

750

250

DIV. MED. S. S. S. S.  
Notas: 522.76.72



551.7(827.5)(047)

*Handwritten red scribble*

INFORME TECNICO  
PERFILAJE ELECTRICO  
EN ESTANCIAS "LA CORALI" Y "LA LOMA"  
PROVINCIA DE LA PAMPA  
POR  
JOSE M. MOLLON

1972

052





## ANTECEDENTES

El motivo del presente informe, se origina como trabajo requerido por INGENAR S.R.L. (Instituto Geológico Minero Argentino), contratista de la provincia de La Pampa.-

El mencionado Instituto, solicitó la realización de operaciones de perfilaje en las perforaciones de exploración que se llevan a cabo en la localidad de General Pico.- Por tal motivo, y de acuerdo a lo dispuesto oportunamente por la Superioridad del suscripto efectuó una comisión geofísica, la que tuvo a su cargo dos operaciones de perfilaje en las perforaciones estancia "La Coral" y estancia "La Loma".=

El objetivo de tomar perfiles de los pozos, fué el de obtener un conocimiento más acabado de la geología del subsuelo, acotar correctamente las profundidades para la posterior entubación, y correlaciones estratigráficas con las próximas perforaciones a ejecutar.-

Es de destacar que en el presente informe se describen únicamente las perforaciones arriba enunciadas ya que posteriormente se realizarán operaciones en otras a designar, cuyo análisis y descripción de registros deberán ser agregados al presente informe.-

En ambas perforaciones se registraron curvas de potenciales naturales, de resistividad, medición de la resistividad de lodo, y la medición de temperatura de fondo con geotermómetro, a fin de referir ciertos datos en función del mencionado parámetro.-

A continuación se explica, aunque someramente, el comportamiento de las formaciones atravesadas por una perforación, en las proximidades del sondeo y una descripción teórica de las curvas obtenidas.-



- 2 -

### EFFECTO DE LA PERFORACION SOBRE LAS FORMACIONES ADYACENTES:

La técnica de perforar un pozo y su diámetro inciden sobre las formaciones circundantes y en los perfiles que han de registrarse del mismo, debido a varios factores, entre ellos, valor de la resistividad de la inyección, tipo y características física-químicas del lodo empleado, efecto del filtrado, relación de diámetros broca/sonda, radio de "daño" etc.-

Tal es así, que en formaciones porosas y permeables, el efecto de invasión en una función directa de la calidad y tipo de lodo utilizado y de las propiedades físicas de la formaciones atravesadas.-

Haciendo un corte vertical del mismo puede definirse claramente, cuatro zonas que son: "revoque o pared de pozo"; "zona invadida", "zona lavada" y "zona no contaminada".-

En formaciones arcillosas o aquellas ciertamente consolidadas, el diámetro del pozo tendría que mantenerse casi constante al del trépano, pero aquel, experimenta una cierta disminución en su valor.- Esta anomalía se origina que después de levantar la herramienta, aparece cierto reflujo adicional del filtrado de la inyección, el que alojado en la zona invadida, causa un aumento en el espesor del revoque y por consiguiente una reducción, aunque mínima en el diámetro del sondeo.-

El diámetro deja sentir su efecto sobre los registros cuando el diámetro de la sonda es considerablemente menor que el del pozo.-

Pruebas de laboratorio han demostrado que el filtrado total que se escurre a través de la pared es proporcional a la raíz cuadrada del tiempo de filtración,  $F_t = K\sqrt{tf}$ ; y como la pared del pozo es la resultante de la acumulación de partículas sólidas en suspensión en el seno de la inyección, el espesor de la misma tmc es también, proporcional a la raíz cuadrada del tiempo que



- 3 -

emplea la acción filtrante. Es decir  $tmc = K_1 / \sqrt{tf}$ .

Como se desprende de lo antes expuesto, las propiedades químicas y físicas de la inyección por ejemplo, índice de acidez, valor de densidad etc., pueden traer aparejado, si no existe un estricto control de la misma, serios inconvenientes que redundarán en el rendimiento del pozo.-

#### DESCRIPCIONES TEORICAS DE LAS CURVAS REGISTRADAS:

Las curvas eléctricas se obtuvieron por medio de una única herramienta del tipo "punto único de resistividad". Obteniéndose simultáneamente la de potencial y la de resistividad.-

#### Curva de potencial (S.P.)

Esta curva, refleja las continuas diferencias de potencial eléctrico, entre un punto fijo (electrodo) en superficie cuyo potencial se toma como referencia, y otro dentro del sondeo que contenga fluido de perforación.-

Las características de esta curva están en estrecha vinculación con el tipo de inyección y con las características físicas y químicas de las formaciones circundantes.-

Las variaciones de potencial en el sondeo son causadas por las caídas de tensión debidas a corrientes que circulan entre las formaciones y la columna de inyección. Estas corrientes, son generadas por fuerzas electromotrices de carácter electroquímico y electrocinético, que tienen su origen en los contactos entre la inyección y el agua de formación contenida en la roca.-

Si consideramos por ejemplo (ver gráfico página siguiente) que la formación está representada por una partícula de arcilla, esta absorbería la mayoría de los iones de cloruro de sodio (ClNa) presentes en el sistema.



en el pozo.-

La ecuación que da la resistencia eléctrica de un conductor  $R = \rho \frac{l}{S}$  está limitada al caso de conductores de sección uniforme. Si el conductor tiene una forma cilíndrica, cuya sección sea  $S$  y  $l$  su longitud, el flujo de corriente desde la superficie  $B$  a la  $B'$ , atraviesa varias láminas, una a continuación de la otra, teniendo por consiguiente  $n$  conductor en serie. La resistencia total del conductor será igual a la sumatoria de la resistencia de cada una de las láminas.

Por otra parte, suponiendo que los radios de entrada y salida sean  $l_2$  y  $l_1$  respectivamente y que una de las láminas,  $S_K$  por ejemplo, tenga un radio  $l$ , y una espesor  $dl$ , la superficie de dicha lámina será  $4\pi l^2$  y su resistencia  $R_K$  será:

$$dR_K = \rho \frac{dl}{4\pi l^2}$$

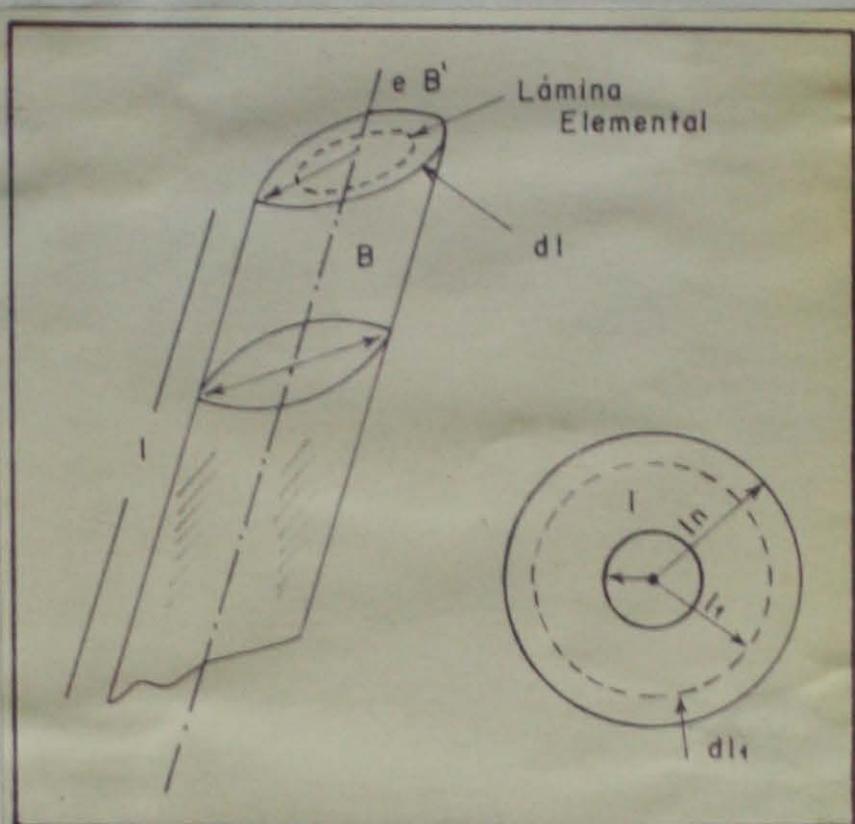
La resistencia total de las láminas desde  $B$  a  $B'$  será:

$$R_K = \sum_{k=1}^{\infty} \rho \frac{dl}{4\pi l^2}$$

Integrando: 
$$\int dR_K = \int_{L_1}^{L_n} \rho \frac{dl}{4\pi l^2}$$

$$\therefore R_K = \frac{\rho}{4\pi} \left( \frac{1}{l} \right)_{L_1}^{L_n} = \frac{\rho}{4\pi} \left( \frac{1}{L_n} - \frac{1}{L_1} \right) = \frac{\rho}{4\pi} \frac{1}{C}$$

$$\therefore \rho = R_K 4\pi C$$





- 6 -

Ahora, si un electrodo esférico de radio  $r$  es colocado frente a una formación a investigar, su resistencia se puede determinar por la aplicación de la ley de ohm, vale decir por la medición de la corriente  $I$  que circulará por el medio y por la tensión aplicada.-

$$R e = \frac{V}{I}$$

La resistividad (resistencia de unidad de volumen) será entonces:

$$\rho = 4\pi R e \cdot r = 4\pi r \frac{V}{I}$$

Esta ecuación se cumple plenamente si el terreno es homogéneo e isótropo y si el electrodo es puntual y tiene su geometría esférica. Ahora bien, si el medio no es homogéneo e isótropo, la aplicación de dicha ecuación debe ser tomada con cierta precaución. Pero sin embargo la expresión  $4\pi r \frac{V}{I}$ , tiene un valor numérico, definido que está relacionado con la resistividad, de los materiales que rodean al electrodo. El valor de  $\rho'$  es llamado resistividad aparente de las formaciones que circundan el electrodo. El significado físico de  $\rho'$  es la resistividad de una formación imaginaria, supuesta homogénea e isótropa, en la cual el electrodo tendría una resistencia  $R' = \rho' \frac{1}{4\pi r}$

Como se expresó anteriormente, las curvas de resistividad se obtuvieron por el método de "punto único de resistividad".-

Sus ventajas son: la medida de resistividad de secciones delgadas y los cambios litológicos son marcados con definición. En cuanto a sus limitaciones después de considerar el efecto del diámetro del pozo, tamaño y geometría del electrodo, efecto de la invasión del lodo de perforación, se puede resumir en: pequeño poder de penetración y respuesta no lineal, es decir aplastamiento de la curva.-



Se empleó esta herramienta, por considerar que utilizar las curvas 64' Normal Larga o 32' Normal Corta, no marcarían con definición las pequeñas diferencias de horizontes, ya que son empleadas para investigar grandes volúmenes.-

#### DESCRIPCION DE LOS REGISTROS OBTENIDOS

Se desarrollará primeramente la descripción cualitativa correspondiente a la perforación "La Coralf" y a continuación la respectiva del sondeo -- "La Loma". Las descripciones cuantitativas, producto del cálculo de los registros, son imposibles materializarlas por cuanto los ábacos de interpretación vienen tabulados para grandes profundidades. Para calcular  $R_{mf}$  y  $R_{mc}$ , se debió haber medido primeramente el valor del filtrado, con un embudo a presión, elemento que no se contaba en el equipo perforador. Ahora bien, cuando no se dispone como en este caso de estas medidas los valores pueden estimarse con bastante aproximación mediante las relaciones  $R_{mc} = 1,5$ ;  $R_{mf} = 0,75 R_m$ , sobre todo en inyecciones donde el principal soluto es el ClNa. Pero como es este caso, el equipo perforador no llevaba ni siquiera un mínimo control del tipo y calidad de lodo ni del agua con que se lo preparó, no se puede determinar que tipo de sales están presentes en dicha solución. Y por ende aplicar las ecuaciones arriba expuestas serían engañosas. Por otra parte el nomograma empleada para estimar la temperatura de formación, marca las ordenadas (profundidad) cada mil metros, con divisiones de cincuenta en cincuenta metros, por lo tanto resulta imposible interpolar los valores de profundidad medidos en ambas perforaciones, pues salen de las líneas de gradiente geotérmico.-

#### Perforación "Estancia La Coralf"

Se perforó hasta una profundidad de 120 metros vale decir 393,7' con un diámetro de 6", sin reducción hasta el fondo. Registrándose desde 358' igual 109,11 mts. por encontrarse a esa profundidad el fondo del pozo. La escala medidora



de profundidad empleada en el registro fué 20 N, es decir 20 pie de carrera/pulgada de registro.-

Se corrieron 2 registros eléctricos, uno de potencial y otro resistivo, ambos con igual escala de profundidad.-

Las sensibilidades empleadas para los mismos fueron: curva S.P. 5 mv/pulgada de registro con una base de 187 mv. y la resistividad 5 ohm metro/pulgada y su base 280 mv.

El valor de la resistividad de la inyección  $R_m$  medido a  $15^{\circ}C$  es de 2,3 ohm-metro, corregido en función del valor de la temperatura de fondo es 1,5 ohm-metro. Su índice de acidez 8,8.-

La temperatura de fondo BHT, es de  $19^{\circ}C = 66,2^{\circ}F$ .-

De acuerdo con los registros obtenidos se pueden distinguir tres zonas cuyas características litológicas son muy similares, y es de destacar asimismo que el análisis del presente no se pudo cotejar con el muestreo por cutting por estar este, sometido a análisis sedimentológico.-

Las tres zonas en cuestión son:

- a) desde 122' = 37,18 mts hasta 182' = 55,47 mts espesor 60' = 18,29 mts.
- b) " 222' = 67,66 mts " 261' = 79,55 mts " 39' = 11,89 mts
- c) " 288' = 87,78 mts " 320' = 97,53 mts " 32' = 9,75 mts

Estos tres horizontes presentan un común denominador promedio de los máximos valores alcanzados, que es de 5 ohm-mts para la curva resistiva.-

La curva de potencial, frente al último horizonte, vale decir al c, es la que presente un monto mayor hacia los valores negativos del registro, alcanzando - 7,5 mv. En los tramos a y b también se manifiesta la concavidad de esta curva hacia la línea base de las arenas, pero sin alcanzar el valor arriba descrito. Como se observa todos los horizontes son arenosos, con mayor o menor contenido



de arcilla unos que otros. Es también preciso agregar, que al ser todo un tramo arenoso y permeable, la invasión dejó sentir su efecto.-

También se pone de manifiesto, que no existe ninguna capa arcillosa definida, que pueda separar estos horizontes, sino que se trataría de un mismo complejo, intercomunicado entre sí, con mayor permeabilidad (la que podría determinarse su valor, con el estudio de testigos por medio de un permeámetro), uno que el otro. Hay que considerar también y con un exhaustivo control del cutting el nivel correspondiente entre 261' y 288', que representaría el tramo más arcilloso de este complejo, vale decir el tramo que podría separar la zona B de la C.-

Estas sendas divisiones son portadoras de agua, la que por el bajo valor de sus resistividades, la indicaría como muy mineralizada.-

#### Conclusiones:

Desde el punto de vista de poner en producción este sondeo no se recomienda ningún horizonte, por su alta conductividad  $(\rho = \frac{1}{\gamma} \therefore \gamma = \frac{1}{\rho})$  eléctrica, lo que hace que el fluido portador sea salobre.-

Sería sí recomendable, desde el punto de vista hidráulico realizar un cuidadoso ensayo de bombeo, para tener una idea clara de la capacidad de almacenamiento, rendimiento y transmisibilidad del acuífero.-

#### Pozo estancia "La Loma"

Se perforó hasta una profundidad de 440' = 134,11 mts, con un diámetro 6" sin reducción.-

El tipo de inyección empleada, bentonita y agua cuyo valor de resistividad  $R_m$  medida a 15°C es de 2,5 ohm-metro y corregida a BHT = 1,8 ohm-metros.

El valor de BHT 18,7°C<sub>1</sub> = 65,66°F.-

La sensibilidad empleada para la curva de S.P. 5mv/pulgada con una base de 182 mv, y la de resistividad 5 ohm-metro/pulgada, base 130 mv.-



En el presente pozo, de los registros obtenidos, se pueden distinguir 2 zonas:

- 1°) Comprendida entre 136' = 42,07 mts y 172' = 52,42 mts cuyo espesor es de 34' = 10,35 mts
- 2°) Comprendida entre 234' = 77,32 mts y 356' = 108,54 mts cuyo espesor es de 122' = 37,20 mts.-

Para el primer nivel el valor promedio, de resistividad es de --- 5 ohm-metro aunque es un horizonte portador de agua es de alta conductividad, es decir muy mineralizada. La curva de potencial muestra su concavidad hacia la línea de las arenas, por lo que se trataría de unacapa permeable cuyo valor eléctrico promedio es de orden de -6 mv.-

Al segundo horizonte, se lo podría subdividir en dos zonas separadas por una pequeña intercalación arcillosa o de material menos permeable. Se debería cotejar esta separación con el informe sedimentológico.-

Este tramo muestra más claramente, a considerar por el registro, que se trataría de una zona de mayor permeabilidad que la anterior. Pues las deflexiones de la curva de S.P. en partes son casi tangentes a las líneas base de las arenas.-

Es de destacar que estos acufferos desde el punto de vista de cantidad de sales en solución en base a los valores de resistividad alcanzados, muy bajos, no serían aptos para ponerlos en explotación.-

POR lo tanto se recomienda como en el caso anterior una investigación hidráulica de los mismos para conocer su capacidad.-

JOSE M. HOLLON