

INVESTIGACION GEOELECTRICA Y  
DE REFRACCION SISMICA CERCA  
DE SAN JOSE, CALIFORNIA

INVESTIGACION GEOELECTRICA Y DE REFRACCION SISMICA  
CERCA DE SAN JOSE, CALIFORNIA

Autor: Adel Zohdy

Traductores: Luis Licheri y David P. Hernández

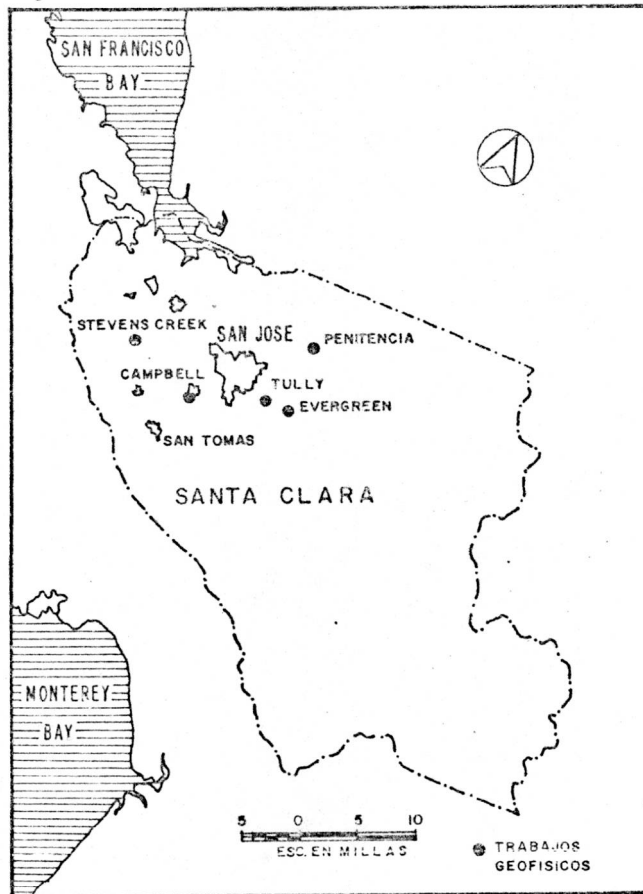
1. RESUMEN-INTRODUCCION

Los métodos de resistividad geoelectrica junto a perfiles de refracción sísmica se utilizaron para localizar estratos permeables para la recarga artificial de agua subterránea. Para las medidas de resistividad se utilizaron los dispositivos electródicos Wenner y Schlumberger. En este trabajo, se discuten las posibilidades y las limitaciones en la interpretación de las curvas de los sondeos realizados.

Los resultados de los perfiles de refracción sísmica dentro de las profundidades de interés, muestran una diferenciación elástica entre los estratos aluviales. Por otra parte, las medidas de resistividad han indicado la presencia de canales confinados. El descubrimiento de uno de tales canales se confirmó por una perforación posterior y una buena correlación señalada entre las predicciones geoelectricas y los hallazgos geológicos. También se muestra que la construcción de mapas de isorresistividad contribuyen en grande al éxito e interpretación de sondeos eléctricos.

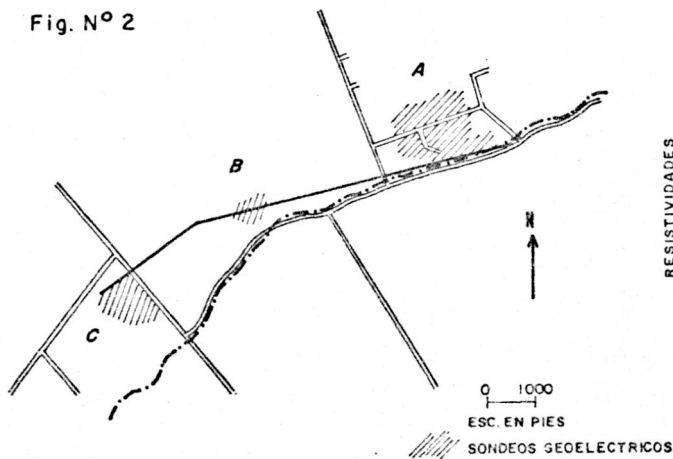
La necesidad urgente de Aguas Subterráneas en Santa Clara-California, ha sido un grave problema en años recientes (Poland y Green, 1962). En con

Fig. N°1



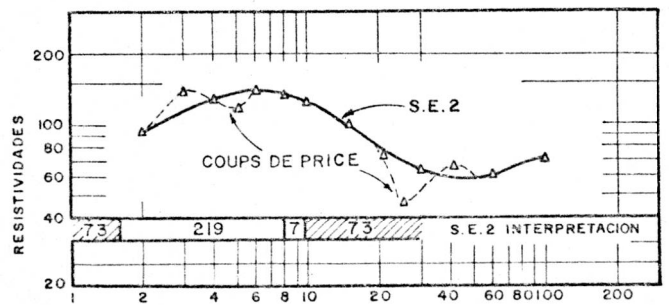
MAPA DE UBICACION GENERAL

Fig. N° 2



AREA DE PENITENCIA. MAPA GENERAL

Fig. N°4



SONDEOS ELECTRICOS SEÑALANDO LOS EFECTOS DE INHOMOGENEIDADES LATERALES

secuencia, la localización de tierras poco permeables capaces de almacenar agua, la delimitación de capas de grava a profundidades favorables a la acumulación de agua subterránea y la delimitación de superficies de contacto de agua salobre, son puntos de información necesaria. En el verano de 1963, el autor llevó a cabo estudios de resistividad y refracción sísmica para ayudar a solucionar parte de estos problemas hidrogeológicos.

En este trabajo los resultados de las investigaciones en Penitencia, se presentan de una manera cronológica (Fig. 1). Este trabajo ilustra algunas de las dificultades de la interpretación y sirve como guía para solucionar este tipo de problema hidrogeológico.

El presente trabajo\* ha sido traducido del Inglés con el propósito de que sea útil a Ingenieros dedicados a la interpretación de las estructuras aluviales cuando los métodos geofísicos de resistividad eléctrica y sísmicos han sido empleados.

La factibilidad de identificar en el subsuelo antiguos depósitos de relleno usando estas metodologías, se hace evidente y de gran relevancia en la búsqueda del agua subterránea, particularmente en algunas áreas de Venezuela, donde existen posibilidades de que tales estructuras se desarrollen y sirvan como medios particulares de almacenamiento.

---

\*Complemento hecho por los traductores.

## 2. ESTUDIOS E INTERPRETACIONES

En el área de Penitencia, el estudio geofísico se llevó a cabo para delinear capas de grava en profundidad. Tales estratos permeables, si están presentes, sirven como conductos para el flujo de agua desde lagunas de percolación planificados para la recarga artificial de agua subterránea. La topografía general del área exhibe un declive suave hacia el oeste y suroeste. La localización de los estudios geoelectricos en esta área se muestran en la Fig. 2. El canal de irrigación mostrado en la ilustración, estaba seco durante este tiempo de realización del trabajo, pero el río Penitencia Creek en forma intermitente, llevó pequeñas cantidades de agua.

## 3. AREA "A"

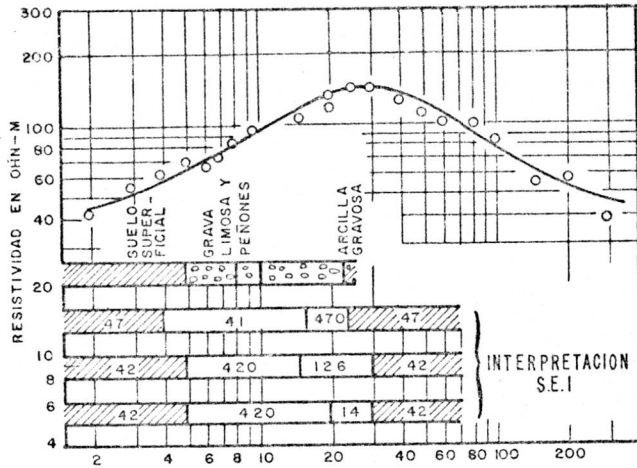
Fue estudiada un área de aproximadamente 70.4 Has. La topografía local es generalmente plana, excepto para una pequeña depresión de 1.22 metros y otras pequeñas superficies irregulares tales como el banco del canal. La medida de resistividad cerca de los ejes de tales superficies topográficas minimizaron su efecto en las lecturas.

### 3.1 Investigaciones Preliminares

El primer examen geoelectrico fue un sondeo eléctrico Wenner (E.S.1), el cual estaba orientado en una dirección aproximadamente E-W. La curva resultante, con tres interpretaciones posibles y los resultados de la perforación posterior, se muestran en la Fig. 3, en la cual se observa una capa de tenue resistividad.

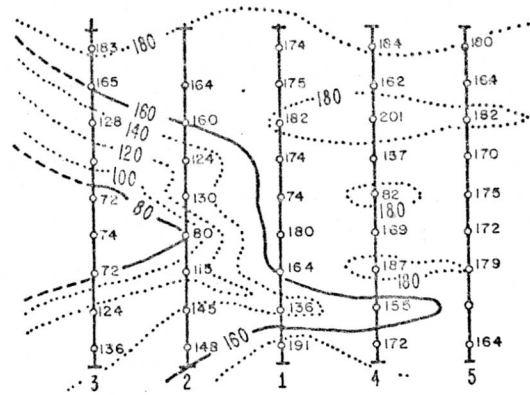
El S.E.2 (ver Fig. 6 para localización) fue levantada con el arreglo Wenner. La dirección de la línea se seleccionó arbitrariamente en dirección N.S. Más tarde se comprobó que fue una pobre selección por las razones que se expondrán. El arreglo de los datos para S.E.2 en una forma cuasisenosoidal parece indicar la presencia de "COUPS DE PRISE"

Fig. N° 3



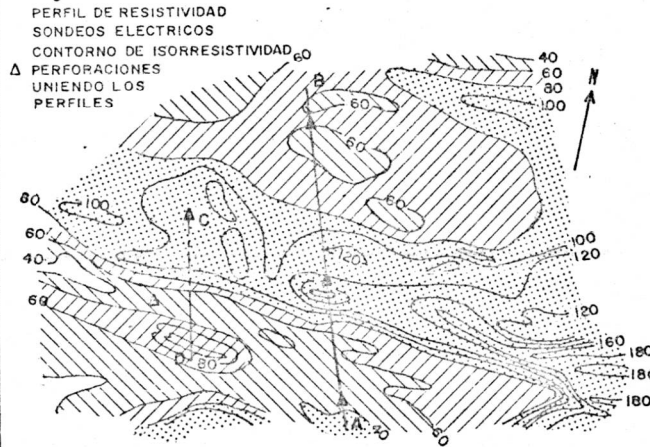
SONDEOS ELECTRICOS, INTERPRETACION Y RESULTADO DE LAS PERFORACIONES

Fig. N° 5



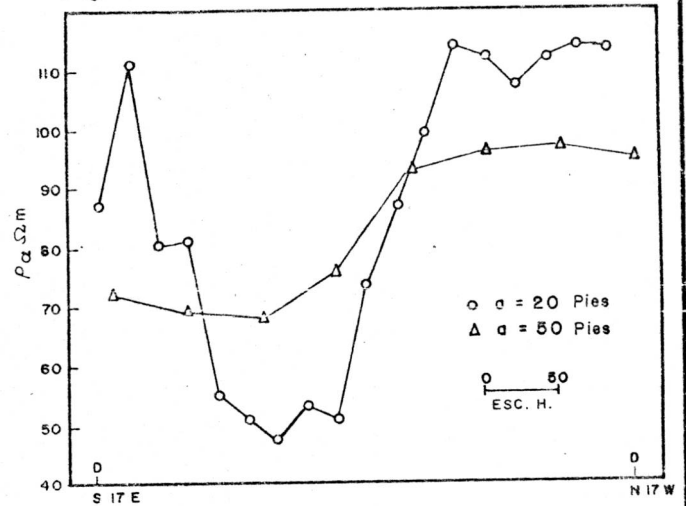
MAPA DE ISORRESISTIVIDAD DE LA FRANJA S.E. DEL AREA A

Fig. N° 6



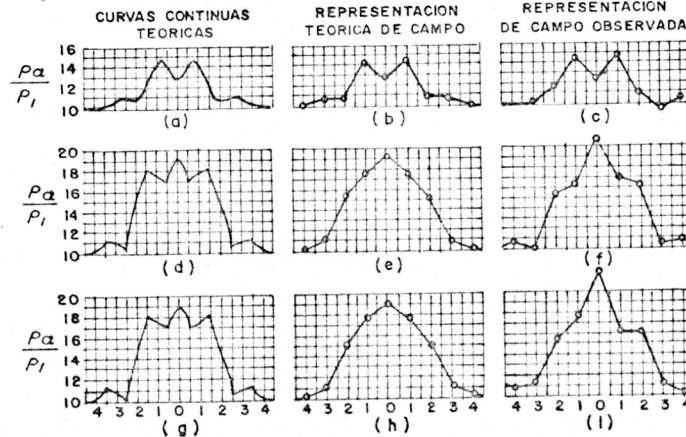
MAPA DE ISORRESISTIVIDAD EN EL AREA A

Fig. N° 7



COMPARACION ENTRE LOS PERFILES DE RESISTIVIDAD CON DIFERENTE ESPACIADO ELECTRODICO

Fig. N° 8



COMPARACION ENTRE PERFILES DE RESISTIVIDAD TEORICOS Y OBSERVADOS SOBRE UN SUMIDERO HEMIFERICO

ó heterogeneidades cilíndricas en ángulos rectos en la dirección de expansión (ver Fig. 4).

Esta indicación de heterogeneidades laterales fué más tarde confirmada por un número de perfiles de resistividad que culminó en la construcción de un mapa de isorresistividades. Por lo tanto las interpretaciones de las profundidades de este sondeo, son cuestionables.

### 3.2 Perfilaje de Resistividad

Para el control de una percolación de agua cerca del borde suroeste del área en estudio y para averiguar las variaciones que se realizaron por el método del perfilaje de resistividad, se corrieron cinco perfiles de resistividad en dirección N° 17 W. La selección del arreglo Wenner se hizo con un espaciado constante entre electrodos de  $a = 6.10$  metros.

Los sondeos eléctricos S.E. 1 y 3, se basaron en este dispositivo. El mapa resultante de resistividades (Fig. 5), muestra un interesante contacto NW-SE entre dos medios eléctricamente diferenciados. El exámen geológico del material de superficie, no revela la existencia de tal contacto. La diferenciación pronunciada en la resistividad aparente sin embargo, sugiere la posibilidad de la existencia de un canal antiguo confinado. Para investigar la presencia de tal canal, otro perfil de resistividad (perfil 6), se corrió a una distancia de aproximadamente 274.4 al oeste del perfil 3, usando el mismo arreglo de electrodos y espaciados. El mismo contacto se encontró una vez más; en consecuencia, otra variación lateral en resistividad se dispone hacia el sur sobre este perfil; consecuentemente, un conjunto completo de perfiles eléctricos se hicieron en el área. El mapa resultante de isorresistividad (Fig. 6), claramente indica la presencia de un canal confinado finalizando en dirección hacia el este.

Un exámen minucioso del mapa muestra que los valores de resistividad aparente delimitan el canal, disminuyendo hacia el borde noroeste del mapa. Esto puede atribuirse a varias causas: a) el canal está cubierto por un suelo conductor, de espesor mayor en unos sitios que en otros, b) el canal no conserva su espesor, pero sí la profundidad, c) la resistividad del canal disminuye donde hay enriquecimiento en el contenido de arcilla, d) cualquier combinación de las causas anteriores. El mapa de isorresistividad por sí solo no refleja los problemas anteriores. Un perfil de resistividad con  $a = 15.24$  metros que se discutirá brevemente, aclarará estos problemas. La solución completa se obtuvo posteriormente, al emplear los sondeos eléctricos y las perforaciones.

Otros factores que el mapa de isorresistividad incluye son: 1) el

gradiente escalonado de resistividad aparente a través del flanco sur del canal, el cual indica un contraste definido entre el canal y el material que lo bordea lateralmente; y 2) un pequeño sector de alta Resistividad aparente al sur del canal principal. La interpretación de esta pequeña estructura de alta resistividad se realiza en forma breve mediante perfiles obtenidos en función de una fuente o sumidero hemiesférico.

### 3.3 Comparación de Perfiles con Diferente Espaciado Electrónico.

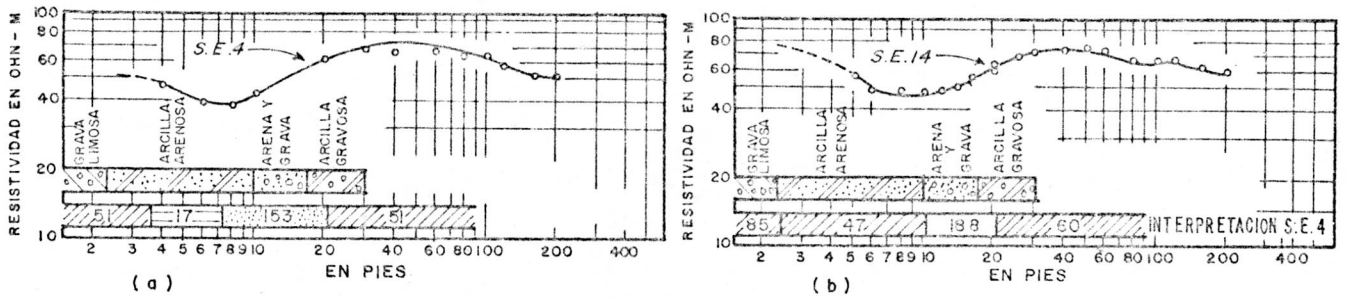
Un perfil de resistividad con espaciado electrónico de  $a = 15.7$  m, se corrió a lo largo de la línea CD del perfil 6 (Fig. 6). Los dos perfiles se muestran en la (Fig. 7). Dicho perfil indica que el canal en la parte norte de la sección es de poco espesor ( $< 6$  met.). Ello sugiere que la pequeña alza de resistividad hacia el sur, se debe probablemente al material superficial. La atenuación del perfil  $a = 15.24$  metros cuando se le compara con el de  $a = 6.10$  metros es obvio y puede atribuirse a varias causas: 1) el espaciado de la estación o el espaciado de los electrodos en ambos casos, conduce a más puntos o más detalles de una curva que respecto a la otra. 2) Las irregularidades laterales cerca de la superficie son más factibles de afectar los resultados de un pequeño espaciamiento de los electrodos que en uno largo. Esto es un asunto de importancia relativo del "circuito eléctrico", cuando se le compara con el tamaño de la "heterogeneidad" y cuando mayor es el espaciado de los electrodos, mayor es la información obtenida del material del subsuelo.

### 3.4 Interpretación en Términos de Sumideros Hemiesféricos.

Como mencionamos antes, un pequeño cuerpo resistivo yace al sur del canal principal. Debido a la simetría de los perfiles de resistividad y su aislamiento aparente de otras anomalías, se justifica el hecho de tratar de establecer su ancho y su espesor por medio del uso del album de curvas teóricas dadas por los sumideros hemiesféricos: (Cook Gray, 1961). Aunque esta pequeña estructura de grava no es una buena condición para desarrollar una laguna de percolación a través de su estudio un número de importantes, frecuentemente despreciados aspectos en las técnicas de interpretación geoelectricas, pueden ser clasificadas.

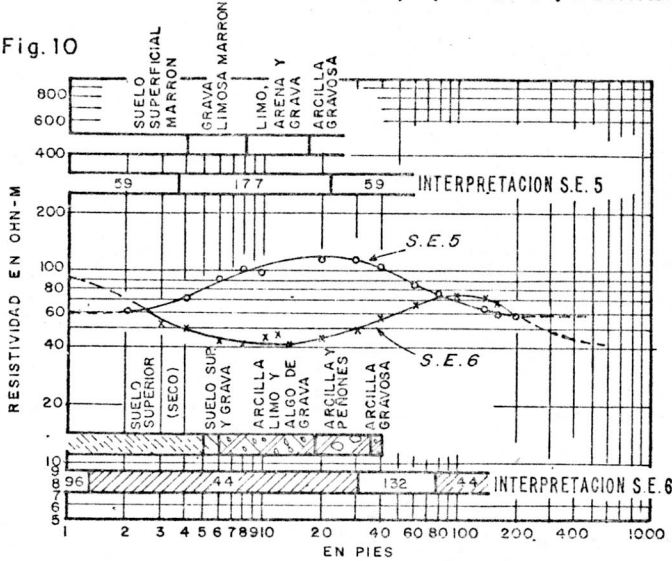
La Fig. 8 presenta comparaciones entre curvas teóricas continuas, representaciones teóricas de campo, y gráficas de campo observadas (Cook and Van Nostran, 1954).

Fig. N° 9



SONDEOS ELECTRICOS (a) S.E. 4 (WENNER) — (b) S.E. 14 (SCHLUMBERGER)

Fig. 10



SONDEOS ELECTRICOS, INTERPRETACION Y RESULTADOS DE PERFORACION

Fig. N° 12

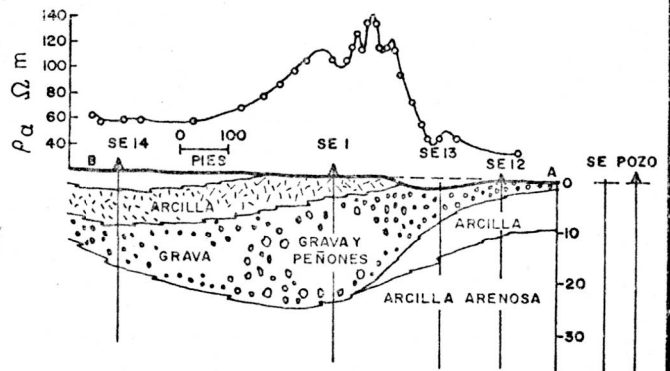
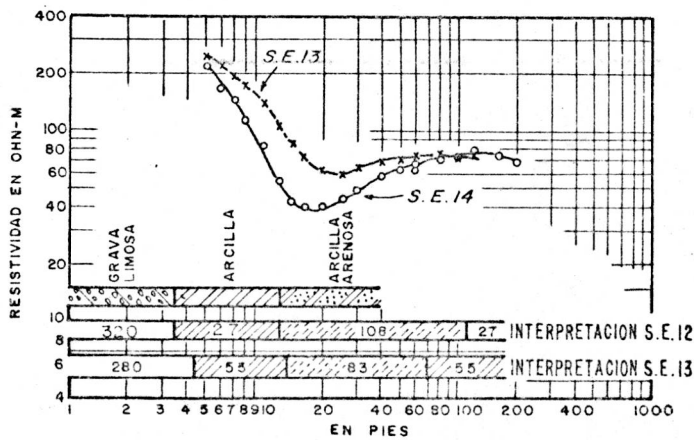


Fig. 11



SONDEOS ELECTRICOS, INTERPRETACION Y RESULTADOS DE PERFORACION

La semejanza entre las representaciones de campo observados y de campo teórico (Fig. 8b y 8c), es obvia y puede considerarse excepcionalmente buena. De acuerdo a dichas secciones, la distancia entre los picos es de 15.8 metros, el máximo espesor es de 7.93 metros y la resistividad del material interpretado es aproximadamente 110 ohm-mt. Esta interpretación se basa en asumir que el perfil está a una distancia de 10 metros del centro de una fuente (de interpretación) cuyo diámetro es 24.4 metros y el factor de reflexión de resistividad  $K = +0.4$ .

En las Figuras 8d y 8g, constituyen curvas teóricas continuas para un perfil a través del centro de una fuente, con las mismas dimensiones del ejemplo de la fuente anterior con el mismo factor de reflexión.

Una discrepancia razonable entre los puntos de campo teóricos y los puntos de campo observados, se muestran en la Figura 8e y 8f lo mismo entre las figuras 8h y 8i, respectivamente. De acuerdo a la distancia entre los extremos, el máximo espesor del material es 24.4 y 12.2 metros.

La inexactitud de los datos mencionados anteriormente se considera derivado de lo siguiente:

- 1° El cuerpo muestra simetría bilateral como indican los contornos de isorresistividad. La variación de los contornos de resistividad aparente es en dirección perpendicular a los perfiles de resistividad. Teóricamente sin embargo, los contornos de isorresistividad sobre un sumidero hemisférico varían en dirección paralela a los perfiles de resistividad. En consecuencia, la condición teórica no se cumplió y por lo tanto se interpretaron tres sumideros con diferentes centros localizados, lo cual en conclusión indica que se realizó una interpretación semi-cuantitativa.
- 2° En el presente trabajo el autor cree que en ausencia de argumentos en favor del método de la disposición Lee o en otras palabras el pequeño espaciado de  $a/2$  (Cook and Van Nostrand, 1954; Cook and Gray, 1961), el error estimado en el espesor del canal no sobrepasa del 10 al 15 por ciento, lo cual es un buen resultado.
- 3° El error en profundidad puede ser mayor del 30 a 40 por ciento. Esta conclusión se basa en el hecho de que los perfiles sobre diques verticales se asemejan generalmente a los sumideros hemisféricos o hemiesferoides. De acuerdo a esto, el método no es totalmente

adecuado para precisar determinaciones en profundidades.

Desde el punto de vista geológico es muy difícil que pueda ocurrir un cuerpo o canal de grava con una forma hemisférica exacta con los espesores teóricos indicados. En la práctica, se aconseja reducir por un factor de 3 la profundidad calculada.

- 4° La presencia de un espesor de suelo afecta las anomalías de resistividad. La presencia de los picos pronunciados en las curvas del primer perfil discutido, indican que el tope del suelo tiene un espesor pequeño, por lo tanto el error cometido es pequeño.
- 5° Ningún sondeo eléctrico ni ninguna perforación mecánica fueran llevadas a cabo en este lugar, debido al pequeño potencial de este sitio para percolar el agua subterránea. Como resultado, no hay confirmación de lo interpretado.

Como conclusión final, en este estudio se interpretó como un surco gravoso con tendencia a una forma de hemielipsoide más que un hemiesferoide. Su diámetro máximo es aproximadamente 24,4 metros en su extremo oriental y su máximo espesor es de 3,66 metros.

### 3.5 Importancia del Mapa de Resistividad

El valor más importante del mapa de isorresistividad (Fig. 6) es que define la dirección de los sondeos eléctricos a realizarse, para delimitar el canal. Los sondeos posteriores se corrieron paralelos a los contornos de isorresistividad en lugar de correrlos perpendicularmente a dichos contornos. De esta forma, el espaciado asumido entre sondeos se realizó con el objeto de obtener la mayor aproximación en la investigación.

Una consideración importante de anotar en la construcción de mapas de isorresistividad es que, las medidas de resistividad aparente son función del azimut de los perfiles de resistividad con respecto al cuerpo anómalo. Por lo tanto, para una misma localidad, usando la misma configuración de electrodos espaciado y densidad de estaciones, se obtienen diferentes mapas de resistividad con diferentes orientaciones de los perfiles. Los mapas gravimétricos y magnéticos no presentan esta dificultad. Esta es una de las pocas limitaciones en los trabajos de campo cuando se aplican los métodos geoelectricos.

### 3.6 Sondeos Eléctricos

La localización de todos los sondeos se muestra en la (Fig. 6) S.E. 1 y 2 han sido mencionados anteriormente S.E. 4 y 14 (Fig. 9), el primero corrido con la configuración Wenner y el segundo usando el dispositivo Schlumberger. Es de interés resaltar que la interpretación de la curva Schlumberger, aunque algo empírica (Koefoed, 1960) se aproxima más a los datos de perforación. Ambos sondeos, sin embargo, predicen una profundidad errónea para la capa de grava. Esto es debido probablemente al hecho de que la capa de grava debe tener una resistividad más alta que la asumida. De acuerdo con el principio de equivalencia y tomando en cuenta los otros sondeos, una resistividad de  $300 \pm 20$  ohm-m para las capas de arena y grava, parecen aproximarse a los valores de resistividades verdaderas que varían entre 188 ohm-m y 153 ohm-m. La estimación del espesor de la capa de arena y grava en el S.E. 5 (Fig. 10) está de acuerdo con el valor propuesto de alta resistividad. El propósito de el S.E. 6, (Fig. 10) era encontrar una segunda capa de arena y grava a mayor profundidad, la cual no fué hallada en la perforación a la profundidad indicada.

Los S.E. 12 y 13 (Fig. 11) fueron de gran valor en este estudio. Los afloramientos de la capa de grava en la superficie permitieron medir directamente su verdadero valor de resistividad aunque inicialmente con pequeño espaciado electrodico.

Estas medidas confirmaron el hecho de que el valor verdadero de la resistividad de la grava es del orden de magnitud de 300 ohm-m. La perforación probó que la interpretación de S.E. 12 era extraordinariamente segura.

Para ilustrar la morfología del canal, se muestra en la (Fig. 12) una sección transversal AB (Fig. 6) basada en los resultados de los sondeos y la perforación posterior, junto al perfil de resistividad aparente, extrapolado del mapa de resistividad aparente.

### 3.7 Refracción Sísmica

Tres líneas de refracción sísmica se corrieron para probar la capacidad del método en el área. La primera línea (estación sísmica, S.S. 1) fué disparada en dirección E.W en el sitio de S.E. 1 (Fig. 6). Una interpretación para dos capas según el tiempo de llegada de la onda produce la curva de los puntos plateados. La profundidad de la primera capa es de 5 metros. La velocidad de reflexión sobre el tope de la segunda capa es de 1295.7 m/seg. Una perforación posterior mostró que la capa de grava seca y el estrato de peñones se vuelve húmeda a los 12 pies de profundidad. Otra interpretación basada en 3 ca -

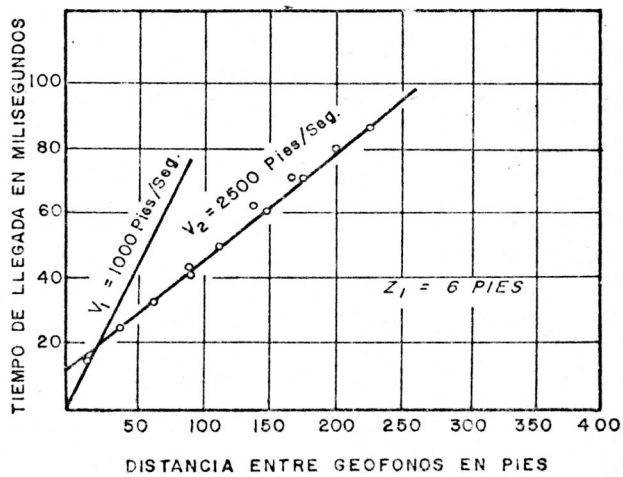
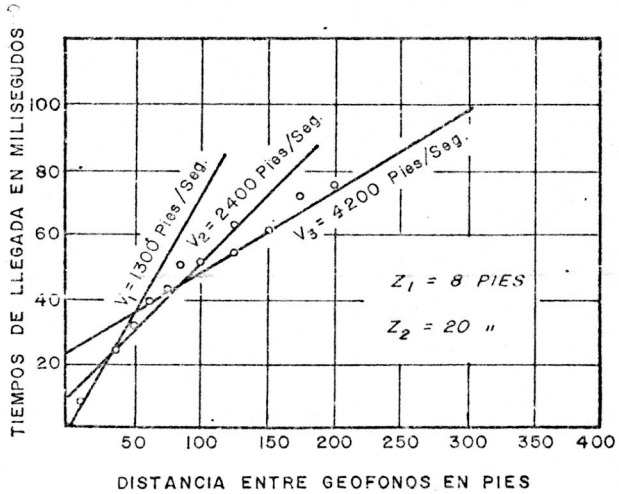
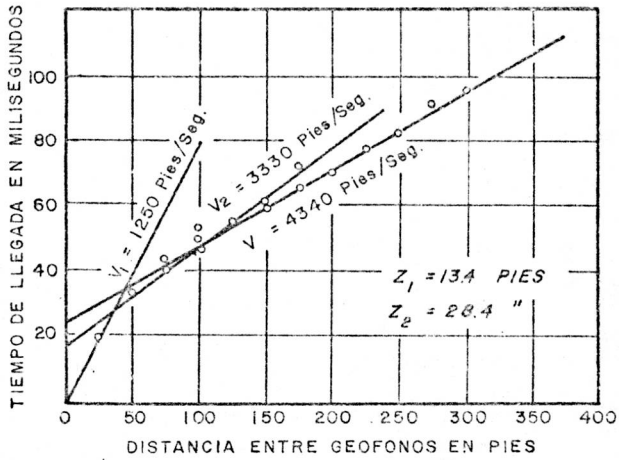


Fig. N°13 REFRACCION SISMICA  
 CURVAS DE TIEMPO VS DISTANCIA

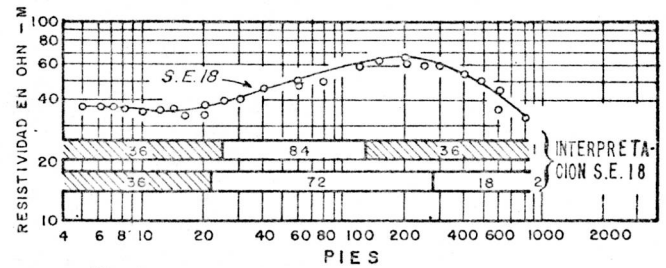
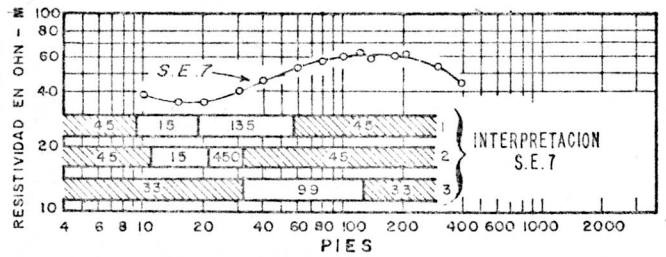


Fig. N°14 SONDEOS ELECTRICOS EN EL AREA B

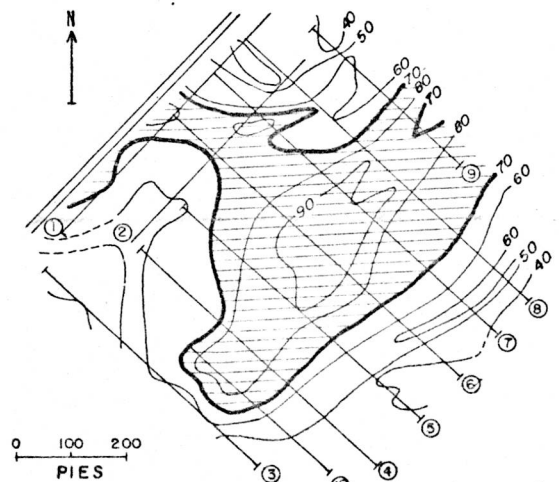


Fig. N°15 MAPA DE ISORRESISTIVIDAD EN EL AREA C

pas dió profundidades de 13 y 28 pies, lo cual está más de acuerdo con la información de la perforación.

El S.E. 2 se corrió en dirección N-S en el sitio del S.E. 19 (ver Fig. 6). Ambas, la interpretación sísmica (Fig. 13) y la interpretación de resistividad del S.E. 19 predicen una profundidad de 2.44 m para la existencia de una discontinuidad común.

La segunda interfase sin embargo, es diferente. La coincidencia de límites eléctricos y elásticos es corriente y no puede ser considerada como una regla general. Los datos de pozo no son asequibles en este lugar.

La línea del S.E. 3 (Fig. 13) fué disparada sobre la pequeña superficie de capa de grava mencionada anteriormente. No hay indicaciones positivas de la presencia de un cuerpo limitado de grava a lo largo del tendido sísmico. Lo que parece ser es que la presencia de este cuerpo es de influencia despreciable y casi pasa desapercibida.

#### 4. AREA "B"

Los propósitos de las medidas de resistividad en este sitio son encontrar si hay capas de grava cerca de la superficie del terreno (ver Fig. 2). Se tomaron tres precauciones antes de ejecutar los sondeos eléctricos: (1) un perfil de resistividad de 165 metros de longitud se corrió con el arreglo WENNER con un espaciado electródico de  $a = 9.15$  metros. Las 18 estaciones ocupadas sobre este perfil indicaron que la resistividad aparente promedio fué de 40 ohm-m, y solo hubieron pequeñas variaciones laterales; (2) se mantuvo una distancia de 15.24 metros, alejada del canal de influencia insignificante; (3) la línea de expansión de los sondeos eléctricos fué orientada paralela al canal.

Dos sondeos eléctricos los S.E. 7 (Wenner) y S.E. 18 (Schlumberger), se corrieron en esta localidad. De las tres interpretaciones posibles de el S.E. 7 (Fig. 14 a), los números 1 y 2 indican grava arcillosa con 135 ohm-m, y grava "limpia" con 450 ohm-m de resistividad respectivamente. De acuerdo a

estas dos interpretaciones posibles, sin embargo, también puede existir una capa de aproximadamente 15 ohm-m, separando la grava de el tope del suelo arcilloso. La existencia de esta capa ligeramente conductora, parece ser una remota posibilidad ya que la superficie del terreno estaba bastante seca en el momento de la ejecución del trabajo. La interpretación número 3 indica una capa de 30.5 metros de espesor y de aproximadamente 100 ohm-m de resistividad a una profundidad de 9.76 metros de la superficie. La experiencia dice que si tal capa existe, está probablemente compuesta de arcilla gravosa, arcilla y algunas intercalaciones de grava, o sea una mezcla heterogénea. El hecho de que esta interpretación se asemeje con la interpretación número 1 del S.E. 18 (Fig. 14b) no necesariamente acrecienta su validez aunque en ambos casos se asume que la resistividad de la primera y la tercera capa de extensión infinita, son las mismas. La interpretación N° 2 del S.E. 18 es el resultado de una mejor diferenciación para las resistividades de  $AB/2 = 152.44; 182.93$  y  $243.9$  metros. La resistividad más baja de 18 ohm-m de la capa que se encuentra a una profundidad de 85.4 metros se interpreta como arcilla o posiblemente arcilla gravosa saturada, indicándose que la mesa de agua se encuentra a esta profundidad. Un pozo de agua aproximadamente a 182.93 al sur del S.E. 7 y 18, indicó que la mesa de agua se encontraba a 73.2 metros.

El registro eléctrico de la perforación mostró que el primer signo de una "buena" capa de grava se encuentra a una profundidad de 64.94 metros. Esta capa de grava, sin embargo, tiene un espesor de solamente 1.52 metros;

luego le sigue arcilla y arcilla gravosa. Si asumimos que esta capa de grava existe y que tiene una amplia extensión lateral, lo cual es dudoso, entonces su relación de espesores es de 0.02. Este espesor relativo para contrastes de resistividad, está más allá de la capacidad de resolución de las técnicas geoelectricas. Otras capas de grava a mayores profundidades fueron reportadas por el registro eléctrico del pozo, pero eran tan pequeños sus espesores que sus efectos fueron totalmente despreciables.

En conclusión, parece ser que el único límite significativo es definir la posición de la mesa de agua. Un error en la predicción de la profundidad es del 16%, cuya causa pudo ser probablemente debida a efectos de macroanisotropia, resultado de las numerosas intercalaciones de arcillas y arcillas gravosas, así como también la microanisotropia de las arcillas (Maillet, 1947).

## 5. AREA "C"

La delimitación de posibles capas de grava fué una vez más, el objeto en esta localidad. Un determinado número de perfiles de resistividad con el arreglo Wenner, indicó una buena posibilidad de la existencia de una de tales capas. Un área de aproximadamente 32.11 Has. fué cubierta durante este estudio.

### 5.1 Perfilaje de Resistividad

Se hicieron 10 perfiles usando la configuración eléctrica Wenner con  $a = 9.15$  metros y dos perfiles con  $a = 18,3$  metros. Se construyó un mapa de isoresistividad (Fig. 15) en base a los perfiles de espaciado eléctrico de 9.15 metros. Es difícil determinar la forma de este cuerpo de grava, en dicho mapa se presenta cierta información útil. Por ejemplo, parece ser que el material gravoso decrece hacia

el noreste como lo indican los valores en forma decreciente de los contornos de resistividad. Hacia la parte suroeste del mapa, el mismo fenómeno es menos evidente. Sobre el lado noroeste, el material de grava parece conectarse con otro canal gravoso del lado del canal de riego. Un exámen geológico en dicho lado del canal, indicó una zona rica en materiales gravosos.

## 5.2 Sondeos Eléctricos

Los S.E.1; 2 y 3 se hicieron usando el arreglo Wenner (ver Fig. 16a). El S.E.1, en particular, se interpretó en términos de cuatro capas, sin embargo, debido a la falta de detalles, la profundidad de la segunda capa es la única de estimación confiable. El S.E.4 (Schlumberger) se muestra en la Figura 16b. De estas curvas, se deduce que la capa de grava tiene un promedio de resistividad de 140 ohm-m, indicando que pudiera ser limoso y arcilloso.

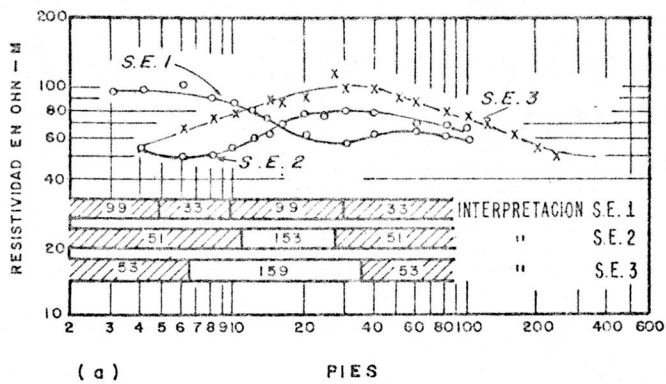
Una sección transversal geológica a lo largo del perfil 6 se muestra en la Fig. 17, la cual se basa en dos perfiles de resistividad con diferentes espaciados electródicos y un sondeo eléctrico (4).

En conclusión, el cuerpo de grava puede interpretarse como una parte de un paleocanal.

Su límite más externo está delineado por el contorno de Isorresistividad de 70 ohm-m (Fig. 15). Su espesor máximo es de aproximadamente 7.62 metros y está cubierto por 1,83 de suelos de cultivo. Obviamente, si la última perforación indica la existencia de una grava limpia que tiene una resistividad alta de 140 ohm-m, digamos de 300 a 400 ohm-m, entonces el espesor de arriba y la profundidad debe reducirse de acuerdo con el principio de equivalencia.

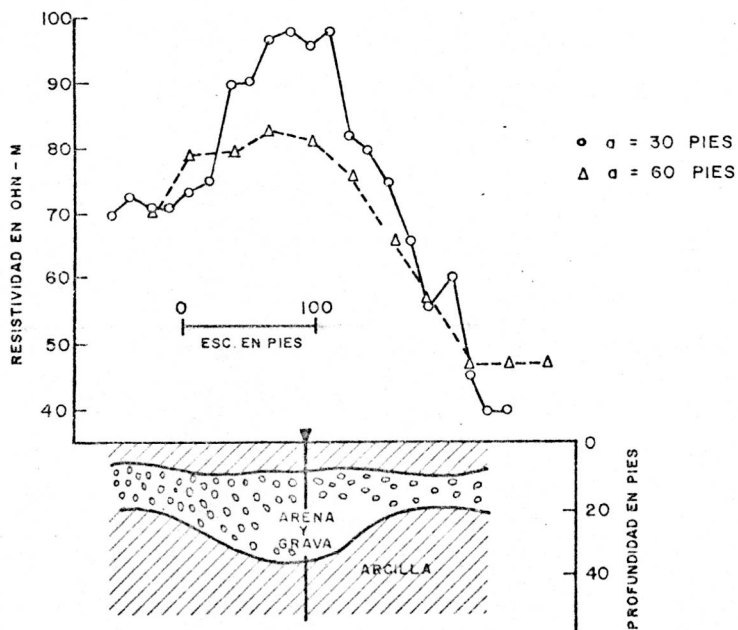
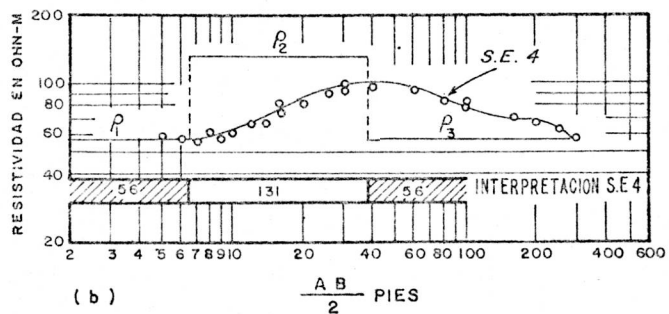
## 5.3 Conclusiones

Los perfiles de resistividad y los sondeos eléctricos han ayudado al descubrimiento de antiguos canales profundos. Las interpretaciones de las profundidades de los sondeos eléctricos han coincidido con el grado de seguridad esperado, tal como se ha verificado por perforaciones posteriores. La importancia del mapa de Isorresistividad, debe tomarse como un factor primario que ha contribuido al éxito de esta búsqueda. Esto es debido a que las inhomogeneidades superficiales y las variaciones de resistividad lateral pueden por sí solas bajo ciertas distribuciones espaciales, llevar a curvas de sondeos similares a aquellas que resultan de la discontinuidad de la resistividad vertical o al menos



SONDEOS ELETRICOS,  
 (a) S.E. 1,2 y 3 (WENNER)  
 (b) S.E. 4 (SCHLUMBERGER)

Fig. Nº16



PERFILES DE RESISTIVIDAD Y GEOLOGIA INFERIDA

Fig. Nº 17

a distorsionar la forma de la curva de sondeo (Alfano, 1959). Por lo tanto mediante la orientación de las líneas de sondeos eléctricos en la dirección adecuada, los efectos de severas variaciones laterales serán disminuidas. Adicionalmente, los cambios de carácter en las curvas de sondeos de un tipo mínimo a un tipo máximo, se hacen realmente explicables en función de la localización sobre los mapas de resistividad. Tales cambios, pueden ser ambiguos o parecer irreales a un observador que esté familiarizado con la signación geológica, tal como la revelada por el mapa de resistividad.

Los estratos aluviales dentro de las profundidades de interés proveen ser más diferenciados eléctricamente que elásticamente. Adicionalmente, las medidas eléctricas en áreas no habitables indican ser más flexibles, consumen menos tiempo y son menos arriesgados que los sísmicos.

El estudio en esta área sirvió como un ejemplo de como resolver este tipo de problema geológico, mediante la investigación geoelectrica ayudada por un número de perforaciones estratégicamente situadas. La cantidad de información obtenida sin geofísica no habría sido obtenida, excepto a expensas de un gran número de costosas perforaciones.