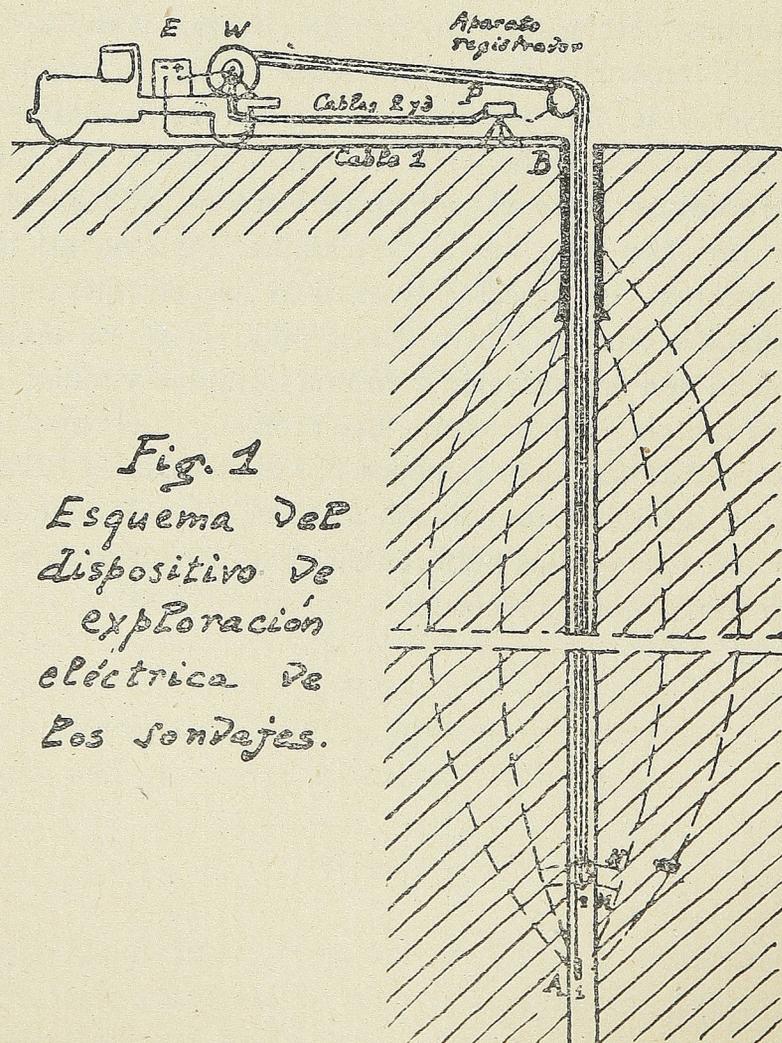


# La exploración eléctrica de los sondeos

(Procedimientos y Material Schlumberger)

En un momento en que el Gobierno y la opinión están hondamente preocupados por la cuestión del petróleo y el problema de la existencia de yacimientos petrolíferos en Chile, creo oportuno aportar en esta nota algunos datos sobre una técnica que ha adquirido en los últimos años gran desarrollo e importancia en los campos petrolíferos del mundo, donde su aplicación está en manos del grupo francés que la inventó y sigue perfeccionándola.



*Fig. 1*  
*Esquema del*  
*dispositivo de*  
*exploración*  
*eléctrica de*  
*los sondeos.*

Se trata de la exploración eléctrica de los sondeos (carottage électrique - electrical coring - electrical well surveying - electrical well logging) que, en lo que sigue,

llamaré E.E.S. por abreviación. Es un procedimiento que permite el reconocimiento continuo de los terrenos atravesados por un sondaje, por medios mucho más rápidos y económicos que la extracción de testigos mecánicos (carottage mécanique - core drilling).

En esta nota, me limitaré a exponer brevemente los principios del procedimiento, sin entrar en el detalle de sus numerosas aplicaciones y de las operaciones auxiliares que lo complementan, ni analizar los notables perfeccionamientos de que han sido objeto su técnica y material desde su aparición en 1928.

Consiste el procedimiento, en la medición, en cada punto del sondaje, de dos parámetros: uno de ellos es la resistividad eléctrica del terreno; el otro es una diferencia de potencial que, en los terrenos porosos, resulta de dos fuerzas electromotrices espontáneas—de electro-filtración y electro-osmosis—y es función de la porosidad del terreno.

Las medidas se efectúan como sigue (fig. 1):

Tres cables aislados, 1, 2 y 3, terminados respectivamente por los tres electrodos A, M y N, son bajados en el sondaje, donde están en contacto con el agua o el barro del mismo.

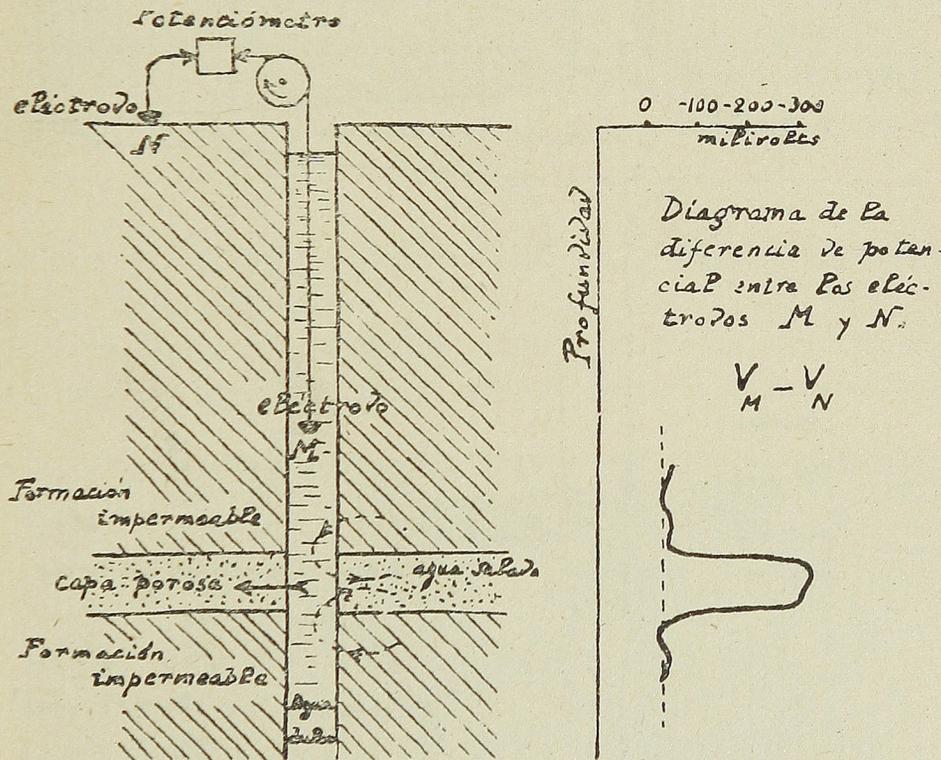


Fig. 2. Fuerzas electromotrices de filtración y osmosis.

El electrodo A es conectado, por medio del cable 1, a un generador de corriente E, cuyo otro borne es unido a un electrodo B en contacto con el suelo cerca del sondaje. La corriente emitida crea una diferencia de potencial entre los electrodos M y N, los cuales están conectados por medio de los cables 2 y 3, con los bornes de un potenciómetro P situado en la superficie.

Siendo  $i$  la intensidad de la corriente emitida, y  $\Delta V$  la diferencia de potencial medida entre M y N, la resistividad del terreno entre los mismos puntos se calcula por la fórmula:

$$\rho = 4 \pi \cdot \frac{\Delta V}{i} \cdot \frac{r r'}{r' - r}$$

en la cual  $r$  y  $r'$  representan las distancias  $AM$  y  $AN$ , respectivamente.

En cuanto a la medición de los potenciales espontáneos, está esquematizada en la Fig. 2: Un electrodo impolarizable  $M$  es bajado en el sondaje por medio de un

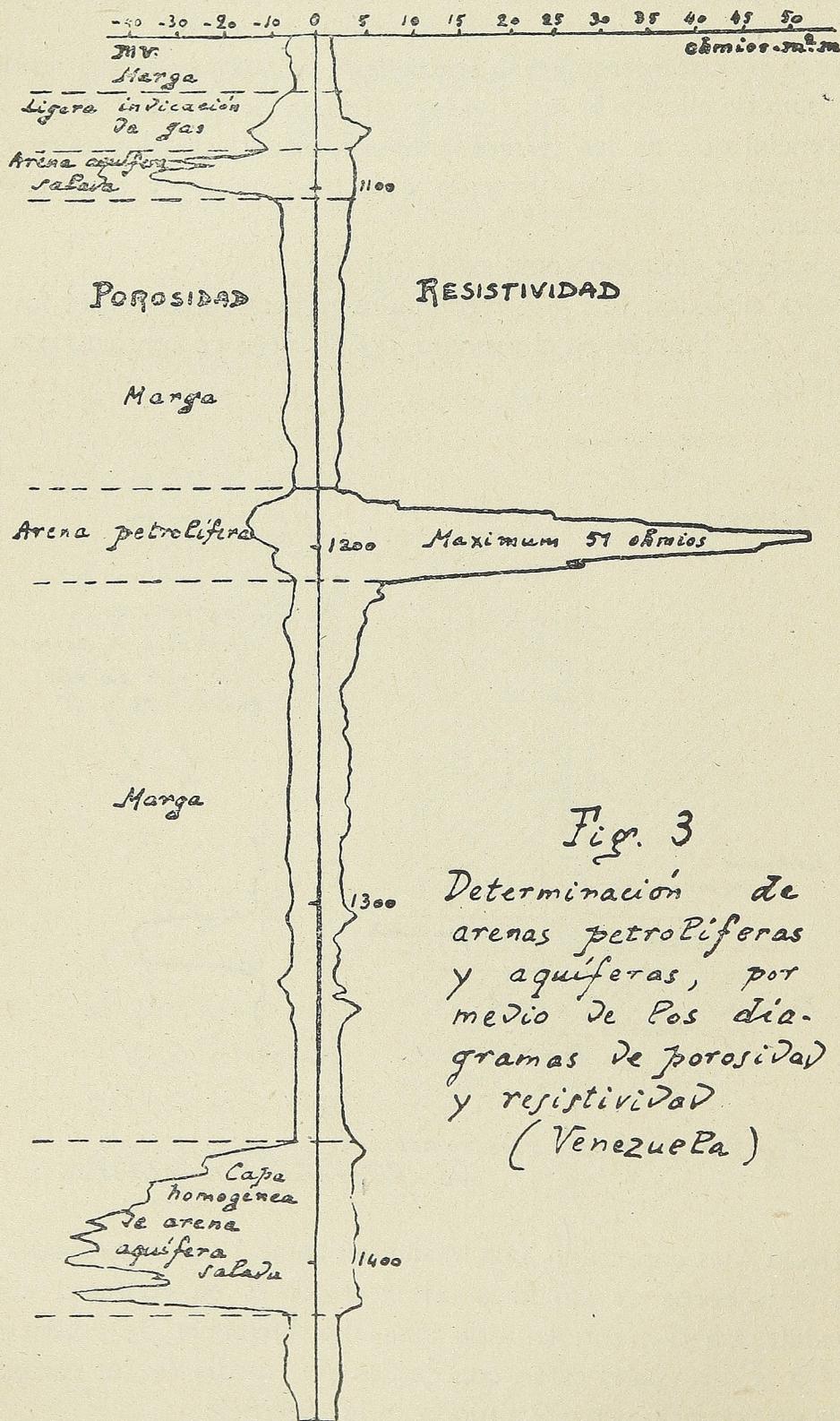


Fig. 3

Determinación de arenas petrolíferas y acuíferas, por medio de los diagramas de porosidad y resistividad (Venezuela)

cable eléctrico aislado, y un segundo electrodo impolarizable  $N$  se coloca en la superficie. Los dos electrodos son conectados con un potenciómetro  $P$  que, en cada

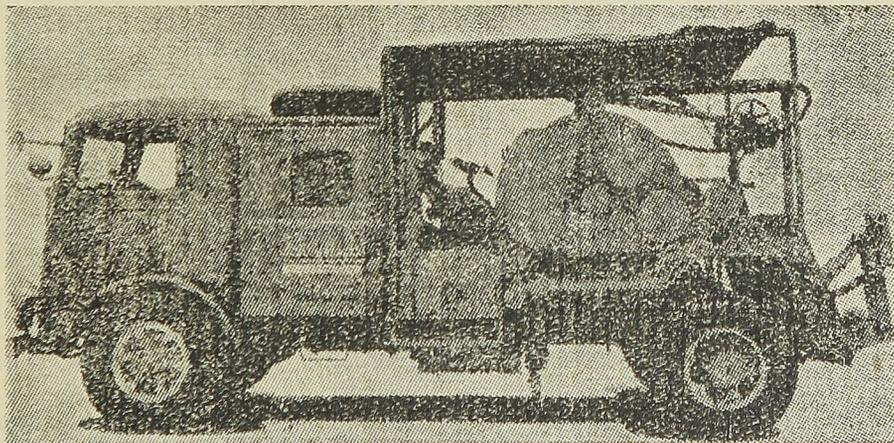
posición de M, indica la diferencia de potencial entre M y N. Siendo fijo N, las distintas lecturas del potenciómetro permiten construir un diagrama relativo del potencial en toda la longitud del sondaje. Del mismo modo se construye el diagrama de las resistividades (Fig. 3).



*Fig. 4*

Naturalmente, todas esas mediciones pueden practicarse solamente en las partes no entubadas de los sondajes.

En la práctica, los cables aislados están reunidos en un solo «tricable» que, mediante un winche W montado sobre camión, permite reconocer los sondajes más



*Fig. 5*

profundos (Figs. 1, 4 y 5). Las mediciones son continuas y automáticas, y los diagramas registrados directamente sobre una película fotográfica (Automatic recorder). Este sistema elimina el coeficiente personal del operador y permite asegurar el secreto de la operación, si los diagramas son entregados sin desarrollarlos.

Para poder realizar la inscripción simultánea de los dos diagramas (resistividad y porosidad), se hace circular en el suelo (por los electrodos A y B) corriente alterna. Existen entonces entre los electrodos M y N dos diferencias de potencial: una de ellas es continua (potencial espontáneo - diagrama de porosidad) y la otra alternativa (diagrama de resistividad). Ambas son registradas simultánea y respectivamente por dos potenciómetros, de los cuales uno es sensible solamente a las diferencias de potencial continuas, y el otro a las alternativas.

Estos dispositivos y la movilidad de los equipos montados sobre camiones, permiten efectuar medidas muy rápidas. El estudio de un sondaje de 1,000 metros, en toda su longitud, inmoviliza un equipo durante dos horas, más o menos.

Del estudio del diagrama de un sondaje puede deducirse la naturaleza de las formaciones que atraviesa. Este diagnóstico eléctrico no permite sacar directamente conclusiones de orden geológico o paleontológico, pero la consideración simultánea de los dos diagramas (resistividad y porosidad) permite, en la mayoría de los casos, determinar la naturaleza litológica de los terrenos atravesados, en particular en el estudio de terrenos petrolíferos.

Los principios del diagnóstico son los siguientes:

Las arcillas, esquistos y margas se presentan en general con una resistividad débil y una porosidad nula.

Las formaciones duras, como son el yeso, las calizas compactas y las rocas eruptivas, presentan una resistividad elevada y una porosidad nula.

Las arenas acuíferas que, en las regiones petrolíferas, contienen generalmente

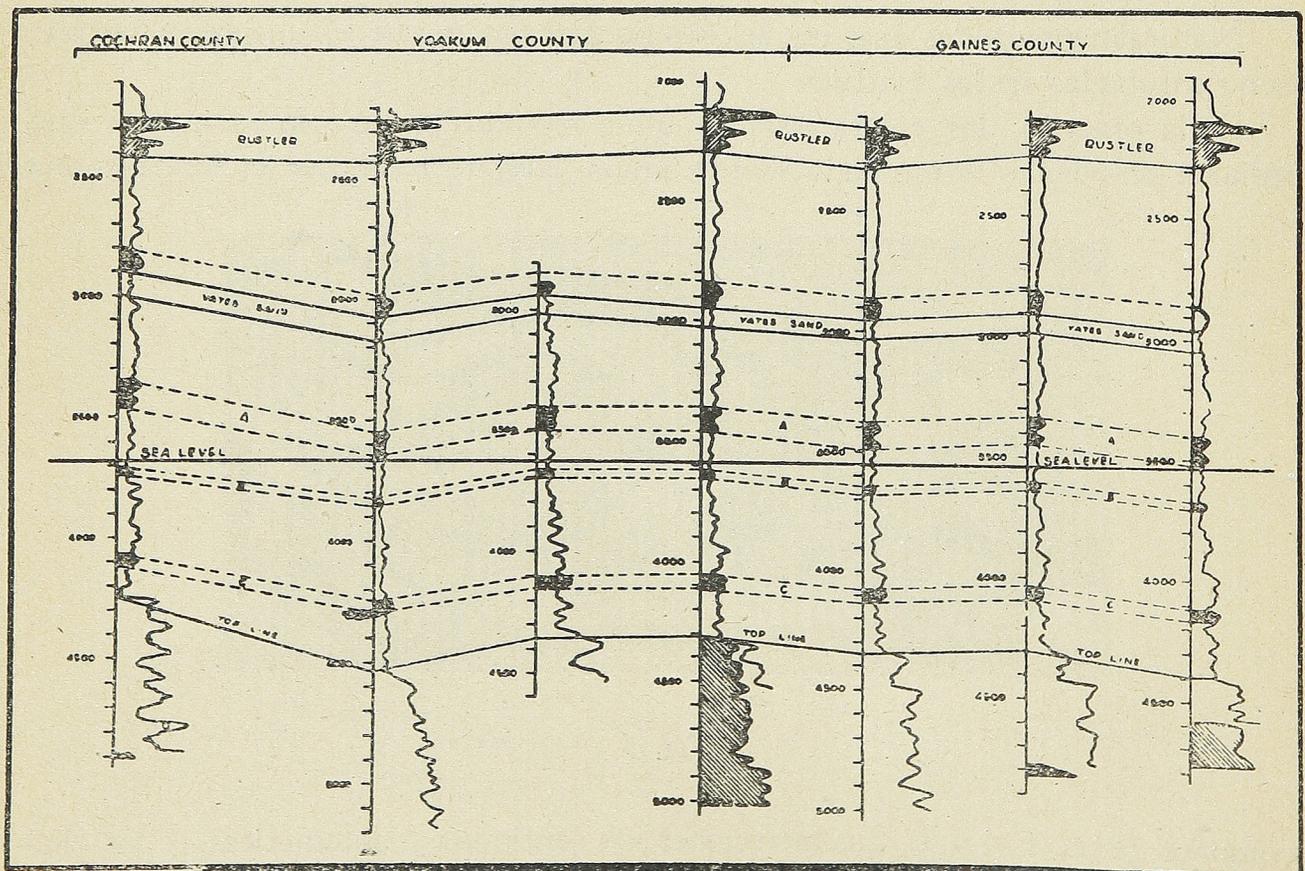
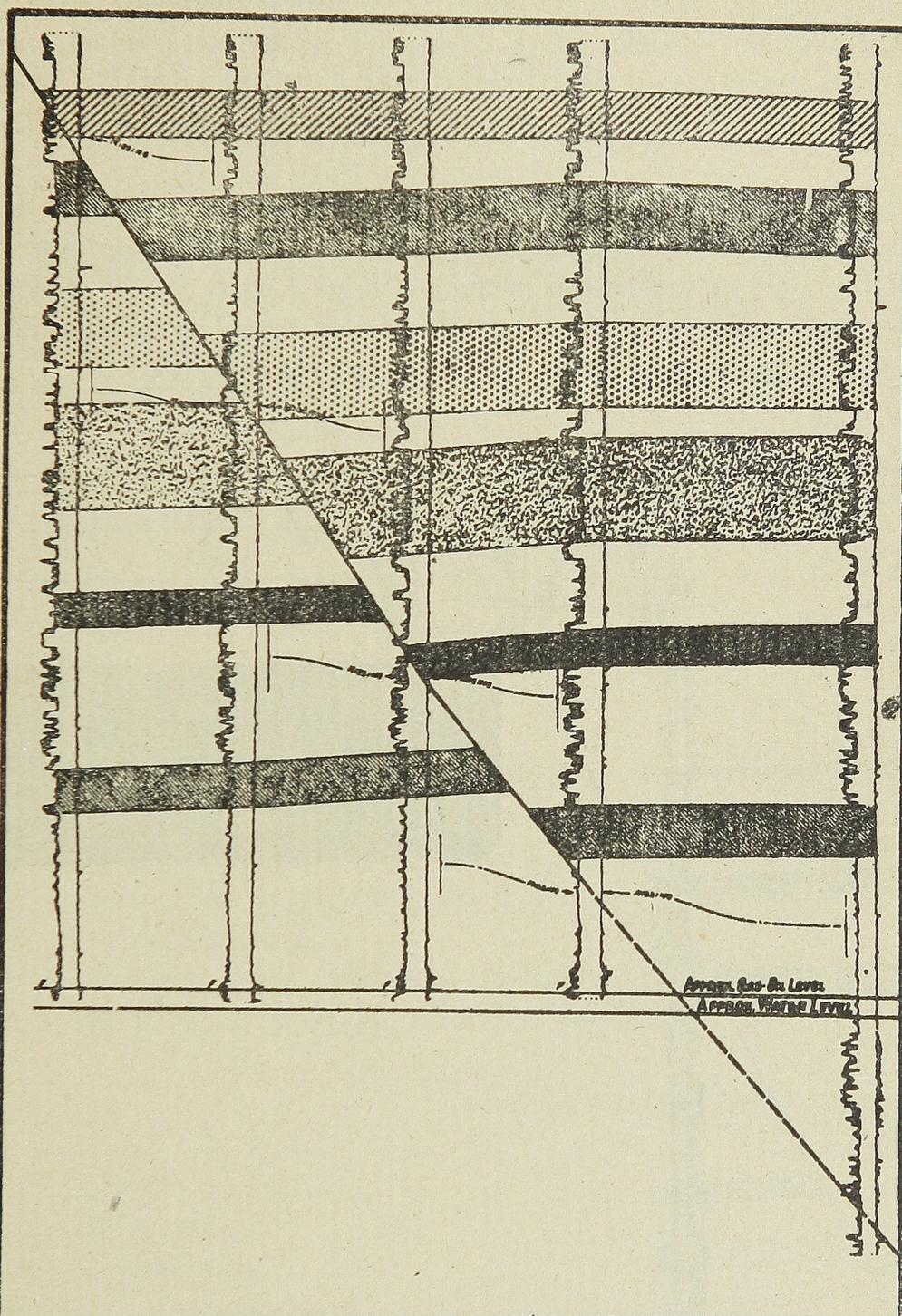


Fig. 6 - Correlaciones a larga distancia (West Texas).

agua salada, tienen una resistividad débil y presentan, en el diagrama de porosidad, centros de potencial fuertemente negativos.

Por fin, las arenas petrolíferas se manifiestan en el diagrama, por una resistividad elevada y en la curva de porosidad por centros de potencial negativos menos acentuados que los de las arenas acuíferas saladas.



*Fig. 7 - Sección en un campo petrolífero, Gulf Coast.  
(indica una falla y los consiguientes desplazamientos de los terrenos)*

De todo lo anterior se deduce la importancia práctica de los diagramas Schlumberger y la valiosa ayuda que aportan en los campos petrolíferos, en la solución de numerosos y vitales problemas concernientes a la explotación, y se explica el desarrollo considerable adquirido por el procedimiento en los últimos años. Puede de-

cirse que su empleo se ha generalizado en todos los grandes yacimientos petrolíferos del mundo.

Su aplicación permite además establecer correlaciones geológicas (identificación de las formaciones geológicas en distintos sondajes de una misma región) que muchas veces no son posibles por medio del «carottage» mecánico (testigos) por falta de referencias paleontológicas o litológicas, y realizar estudios tectónicos muy completos (determinación de fallas, etc.). Estas operaciones son posibles gracias al hecho que, en los diagramas de resistividad correspondientes a distintos sondajes, cada formación geológica presenta un perfil muy característico y fácil de identificar (Figs. 6 y 7).

Como consecuencia de estas posibilidades, el campo de actividad de la E.E.S. ha sido extendido al estudio de las estructuras y, recientemente, ha sido aplicada con éxito al estudio de estructuras profundas (Gulf Coast) y a la exploración geológica de grandes áreas, mediante la perforación de series de sondajes de poca profundidad (más o menos 1,000 pies) y de diámetro reducido (de 3 a 4") (Fig. 8).

