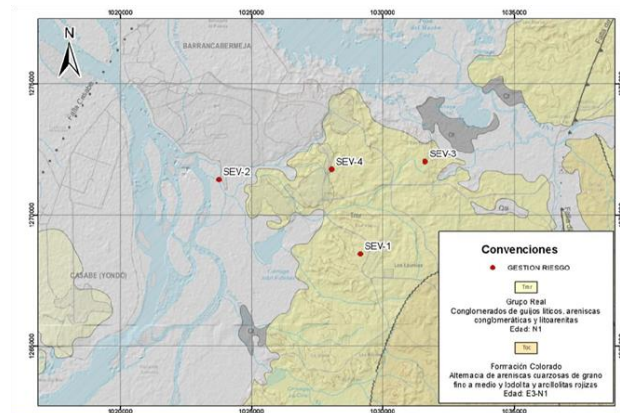


# FORTALECIMIENTO AL PROYECTO DE FORMULACIÓN ADOPCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL POT DEL MUNICIPIO DE BARRANCABERMEJA, SANTANDER.

## CONTRATO No. 3349-17

ANEXO A: ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZA: ESTUDIO GEOELÉCTRICO  
*Barrancabermeja, Santander, Colombia - Enero 2018*



BARRANCABERMEJA  
**ES POSIBLE**

## TABLA DE CONTENIDO

<b>RESUMEN EJECUTIVO.....</b>	<b>3</b>
<b>1.0 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>4</b>
<b>2.0 GEOLOGÍA .....</b>	<b>10</b>
<b>3.0 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL.....</b>	<b>13</b>
<b>HIDROGEOLOGÍA.....</b>	<b>15</b>
<b>HIDROGEOLOGÍA REGIONAL .....</b>	<b>15</b>
<b>HIDROGEOLOGÍA LOCAL.....</b>	<b>15</b>
ESTUDIO GEOFÍSICO .....	15
EXPLORACIÓN GEOELECTRICA.....	18
Interpretación de los SEV´s .....	20
<b>5.0 CONCLUSIONES.....</b>	<b>27</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>28</b>
<b>ANEXO A. LECTURAS DE CAMPO.....</b>	<b>28</b>

## LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del municipio .....	4
Figura 2. Ubicación Área de Estudio .....	5
Figura 3. Corte topográfico SEV-1 .....	6
Figura 4. Corte topográfico SEV-2.....	7
Figura 5. Corte topográfico SEV-3.....	8
Figura 6. Corte topográfico SEV-4.....	9
Figura 7. Geología Área de Estudio.....	11
Figura 8. Esquema de un Sondeo Eléctrico.....	16
Figura 9. Rangos de resistividades.....	21

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas de los SEV´s en campo .....	18
Tabla 2. Metodología resultados modelo de capas .....	21
Tabla 3. Resumen SEV-1 .....	23
Tabla 4. Resumen SEV-2 .....	24
Tabla 5. Resumen SEV-3 .....	25
Tabla 6. Resumen SEV-4 .....	26



## RESUMEN EJECUTIVO

El estudio geoelectrico en 4 predios del municipio de Barrancabermeja, se llevó a cabo a partir de los resultados de cuatro (4) Sondeos Eléctricos Verticales (SEV- 1, SEV- 2, SEV-3 y SEV-4).

El estudio integra imágenes de satélite, geología regional de Ingeominas, topografía digital DEM de la NASA y el estudio de geofísica geoelectrico, para conceptuar acerca de la caracterización del subsuelo.

El área de interés se localiza en el municipio de Barrancabermeja, Departamento de Santander, sobre la plancha 119 – Ingeominas 2000. Se identifican unidades de los periodos Cretácico y Terciario aflorantes: las formaciones La Luna y Umir del Cretácico Superior y las Formaciones Mugrosa, Colorado, Grupo Real y Formación Mesa del Paleógeno - Neógeno, junto con amplios depósitos cuaternarios aluviales ubicados extensamente al occidente. Para la zona de estudio donde se realizaron los SEV (sondeos eléctricos verticales ) se dio prioridad a la descripción litológica, estratigráfica y estructural que corresponden a la Formación Colorado, Grupo Real y los Depósitos Cuaternarios.

## 1.0 INTRODUCCIÓN

Se requiere un estudio geoelectrico en 4 predios del municipio Barrancabermeja, departamento de Santander. Por tal motivo se realizó la exploración geoelectrica por medio de cuatro (4) Sondeos Eléctricos Verticales (SEV-1, SEV-2, SEV-3 y SEV-4). La ubicación de los SEV's se detalla en la Figura 1.

Como trabajo de oficina la localización del área de estudio se realiza sobre una imagen de satélite de alta resolución y sobre el modelo de elevación digital DEM de la NASA utilizado para el corte topográfico. La localización de los SEV's se detalla en la Figura 2 y en la Figura 3 se hace un corte topográfico del área de estudio. El trabajo de campo consiste en un reconocimiento y validación del mapa geológico regional de Ingeominas escala 1 100.000. Con los datos obtenidos, se orientó el dispositivo y se procedió a realizar el trabajo de prospección geoelectrica, buscando la apertura máxima posible.

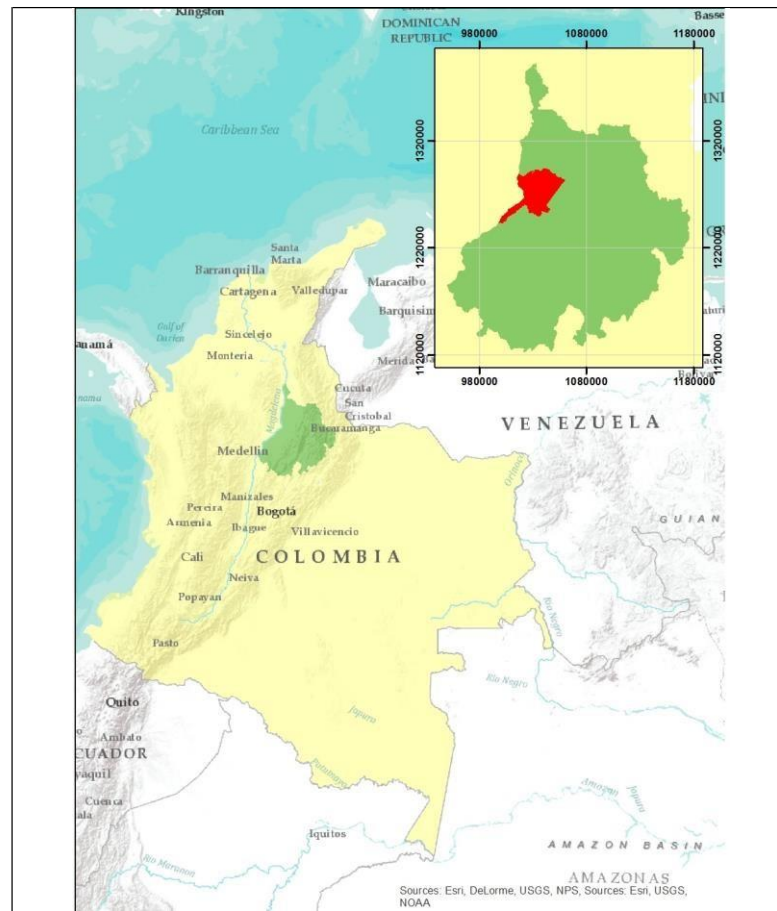
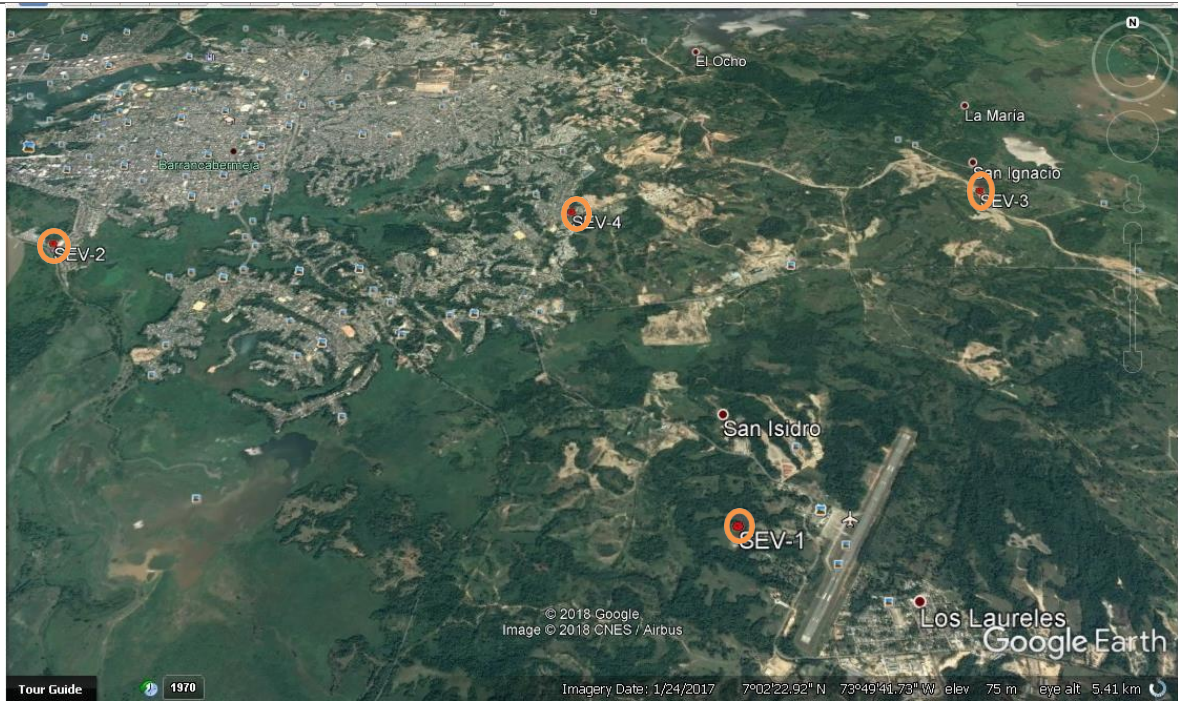


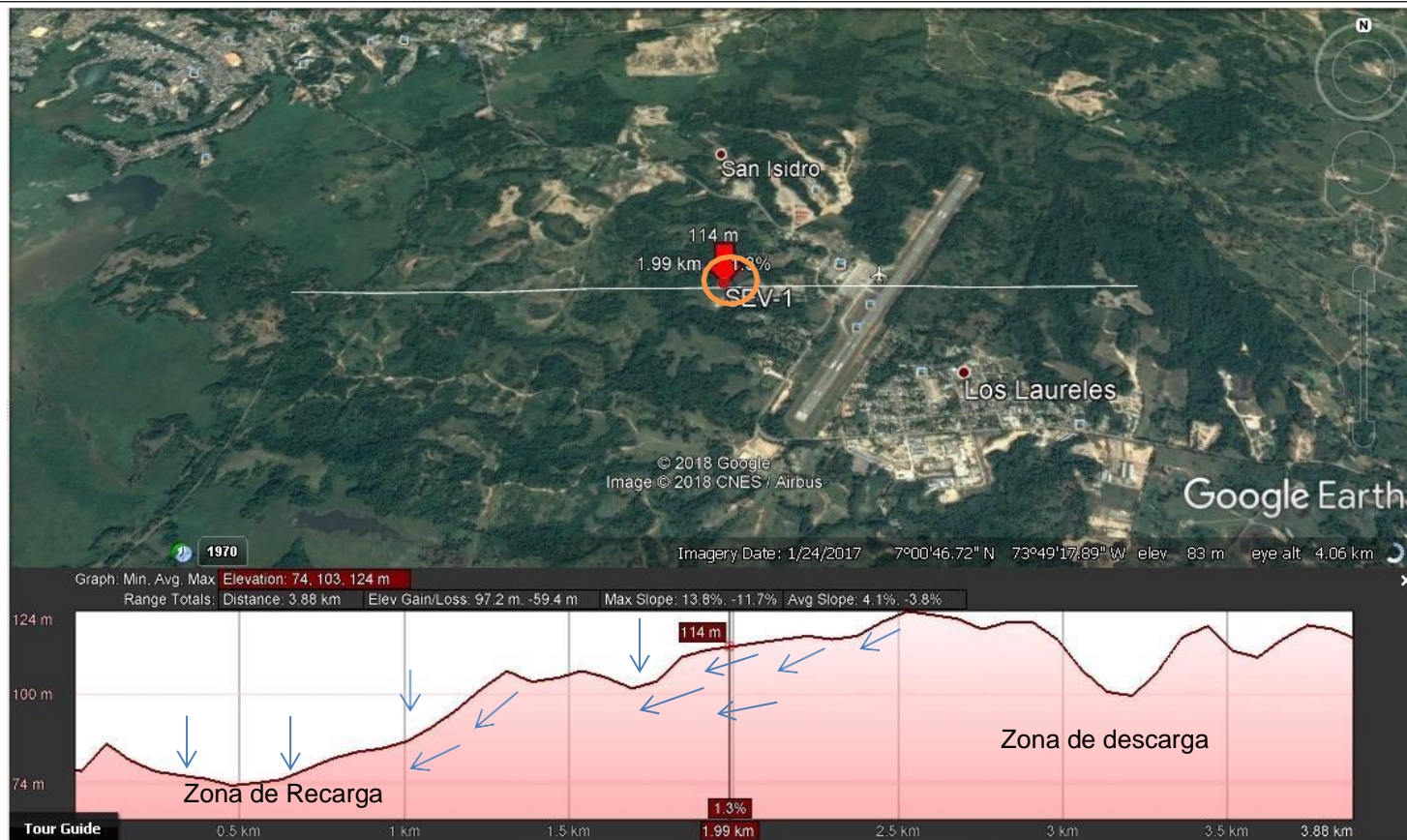
Figura 1. Ubicación del municipio



**Figura 2. Ubicación Área de Estudio**

Fuente: Imagen Satelital Google Earth, Adaptado por HGA S.A.S., 2018





**Figura 3. Corte topográfico SEV-1**

Fuente: Imagen Satelital Google Earth, Adaptado por HGA S.A.S., 2018

**Nota:** La área de estudio se sitúa en una zona morfológicamente ondulada, donde hay un aprovechamiento de las posibles zonas de recarga y descarga hídrica.

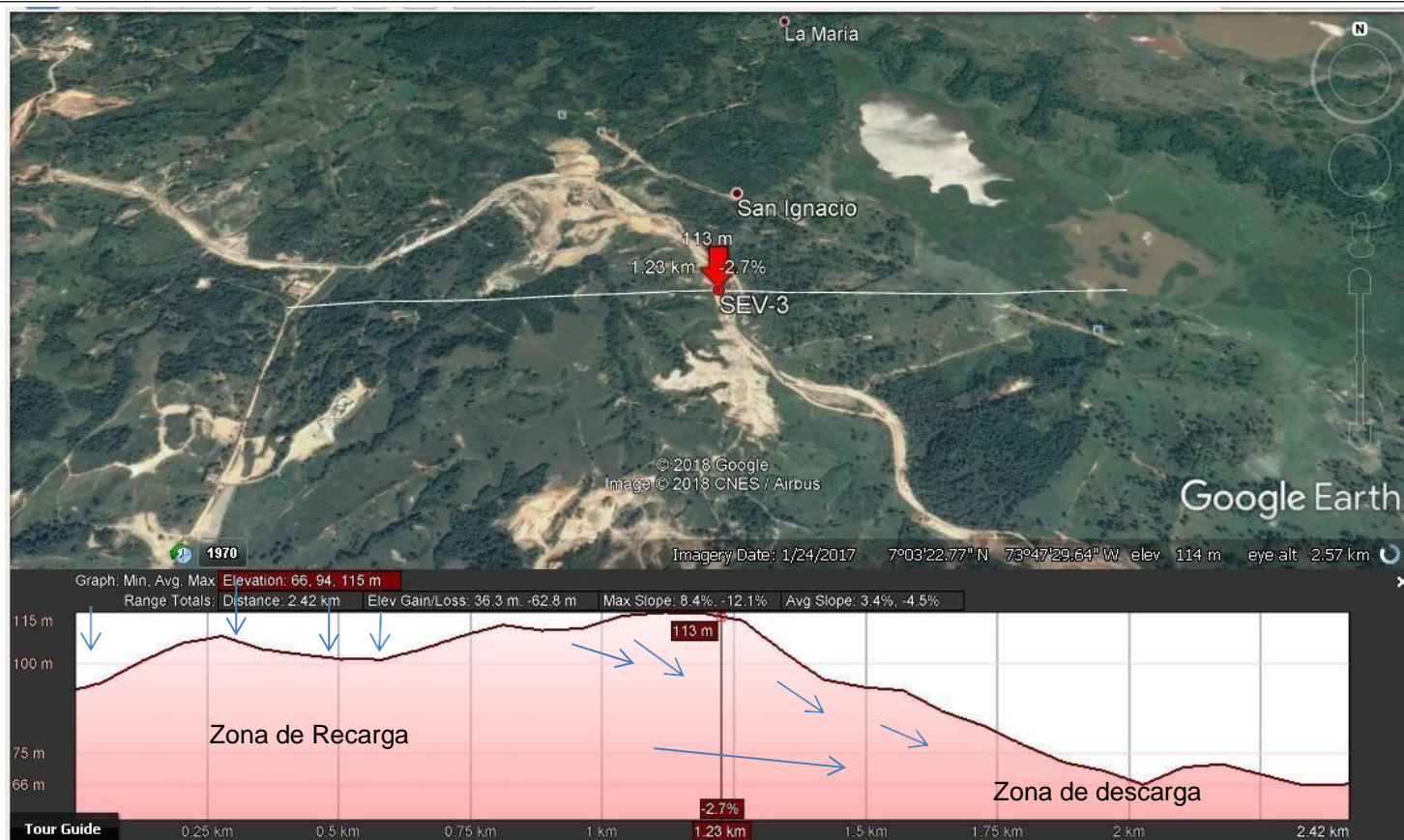


**Figura 4. Corte topográfico SEV-2**

Fuente: Imagen Satelital Google Earth, Adaptado por HGA S.A.S., 2018

**Nota: La área de estudio se sitúa en una zona morfológicamente en terrazas, cerca de una llanura de inundación, donde hay un aprovechamiento de las posibles zonas de recarga y descarga hídrica.**



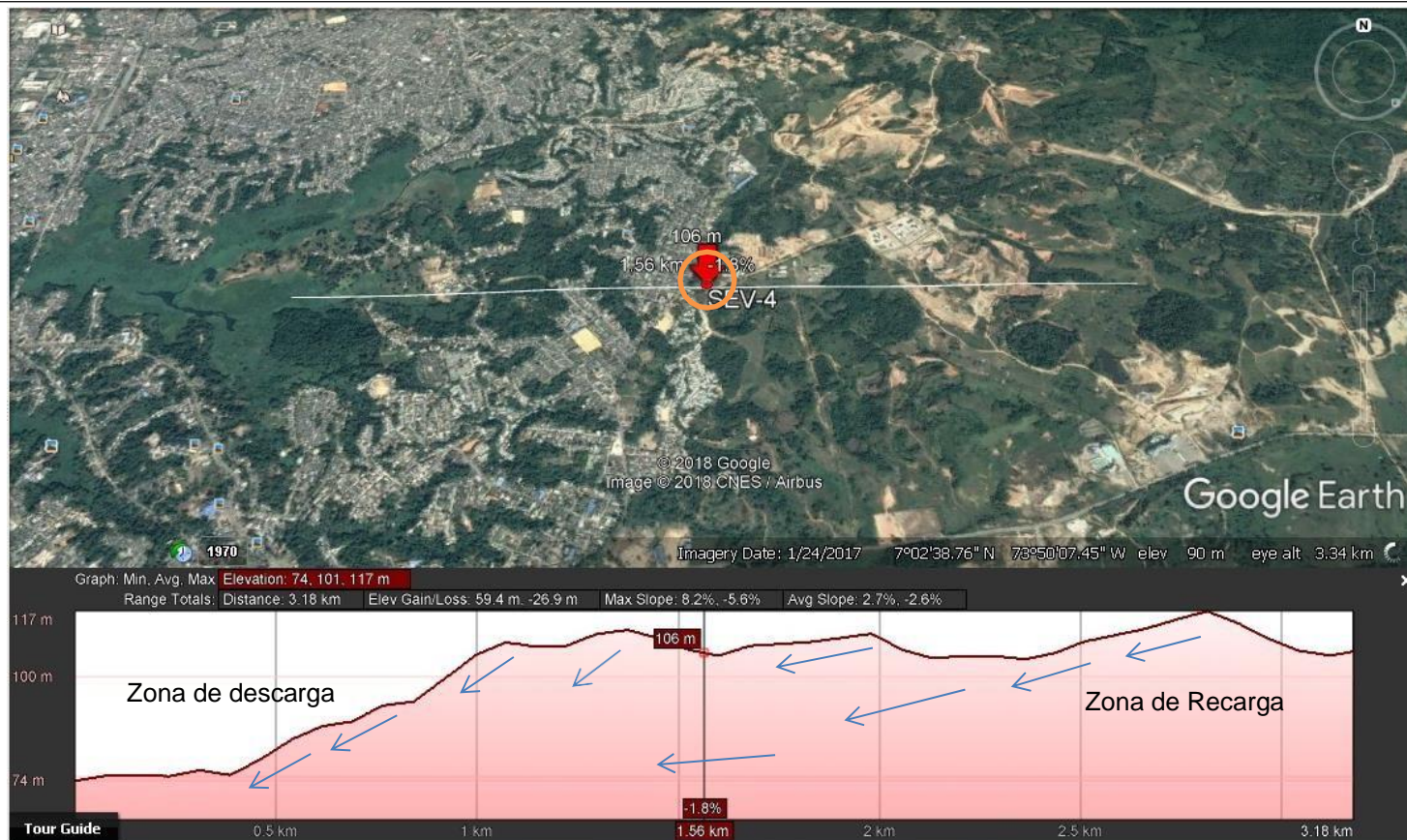


**Figura 5. Corte topográfico SEV-3**

Fuente: Imagen Satelital Google Earth, Adaptado por HGA S.A.S., 2018

**Nota:** La área de estudio se sitúa en una zona morfológicamente una pendiente moderada, donde hay un aprovechamiento de las posibles zonas de recarga y descarga hídrica.





**Figura 6. Corte topográfico SEV-4**

Fuente: Imagen Satelital Google Earth, Adaptado por HGA S.A.S., 2018

**Nota:** La área de estudio se sitúa en una zona morfológicamente plana, donde hay un aprovechamiento de las posibles zonas de recarga y descarga hídrica.

## 2.0 GEOLOGÍA

El área de interés se localiza en el municipio de Barrancabermeja, Departamento de Santander, sobre la plancha 119 – Ingeominas 2000. Se identifican unidades de los periodos Cretácico y Terciario aflorantes: las formaciones La Luna y Umir del Cretácico Superior y las Formaciones Mugrosa, Colorado, Grupo Real y Formación Mesa del Paleógeno - Neógeno, junto con amplios depósitos cuaternarios aluviales ubicados extensamente al occidente. Para la zona de estudio donde se realizaron los SEV (sondeos eléctricos verticales ) se dio prioridad a dos características litológicas que corresponden a la Formación Colorado y al Grupo Real.

El nombre de Formación Colorado procede del Río Colorado, donde tiene su sección tipo, en la Concesión de Mares. La Formación Colorado corresponde a la parte superior del Grupo Chuspas. Consta predominantemente de arcillas de color gris claro, púrpura y moteado de rojo, con intercalaciones de areniscas en bancos de espesor variable con estratificación cruzada. En esta plancha la Formación Colorado no ofrece afloramientos donde pueda levantarse una sección estratigráfica adecuada, en consecuencia el espesor determinado es el calculado en el pozo La Cira No 823 - CA (674,4, m). En general el espesor varía entre los 1.250 m en la sección tipo y 1.000 m en el campo La Cira – Infantas, hasta 2,500 m en las estribaciones de la Cordillera Oriental (Ingeominas 2008). En su sección tipo la Formación Colorado tiene un espesor de **1200 m**, pero éste varía considerablemente y aumenta de una manera general hacia el este donde puede alcanzar hasta **2500 m** al pie de la Cordillera Oriental.

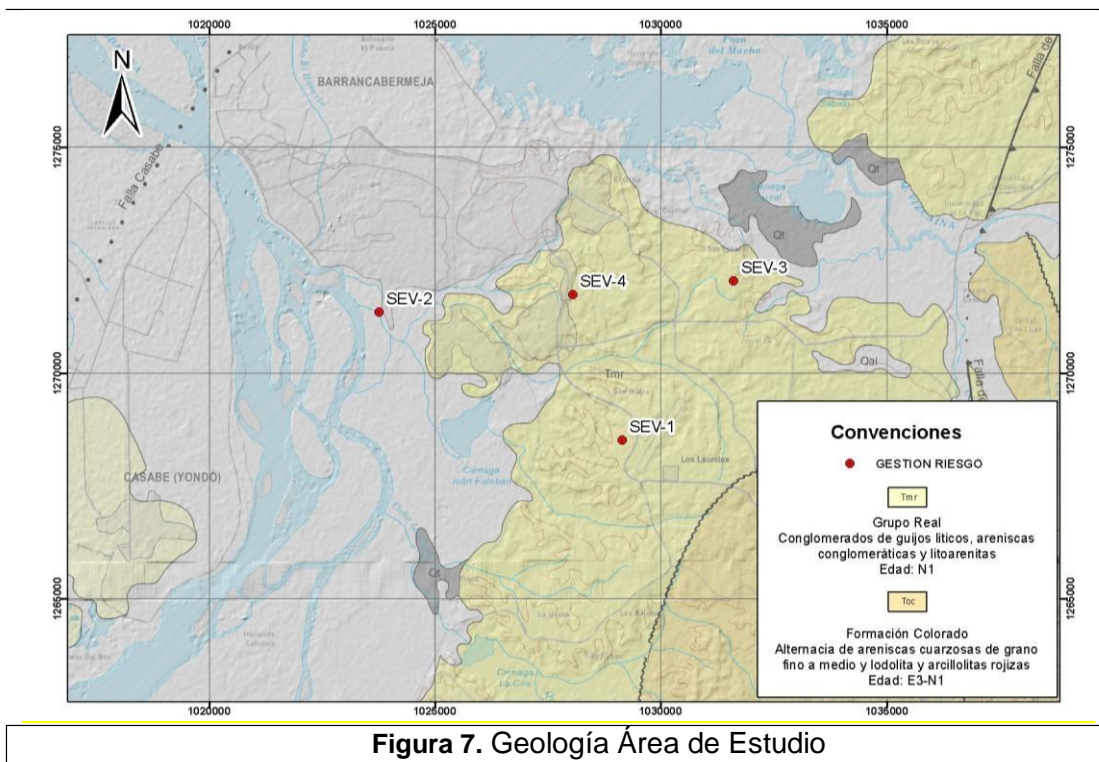
El Grupo Real fue dividida en cinco formaciones que desde la base a la parte superior son: Lluvia, Chontorales shale, Hiel, Enrejado shale y Bagre. En este mismo orden la sucesión estratigráfica está formada por 30 m de conglomerados con cantos de liditas, cuarzo, fragmentos de carbón y mineral arcilloso ferruginoso. Siguen 500 m de areniscas conglomeráticas, con estratificación cruzada con intercalaciones de shales de color moteado de gris y azul (Formación Lluvia). Por encima de estas areniscas se encuentran unos 1.300 m de shales moteados de gris y rojo con areniscas en capas delgadas, con estratificación cruzada y ripple-marks (Chontorales shale). Un nuevo tramo de areniscas de 1.100 m de espesor sigue a continuación, pero contiene menor cantidad de fragmentos de carbón que la arenisca inferior. En este nivel son frecuentes los troncos carbonizados y silicificados (Formación Hiel). Continuando hacia la parte alta aparecen 500 m de shales moteados de color rojo gris, púrpura y pardo que alternan con areniscas en capas delgadas (Enrejado shale). Por último la sucesión termina con una arenisca frecuentemente conglomeráticos con estratificación cruzada por un espesor de 170 m aproximados. En ésta, son abundantes las maderas carbonizadas y los restos de hojas (Formación Bagre). Debido a la estratificación entrecruzada de todos estos sedimentos, es difícil establecer el verdadero espesor de esta unidad. Sin embargo se le ha concordado un total de **3.600 m** (Morales et al., 1956: 661).

Como otras unidades del Neógeno, los espesores del Grupo Real también sufren cambios notables. En la sección tipo del Río Opón esta unidad tiene un espesor de unos 3.900 m. Dentro de la Concesión de Mares el espesor del Grupo Real varía desde unos 3.900 m hasta unos 500 m

en el Anticlinal de La Cira (Ingeominas 2008).(Figura 4)

Los Depósitos cuaternarios Se observan terrazas y depósitos aluviales en las márgenes de los ríos Magdalena, Colorada, Opón, Cascajales y Oponcito, siendo los tres primeros los más extendidos especialmente al oeste de la plancha. Estos depósitos en general, están conformados por gravas de tamaño guijarro a bloque de carácter polimíctico. Al occidente se observan los depósitos de canal y de llanura de inundación actual del río Magdalena. Se destacan zonas de ciénagas que forman la llanura actual y depósitos como barras longitudinales y laterales (diques) asociadas a la dinámica de la corriente del curso actual.

Se identifican claramente 2 niveles de terrazas cerca de los valles de los ríos Colorado y Oponcito. Las terrazas están compuestas por arenas finas limosas grises claras a oscuras, limos arcillosos y arenosos de color gris oscuro, gravas finas a gruesas con matriz arcillosa y lentes de materia orgánica.



Fuente: INGEOMINAS, 2000. Adaptado por HGA S.A.S., 2018

**Nota: Los puntos de interés, se sitúan sobre rocas sedimentarias del paleógeno y neogeno, correspondientes al Grupo real y Dep**

PERIOD	EPOCH / AGE	FORMATION	LITOLOGY	DEPOSITIONAL ENVIRONMENT
TERTIARY	QUATERNARY	MESA	TERTIARY	CONTINENTAL
	NEOGENE	REAL		
		COLORADO		
		MUGROSA		
	PALEOGENE	ESMERALDAS - LA PAZ		
LISAMA		TRANSITIONAL (Submarino)		

Columna estratigráfica general de la Formación colorado, Grupo Real, Depósitos cuaternarios  
Fuente: INGEOMINAS, 2000. Adaptado por HGA S.A.S., 2018





### 3.0 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

El análisis estructural de la plancha 119 – Barrancabermeja es interpretado según el análisis de Ingeominas 2008.

El sistemas de fallas de la región se trata de estructuras con vergencia predominante al oeste, donde se distinguen dos sistemas uno interno, hacia la cordillera con dominio de una tectónica de escama gruesa y otro externo hacia el Piedemonte donde se combinan los dos dominios de escama gruesa y delgada.

**Sistema de Fallas de La Salina.** Este sistema de fallas con rumbo regional SSW – NNE limita la provincia cordillerana de la provincia del piedemonte occidental de la Cordillera Oriental. Corresponde a un sistema de cabalgamientos regionales con vergencia occidental que pone en contacto rocas del Cretáceo Superior - Paleógeno con rocas del Mioceno – Oligoceno registrando un salto estratigráfico cercano a los 3000 m.

**Falla de Infantas.** Es uno de los elementos estructurales más importante en esta plancha y se presenta como una falla inversa con rumbo de dirección Norte – Sur y vergencia hacia el occidente, la cual coloca en contacto superficial a formaciones terciarias, incluso en algunos sectores sedimentos de una misma formación.

**Falla de Arrugas.** La Falla de Arrugas corresponde a un fallamiento inverso de vergencia occidental con un rumbo general noreste - suroeste y coloca en su parte norte en contacto superficial sedimentos del Grupo Real mientras que hacia el sur el fallamiento va ganando desplazamiento vertical hasta colocar en contacto rocas de la Formación Mugrosa, en su bloque levantado, con rocas de la Formación Colorado las cuales hacen parte del bloque hundido de la Falla de Arrugas.

**Falla de Casabe.** La Falla de Casabe se presenta como un fallamiento normal, con plano de falla buzante al occidente y con una dirección de rumbo noreste - suroeste. A partir de la interpretación sísmica se puede observar que la falla es vertical, de basamento que afecta toda la secuencia sedimentaria. En profundidad es claro ver el desplazamiento vertical de formaciones cretácicas, mientras que dentro de las formaciones terciarias no es claro apreciar este desplazamiento.

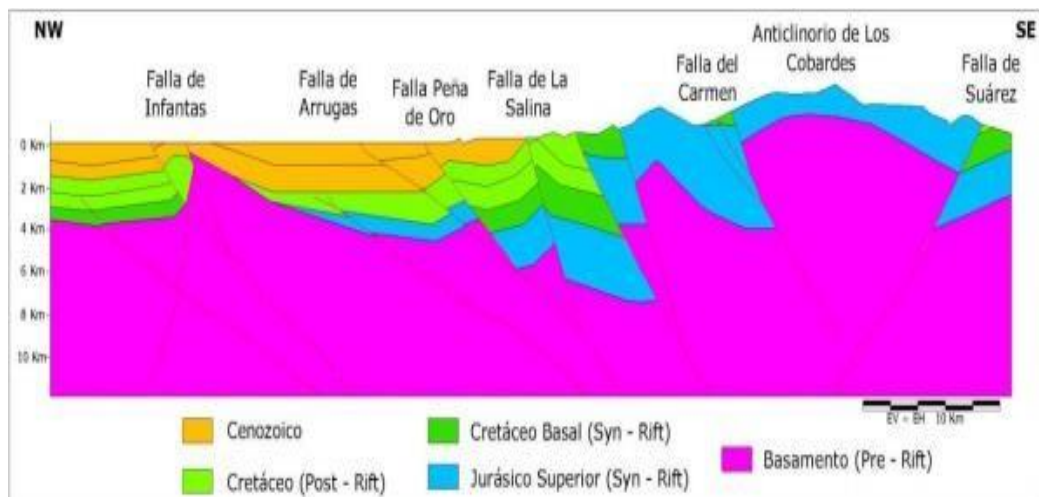


BARRANCABERMEJA

ES POSIBLE

CONTRATO No. 3349-17

ANEXO A: Estudios Básicos De Amenaza: Estudio Geoeléctrico



Sección estructural regional compilada entre Barrancabermeja y el anticlinorio de Los Cobardes.  
Fuente: Coleta et al., 1990; Ecopetrol, 2001; Gómez, E., 2005. Adaptado por HGA S.A.S., 2018.



BARRANCABERMEJA

ES POSIBLE

CONTRATO No. 3349-17

ANEXO A: Estudios Básicos De Amenaza: Estudio Geoeléctrico



## **HIDROGEOLOGÍA**

### **HIDROGEOLOGÍA REGIONAL**

El Río Magdalena, constituye el principal eje hidrográfico del VMM, región colombiana que corresponde al valle interandino de este río entre los rápidos circundantes con la ciudad tolimense de Honda y la entrada del río a las llanuras costeras del Mar Caribe. El Río Magdalena recorre el área de estudio de Sur a Norte por el costado Oeste, y a este río confluyen dos vertientes:

La vertiente occidental de la Cordillera Oriental en la cual se destaca el Río Sogamoso que drena en dirección Este a Oeste, al Norte del río se encuentra la divisoria de aguas con el Río Lebrija, que, aunque esta fuera de la plancha, toda la parte Sur de su cuenca representada por la Quebrada La Gómez drena gran parte del área de Sabana de Torres y da lugar al complejo de humedales de Paredes y más al Norte al de Chocó. La vertiente Sur del Río Sogamoso recoge las aguas de Caño Zarzal que da origen a la Ciénaga - Represa de San Silvestre (abastecedora de agua del Municipio de Barrancabermeja) y que posterior al paso del sitio de presa se denomina Caño San Silvestre y hace parte del sistema de drenaje de la Ciénaga El Llanito.

La vertiente oriental de la Cordillera Central es drenada principalmente por el Río Cimitarra que da origen en la margen izquierda del Río Magdalena a todo un complejo cenagoso y de tierras inundables, las principales quebradas que drenan de Oeste a Este la Cordillera Central para esta cuenca son las quebradas La Cristalina, Yanacué, San Juan y Sicuté.

### **HIDROGEOLOGÍA LOCAL**

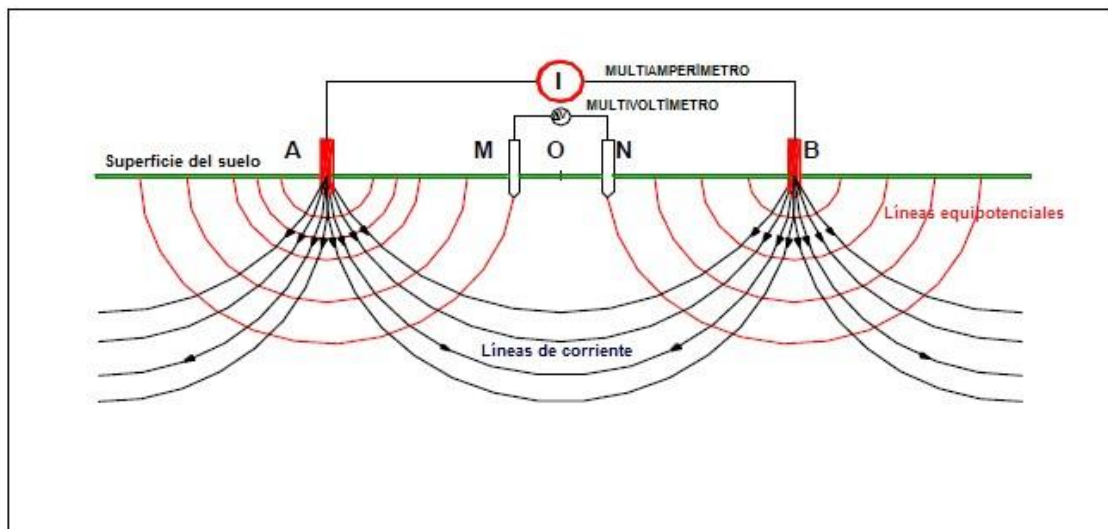
De acuerdo a los estudios geológicos, estratigráficos, la zona de estudio se ubica sobre rocas sedimentarias como areniscas y conglomerados. Este tipo de rocas, poseen propiedades físicas importantes desde el punto de hidrogeológico, ya que se caracterizan por poseer una porosidad primaria y permeabilidad moderada a alta, brindando condiciones favorables para la circulación de agua a través de espacios intersticiales y entre los fragmentos de roca, por lo tanto, geológicamente, existen probabilidades de hallar acuíferos en la región. Además el nivel freático de la zona está controlado por el río Sogamoso el cual está en la zona de estudio.

### **ESTUDIO GEOFÍSICO**

Estos métodos se basan en el estímulo del suelo mediante la inyección de una corriente a través de dos electrodos (A,B) y como respuesta la obtención de un potencial en dos electrodos (M,N). Ambos grupos de electrodos son puestos en la superficie del suelo.

Este método es el que comúnmente se conoce como sondeos eléctricos verticales SEVS.

En la Figura 5 se muestra la configuración típica de uno de los métodos más utilizados con arreglo central Schlumberger, las líneas concéntricas a los electrodos A y B corresponden a las líneas de potencial, mientras que las líneas que unen los electrodos A y B son líneas de corriente.



**Figura 5.** Esquema de un Sondeo Eléctrico

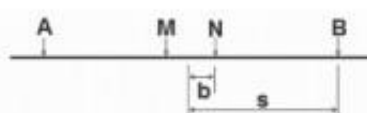
**Fuente:** Tomado de Aplicación de métodos eléctricos de prospección geofísica, 2018

Los valores de intensidad y diferencia de potencial eléctrico medido en el terreno se procesan utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Resistividad aparente} = \Delta V / I * K$$

K = Constante definida por la separación entre electrodos.

A continuación se muestra cada uno de los electrodos y distancias para un arreglo central tipo Schlumberger con las cuales se formula la ecuación general de resistividad aparente.



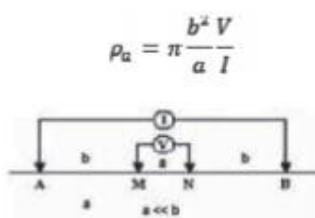
Se puede evaluar el valor de la resistividad aparente mediante la siguiente ecuación

$$\rho_a = \frac{2\pi s(s^2 - b^2) \Delta V}{4bs I}$$

El término  $\frac{2\pi s(s^2 - b^2)}{4bs}$  se denomina factor geométrico K y depende del tipo de configuración de electrodos que se utilice. En general se puede expresar la resistividad aparente como:

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I}$$

De acuerdo con la disposición y separación de electrodos recibe el nombre de Arreglo Schlumberger.



Los valores de resistividad (ohm.m) obtenidos en el voltímetro son graficados en sistema bilogarítmico, contra la distancia (en metros) entre los electrodos de corriente.

Se utilizó un equipo de lectura digital Equipo Resistivímetro (Fotografía 1), operado por el técnico de campo e interpretado por el Geólogo Omar Wilches.



**Fotografía 1.** Equipo Resistivímetro

Fuente: HGA S.A.S, 2

## EXPLORACIÓN GEOELECTRICA

Se realizó tres (3) sondeos eléctricos verticales en la 4 predios, vereda , municipio de Barrancabermeja, departamento de Santander. La ubicación de los SEV´s se presenta en la Figura 1, los datos de campo se presentan en el Anexo A y las coordenadas a continuación en la Tabla 1.

Los criterios de selección de los sitios para la realización del sondeo fueron:

- Posición geológica favorable, cambios laterales de materiales en el suelo
- Utilidad de la información
- Disponibilidad de espacio

**Tabla 1.** Coordenadas de los SEV´s en campo

No.	Coordenadas Datum Magna Sirgas Origen Bogotá		
	Este (m)	Norte (m)	Altitud (m.s.n.m.)
SEV-1	1029140	1268509	128
SEV-2	1023760	1271345	78
SEV-3	1031611	1272035	124
SEV-4	1028046	1271732	110

Fuente: HGA S.A.S, 2018









**Area de Estudio, trabajo de Campo SEV-3**

Fuente: HGA S.A.S., 2018

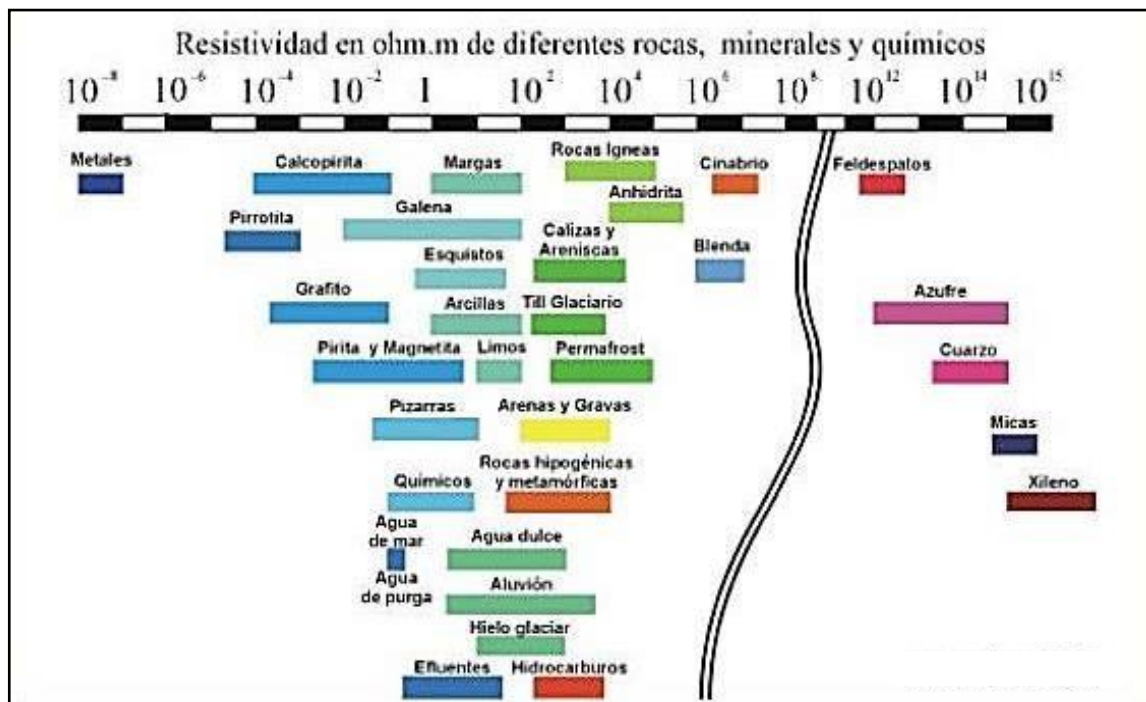


**Area de Estudio, trabajo de Campo SEV-4**

Fuente: HGA S.A.S., 2018

### **Interpretación de los SEV´s**

Como resultado del procesamiento e interpretación de la información de campo, se obtiene un modelo de capas aún si la geología al que se aplica el método es heterogénea y se toma como referente los rangos de resistividad para las diferentes litolo



**Figura 9.** Rangos de resistividades

En la Figura 6, se presenta los rangos de resistividad y se genera la curva que representa los datos obtenidos en campo, las capas corresponden a los trazos en la figura como rectángulos.

Los datos numéricos que se muestran a en la interpretación corresponden a los valores para el modelo de capas, indicando valores de resistividad, espesores de capas, y su profundidad. (Tabla 2)

CAPA	RESIST	PROF	ESPESOR
1	12	2	2
2	389	10	8
3	26	135	125
4	83		

**Tabla 2.** Metodología resultados modelo de capas

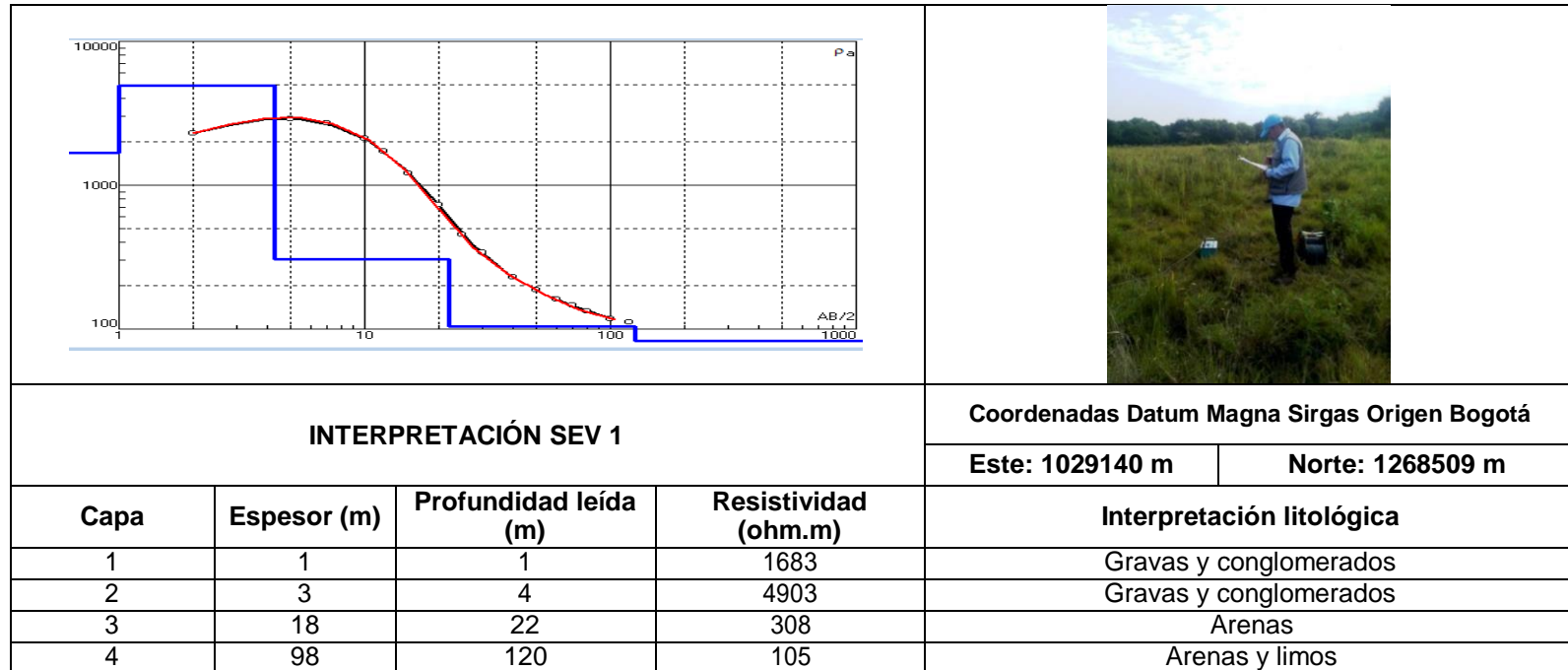
**Fuente:** Tomado de Aplicación de métodos eléctricos de prospección geofísica, 2018

Las curvas obtenidas en campo son sometidas al proceso de ajuste de los empalmes y se llevan a una hoja de cálculo, la cual es a su vez insertada en el programa de interpretación empleado para el presente estudio (IPI2win). Para cada sondeo se ingresa un modelo hipotético ajustando la curva hasta alcanzar un valor de máxima precisión y obtener el modelo definitivo.



A partir de la interpretación de los resultados de los sondeos se elaboran las tablas mostradas a continuación, con el resumen de las principales características litológicas encontradas para la zona (ver Tablas 3, 4, 5 y 6 y Figura 7).

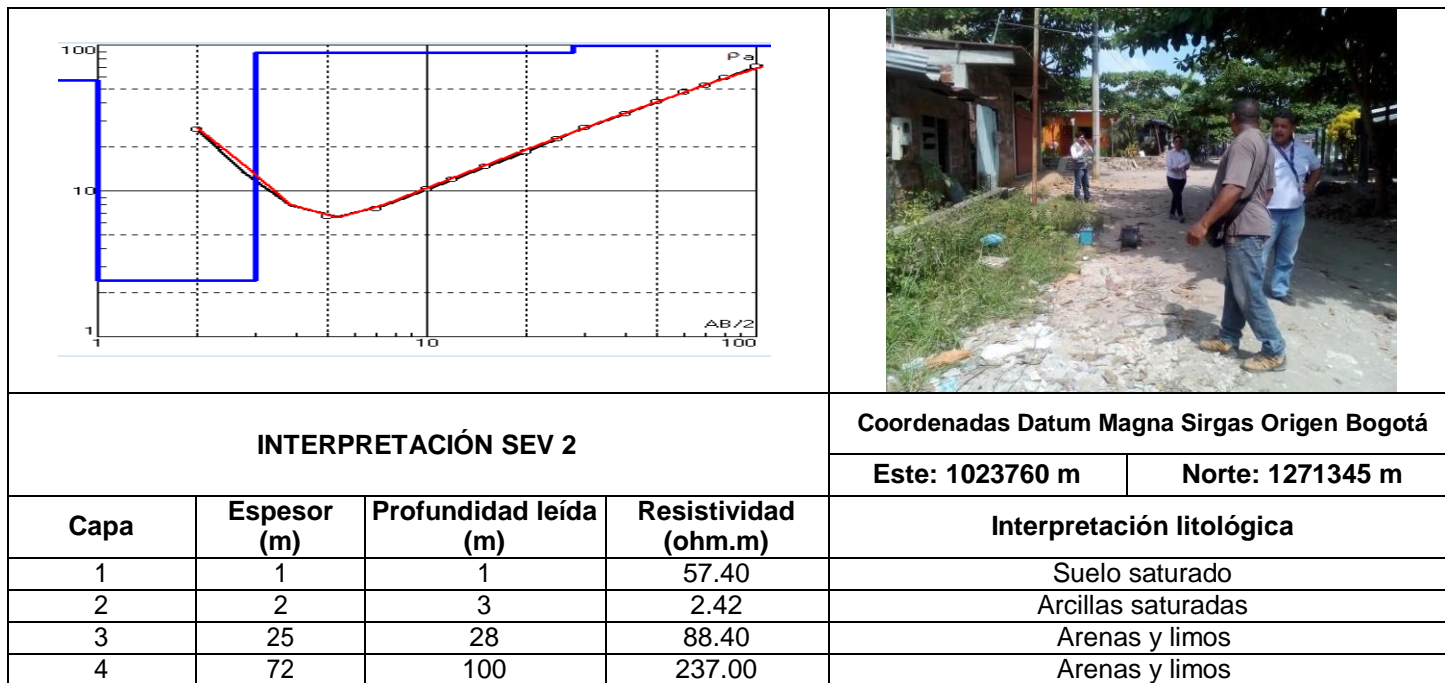
**Tabla 3. Resumen SEV-1**



**Fuente:** Trabajo de campo, HGA S.A.S., 2018

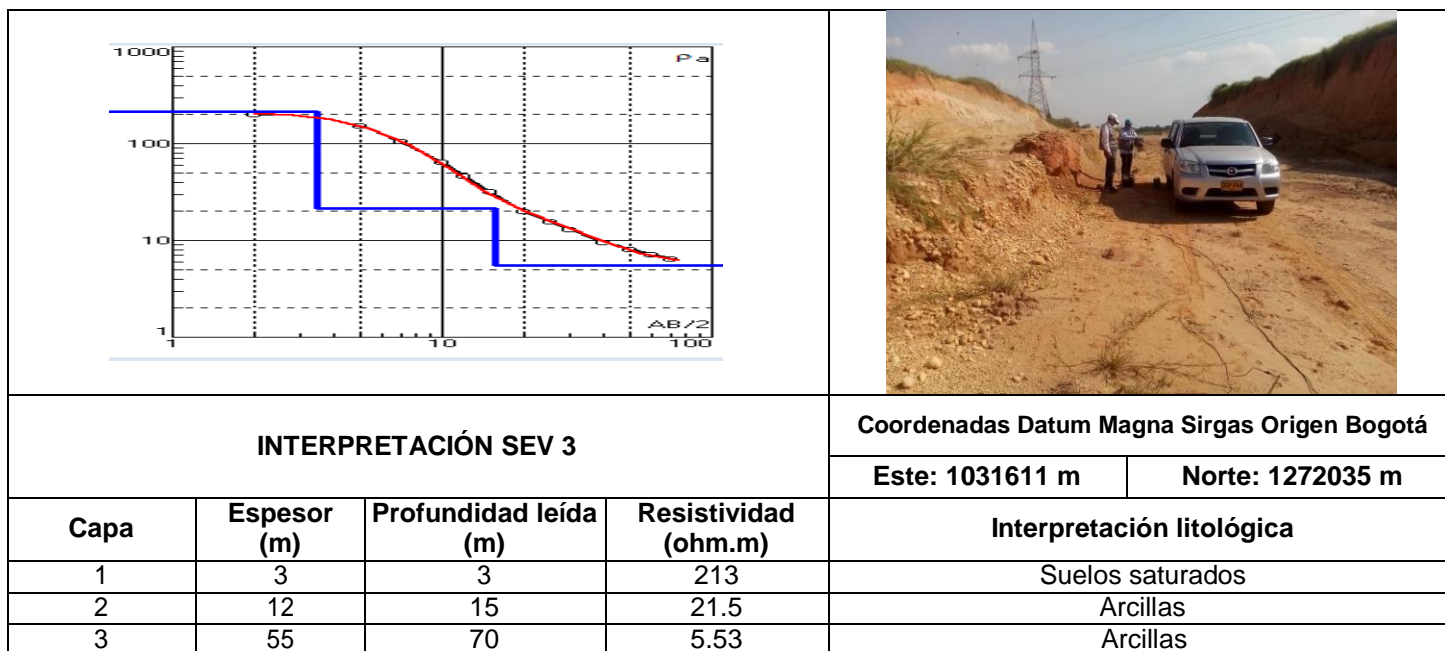


Tabla 4. Resumen SEV-2



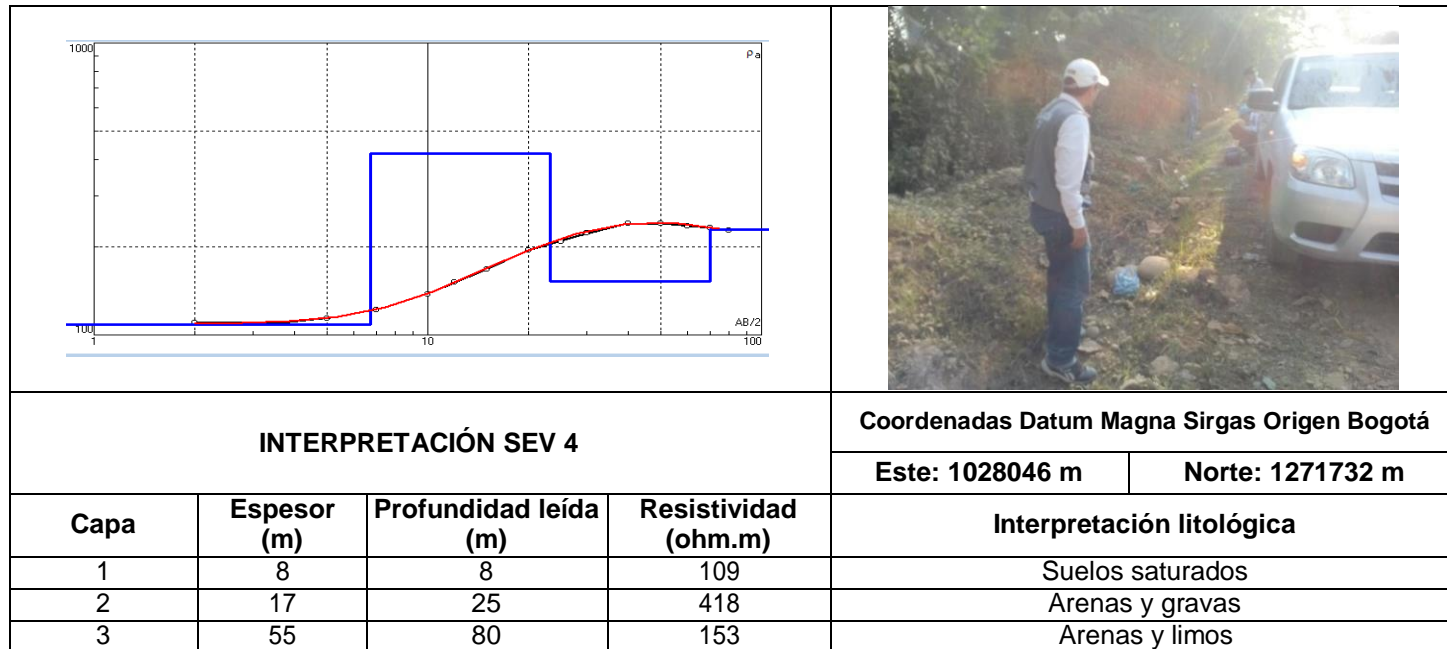
Fuente: Trabajo de campo, HGA S.A.S., 2018

**Tabla 5. Resumen SEV-3**



Fuente: Trabajo de campo, HGA S.A.S., 2018

**Tabla 6. Resumen SEV-4**



Fuente: Trabajo de campo, HGA S.A.S., 2018

## 5.0 CONCLUSIONES

- **El estudio geoelectrico es un método de análisis indirecto**, el cual a través de la toma lecturas de resistividad eléctrica y su posterior interpretación mediante un software, el cual se usa para determinar de manera aproximada la litología presente en el área de estudio, más **no para establecer el caudal** de explotación del recurso hídrico subterráneo que puede brindar un pozo profundo en dicha área. Es decir para determinar los caudales de explotación se debe realizar una prueba de bombeo, una vez el pozo se haya terminado (en caso tal de que se decida perforar); hasta estas instancias no existe completa certeza del caudal hídrico subterráneo que se podría obtener de un pozo en este lugar.
- Es importante mencionar que los sondeos SEV 1, SEV 3, SEV 4 pertenecen al Grupo real y el SEV 2 a los Depósitos Cuaternarios.
- Se debe recordar que la geofísica y en este los Sondeos Eléctricos Vertical, es un método económico y rápido para analizar las estructuras del subsuelo, en donde se puede obtener perfiles de resistividad de las formaciones, que se relacionan con ciertas características de las rocas, pudiéndose identificar algunas tendencias. Por esta razón siempre es necesario corroborar la información obtenida en campo con perforaciones exploratorias y correlacionarlas con sondeos y perfiles para que de esta manera se pueda tener información más exacta de la geología subterránea del sector.

# ANEXOS

## ANEXO A. LECTURAS DE CAMPO

### DATOS SEV-1

ARREGLO SHLUMBERGER							
<b>SONDEO:</b>		SEV-1 30-01-2018					
<b>LOCALIZACIÓN</b>		cementerio público, vereda Laureles					
<b>MUNICIPIO</b>		Barrancabermeja					
<b>Coord Origen: Bogotá</b>			<b>Este (m):</b>	1.029.140			
Técnico de Campo: Victor Gualteros			<b>Norte (m):</b>	1.268.509			
			<b>Altura:</b>	128 m.s.n.m.			
Estación	MN/2	AB/2	MN	AB	Resistencia	K	Resist Ap. (Ohm. - m.)
1	1	2	2	4	159.682	4.712	752.486
2	1	5	2	10	68.195	37.699	2570.884
3	1	7	2	14	65.046	75.398	4904.393
4	1	10	2	20	65.433	155.509	10175.500
5	1	12	2	24	56.991	224.624	12801.660
6	5	15	10	30	67.975	62.832	4271.016
7	5	15	10	30	11.209	62.832	704.302
8	5	20	10	40	5.027	117.810	592.230
9	5	25	10	50	2.674	188.496	504.126
10	10	30	20	60	1.681	125.664	211.244
11	10	30	20	60	2.733	125.664	343.406
12	10	40	20	80	0.758	235.620	178.500
13	10	50	20	100	0.207	376.992	78.157
14	20	60	20	120	0.330	549.780	181.366
15	22 m	70	20	140	0.302	753.984	227.591
16	20	80	40	160	0.350	471.240	164.712
17	20	80	40	160	0.060	471.240	28.235
18	20	100	40	200	0.204	753.984	153.878
140 m	20	120	40	240	0.025	1099.560	27.476

Fuente: HGA S.A.S., 2018





### DATOS SEV-2

ARREGLO SHLUMBERGER							
<b>SONDEO:</b>		SEV-2 30-01-2018					
<b>LOCALIZACIÓN</b>		barrio Arenal					
<b>MUNICIPIO</b>		Barrancabermeja					
<b>Coord Origen: Bogotá</b>			<b>Este (m):</b>	1.023.760			
Técnico de Campo: Victor Gualteros			<b>Norte (m):</b>	1.271.345			
			<b>Altura:</b>	78 m.s.n.m.			
Estación	MN/2	AB/2	MN	AB	Resistencia	K	Resist Ap. (Ohm. - m.)
1	1	2	2	4	10.420	4.712	49.104
2	1	5	2	10	0.189	37.699	7.139
3	1	7	2	14	0.114	75.398	8.603
4	1	10	2	20	0.095	155.509	14.792
5	1	12	2	24	0.017	224.624	3.894
6	5	15	10	30	0.039	62.832	2.420
7	5	15	10	30	0.373	62.832	23.440
8	5	20	10	40	0.231	117.810	27.181
9	5	25	10	50	0.160	188.496	30.085
10	10	30	20	60	0.121	125.664	15.257
11	10	30	20	60	1.433	125.664	180.118
12	10	40	20	80	0.052	235.620	12.170
13	10	50	20	100	0.157	376.992	59.175
14	10	60	20	120	0.033	549.780	18.326
15	10	70	20	140	0.050	753.984	37.875
16	10	80	20	160	0.167	989.604	164.934
17	20	80	40	160	0.267	471.240	125.664
18	20	100	40	200	1.000	753.984	753.984

Fuente: HGA S.A.S., 2018

### DATOS SEV-3

ARREGLO SHLUMBERGER							
<b>SONDEO:</b>		SEV-3 30-01-2018					
<b>LOCALIZACIÓN</b>		vía nacional					
<b>MUNICIPIO</b>		Barrancabermeja					
<b>Coord Origen: Bogotá</b>				<b>Este (m):</b>	1.031.611		
Técnico de Campo: Víctor Gualteros				<b>Norte (m):</b>	1.272.035		
				<b>Altura:</b>	124 m.s.n.m.		
Estación	MN/2	AB/2	MN	AB	Resistencia	K	Resist Ap. (Ohm. - m.)
1	1	2	2	4	29.340	4.712	138.261
2	1	5	2	10	5.110	37.699	192.636
3	1	7	2	14	1.370	75.398	103.266
4	1	10	2	20	0.426	155.509	66.298
5	1	12	2	24	0.210	224.624	47.099
6	5	15	10	30	0.092	62.832	5.798
7	5	15	10	30	0.876	62.832	55.069
8	5	20	10	40	0.266	117.810	31.332
9	5	25	10	50	0.090	188.496	16.986
10	10	30	20	60	0.038	125.664	4.778
11	10	30	20	60	0.165	125.664	20.793
12	10	40	20	80	0.048	235.620	11.387
13	10	50	20	100	0.016	376.992	5.861
14	10	60	20	120	0.014	549.780	7.566
15	10	70	20	140	0.009	753.984	6.993

Fuente: HGA S.A.S., 2018



### DATOS SEV-4

ARREGLO SHLUMBERGER							
<b>SONDEO:</b>		SEV-4 30-01-2018					
<b>LOCALIZACIÓN</b>		comuna 7					
<b>MUNICIPIO</b>		Barrancabermeja					
<b>Coord Origen: Bogotá</b>			<b>Este (m):</b>		1.028.046		
Técnico de Campo: Victor Gualteros			<b>Norte (m):</b>		1.271.732		
			<b>Altura:</b>		110 m.s.n.m.		
Estación	MN/2	AB/2	MN	AB	Resistencia	K	Resist Ap. (Ohm. - m.)
1	1	2	2	4	18.586	4.712	87.585
2	1	5	2	10	3.312	37.699	124.865
3	1	7	2	14	2.426	75.398	182.907
4	1	10	2	20	0.139	155.509	21.553
5	1	12	2	24	0.133	224.624	29.904
6	5	15	10	30	0.596	62.832	37.455
7	5	15	10	30	7.850	62.832	493.242
8	5	20	10	40	4.393	117.810	517.551
9	5	25	10	50	2.433	188.496	458.645
10	10	30	20	60	1.561	125.664	196.200
11	10	30	20	60	3.781	125.664	475.133
12	10	40	20	80	1.702	235.620	401.023
13	10	50	20	100	0.155	376.992	58.503
14	10	60	20	120	0.407	549.780	223.940
15	10	70	20	140	0.217	753.984	163.586
16	10	80	20	160	0.150	989.604	148.698

Fuente: HGA S.A.S., 2018