

DETERMINACION DEL ESPESOR DEL ALUVION EN EL RIO NACIMIENTOS POR
METODOS GEOELECTRICOS, PROVINCIA DE CATAMARCA

Juan J. Herrero Ducloux y Luis O. Bonini
Unidad Geofísica, Centro de Hidrología Aplicada
Instituto Nacional de Ciencia y Técnica Hídricas
Buenos Aires, República Argentina

RESUMEN

Se presentan los resultados de una prospección geoelectrica realizada sobre el cauce del río Nacimientos (en proximidades de la localidad de Hualfín, provincia de Catamarca), en el lugar donde se tenían proyectadas las obras de captación y bombeo de agua, para el abastecimiento de la mina Farallón Negro.

Para ello se efectuaron 22 Sondeos Eléctricos Verticales (SEV) distribuidos a lo largo de 5 perfiles, en cuya interpretación se utilizaron curvas teóricas confeccionadas para el caso específico de "Valles angostos".

Los datos obtenidos permitieron inferir un espesor saturado que en algunos puntos supera los 30 metros.

ABSTRACT

The results of a geoelectric prospect on the river-bed of the Nacimientos river (near of Hualfín, Catamarca province), in the place of the works for captation and pumping of water to supply the Farallón Negro mine, are presented.

For this purpose, 22 Vertical Electric Sounding (VES) have been done along 5 profiles. For the interpretation theoretical master curves for the specific case of "narrow Valleys" were used.

The results let us suppose that the saturated zone is thicker than 30 meters in some points.

INTRODUCCION

Finalidades del estudio

Se realizó un estudio de prospección geoelectrica mediante el uso de Sondeos Eléctricos Verticales con el objeto de conocer el espesor del material aluvional que rellena el rfo Nacimientos, que ha sido labrado sobre areniscas terciarias. El lugar seleccionado coincide con un estrangulamiento que forma el cauce y corresponde al futuro emplazamiento que habia previsto Yacimientos Mineros Agua de Dionisio (YMAD) para las perforaciones de explotación del subálveo y estación de bombeo para abastecimiento de agua a la mina Faralión Negro.

Las dimensiones que posee el cauce del rfo en este sector, hacen que no se cumplan ciertas condiciones teóricas impuestas para la aplicación de sondeos eléctricos en su forma convencional, por lo que teniendo evidencias de estas limitaciones, se recurrió al caso de una metodología especial, donde se considera el efecto lateral de las paredes del valle.

Ubicación del área

La zona de trabajo se halla ubicada en el paraje denominado Nacimientos Abajo, distrito Hualfín, 75 km al norte de Belén, provincia de Catamarca, la cual se encuentra comunicada por la Ruta Nacional N°40 (figura 1).

La prospección se realizó a lo largo de una franja coincidente con el cauce del rfo Nacimientos y se extiende desde el camino a los baños termales homónimos, hasta 1.200 m aguas arriba.

Breve reseña geológica

El cuadro geológico local resulta sumamente sencillo (figura 5), donde el rfo Nacimientos forma un valle erosivo en areniscas semihorizontales de edad terciaria del piso Araucanense (G. Bonorino, 1950: 46). Se trata de areniscas de granulometría mediana a gruesa, grises y medianamente cementadas, con intercalaciones ligeramente tobáceas. El valle está relleno por un depósito aluvional cuartario, constituido por gravas y arenas gruesas sueltas de origen fluvial. Este depósito se encuentra totalmente saturado con agua de buena calidad, manteniendo aún en el período de estiaje una cantidad apreciable de escorrentía superficial.

En la figura N°5 se ha indicado el borde de la terraza baja, la cual presenta un desnivel que en la mayoría de los casos no su

para el metro. Desde éste hacia el eje del río, coincidente con la llanura de inundación, se desarrolla en superficie el depósito aluvional, en tanto que entre el borde de la terraza y el límite terciario yace una capa de suelo arenoso con abundante materia orgánica, la que en ciertas partes es utilizada por los lugareños para realizar cultivos.

El cuadro 1 resume lo expuesto:

| UNIDAD | EDAD | LITOLOGIA |
|---------------------|-----------|--|
| depósito aterrazado | cuartario | suelo arenoso |
| depósito aluvional | cuartario | arenas medianas a gruesas-conglomerado de clastos de rocas ígneas medianas a gruesas |
| Formación Araucana | Plioceno | areniscas grises, medianas a gruesas |

Cuadro 1

TRABAJOS DE CAMPO REALIZADOS

Sobre la base de los antecedentes existentes y al reconocimiento geológico del área en cuestión, la prospección geoelectrica se inició con la ejecución de un SEV de prueba, medido sobre un afloramiento de areniscas terciarias, ubicado en la margen occidental del río, el que se encuentra en contacto con el curso de agua, asegurando de esta forma su saturación, y por ende condiciones aproximadamente similares a las que se encontrarían las areniscas por debajo del relleno aluvional.

La resistividad determinada para las areniscas terciarias saturadas fue de 32 Ohm.m.

Una vez conocido el valor al que deberían aproximarse asintóticamente las curvas geoelectricas en su parte final, se iniciaron las mediciones en el sector oeste-noroeste del tramo seleccionado del río.

Para cumplimentar el trabajo solicitado, se midieron en total 22 SEV según la modalidad Schlumberger, distribuidos a lo largo de cinco perfiles, cuatro de los cuales fueron ubicados en forma perpendicular al eje del río y el restante en forma paralela y aproximadamente coincidente con él. Este último perfil se utilizó para correlacionar a los primeros entre sí.

En todas las mediciones, el tendido del dispositivo eléctrico

co se hizo paralelo al eje del río y alcanzó una apertura máxima de electrodos de corriente AB igual a 256 m. Esta dirección corresponde a las mejores condiciones de homogeneidad lateral.

Los SEV fueron realizados por la Comisión Geoeléctrica N°1 del INCYTH, bajo la dirección de los autores del presente trabajo, dicha tarea fue llevada a cabo durante el mes de julio de 1975.

Todos los puntos de medición fueron acotados por una nivelación de detalle, la cual estuvo a cargo del personal de Yacimientos Mineros Agua de Dionisio (YMAD)

METODOLOGIA DE LA INTERPRETACION

La finalidad de la interpretación cuantitativa es determinar la distribución espacial de las resistividades en el subsuelo, partiendo de los datos de resistividad aparente obtenidos en la superficie del terreno. Para lograr esa meta, los SEV efectuados en forma clásica, son interpretados por el método gráfico de superposición, el cual consiste en la comparación de la curva de campo, que se desea interpretar, con las curvas teóricas de un catálogo, hasta encontrar una de éstas que coincida con la primera, mediante un artificio físico matemático, que utiliza puntos de referencia, por lo que se lo denomina "método del punto auxiliar". Pero los resultados de la interpretación con curvas teóricas para capas horizontales así obtenidas, se consideran válidas hasta inclinaciones de contacto que no superen los 15° (Orellana, 1966: 19). Por ello la aplicación del método de resistividad mediante esa modalidad, requiere que las capas a medir sean prácticamente horizontales y que además existan condiciones de homogeneidad lateral (Orellana, 1972: 221).

En el caso de valles angostos esas condiciones no se dan, apartándose más de las mismas, a medida que la distancia a los flancos se reduce, ya que el ángulo de contacto entre la pared del valle y el relleno aluvial se incrementa.

Cuando se interpretan las curvas de campo por comparación con curvas teóricas para capas horizontales, el error debido a la inclinación es siempre en el sentido de disminuir la profundidad y la resistividad de la segunda capa, creciendo con la inclinación y con la relación ρ_2/β , siendo ρ_2 y ρ_1 la resistividad de los medios inferior y superior respectivamente (Orellana, 1972: 289;

Mundry y Homilius, 1972: 361).

Existen colecciones de curvas teóricas para casos de contactos inclinados como las de Al'pin y las de Kalenov, citados por Orellana (1972), en las que para su utilización se requiere conocer previamente la relación ρ_a/ρ_l y α (ángulo de inclinación del contacto).

El valle angosto es un caso particular de capa inclinada, la cual se trata de un doble contacto, uno en cada flanco. En 1972 Mundry y Homilius (op.cit.) publicaron una colección de curvas teóricas, sistema Schlumberger para el caso de valles angostos, empleándose en ordenadas las relaciones $a/b = 1, 2, 3, 4$ y 5 , siendo a la mitad del ancho del valle y b su profundidad en la parte central y como abscisa, la relación ρ_a/ρ_l , siendo ρ_a y ρ_l las resistividades del valle y del relleno aluvial respectivamente.

La ventaja de esta colección sobre las de Al'pin y Kalenov, es que además de ser específica para valles angostos, se la emplea mediante el método del punto auxiliar.

Resulta importante mencionar aquí que los autores citados destacan que las curvas de sondeos medidas en valles angostos sugieren la forma de curvas de tres capas, no obstante estar constituida por dos capas de diferente resistividad y que cuando la relación entre las resistividades se encuentra por debajo de 5 las curvas resultan ambiguas.

Sin embargo, las curvas teóricas propuestas por los autores aludidos, son aplicables con rigurosidad a los SEV medidos exclusivamente a lo largo del eje del valle, por lo que todas aquellas mediciones ubicadas fuera de esa situación, no cuentan hasta el presente con curvas maestras apropiadas. Pero a pesar de ello, en el presente trabajo se han utilizado los mismos modelos anteriores para resolver estos casos, ya que están en condiciones de aproximarse mucho más a la realidad, que las curvas teóricas para capas horizontales.

Sobre la base de las consideraciones expuestas, solamente el sector este-sudeste del área que nos ocupa, se encuadra dentro de las características asimilables a los modelos de capas horizontales, ya que allí el valle adopta un importante ensanchamiento, por lo que para determinar el espesor del aluvión en esta zona, se efectuaron 3 SEV (20; 21 y 22) distribuidos a lo largo del tramo norte del perfil IV. Este espesor, dado lo reducido del área

total en cuestión, permitió conocer las distintas familias de curvas a/b, para el resto de los SEV medidos en el eje, las cuales adoptaron la relación 3 y 4.

Estas mediciones, al igual que el resto de todos los SEV, han sido graficados en papel doble logarítmico de módulo 83,33 mm. En la figura N°3 se exponen solamente aquellas que corresponden a los perfiles transversales al rfo. Las resistividades aparentes ρ_a se representaron sobre el eje de las ordenadas (la unidad es el Ohm.m) y las distancias AB/2 sobre el eje de las abscisas (la unidad es el metro).

En dicha figura se destaca que las curvas medidas sobre el eje difieren de aquellas próximas a las paredes, las que se consideran están influenciadas por el efecto lateral que éstas producen en la circulación de la corriente eléctrica.

También cabe consignar, que en la parte final las curvas convergen asintóticamente hacia la derecha a valores comprendidos entre 30 y 40 Ohm.m que corresponden a las resistividades atribuidas a las areniscas terciarias saturadas, mientras que en el tramo inicial, las resistividades oscilan dentro de un rango más amplio, como consecuencia del efecto de capas de poco espesor, existente en la parte superficial del aluvión, producto de diferencias granulométricas y grados de saturación de las mismas. Estas variaciones en el comienzo de la curva no han sido tenidas en cuenta ya que escapan a los objetivos perseguidos.

INTERPRETACION GEOLOGICA DE LAS MEDICIONES GEOELECTRICAS

Sobre la base de la interpretación cuantitativa de todos los SEV, expuesta en el párrafo anterior, se han confeccionado los cortes geoeléctricos correspondientes (figura 4), que correlacionado con la geología local, ha permitido arribar al siguiente cuadro de resistividades del subsuelo.

| RESISTIVIDAD EN Ohm.m | UNIDAD GEOLOGICA |
|-----------------------|----------------------------|
| 10 - 30 | terrazza baja |
| 70 - 200 | Aluvión cuartario saturado |
| 25 - 40 | areniscas terciarias |

Cuadro 2

En la figura N°3, las curvas geoelectricas perteneciente a los perfiles I, II y III son del tipo de 2 capas, es decir corresponden al corte geológico constituido por el aluvión cuaternario y areniscas terciarias, en tanto que las curvas 20, 21 y 22 del perfil IV a una columna de 3 capas, de arriba hacia abajo se trata de depósitos aterrazados, aluvión cuaternario y areniscas terciarias respectivamente, tal como se observa en la figura N°4.

Los elevados valores de resistividad encontrados en el relleno aluvional cuaternario responden a la granulometría gruesa del depósito y a la presencia de agua dulce que satura sus poros. Por el contrario la menor resistividad observada en las areniscas terciarias obedece a una menor granulometría y al posible aumento del contenido salino que presentan las aguas dentro de estas, a causa del contenido de cenizas volcánicas que incluyen.

Los cortes permiten observar la forma del depósito donde los espesores máximos se encuentran en el perfil IV y son del orden de los 30 metros. Cabe destacar que ésta máxima profundidad determinada se halla debajo del SEV 20 o sea debajo de la actual terraza baja.

Estos cortes demuestran que en la sección estudiada no existen grandes profundidades del valle, hecho muy frecuente en los valles intermontanos, no infiriéndose tampoco la presencia de fallas.

La figura N°5 es un mapa isopáquico del relleno aluvional, construido en base a todos los SEV. Las isopacas muestran que el depósito es casi simétrico con respecto al eje del río y que su espesor se incrementa aguas abajo.

Cabe destacar que en la actualidad, la mina Farallón Negro se abastece de agua extraída de perforaciones ubicadas sobre la base de los datos aportados por el presente trabajo. Estas perforaciones se hallan distribuidas a lo largo del perfil III y sus aguas son elevadas por una planta de bombeo y trasladada por un acueducto de 20 km aproximadamente de longitud, venciendo un desnivel de algo más de 800 m.

CONCLUSIONES

Los espesores determinados en todos aquellos SEV medidos fuera del eje del valle, son ligeramente inferiores a los reales, dado que las curvas teóricas utilizadas para su interpretación son es-

pecíficas para el eje del valle.

La traza correspondiente al perfil III ha sido seleccionada como la más adecuada para la ubicación de las perforaciones de explotación ya que en ella coincide un espesor próximo a los 25 metros con la parte más angosta del valle.

En general los espesores del aluvión se mantienen constantes a lo largo del tramo investigado del río, aunque se evidencia un incremento hacia el este, donde alcanza unos 30 metros aproximadamente.

Los cortes geoelectrónicos y el mapa isopáquico demuestran que la forma del valle es semicircular no habiéndose detectado la existencia de fallas geológicas.

BIBLIOGRAFIA

- Deppermann, K.; Flathe, M.; Hallenbach, F. y Homilius, J., 1961: Die geoelektrischen Verfahren der angewandten Geophysik en Lehrbuch der Angewandten Geologie, por A. Bentz. Fernand Enke Verlag, Stuttgart P. 718-804.
- González Bonorino, F., 1950: Geología y petrografía de las hojas 12 d (Capillitas) y 13 d (Andalgalá) Bol. N°70 DNMG.
- Herrero Ducloux, J. J. y Bonini, L. O., 1975: Determinación del espesor del aluvión en el río Nacimientos, provincia de Catamarca INCYTH. Informe inédito.
- Mundry, E. y Homilius, J., 1972: Resistivity Measurements in valleys with elliptic Cross-section, Geophysical Prospecting, V. XX N°2.
- Orellana, E. y Mooney, H., 1966: Tablas y curvas para Sondeos Eléctricos Verticales, Interciencia, Madrid.
- Orellana, E., 1972: Prospección Geoelectrónica en corriente continua. Paraninfo, Madrid.

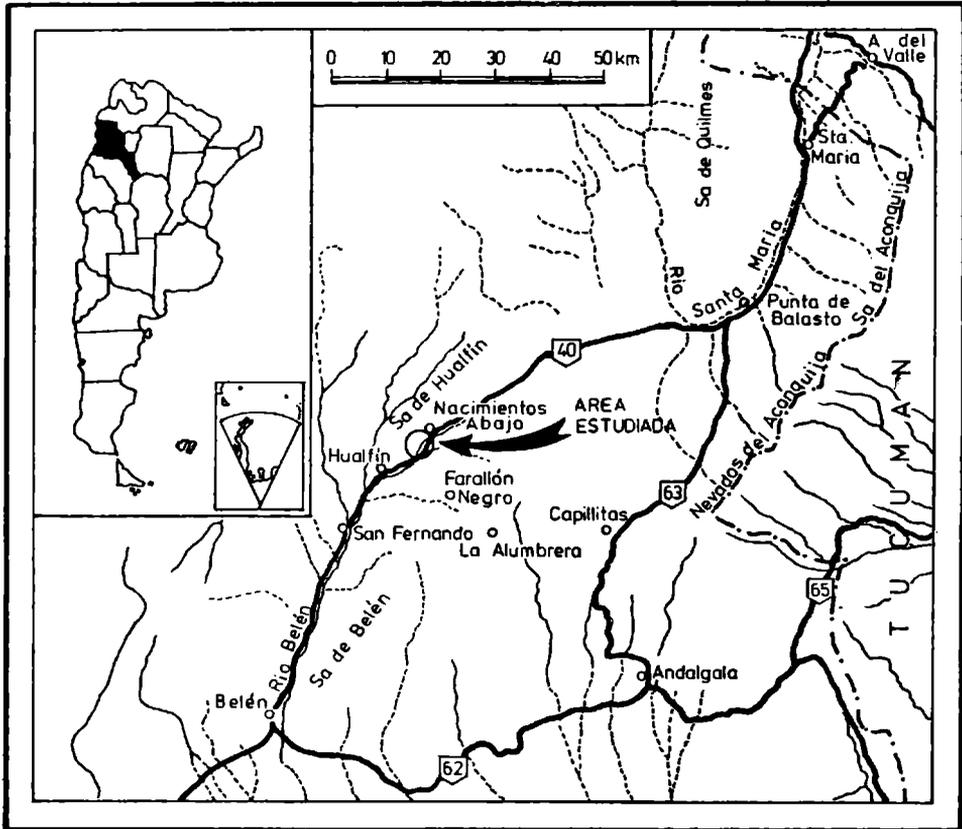


Figura N°1 Area Estudiada

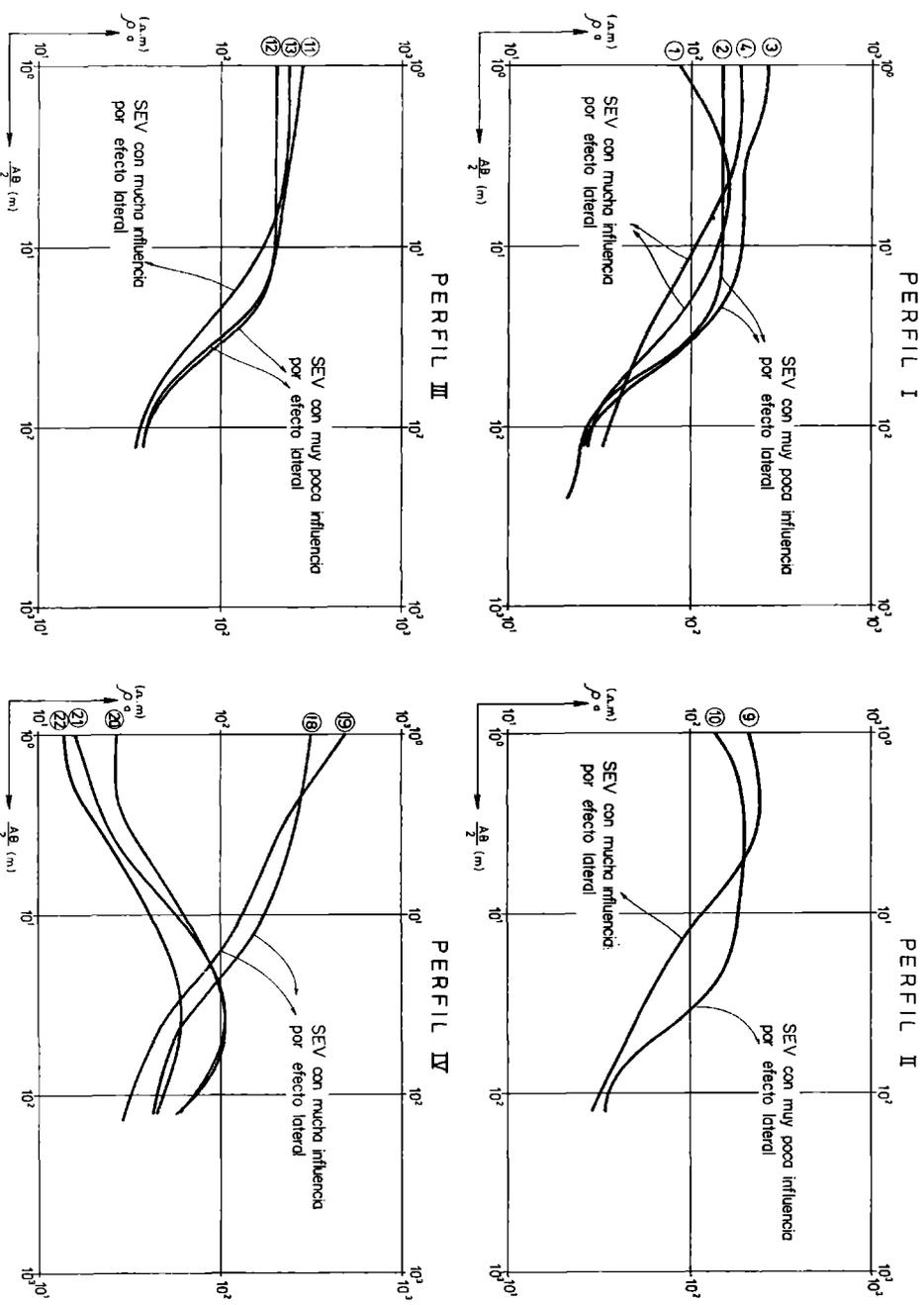


Figura N°3 Variación morfológica de los SEV producida por efecto lateral de la pared del valle segun su proximidad

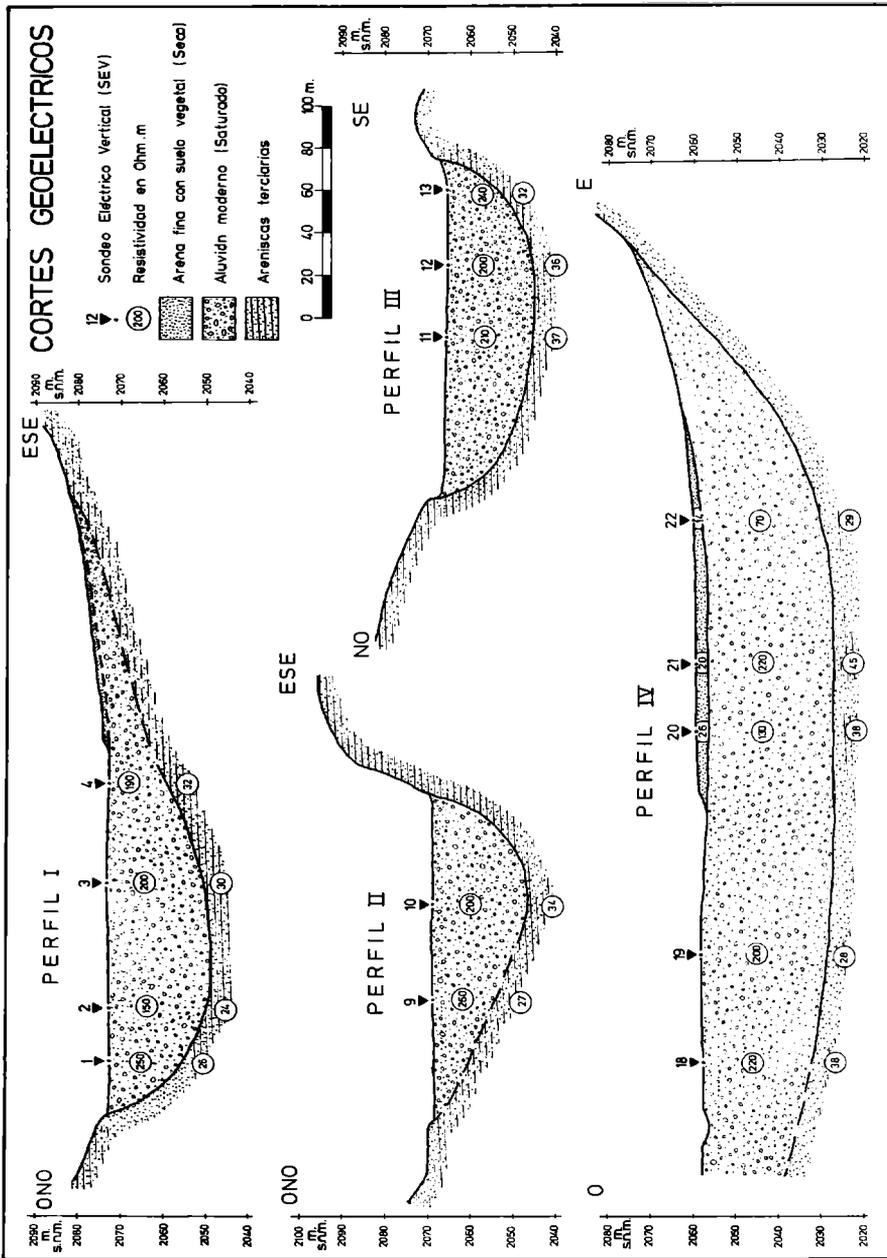


Figura Nº 4

