

PROSPECCIÓN GEOELÉCTRICA

AREA DE MINA SAVRINA V

Departamento Antofagasta de la Sierra

PROVINCIA DE CATAMARCA



Julio de 2024

**Responsables técnicos: Geól. Facundo Martínez
Geól. Florencia Crespi**



ÍNDICE

UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	1
VÍAS DE ACCESO	1
MARCO GEOLÓGICO	3
OBJETIVOS	4
METODOLOGÍA	4
EQUIPAMIENTO	6
TRABAJOS DE CAMPO	6
RESULTADOS	9
<i>PUNTO DE MEDICIÓN: SEV-1</i>	9
<i>PUNTO DE MEDICIÓN: SEV-2</i>	10
<i>PUNTO DE MEDICIÓN: SEV-3</i>	11
<i>PUNTO DE MEDICIÓN: SEV-4</i>	12
<i>PUNTO DE MEDICIÓN: SEV-5</i>	13
<i>PUNTO DE MEDICIÓN: SEV-6</i>	14
<i>PUNTO DE MEDICIÓN: SEV-7</i>	15
<i>PUNTO DE MEDICIÓN: SEV-8</i>	16
<i>PUNTO DE MEDICIÓN: SEV-9</i>	17
<i>PUNTO DE MEDICIÓN: SEV-10</i>	18
<i>PUNTO DE MEDICIÓN: SEV-11</i>	19
<i>PUNTO DE MEDICIÓN: SEV-12</i>	20
<i>PUNTO DE MEDICIÓN: SEV-13</i>	21
<i>PUNTO DE MEDICIÓN: SEV-14</i>	22
<i>PUNTO DE MEDICIÓN: SEV-15</i>	23
<i>PUNTO DE MEDICIÓN: SEV-16</i>	24
<i>PUNTO DE MEDICIÓN: SEV-17</i>	25
<i>PUNTO DE MEDICIÓN: SEV-18</i>	26
<i>PUNTO DE MEDICIÓN: SEV-19</i>	27
<i>PUNTO DE MEDICIÓN: SEV-20</i>	28
INTERPRETACIÓN	29
PSEUDOSECCIONES	29
MAPAS HIDROGEOLÓGICOS	34
CONCLUSIONES	36
RECOMENDACIONES	37
BIBLIOGRAFÍA	38

UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El presente informe corresponde a los resultados obtenidos durante la prospección geoelectrica realizada en el área de Mina SAVRINA V, ubicada en el departamento de Antofagasta de la Sierra, provincia de Catamarca, unos 40 km al noroeste de la localidad de Barranca Larga (Fig. 1). Posee una superficie de 4.388 ha, una altura promedio de 3.700 msnm, y sus coordenadas geográficas son:

Vértice del polígono	LATITUD	LONGITUD
1	26° 41' 27,65" S	67° 0' 43,45" O
2	26° 41' 29,72" S	66° 55' 39,52" O
3	26° 43' 54,46" S	66° 53' 52,56" O
4	26° 43' 51,68" S	67° 0' 44,73" O

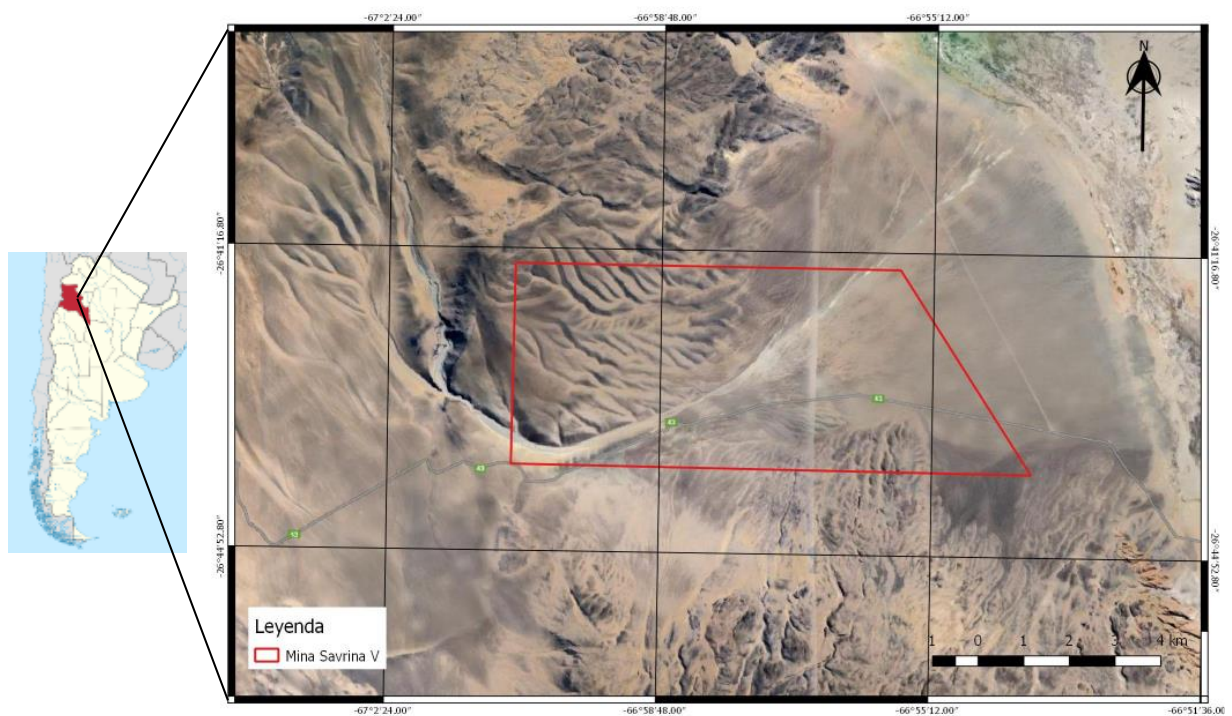


Figura 1: Mapa de ubicación del área de estudio.

VÍAS DE ACCESO

El proyecto se destaca por su facilidad de acceso, ya que se encuentra atravesado longitudinalmente por la Ruta Provincial N° 43 (pavimentada), y la mayor parte de su superficie es plana, sin grandes desniveles que dificulten su ingreso.

Para acceder al área desde la Ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca, se transitan unos 400 km aproximadamente (todo asfaltado) por Ruta Nacional N°38, pasando por las localidades de Nueva Coneta, Huillapima y Chumbicha. Seguidamente se empalma con Ruta

Provincial N° 60 hacia el noroeste pasando por Aimogasta (provincia de La Rioja), luego se entra en Ruta Nacional N° 40 hasta llegar al departamento de Belén, pasando por las localidades de La Puerta de San José, San Fernando y El Eje. En este paraje se abre a mano izquierda la Ruta Provincial N°36, hasta llegar a Puerta de Corral Quemado, donde debe tomarse la Ruta Provincial N° 43 hacia el norte, pasando por las localidades de Villa Vil y finalmente Barranca Larga, localidad más próxima al sitio (Fig. 2).

Cabe mencionar que, unos metros antes de ingresar al área desde el este, se abre un camino de ripio a la derecha que conduce hasta la Reserva de Biósfera Laguna Blanca, la cual consta de 973270 ha y se ubica a unos 10 km del sitio en estudio.

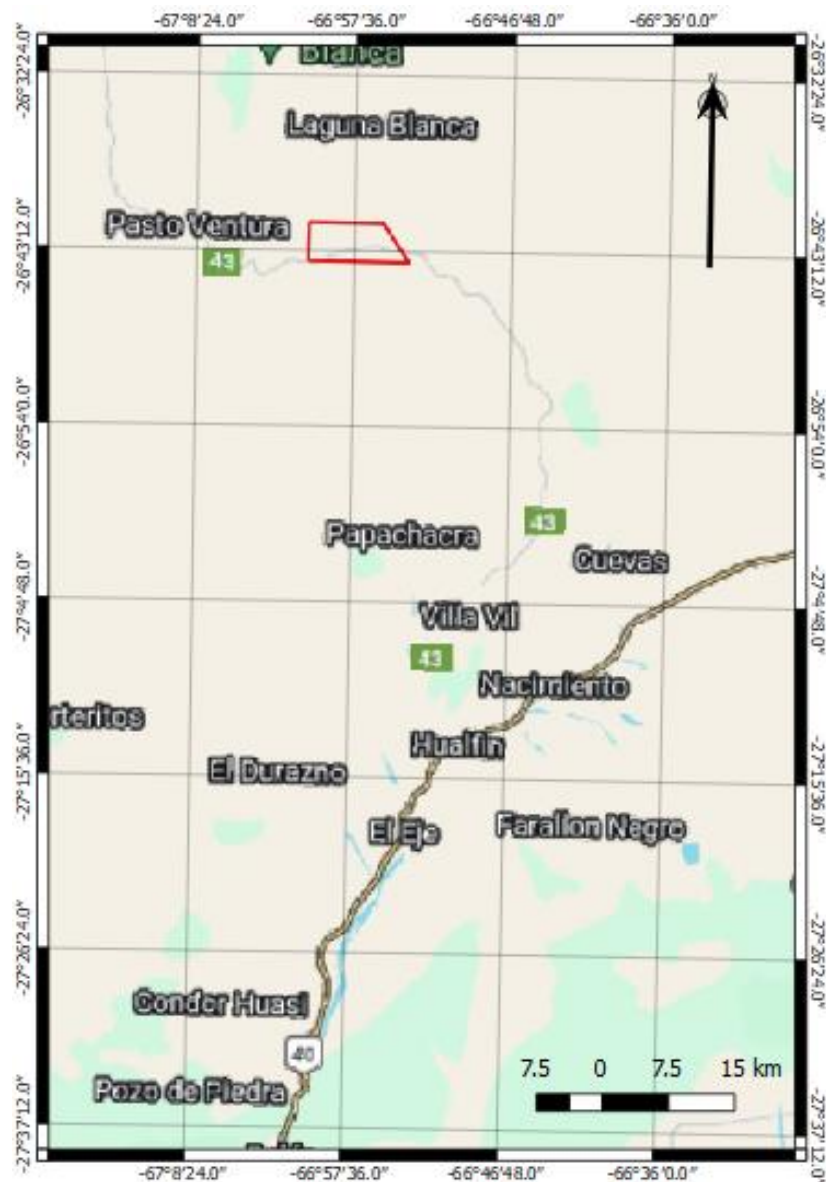


Figura 2: Mapa de accesos al área de estudio.



MARCO GEOLÓGICO

El proyecto en estudio se sitúa en la provincia geológica Puna Austral (Alonso et al., 1984), dentro de las regiones semiárida y árida del noroeste argentino, con aguas superficiales escasas, generalmente temporarias.

El relieve está integrado por cordones meridianos, en general subparalelos, separados por valles longitudinales de origen tectónico y aparatos volcánicos jóvenes.

La geología regional comprende un registro estratigráfico que abarca unidades litológicas de edad Neoproterozoica – Paleozoico inferior (Turner, 1962) hasta el reciente.

Las rocas más antiguas se encuentran en la Sierra de Laguna Blanca y corresponden a metamorfitas y migmatitas que conforman el basamento cristalino, integrada por esquistos, filitas y micasitas junto a gneises cordieríticos y migmatitas esquistosas.

El Paleozoico está representado por lutitas, pizarras y filitas moteadas, atribuidas con reservas al Ordovícico y rocas intrusivas graníticas, atravesadas por diques y filones capas de aplitas y pegmatitas turmaliníferas, conjuntamente con venas de cuarzo.

Sobre estas formaciones se acumularon sedimentos atribuidos al Terciario alto (Mioceno Plioceno), integrantes posiblemente de distintos ciclos sedimentarios separados por efusiones volcánicas andesíticas. Una gruesa cubierta de material piroclástico y coladas dacítico-andesíticas integran posiblemente el mismo ciclo volcánico que forma las coladas andesíticas que se ubican entre las Formaciones sedimentarias terciarias. Las tobas dacíticas y dacitas de gran potencia fueron agrupadas en la Formación Laguna Blanca. De allí en más se producen movimientos ascensionales y, por ende, erosión que provee material de acarreo, el cual se acumula como fanglomerados antiguos.

Las piroclastitas identificadas como Ignimbritas Cerro Galán afloran en la parte norte del área y son los flujos distales más australes de esta efusión piroclástica. Esta ignimbrita es de color gris blanquecino y cuando está meteorizada toma colores rojizos claros.

Culmina el ciclo volcánico con derrames básicos de lavas basálticas (Turner, 1972).

Las erupciones son mayormente estrombolianas, de tipo monogenéticas. Las evidencias de un anillo de maar y tobas indican que el magma interactuó con el agua subterránea en erupciones explosivas (Allmendinger et al., 1987).

El cuaternario sedimentario inconsolidado está representado por litologías clásticas de relleno aluviales, niveles de bajada y planicies salinas. También existen importantes depósitos de avalanchas de roca en el faldeo occidental de la sierra Laguna Blanca y en menor volumen, en el otro faldeo. Estos están compuestos por limos, arenas, gravas y conglomerados asociados a sistemas de drenaje que constituyen abanicos aluviales, cauces, rellenos de

valles y quebradas actuales. Estos depósitos incluyen los materiales acumulados de origen eólico y depósitos de origen coluvial.

OBJETIVOS

- Caracterizar las propiedades geoelectricas del subsuelo y su correlación con la geología.
- Determinar la factibilidad de que existan condiciones litológicas e hidrogeológicas en el subsuelo para el desarrollo de acuíferos en profundidad.
- Establecer el sitio más apropiado para llevar a cabo obras de captación subterráneas, en caso de que sea factible.

METODOLOGÍA

Se utilizó el Sondeo Eléctrico Vertical (SEV) como método de prospección geofísica. El mismo intenta reconocer las formaciones geológicas que se encuentran en profundidad mediante parámetros de resistividad del subsuelo. Su principal finalidad es examinar la distribución vertical en profundidad de las resistividades bajo el punto sondeado a partir de medidas de la diferencia de potencial en la superficie. Para este estudio se utilizó el arreglo electródico Schlumberger que utiliza un par de electrodos de inyección de corriente (AB) determinando la diferencia de potencial en donde es captado en otro par de electrodos (MN).

En el arreglo Schlumberger se utilizan distancias AMNB con $AB > MN$ y consiste en separar progresivamente los electrodos inyectoros A y B dejando los electrodos detectores M y N fijos en torno a un punto central fijo P. La representación de este sondeo muestra en ordenadas ρ_a ($\Omega \cdot m$) y en abscisas la distancia $AB/2$ (m). En este sondeo el efecto de las heterogeneidades irrelevantes es menor pues sólo se mueven el par de electrodos inyectoros A y B en escala logarítmica (Fig. 3).

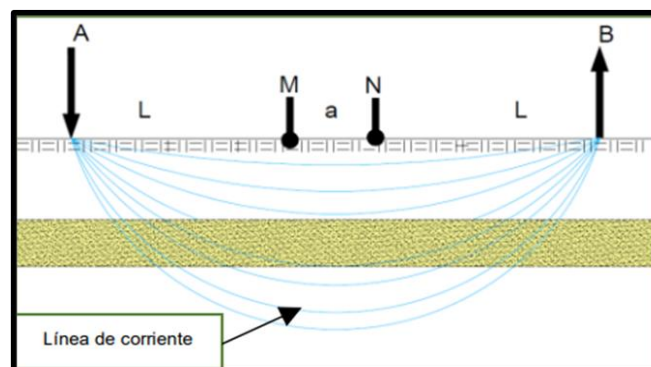


Figura 3: Arreglo Schlumberger para sondeos eléctricos verticales.

El método SEV puede realizarse sobre cualquier combinación de formaciones geológicas, pero para que la curva de resistividad aparente sea interpretable (curva de campo), el subsuelo debe estar representado por capas horizontales y homogéneas. En muchos casos la realidad se acerca lo suficiente a esta restricción teórica como para que los resultados sean aprovechables.

El agua pura es poco conductora a causa de su reducida cantidad de iones disueltos, por lo que no es conductiva, pero las aguas que se encuentran en la naturaleza presentan conductividades apreciables, ya que siempre contienen sales disueltas que le asignan valores diagnósticos para su resistividad. Además, la resistividad eléctrica de los suelos no solo depende de sus sales sino de su composición, porosidad y tamaño de grano, por lo que una roca o sustrato será menos resistiva eléctricamente cuanto más agua tenga en sus poros y a su vez, cuanta más sales disueltas contenga (Fig. 4). Entonces, en base a estas características del sustrato, se puede inyectar corriente penetrando las distintas capas infrayacentes permitiendo conocer sus características hidrogeológicas.

<i>Aguas o rocas</i>	<i>Resistividad (en ohm m)</i>
Agua de mar	0,2
Agua de acuíferos aluviales	10-30
Agua de fuentes	50-100
Arenas y gravas secas	1 000-10 000
Arenas y gravas con agua dulce	50-500
Arenas y gravas con agua salada	0,5-5
Arcillas	2-20
Margas	20-100
Calizas	300-10 000
Areniscas arcillosas	50-300
Areniscas cuarcitas	300-10 000
Cineritas, tobas volcánicas	20-100
Lavas	300-10 000
Esquistos grafitosos	0,5-5
Esquistos arcillosos o alterados	100-300
Esquistos sanos	300-3 000
Gneis, granito alterados	100-1 000
Gneis, granito sanos	1 000-10 000

Figura 4: Resistividad de agua y algunas rocas (Astier, 1975).

La profundidad de penetración de la corriente eléctrica depende de la separación de los electrodos inyectores AB. Si la distancia entre los electrodos AB aumenta, la corriente circula a mayor profundidad, pero su intensidad disminuye. Por medio de este estudio se puede inferir la forma, composición y dimensiones de las estructuras que se encuentran en el subsuelo a partir de datos indirectos recolectados en la superficie terrestre.

Equipamiento

Los valores de resistividad fueron determinados en el campo con el equipo GEOMETER MPX-400 By PONTI Electronics (Fig. 5). Este dispositivo trabaja con 2 módulos: a) un módulo de inyección (mili-amperímetro) conectado a una fuente de energía de 12V que emite una corriente al terreno (I), y b) un módulo receptor (mili-voltímetro) que mide la diferencia de potencial (ΔV). Además, el equipo consta de 10 electrodos de acero y cobre de 10 mm de sección, y 4 carretes con cables de 2 mm de sección, que permiten separar el dispositivo electródico hasta una distancia de 500 m, llegando a una profundidad máxima teórica de exploración de 250 m.



Figura 5: Equipo GEOMETER MPX 400 utilizado para la ejecución de los sondeos.

Trabajos de campo

Se realizó un viaje de campaña donde se llevaron a cabo un total de 20 sondeos eléctricos verticales para la interpretación del subsuelo. Los sondeos fueron distribuidos en el área de estudio acorde a las indicaciones o necesidades del propietario y recomendaciones del equipo técnico (Fig. 6 y 7).

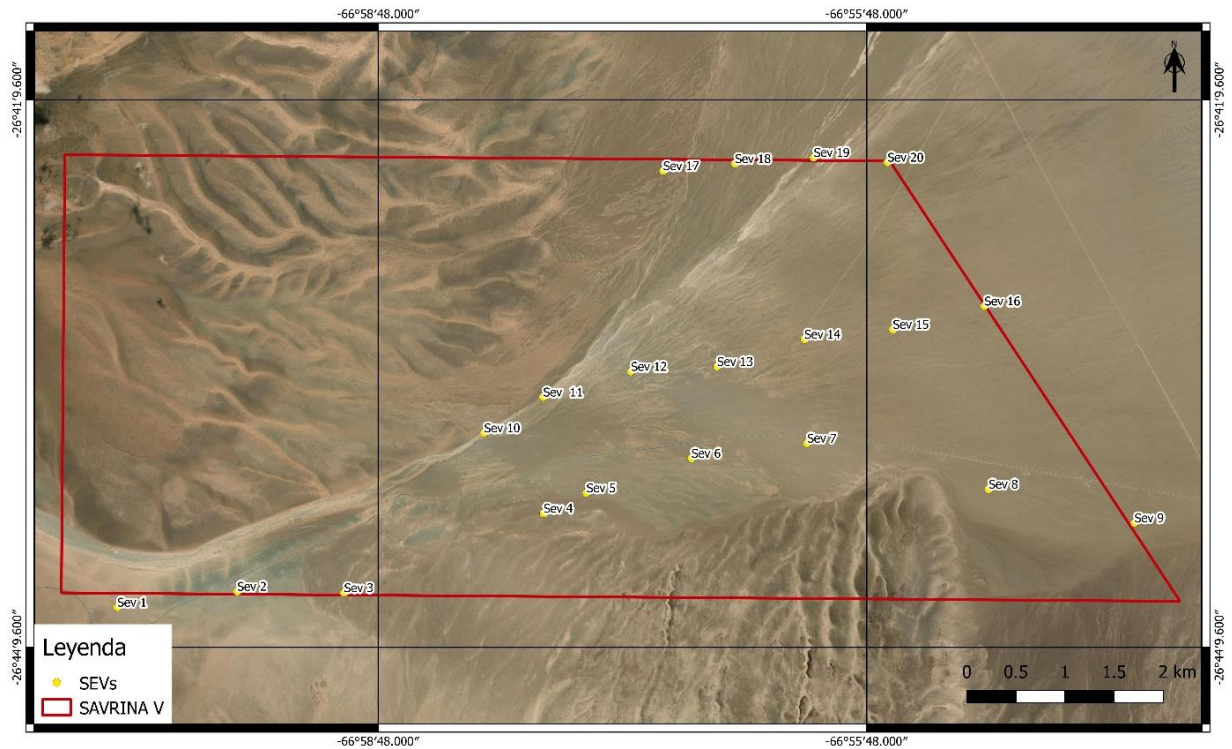


Figura 6: Ubicación de los SEV realizados.

Mediante cada SEV se obtuvieron valores de voltaje (V) e intensidad (I) de corriente, con el fin de obtener las curvas de resistividad aparente del subsuelo. Posteriormente, los datos adquiridos se procesaron mediante métodos de inversión gráfica con el software IPI2Win de manera tal de obtener los denominados horizontes geoelectricos, los cuales expresan resistividades reales, espesores de capas y profundidades de sus límites, lo que permitió realizar una interpretación hidrogeológica del subsuelo. Por último, se utilizó el software Surfer 16 para la elaboración de mapas de espesor de acuíferos y nivel freático.



Figura 7: Fotografías tomadas durante la ejecución de los SEVs en Savrina V.

RESULTADOS

A continuación, se pueden observar los distintos SEV's realizados para cada sitio de interés, junto con un perfil interpretativo del subsuelo estudiado con la ubicación de cada uno de ellos.

PUNTO DE MEDICIÓN: SEV-1

Coordenadas: 26° 43' 57"S - 67° 00' 24"O - Cota: 3706 msnm

Profundidad teórica de exploración (AB/2): 250 m - Humedad superficial: MUY BAJA

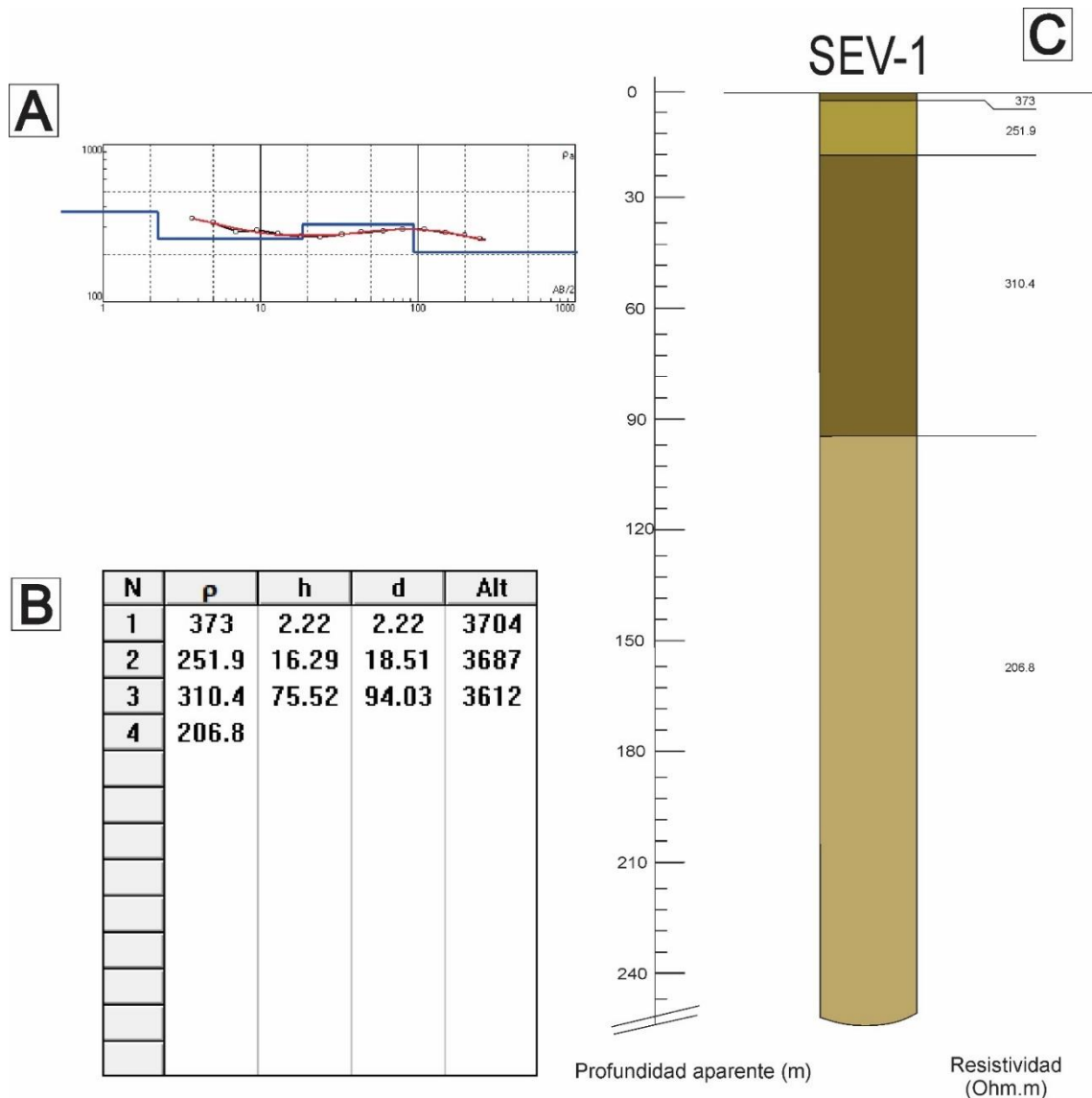


Figura 8: Cálculo en SEV-1 para la obtención de número y espesor de horizontes geoelectrónicos con sus respectivas resistividades. REFERENCIAS: A) Curva de campo. Círculos blancos y línea negra = valores y curva de resistividad aparente obtenida en el relevamiento de campo; Línea roja = curva teórica que mejor se ajusta; Línea azul = espesor y resistividad de cada horizonte (en X se grafica la profundidad teórica y en Y se grafica la resistividad aparente). B) Parámetros calculados para el SEV. N = número de horizontes determinados; ρ = resistividad real calculada de cada horizonte (en $\Omega.m$); h = espesor (en m); d = profundidad del límite inferior de cada horizonte (en m); Alt = cota en metros sobre nivel del mar (msnm).

PUNTO DE MEDICIÓN: SEV-2

Coordenadas: 26° 43' 51"S - 66° 59' 40"O - Cota: 3640 msnm

Profundidad teórica de exploración (AB/2): 250 m - Humedad superficial: MUY BAJA

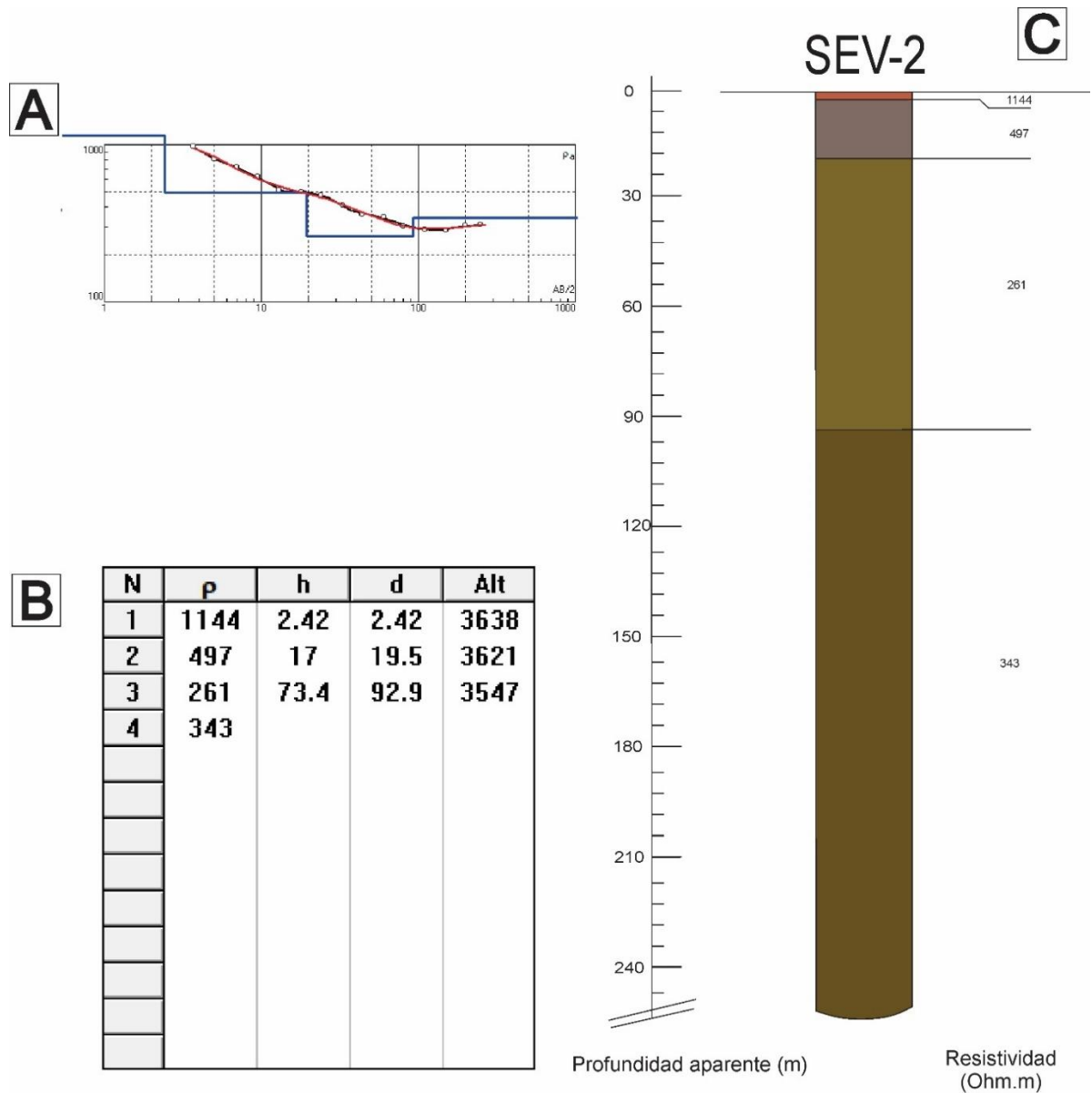


Figura 9: Cálculo en SEV-2 para la obtención de número y espesor de horizontes geoelectricos con sus respectivas resistividades. REFERENCIAS: Ídem figura 8.

PUNTO DE MEDICIÓN: SEV-3

Coordenadas: 26° 43' 52"S - 66° 59' 01"O - Cota: 3600 msnm
 Profundidad teórica de exploración (AB/2): 250 m - Humedad superficial: MUY BAJA

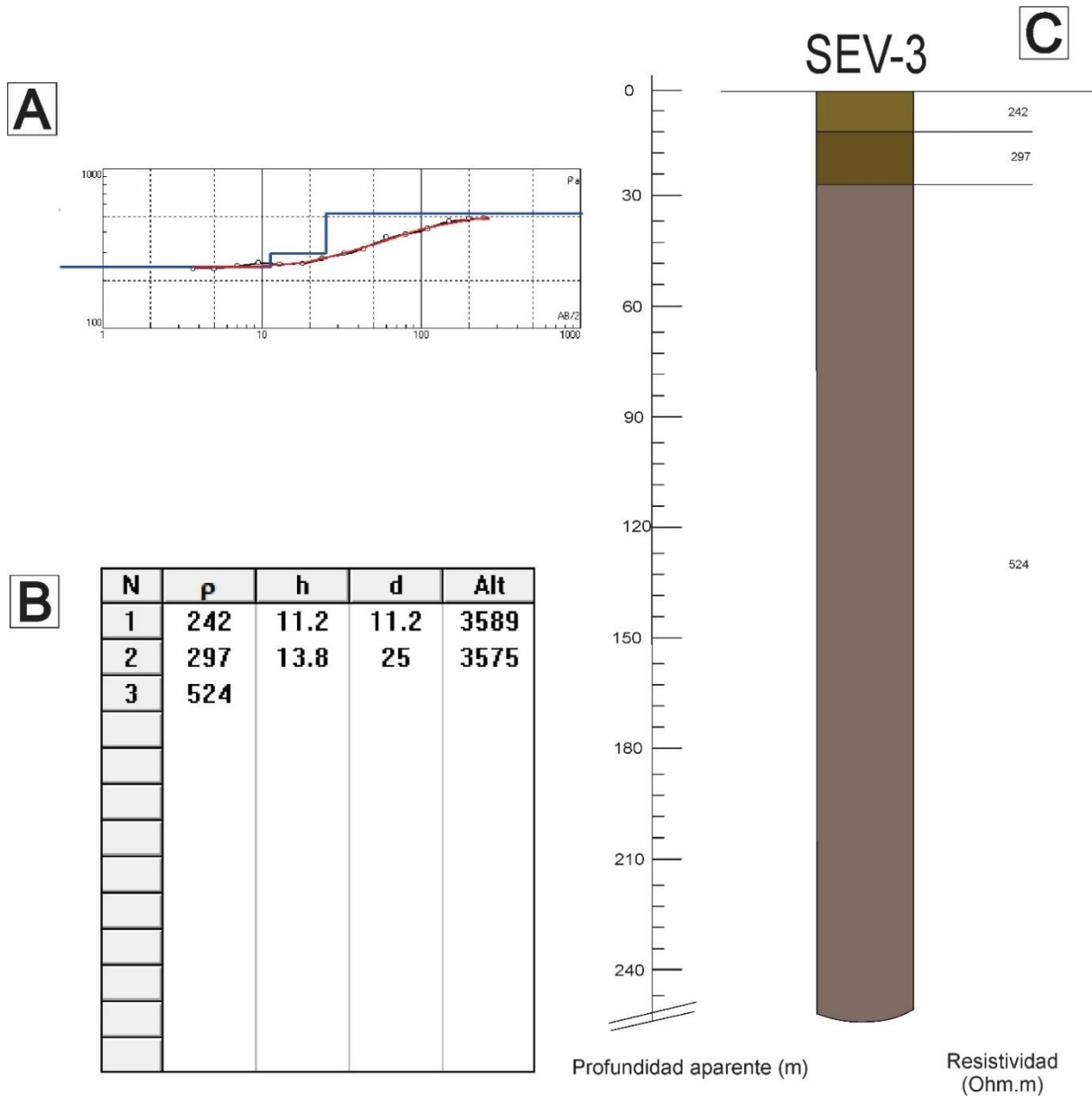


Figura 10: Cálculo en SEV-3 para la obtención de número y espesor de horizontes geoelectrónicos con sus respectivas resistividades. REFERENCIAS: Ídem figura 8.

PUNTO DE MEDICIÓN: SEV-4

Coordenadas: 26° 43' 26"S - 66° 57' 47"O - Cota: 3466 msnm

Profundidad teórica de exploración (AB/2): 250 m - Humedad superficial: MUY BAJA

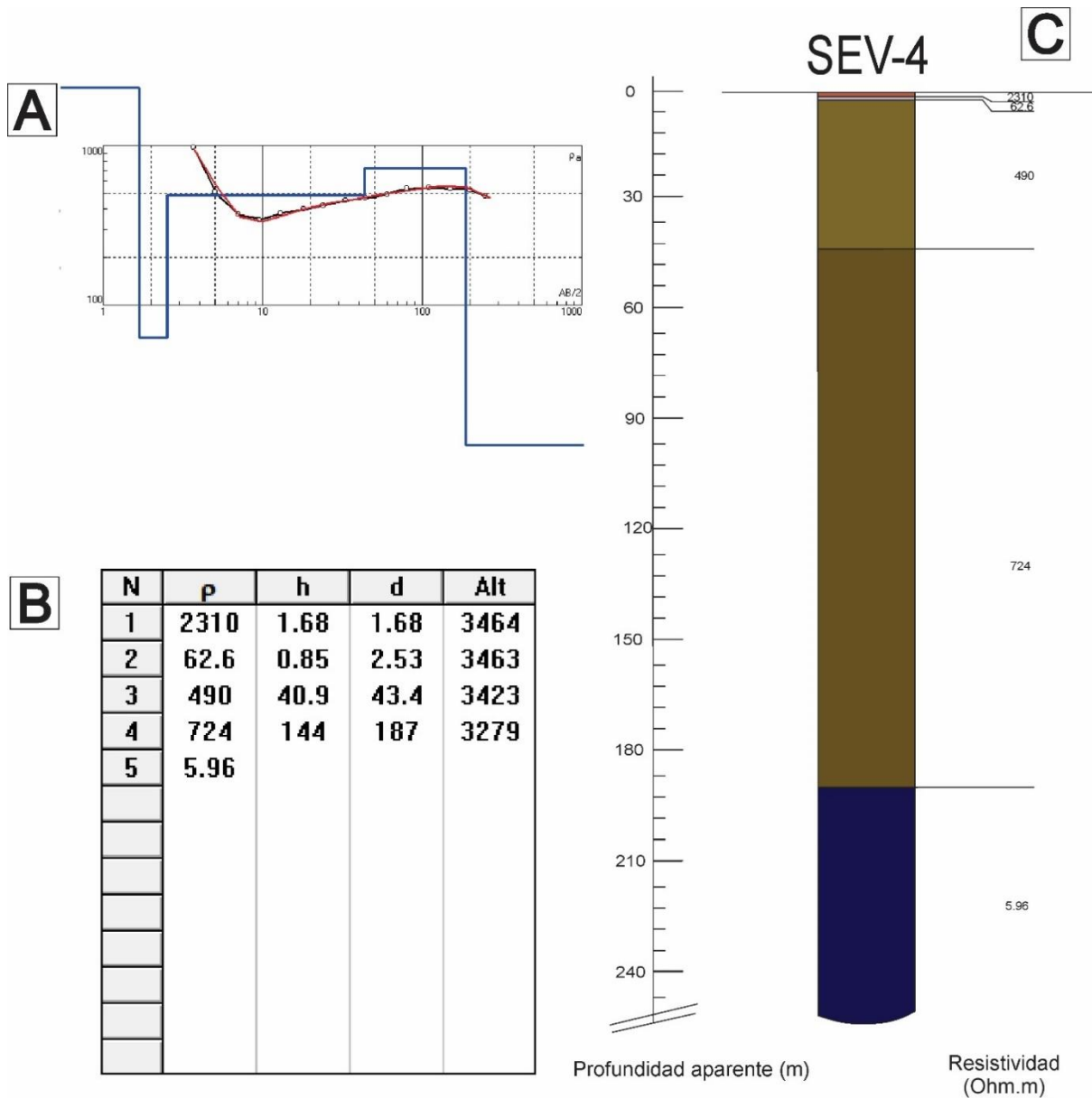


Figura 11: Cálculo en SEV-4 para la obtención de número y espesor de horizontes geoelectricos con sus respectivas resistividades. REFERENCIAS: Ídem figura 8.

PUNTO DE MEDICIÓN: SEV-5

Coordenadas: 26° 43' 19"S - 66° 57' 31"O - Cota: 3444 msnm

Profundidad teórica de exploración (AB/2): 250 m - Humedad superficial: MUY BAJA

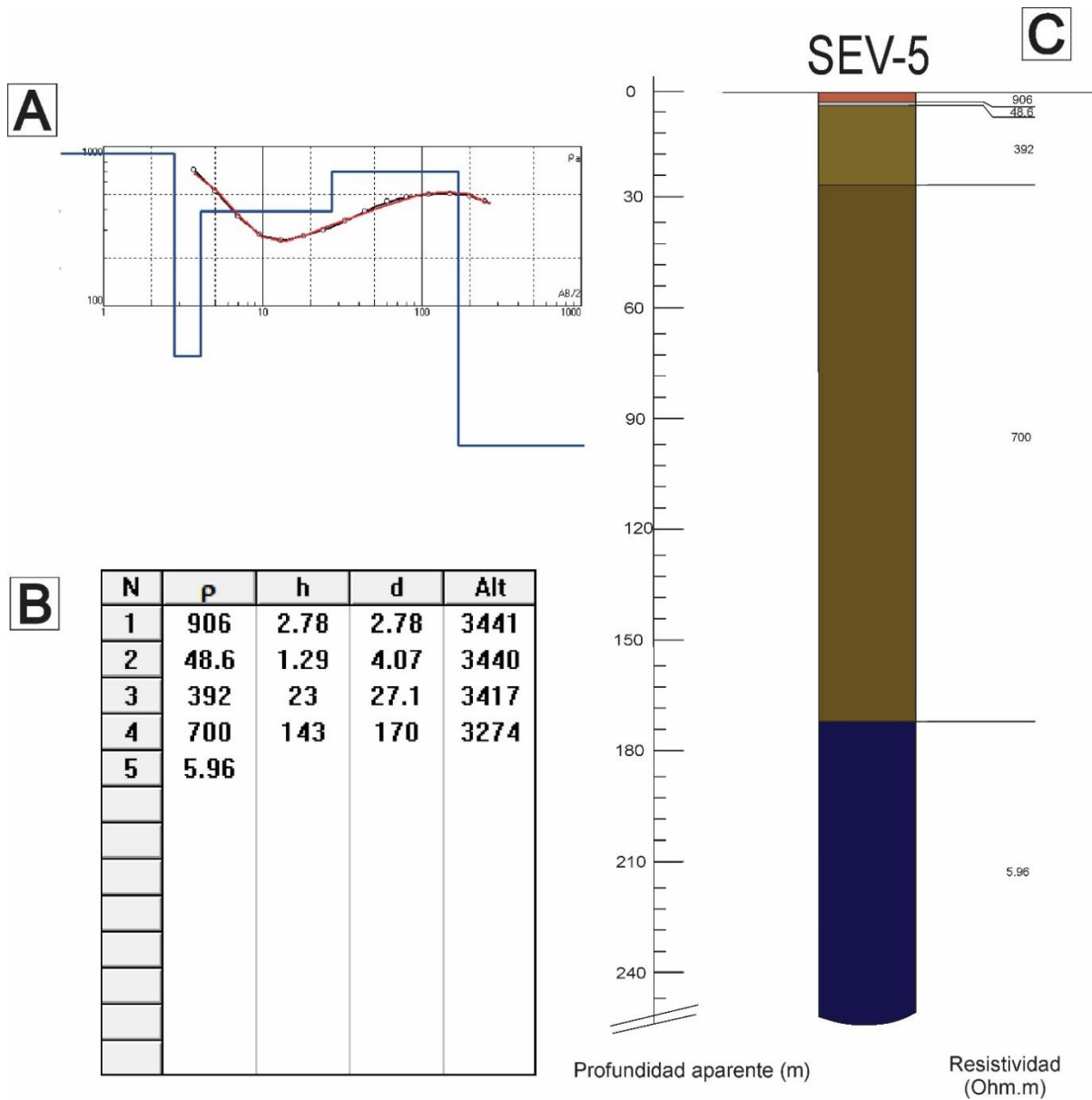


Figura 12: Cálculo en SEV-5 para la obtención de número y espesor de horizontes geoelectricos con sus respectivas resistividades. REFERENCIAS: Ídem figura 8.

PUNTO DE MEDICIÓN: SEV-6

Coordenadas: 26° 43' 07"S - 66° 56' 53"O - Cota: 3402 msnm

Profundidad teórica de exploración (AB/2): 250 m - Humedad superficial: MUY BAJA

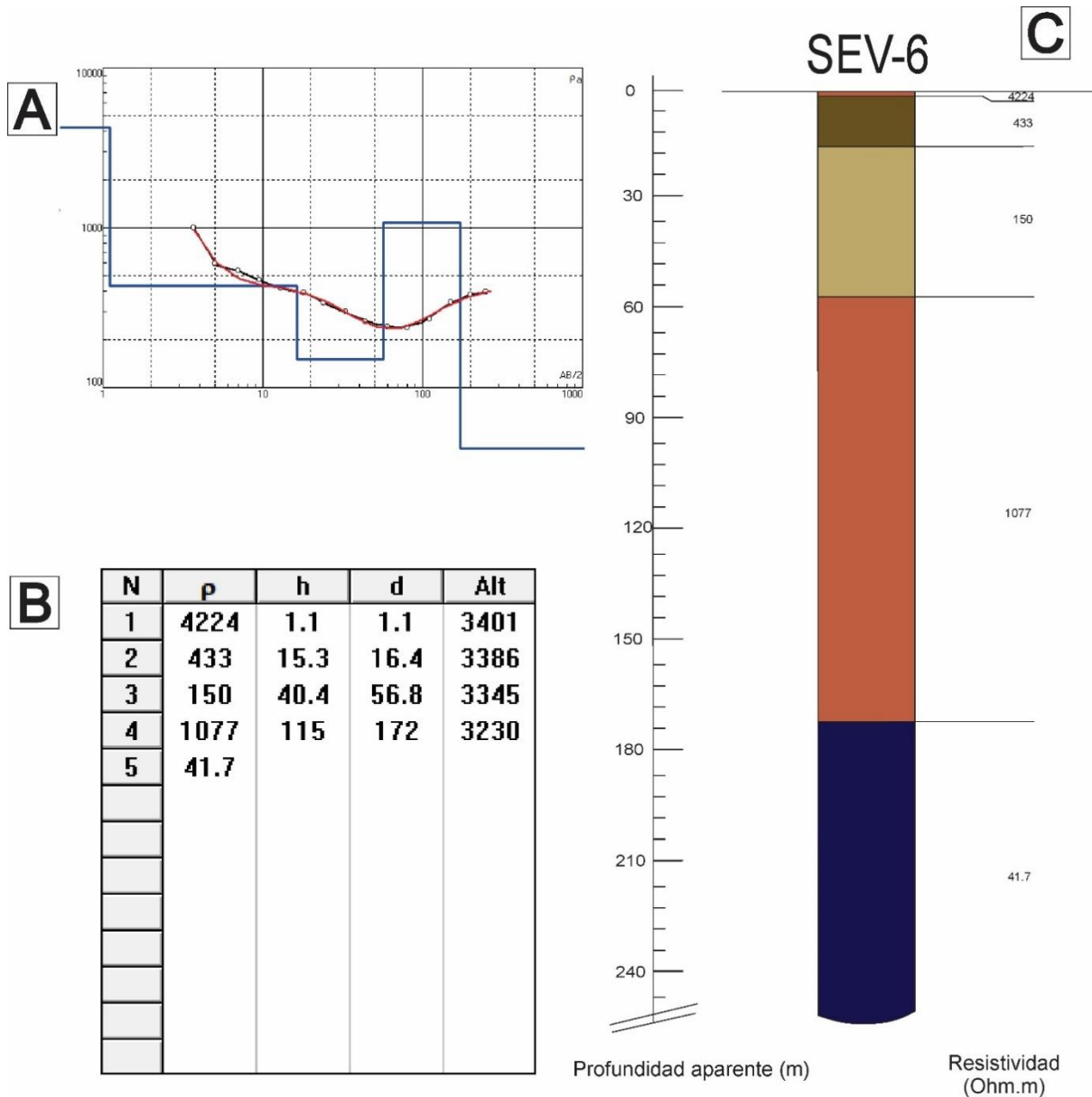


Figura 13: Cálculo en SEV-6 para la obtención de número y espesor de horizontes geoelectricos con sus respectivas resistividades. REFERENCIAS: Ídem figura 8.

PUNTO DE MEDICIÓN: SEV-7

Coordenadas: 26° 43' 02"S - 66° 56' 10"O - Cota: 3360 msnm

Profundidad teórica de exploración (AB/2): 250 m - Humedad superficial: MUY BAJA

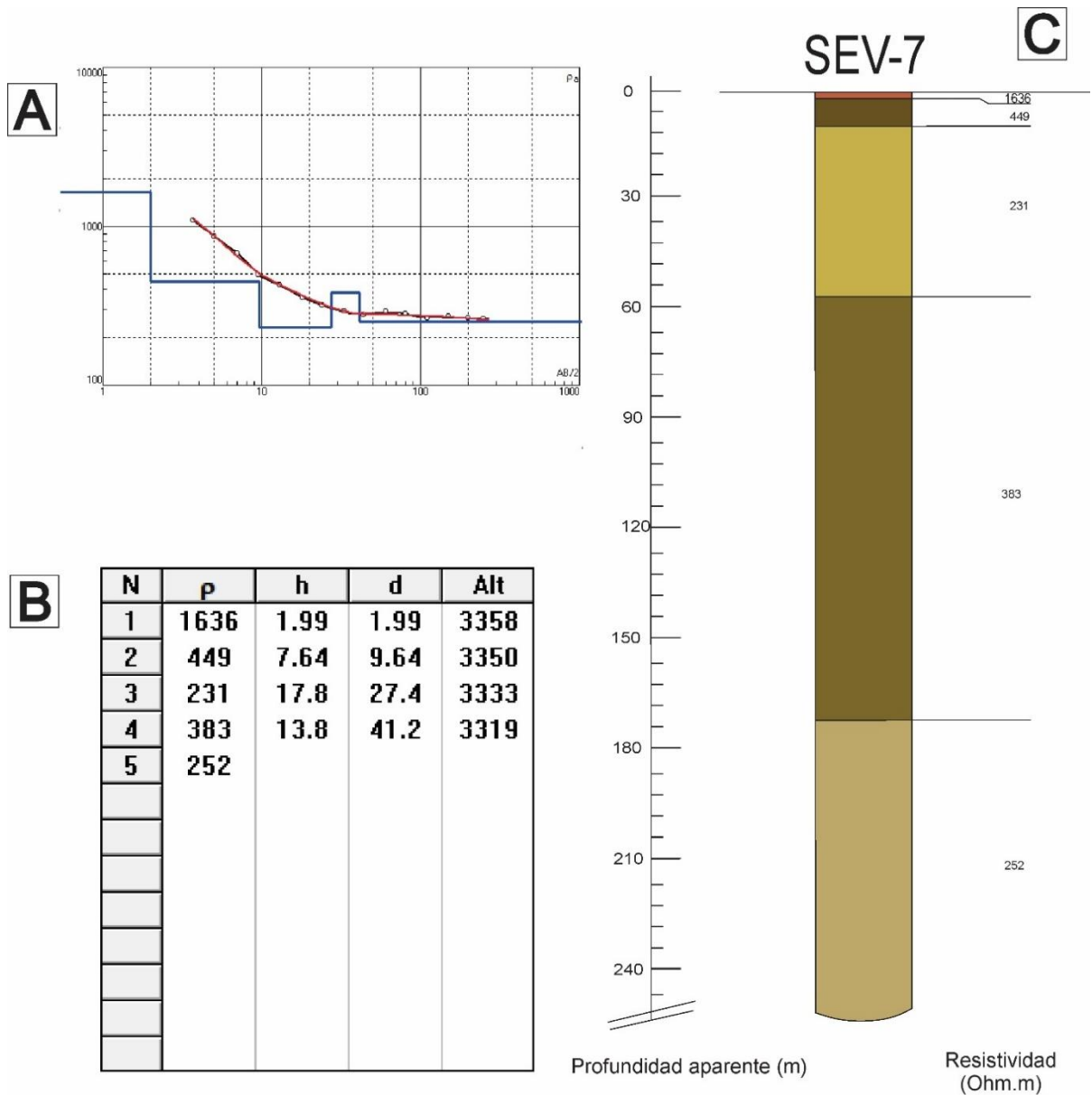


Figura 14: Cálculo en SEV-7 para la obtención de número y espesor de horizontes geoelectricos con sus respectivas resistividades. REFERENCIAS: Ídem figura 8.

PUNTO DE MEDICIÓN: SEV-8

Coordenadas: 26° 43' 18"S - 66° 55' 03"O - Cota: 3300 msnm

Profundidad teórica de exploración (AB/2): 250 m - Humedad superficial: MUY BAJA

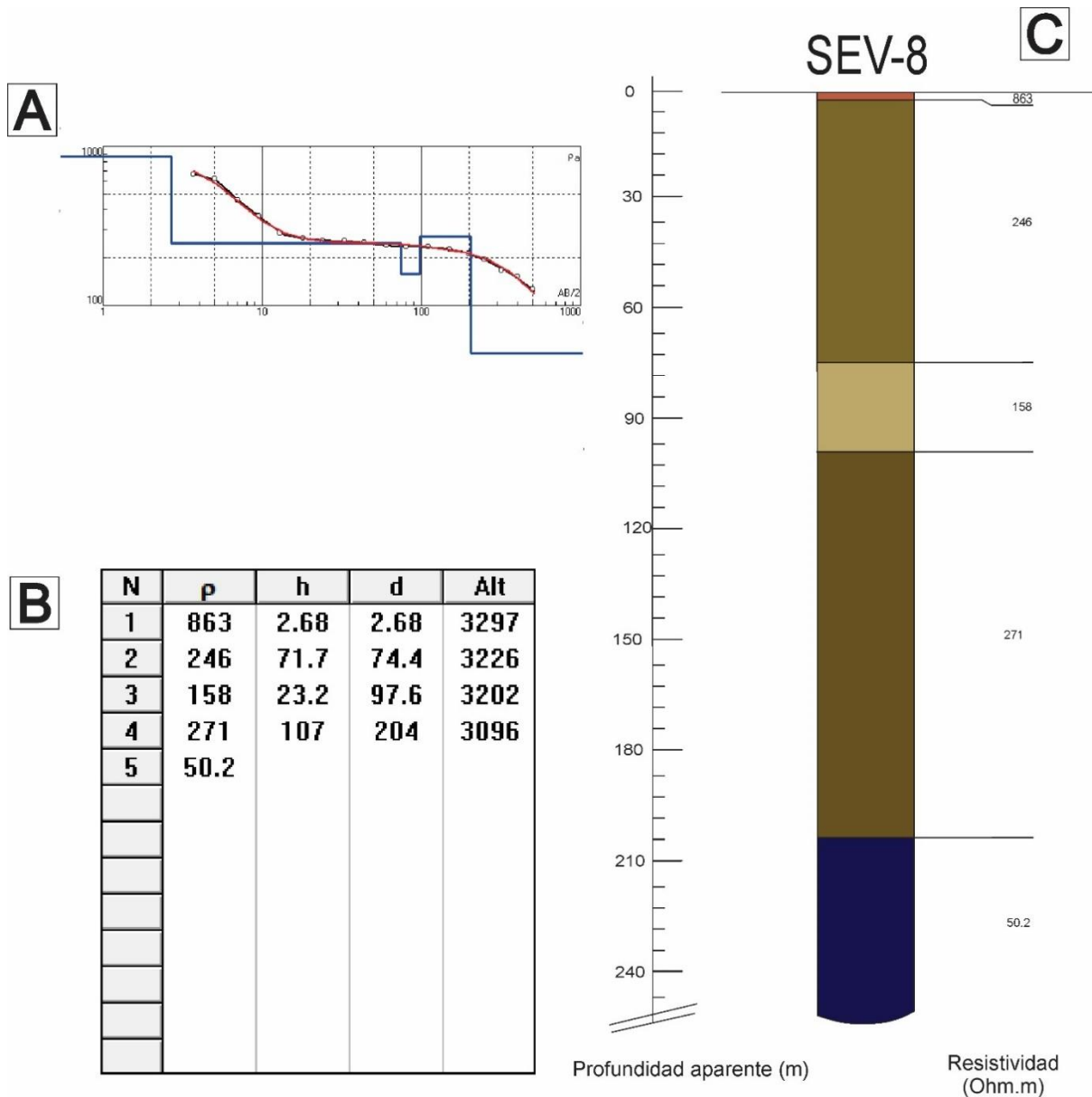


Figura 15: Cálculo en SEV-8 para la obtención de número y espesor de horizontes geoelectricos con sus respectivas resistividades. REFERENCIAS: Ídem figura 8.

PUNTO DE MEDICIÓN: SEV-9

Coordenadas: 26° 43' 29"S - 66° 54' 09"O - Cota: 3260 msnm

Profundidad teórica de exploración (AB/2): 250 m - Humedad superficial: MUY BAJA

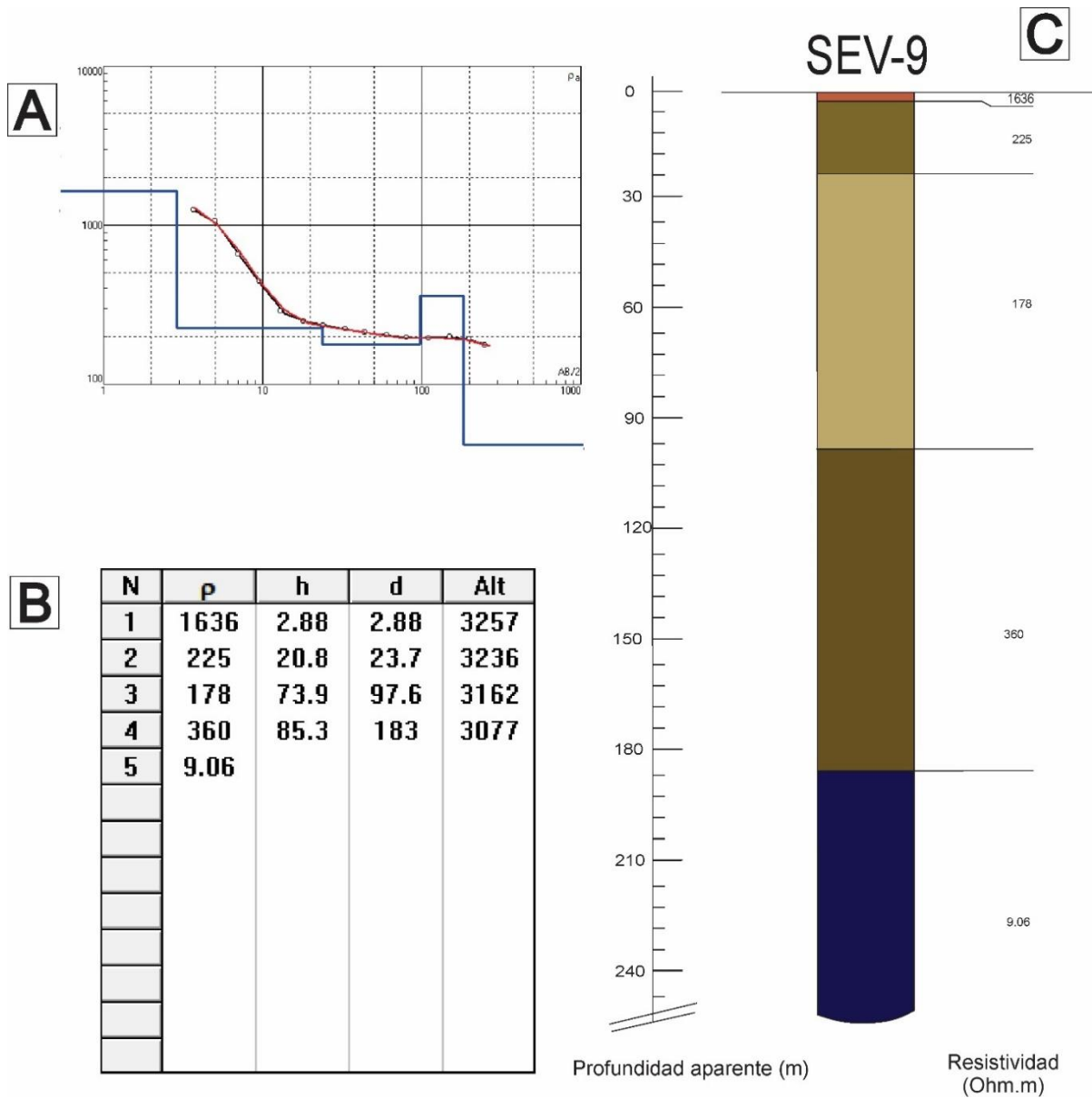


Figura 16: Cálculo en SEV-9 para la obtención de número y espesor de horizontes geoelectricos con sus respectivas resistividades. REFERENCIAS: Ídem figura 8.

PUNTO DE MEDICIÓN: SEV-10

Coordenadas: 26° 42' 59"S - 66° 58' 09"O - Cota: 3480 msnm

Profundidad teórica de exploración (AB/2): 250 m - Humedad superficial: MUY BAJA

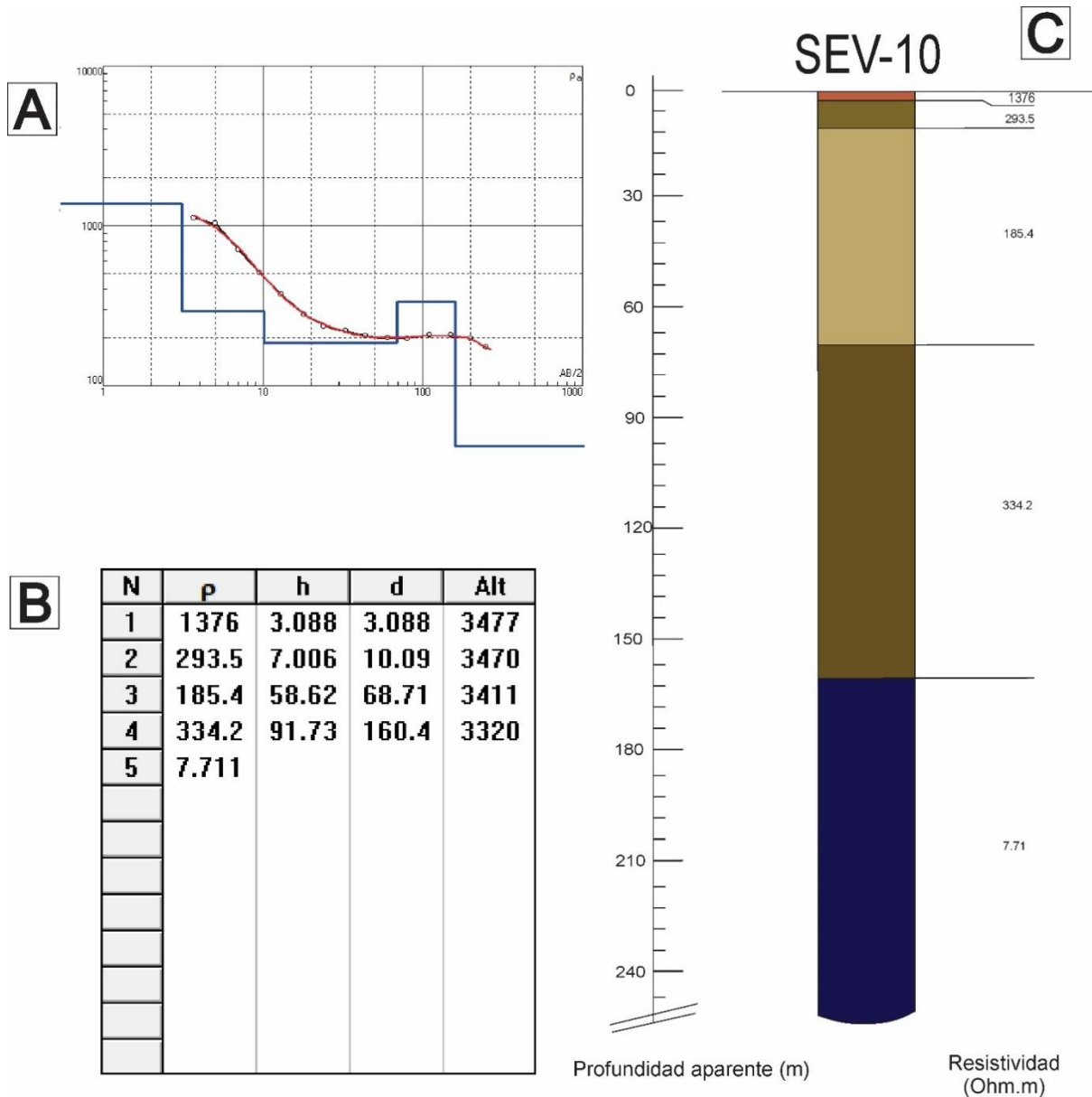


Figura 17: Cálculo en SEV-10 para la obtención de número y espesor de horizontes geoelectricos con sus respectivas resistividades. REFERENCIAS: Ídem figura 8.

PUNTO DE MEDICIÓN: SEV-11

Coordenadas: 26° 42' 47"S - 66° 57' 47"O - Cota: 3450 msnm

Profundidad teórica de exploración (AB/2): 250 m - Humedad superficial: MUY BAJA

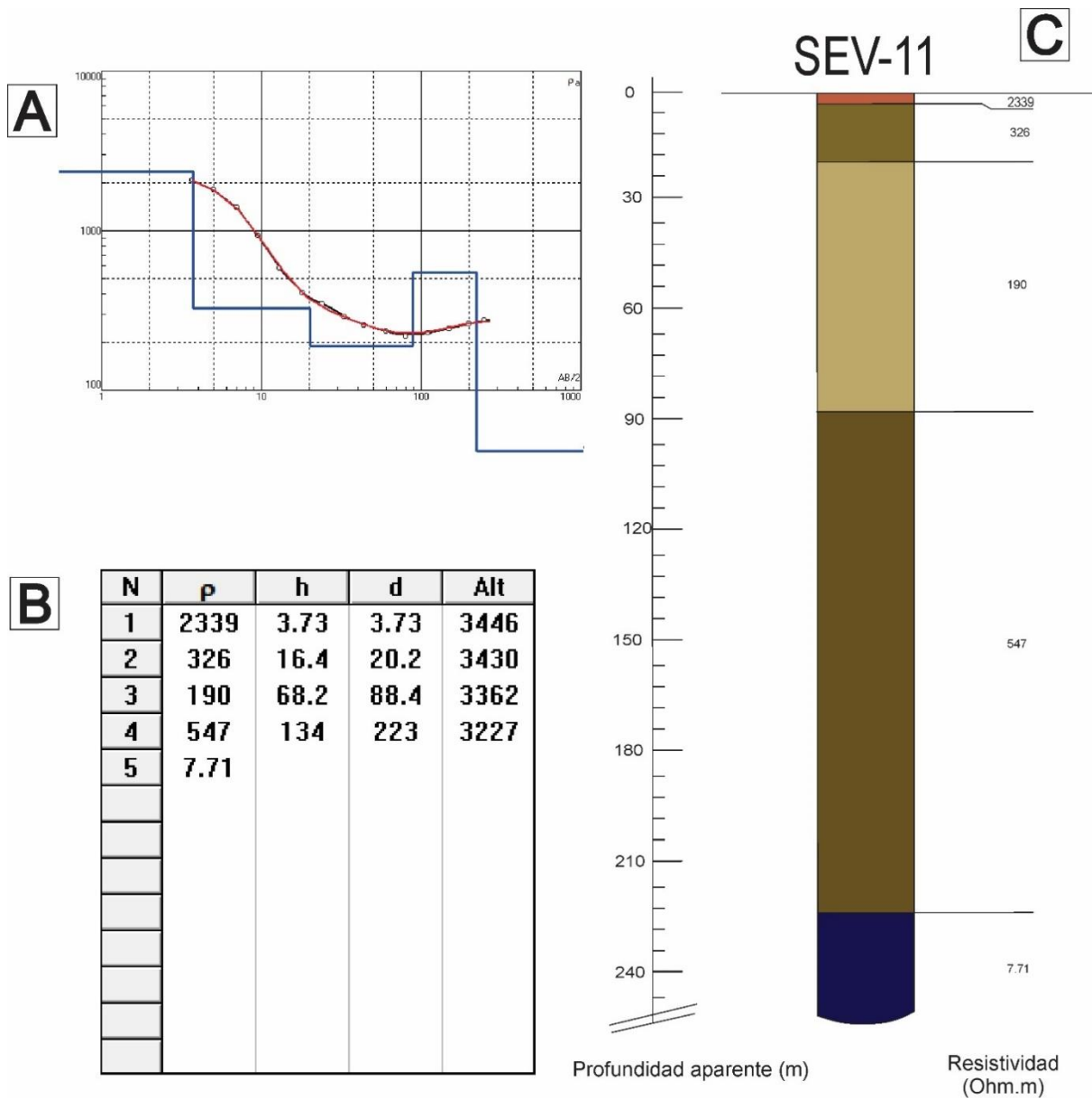


Figura 18: Cálculo en SEV-11 para la obtención de número y espesor de horizontes geoelectricos con sus respectivas resistividades. REFERENCIAS: Ídem figura 8.



PUNTO DE MEDICIÓN: SEV-12

Coordenadas: 26° 42' 39"S - 66° 57' 15"O - Cota: 3420 msnm

Profundidad teórica de exploración (AB/2): 250 m - Humedad superficial: MUY BAJA

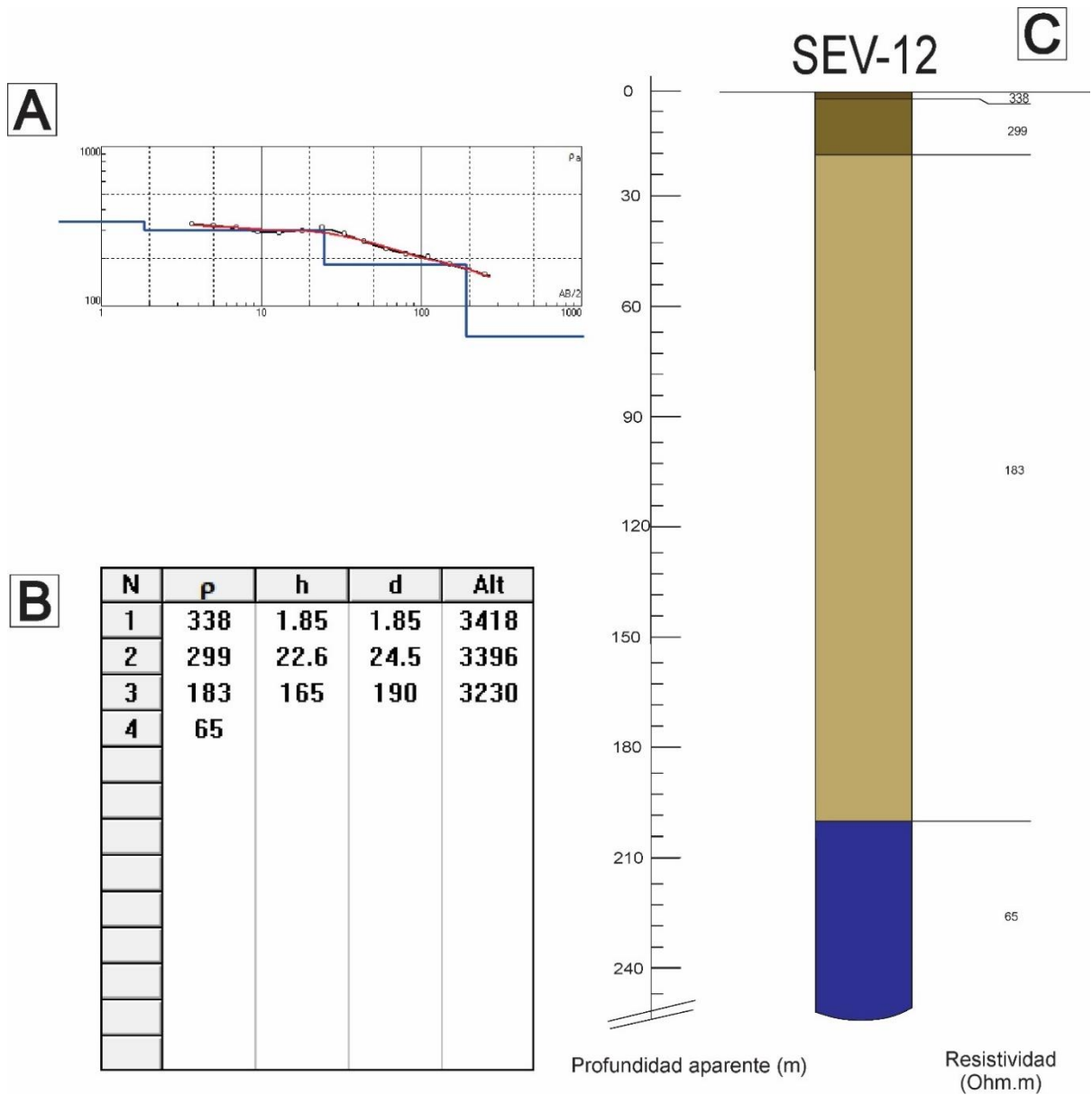


Figura 19: Cálculo en SEV-12 para la obtención de número y espesor de horizontes geoelectrónicos con sus respectivas resistividades. REFERENCIAS: Ídem figura 8.

PUNTO DE MEDICIÓN: SEV-13

Coordenadas: 26° 42' 37"S - 66° 56' 43"O - Cota: 3390 msnm

Profundidad teórica de exploración (AB/2): 250 m - Humedad superficial: MUY BAJA

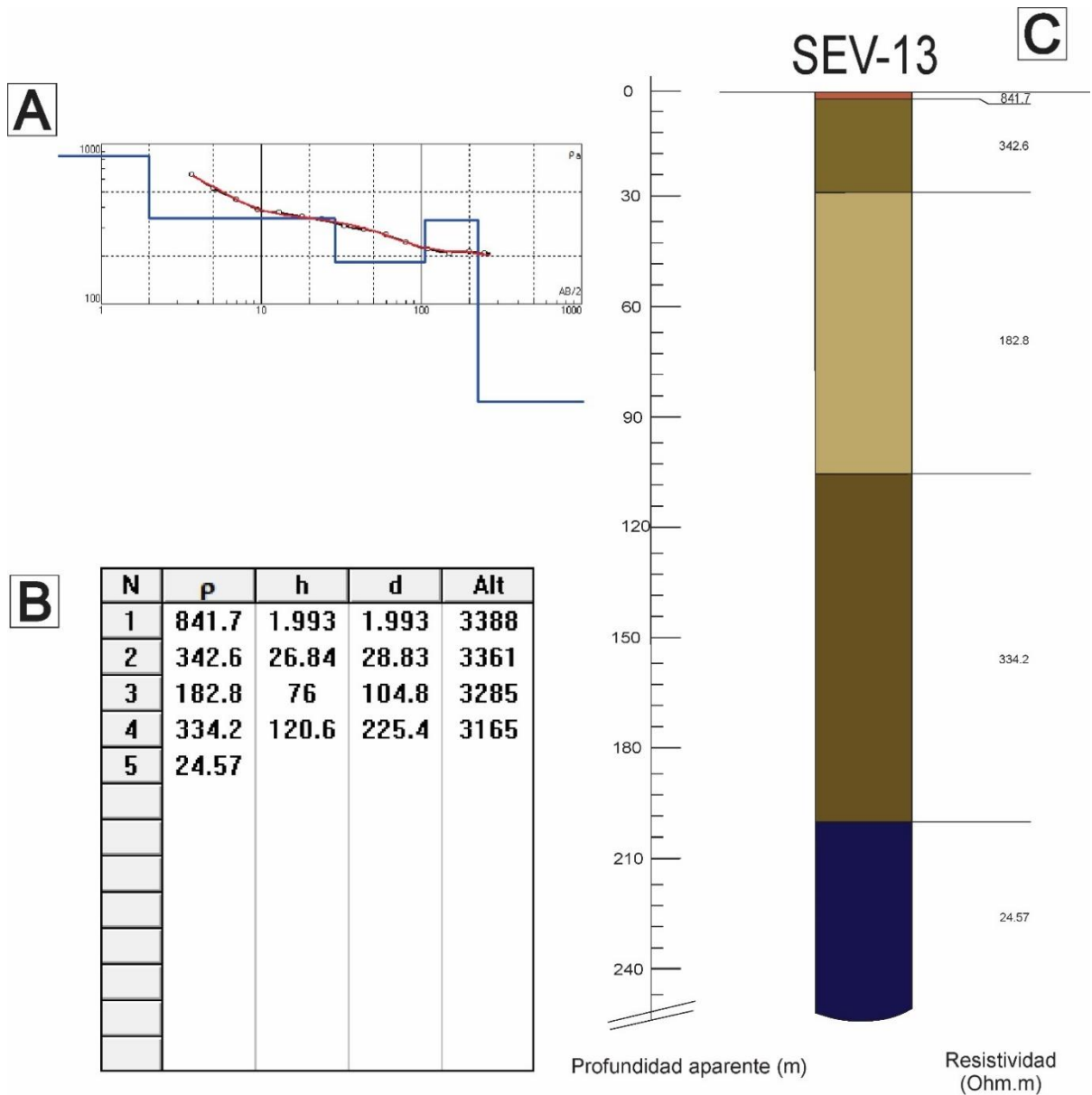


Figura 20: Cálculo en SEV-13 para la obtención de número y espesor de horizontes geoelectrónicos con sus respectivas resistividades. REFERENCIAS: Ídem figura 8.

PUNTO DE MEDICIÓN: SEV-14

Coordenadas: 26° 42' 28"S - 66° 56' 11"O - Cota: 3353 msnm

Profundidad teórica de exploración (AB/2): 250 m - Humedad superficial: MUY BAJA

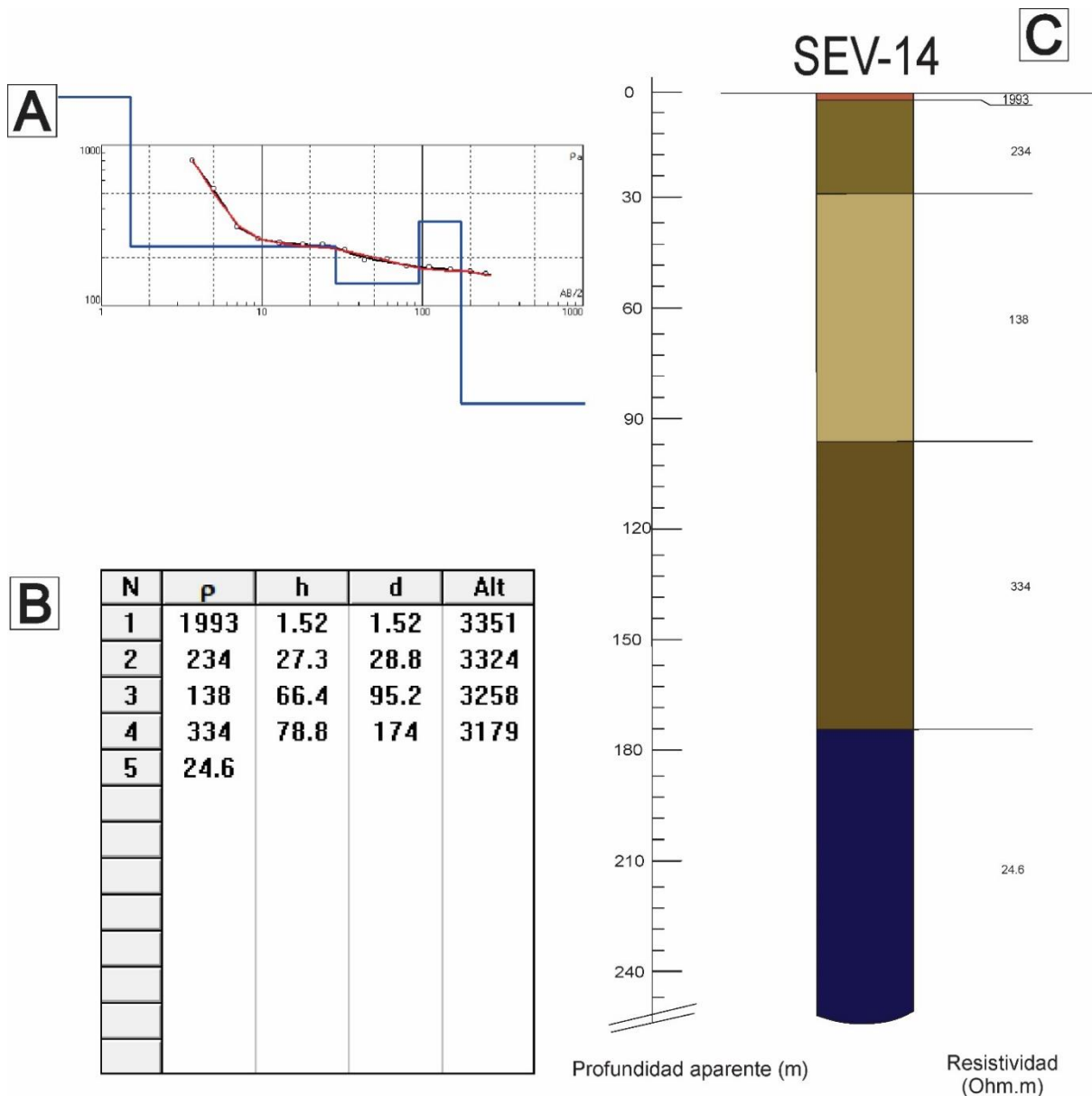


Figura 21: Cálculo en SEV-14 para la obtención de número y espesor de horizontes geoelectrónicos con sus respectivas resistividades. REFERENCIAS: Ídem figura 8.

PUNTO DE MEDICIÓN: SEV-15

Coordenadas: 26° 42' 25"S - 66° 55' 38"O - Cota: 3324 msnm

Profundidad teórica de exploración (AB/2): 250 m - Humedad superficial: MUY BAJA

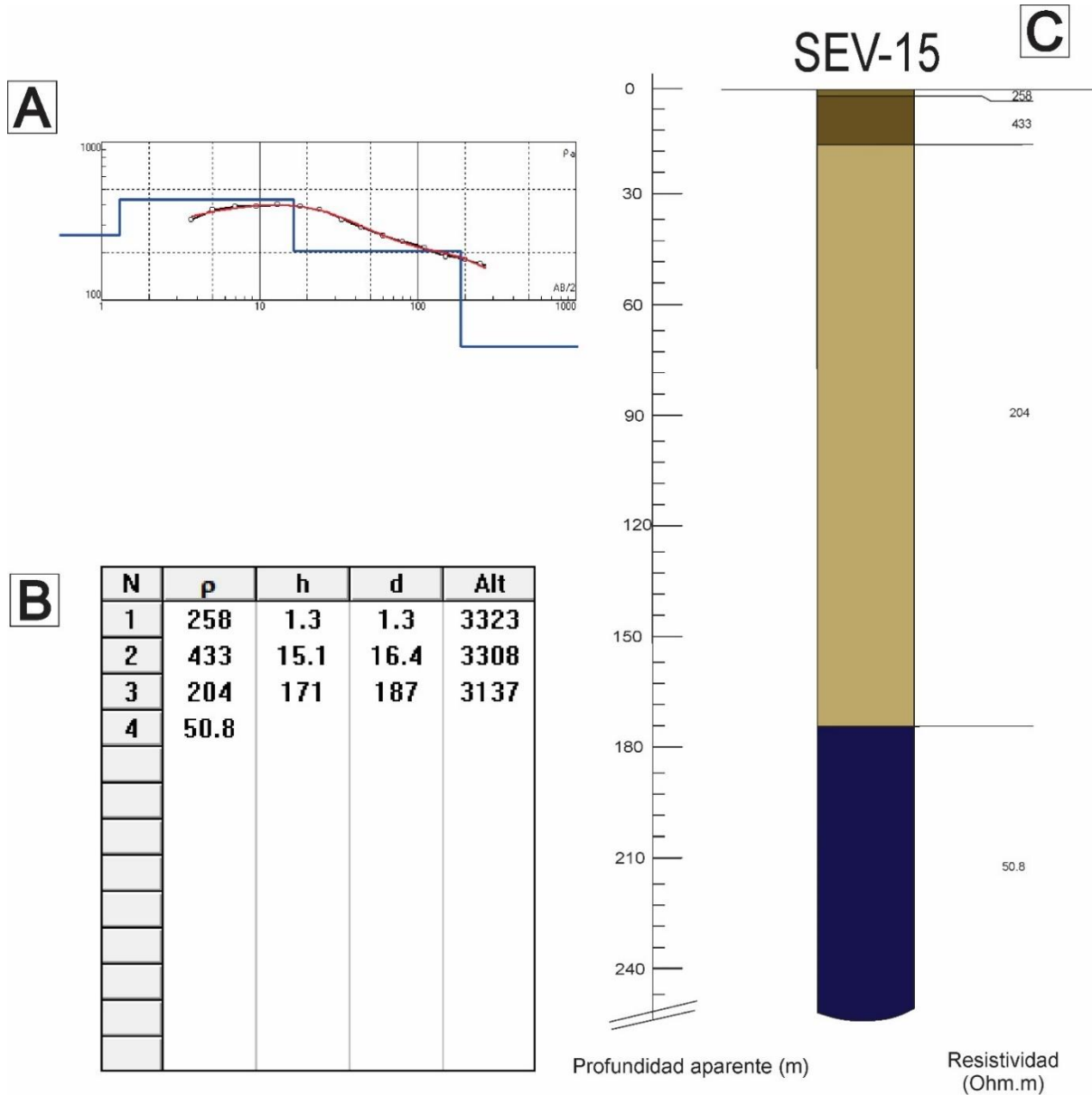


Figura 22: Cálculo en SEV-15 para la obtención de número y espesor de horizontes geoelectricos con sus respectivas resistividades. REFERENCIAS: Ídem figura 8.

PUNTO DE MEDICIÓN: SEV-16

Coordenadas: 26° 42' 17"S - 66° 55' 05"O - Cota: 3296 msnm

Profundidad teórica de exploración (AB/2): 250 m - Humedad superficial: MUY BAJA

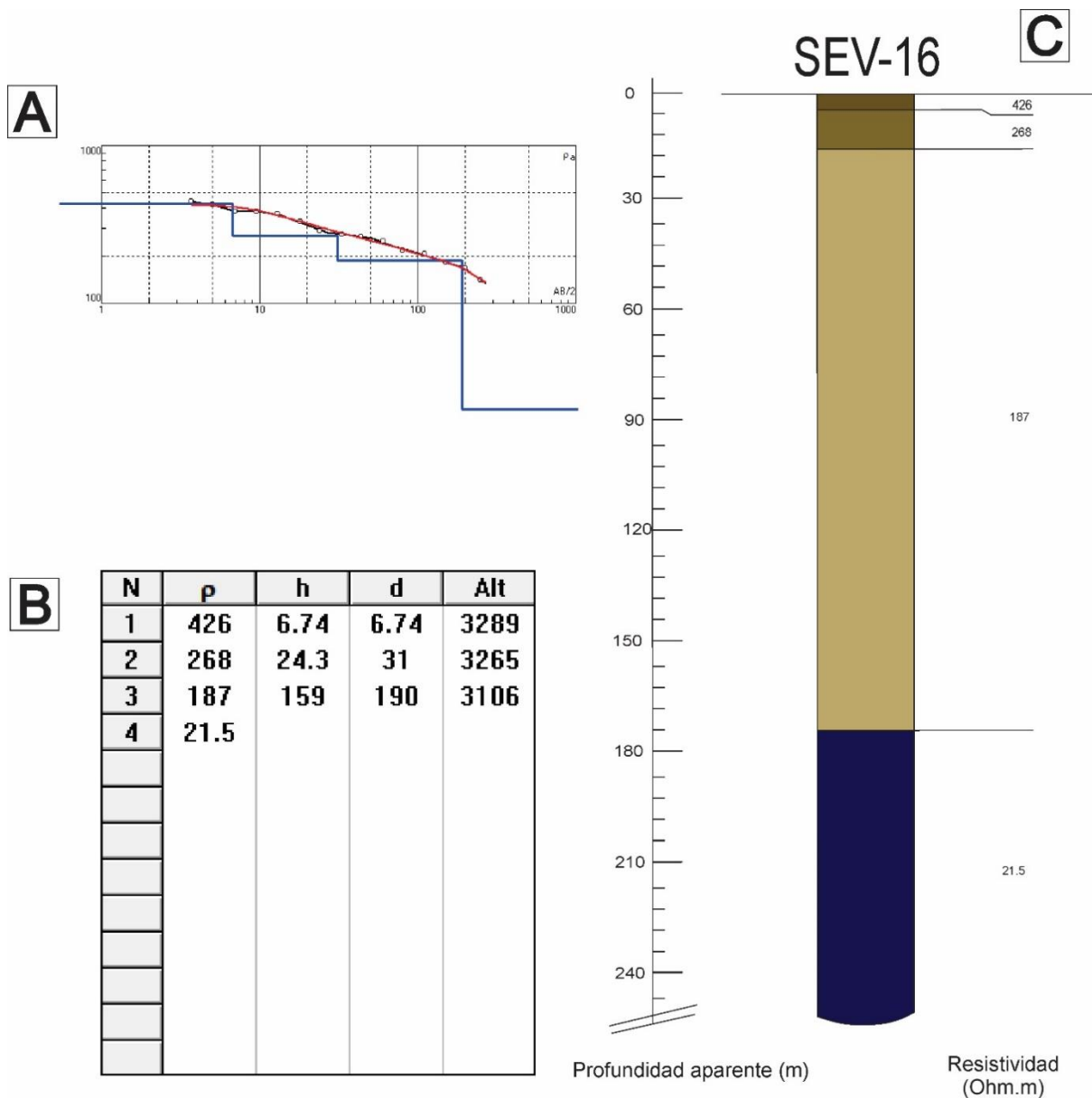


Figura 23: Cálculo en SEV-16 para la obtención de número y espesor de horizontes geoelectrónicos con sus respectivas resistividades. REFERENCIAS: Ídem figura 8.

PUNTO DE MEDICIÓN: SEV-17

Coordenadas: 26° 41' 33"S - 66° 57' 03"O - Cota: 3360 msnm

Profundidad teórica de exploración (AB/2): 250 m - Humedad superficial: MUY BAJA

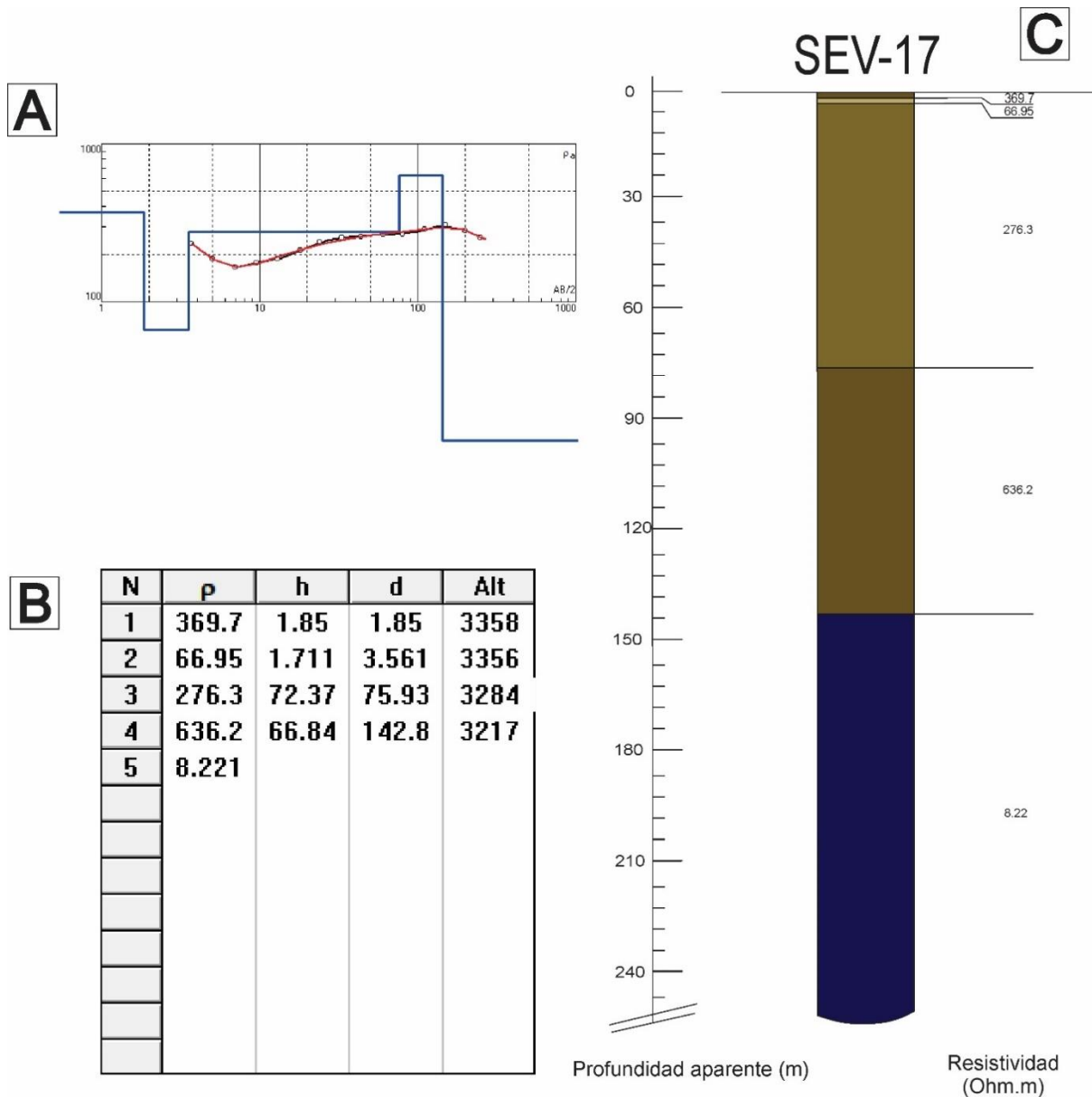


Figura 24: Cálculo en SEV-17 para la obtención de número y espesor de horizontes geoelectricos con sus respectivas resistividades. REFERENCIAS: Ídem figura 8.

PUNTO DE MEDICIÓN: SEV-18

Coordenadas: 26° 41' 31"S - 66° 56' 37"O - Cota: 3340 msnm

Profundidad teórica de exploración (AB/2): 250 m - Humedad superficial: MUY BAJA

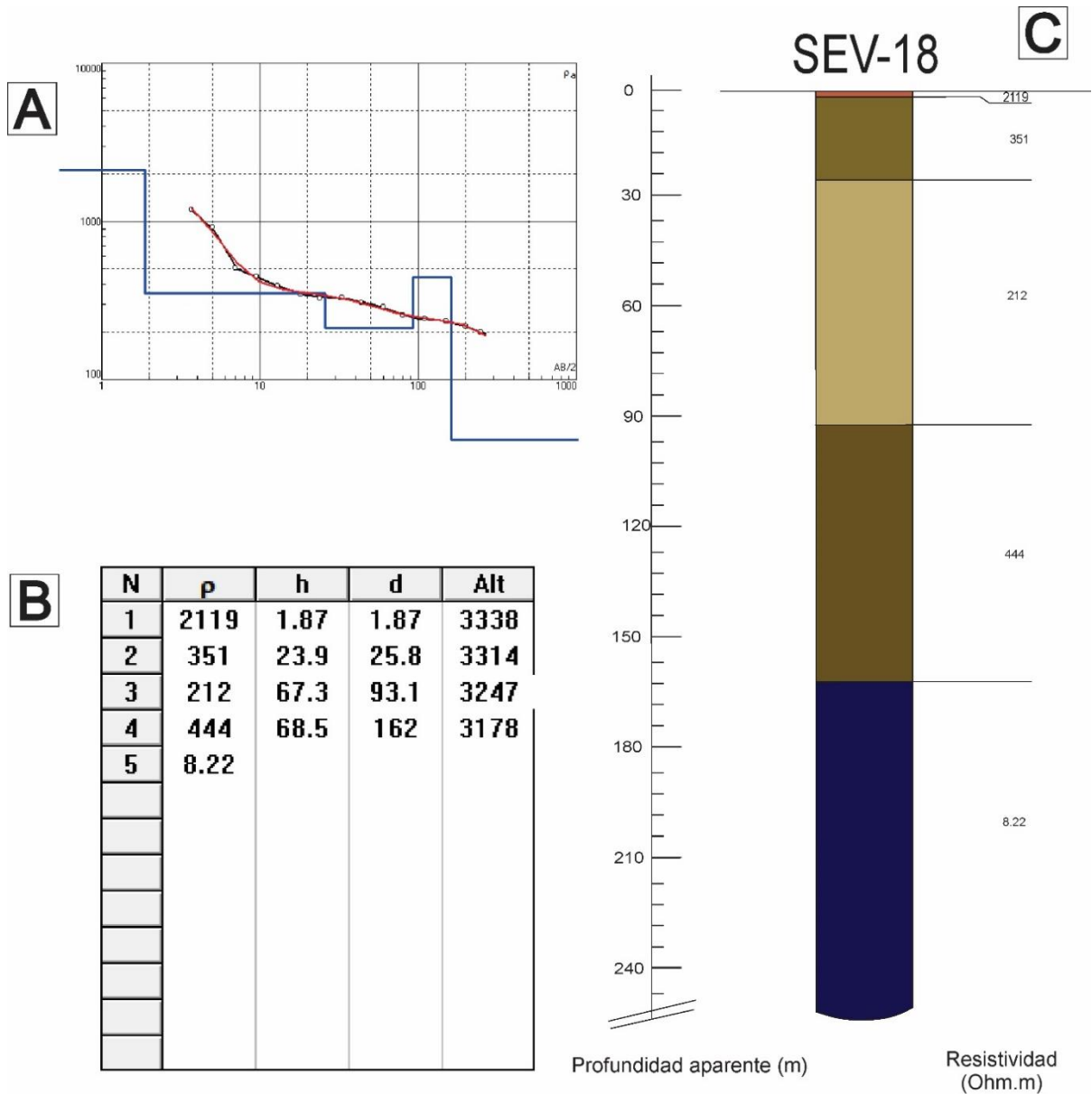


Figura 25: Cálculo en SEV-18 para la obtención de número y espesor de horizontes geoelectricos con sus respectivas resistividades. REFERENCIAS: Ídem figura 8.

PUNTO DE MEDICIÓN: SEV-19

Coordenadas: 26° 41' 29"S - 66° 56' 08"O - Cota: 3323 msnm

Profundidad teórica de exploración (AB/2): 250 m - Humedad superficial: MUY BAJA

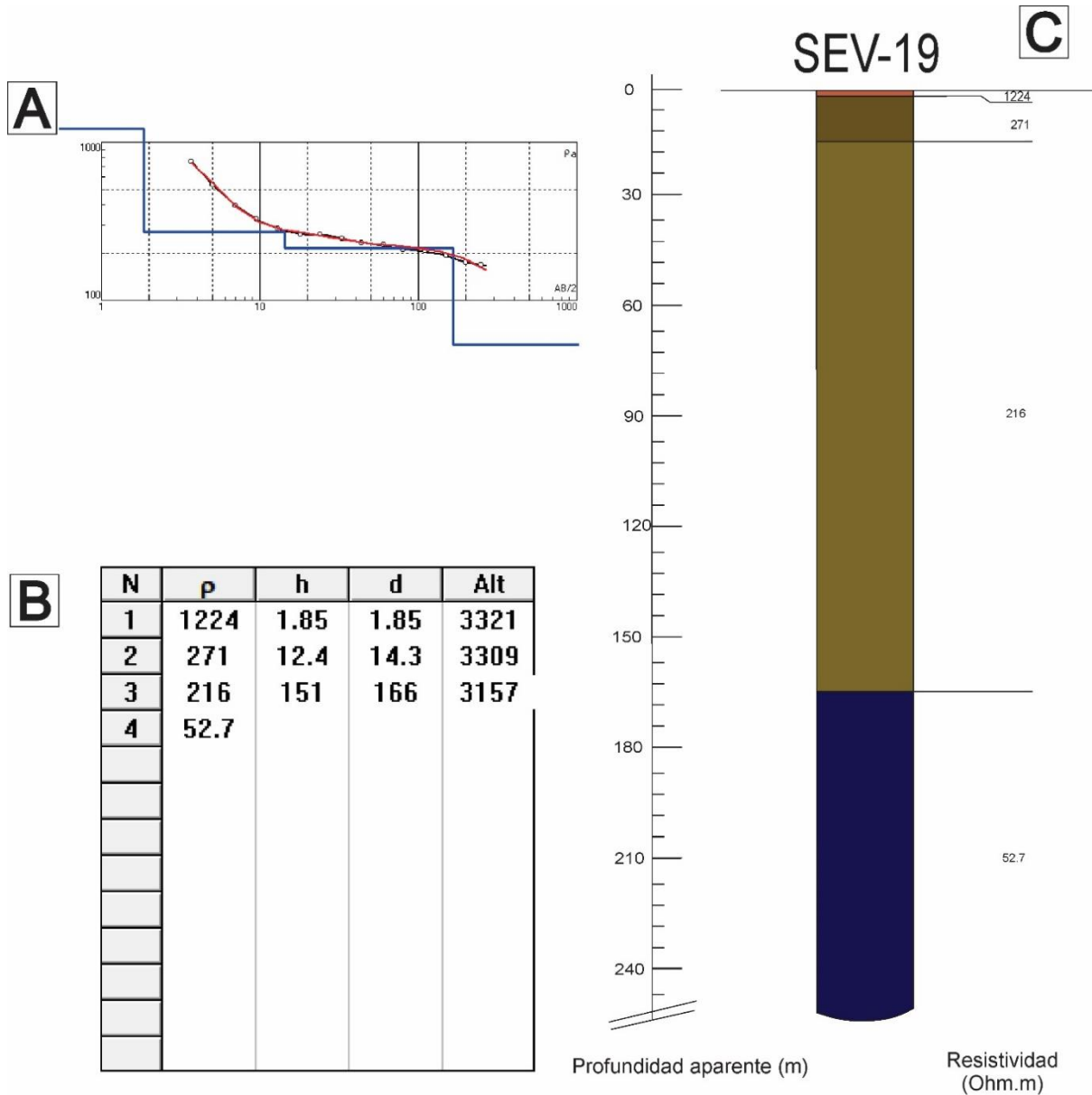


Figura 26: Cálculo en SEV-19 para la obtención de número y espesor de horizontes geoelectricos con sus respectivas resistividades. REFERENCIAS: Ídem figura 8.

PUNTO DE MEDICIÓN: SEV-20

Coordenadas: 26° 41' 30"S - 66° 55' 40"O - Cota: 3306 msnm

Profundidad teórica de exploración (AB/2): 250 m - Humedad superficial: MUY BAJA

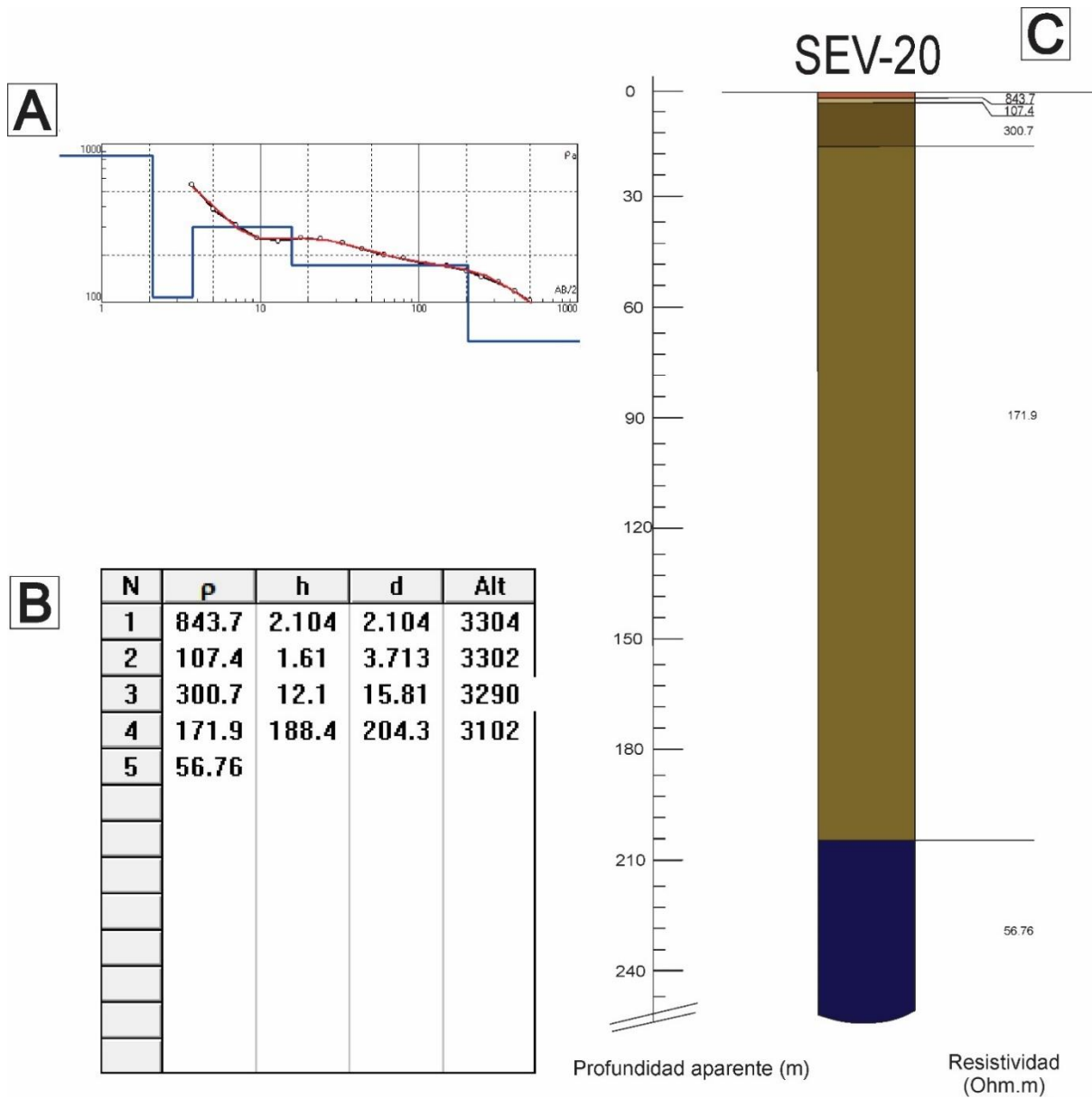


Figura 27: Cálculo en SEV-20 para la obtención de número y espesor de horizontes geoelectricos con sus respectivas resistividades. REFERENCIAS: Ídem figura 8.



INTERPRETACIÓN

Todas las curvas de resistividad aparente obtenidas en cada SEV tienen una morfología similar y presentan valores correlacionables entre ellas; a continuación, se describirán sintéticamente las distintas unidades alcanzadas mediante el método.

Los primeros 3/4 horizontes geoelectricos, representados por colores castaños, presentan resistividades moderadas a altas (entre 100 y 2000 Ω .m, aproximadamente), y estarían vinculados a sedimentos areno-conglomerádicos, alcanzando profundidades mayores a 140 m en todos los casos. Las mayores resistividades corresponden a sedimentos más gruesos, y los valores disminuyen conforme aumenta la proporción de arena. Estas capas no tendrían interés hidrogeológico, solo se puede observar algún nivel de pocos metros de espesor que podría estar vinculado a agua subterránea.

El último horizonte visible, se encuentra por debajo de los horizontes geoelectricos mencionados, y no resulta factible determinar la profundidad de base del mismo. Esta unidad corresponde a sedimentos gruesos con resistividades bajas, probablemente saturados en agua con iones de sales disueltos. Se estima que este horizonte presenta interés hidrogeológico. Cabe mencionar que variaciones en la resistividad pueden estar vinculadas a variaciones de salinidad y/o de composición de los sedimentos. En los SEVs 1, 2, 3 y 7 no se observa este horizonte, ya que no se aprecia una bajada en los valores de resistividad.

PSEUDOSECCIONES

A fin de facilitar la interpretación y entendimiento del área de estudio, se realizaron pseudosecciones o perfiles en sentido W-E, abarcando todos los SEVs. Se elaboró un mapa con la ubicación de las mismas y los SEVs que componen a cada una de ellas (Fig. 28).

Una pseudosección es una gráfica que representa las variaciones de resistividad aparente entre los SEVs ubicados a lo largo de una transecta. A partir de cada SEV, se obtienen los distintos perfiles de resistividad eléctrica del subsuelo y se realizan modelos de correlación. Esto se realizó mediante el software IPI2WIN, el cual permite por medio del método de inversión gráfica, obtener las resistividades reales para cada sitio de medición (SEV).

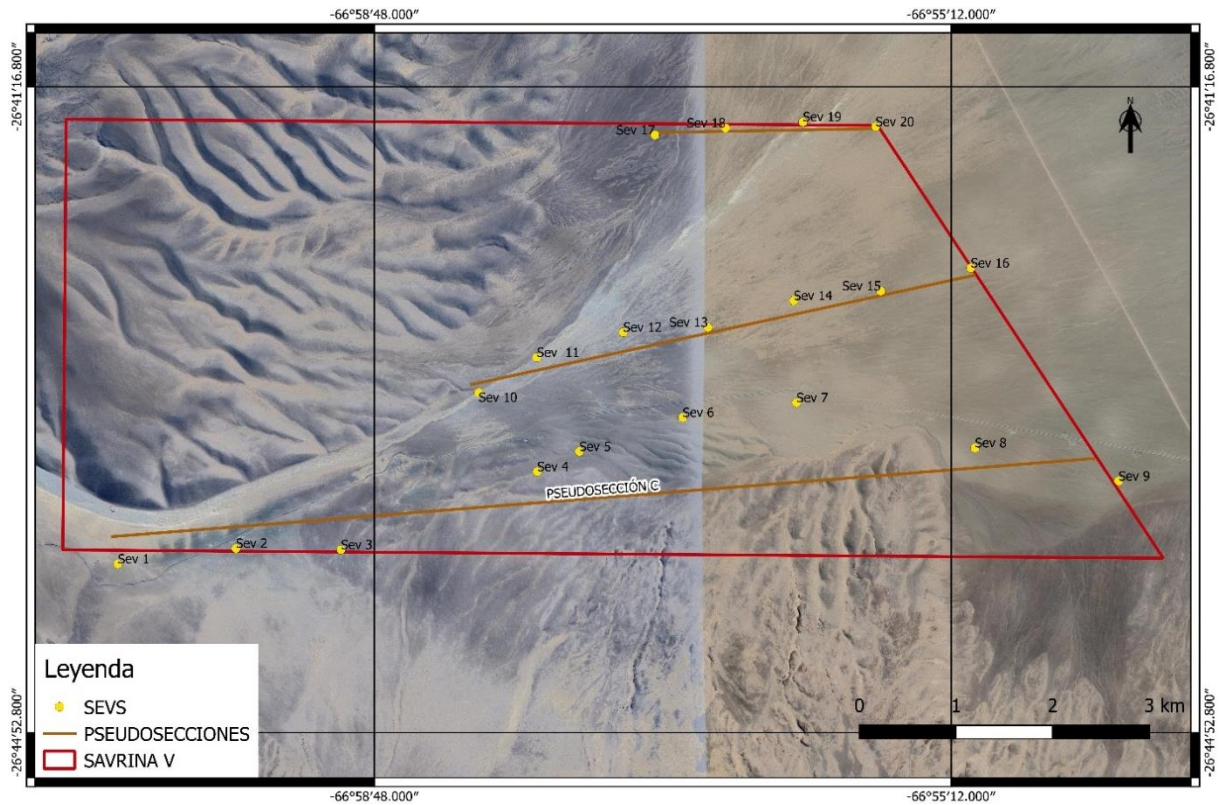


Figura 28: Localización de las pseudo secciones realizadas.

Se pudieron realizar 3 pseudo secciones: en éstas, se puede observar en la mitad superior de la imagen, la resistividad aparente en cada sitio de medición (SEV), y en la mitad inferior los horizontes geoelectricos que se infieren.

En todas las pseudo secciones, se puede observar en los primeros 3 o 4 horizontes resistividades moderadas a altas (colores castaños), los cuales representarían sedimentos gruesos (grava), donde no se aprecian niveles saturados en agua.

Por debajo de las unidades mencionadas, se puede observar la presencia de resistividades bajas (color negro), lo que representa la presencia de materiales saturados en agua con probablemente concentraciones de sales disueltas.

En cuanto a la profundidad de la capa portadora de agua, puede determinarse una tendencia de aumento de la misma hacia el Oeste (esto aplica a todas las pseudo secciones).

En el sector suroeste del área de estudio (SEVs 1, 2, 3 y 7), no se observan bajas resistividades, por lo que la presencia de sedimentos saturados es descartada.

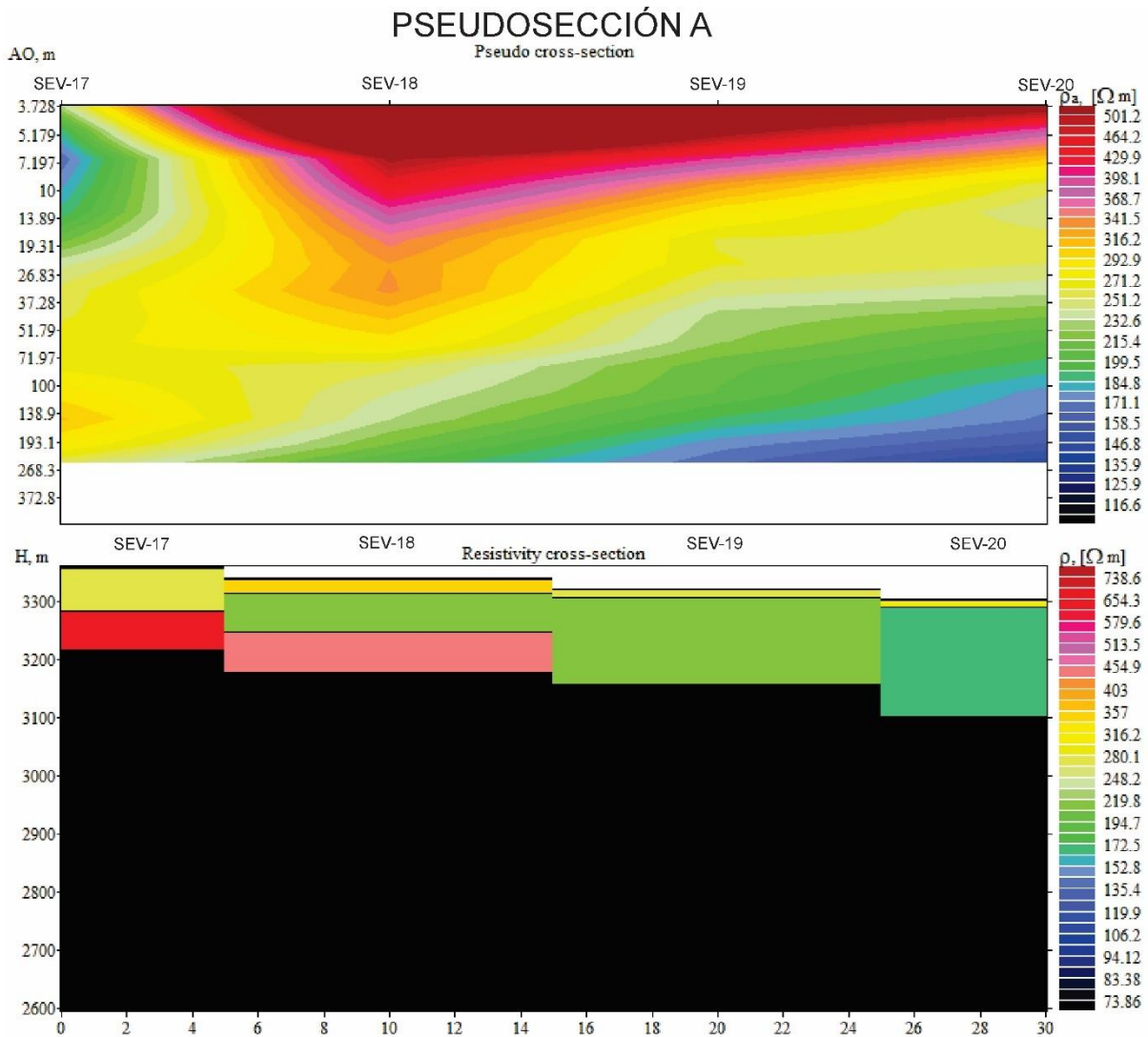


Figura 29: Pseudosección A.

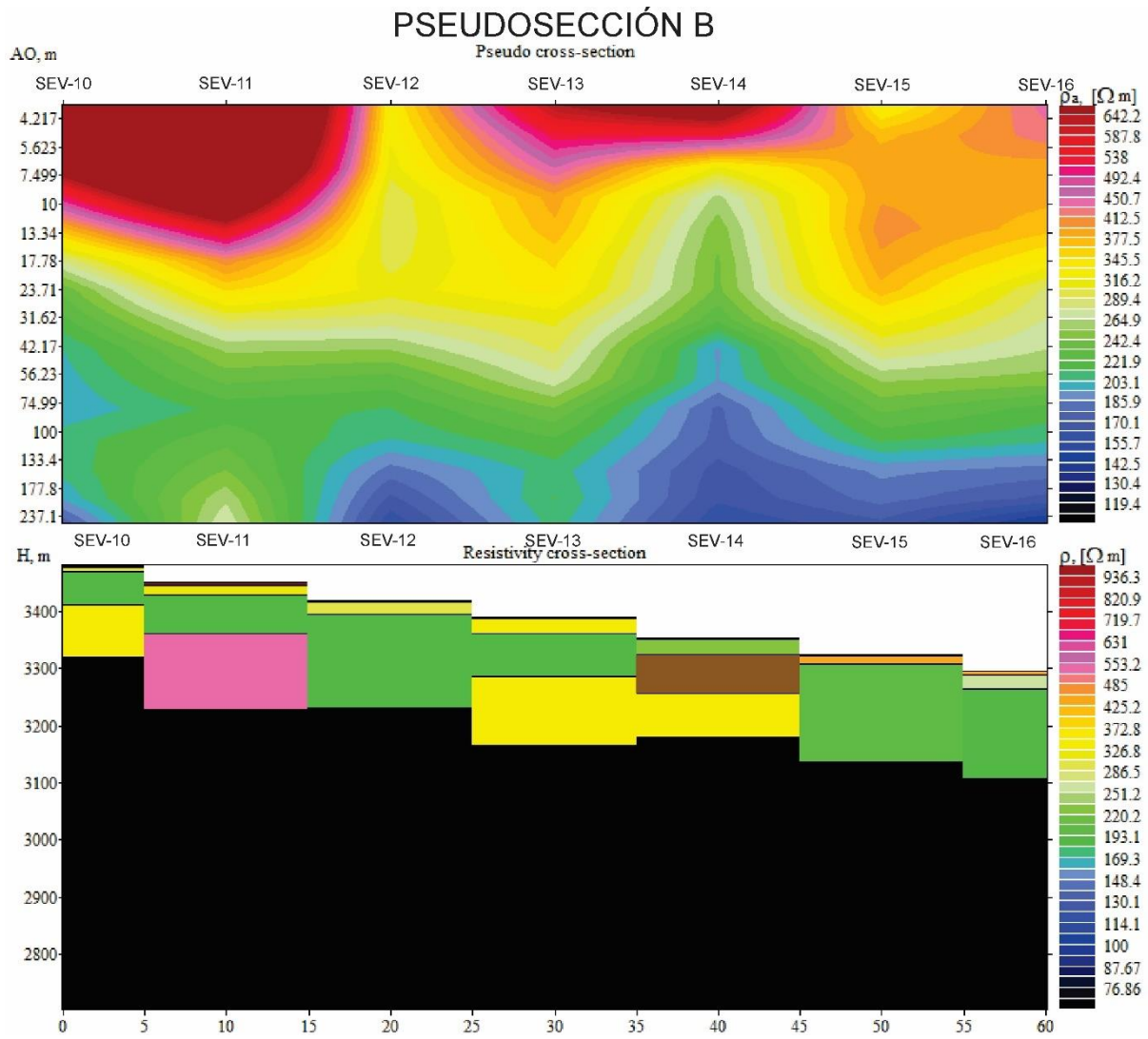


Figura 30: Pseudosección B.

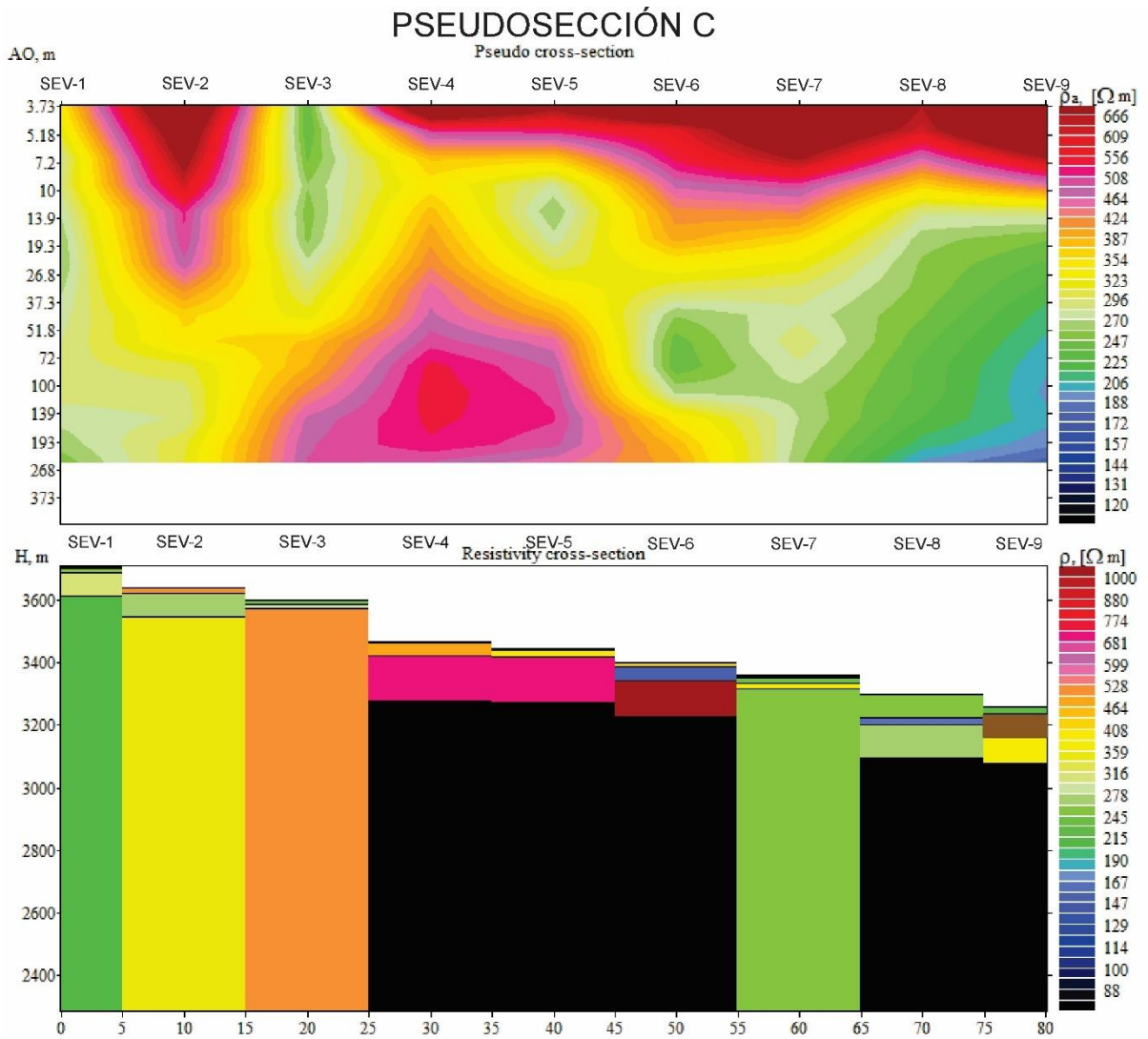


Figura 31: Pseudosección C.

MAPAS HIDROGEOLÓGICOS

Utilizando el software Surfer 16, se realizaron distintos mapas temáticos a fin de complementar la interpretación.

El siguiente mapa (Fig. 32) representa como sería el escurrimiento subterráneo (si existiese), pudiendo apreciar la variación de la altura sobre nivel del mar a la que se encuentra el horizonte de interés. Se observa una importante profundización hacia el sector este, indicado por coles azules, mientras que hacia el oeste se encuentran las zonas más elevadas, indicado por color rojo, por lo que el posible escurrimiento subterráneo sería hacia el este.

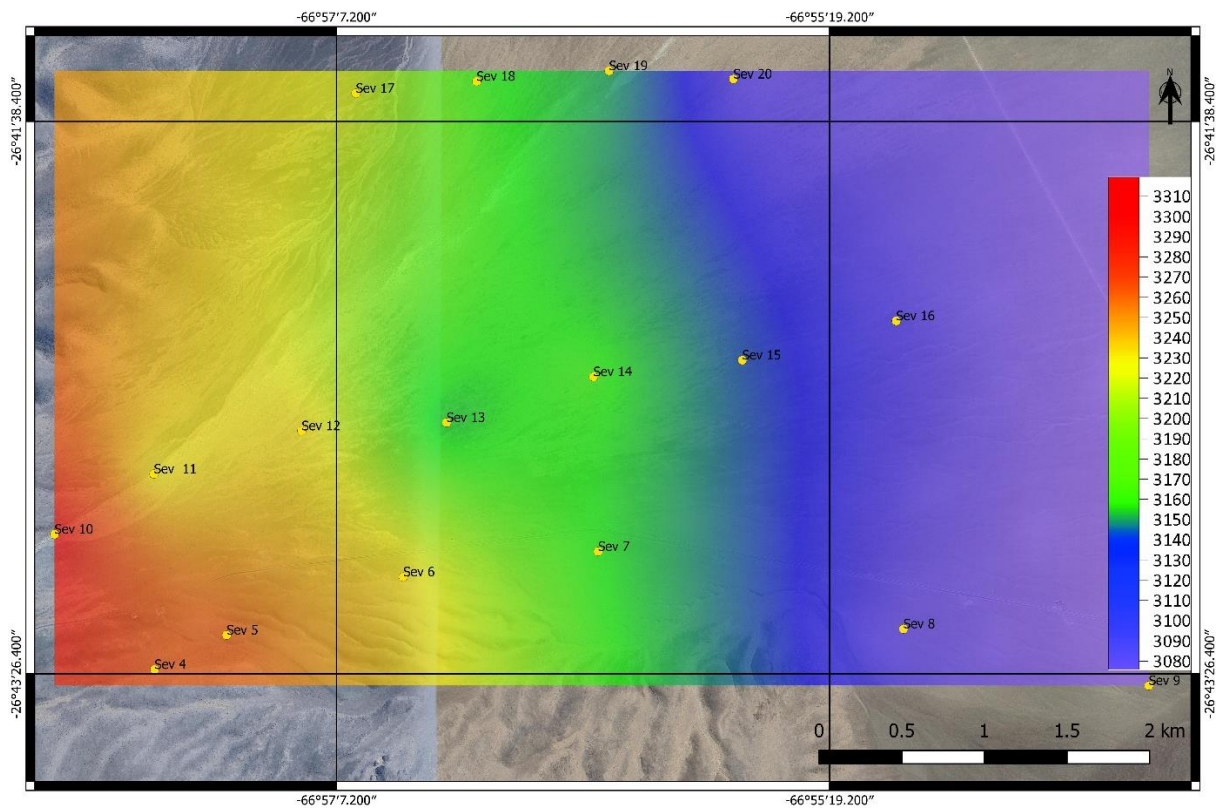


Figura 32: Mapa de altura sobre el nivel del mar para el acuífero, expresado en m.s.n.m.

En el mapa de la Fig. 33, se observa cómo es la variación de la profundidad del nivel freático. Las profundidades son variables, y están condicionadas por la geomorfología actual que presenta el terreno.

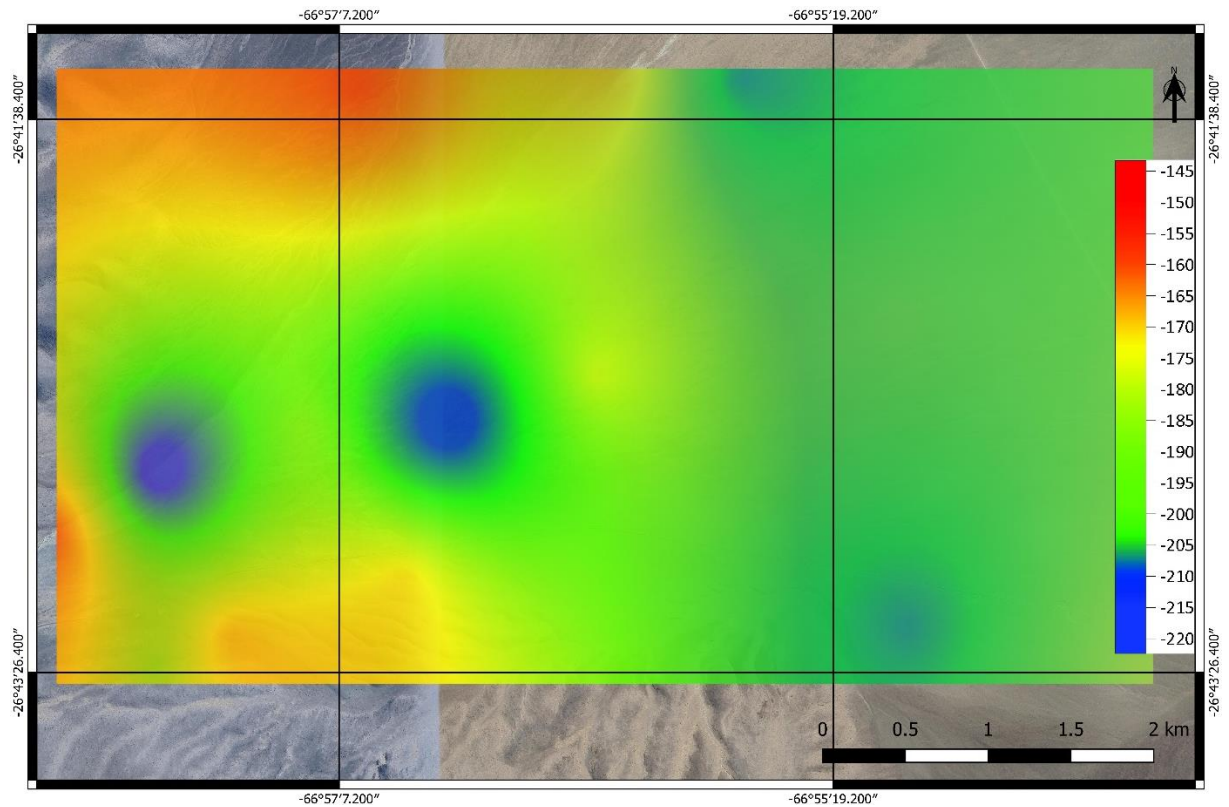


Figura 33: Mapa de profundidad de nivel freático, expresado en metros.



CONCLUSIONES

- Los SEV's presentan características similares en cuanto a la morfología de la curva, por lo cual, las unidades sedimentarias alcanzadas pueden ser correlacionadas.
- En prácticamente todos los SEV's, se puede observar que por encima de los 140 m aproximadamente las unidades corresponden a sedimentos gruesos (tamaños grava hasta bloque). En estos horizontes geoelectricos no se logra observar la presencia de acuíferos de importancia.
- Subyacente a la zona mencionada, las resistividades son bajas (5-60 Ω .m), lo cual podría corresponder a la presencia de un material gravoso, saturado en agua. La resistividad teórica de un material arenoso-gravoso saturado en agua salada es de 0.5-5 Ω .m (Fig. 4), los valores presentes del horizonte mencionado son algo mayores. Esta capa se encuentra presente en todos los SEVs realizados, excepto los que se encuentran hacia el sector suroeste, como se hace referencia en la pseudosección C. Si bien las resistividades son más altas de lo que se vincula con salmueras, es factible que se encuentre alojada en sedimentos gruesos, por lo tanto, la resistividad sería mayor. Es importante mencionar que, al no hallarse obras de captación subterránea en cercanías al área de estudio, y no poder obtener valores paramétricos, resulta muy dificultoso definir con precisión y asignarle un valor de resistividad al horizonte de interés, ya que la resistividad del horizonte está condicionada por la concentración de sales en solución y el material en el que se aloja.
- Vale la pena mencionar que, si bien la profundidad teórica de investigación del método con el arreglo Schlumberger (AB/2) fue de 250 metros, cuando la corriente llega a un horizonte geoelectrico muy conductivo con presencia de gran cantidad de iones en solución, a ésta le es muy difícil atravesar la zona de baja resistividad. Con esto, se intenta decir que puede existir un margen de error en la profundidad, ya que la corriente fue condicionada por la alta conductividad del material atravesado.



RECOMENDACIONES

- En base a los valores de resistividad obtenidos en la zona de interés, los espesores de los horizontes geoelectrónicos obtenidos y el conjunto de información integrada, se considera que realizar obras de extracción de salmuera son de alto riesgo, debido a que, al no poder asignarle un valor paramétrico de resistividad al horizonte de interés, no se lo puede definir con precisión.
- Debido a que el acuífero pudo observarse en la mayor parte de los SEV's, se determinó que la altura sobre el nivel del mar al que se encuentra el mismo es variable, marcando un gradiente hacia el sector Este, por lo que se puede asignar ésta dirección de escorrentía subterránea (si existiese). Por lo tanto, al momento de suponer dicha escorrentía, probablemente al desplazarse la solución, vaya acumulando iones, por lo que los sectores más bajos podrían tener las mayores concentraciones.
- En base a los SEVS realizados y sus resistividades, el mejor sitio de extracción de agua con sales en solución sería en el sector Este del área de estudio, incluyendo los SEVs: SEV- 9, SEV-16 y SEV-20 donde presenta valores de resistividad y el acuífero puede hallarse entre 180 y 205 metros de profundidad. Al no haber podido realizar SEVs paramétricos, resulta difícil determinar con exactitud la resistividad que posee el acuífero e identificarlo con mayor precisión. Es por esto que, en caso de iniciarse una nueva obra de captación, estos serían los sitios más favorables de todos los prospectados dentro del área.
- En caso de realizar la obra de extracción, se recomienda la realizar un perfilaje eléctrico de pozo, con el fin de obtener una mayor precisión sobre los horizontes atravesados durante la misma. Esto permitirá tomar mejores decisiones sobre el entubado y colocación de filtros según los mejores niveles en la columna. Además, es importante que se realicen los ensayos de bombeo correspondientes con el fin de conocer el caudal óptimo al momento de realizar la captación, y así evitar una sobreexplotación del acuífero.



BIBLIOGRAFÍA

Allmendinger; R., Eremchuk, J., Francis, P., 1987. The Pasto Ventura pull-apart and the southward extension of the Southern Puna Plateau. Universidad Nacional de Catamarca, departamento de Geología (inédito), 13 p. Catamarca.

Alonso, R.N. Gutiérrez, R.V y Viramonte, J.G., 1984. Puna Austral - Bases para el subprovincialismo geológico de la Puna Argentina. IX Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 43-63.

Astier, J., 1975. Geofísica Aplicada a la hidrogeología. Paraninfo, Madrid.

Sparks, R., Francis, P., Hamer, R., Pankhurst, R., O Callaghan, Thorpe, R., Page, R., 1985. Ignimbrites of the Cerro Galán Caldera, NW Argentina Journal of Volcanology and Geothermal Research, 24, p. 205-348.

Turner, J.C.M., 1962. Estratigrafía de la región al naciente de la laguna Blanca (Catamarca). Revista De La Asociación Geológica Argentina, 17 (1-2), 12-46.

Turner, J.C.M., 1972. Puna (Leanza, A.; editor). In Simposio de Geología Regional Argentina, No. 1, Academia Nacional de Ciencias: 91-116. Córdoba.