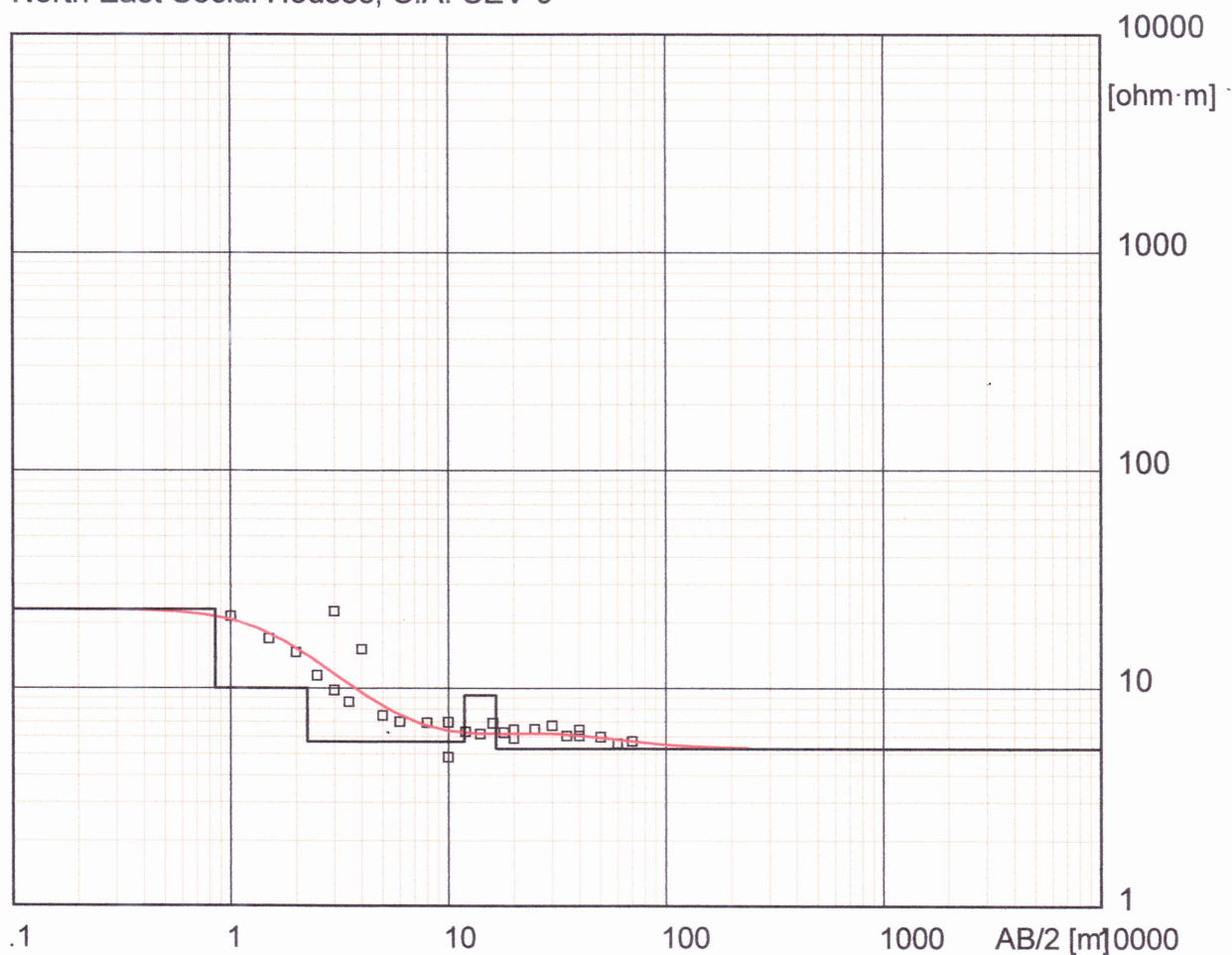
| Resistivity | Thickness | Depth | Altitude |
|-------------|-----------|-------|----------|
| [ohm·m]     | [m]       | [m]   | [m]      |
| 46          | .76       |       | 21       |
| 12          | .49       | .76   | 20.2     |
| 10          | 4.6       | 1.2   | 19.8     |
| 7.2         | 75        | 5.8   | 15.2     |
| 9.4         |           | 81    | -60      |

Ubicación : área central de la propiedad poco boscosa.



# Electrical sounding Schlumberger - Santa Ter SEV-9.WS3

North East Social Houses, S.A. SEV-9



Location X = 695229 Y = 1004708 Z = 19 m

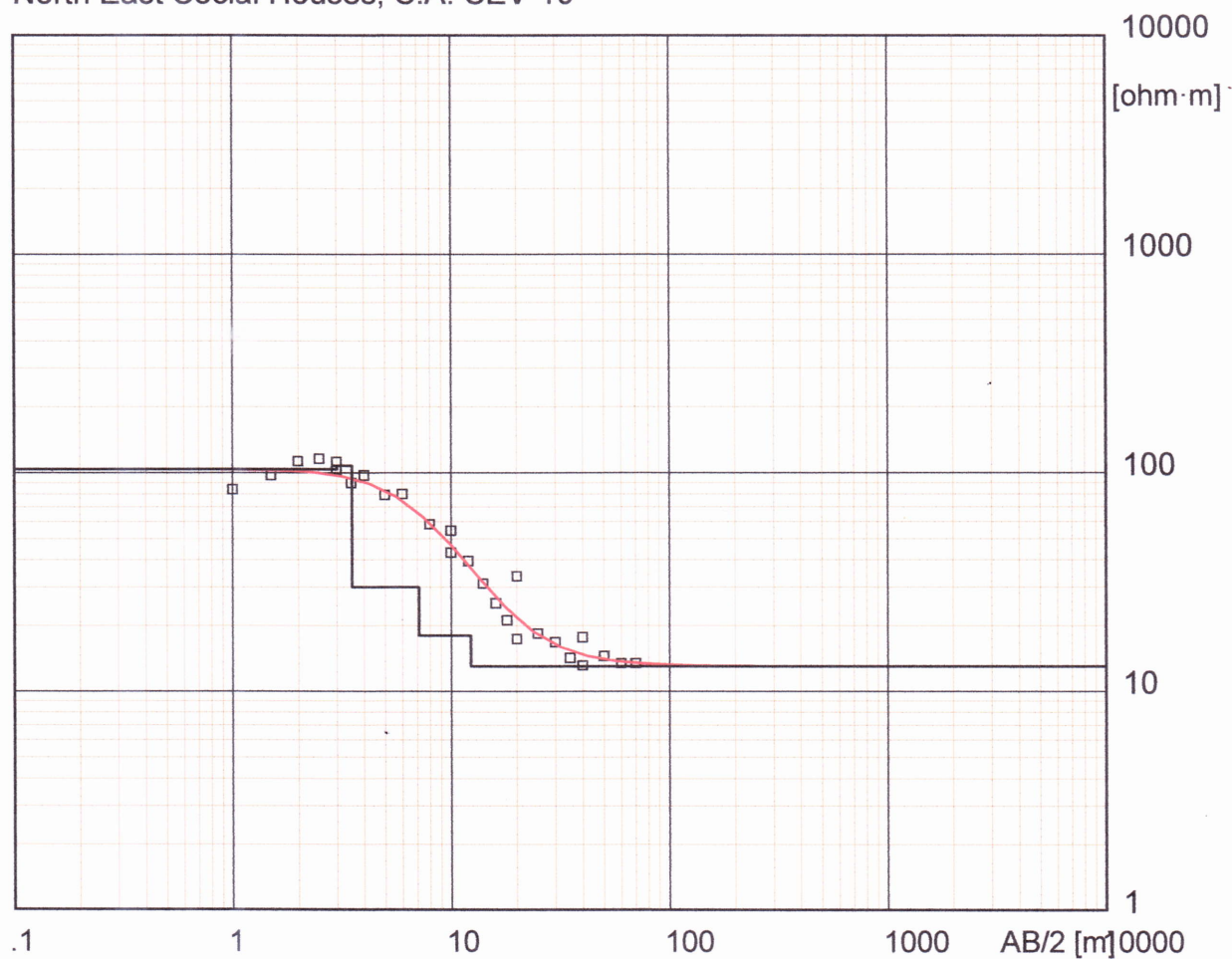
| Model       |           |       |          |
|-------------|-----------|-------|----------|
| Resistivity | Thickness | Depth | Altitude |
| [ohm·m]     | [m]       | [m]   | [m]      |
| 23          | .85       |       | 19       |
| 10          | 1.4       | .85   | 18.2     |
| 5.7         | 9.6       | 2.2   | 16.8     |
| 9.3         | 4.7       | 12    | 7        |
| 5.3         |           | 17    | 2        |

Ubicación: Claro en zona boscosa area central sureste.



# Electrical sounding Schlumberger - Santa Ter SEV-10.WS3

North East Social Houses, S.A. SEV-10



Location X = 695572 Y = 1005132 Z = 35 m

| Model Resistivity | Thickness | Depth | Altitude |
|-------------------|-----------|-------|----------|
| [ohm·m]           | [m]       | [m]   | [m]      |
| 104               | 3         |       | 35       |
| 108               | .52       | 3     | 32       |
| 30                | 3.6       | 3.5   | 31.5     |
| 18                | 5.2       | 7.1   | 27.9     |
| 13                |           | 12    | 23       |

Ubicación: Esquina noreste de la propiedad.