

B.R.G.M.

DI.NA.MI.GE.

DIAGRAFIA DE LAS PERFORACIONES  
DE PROSPECCION DE URANIO

por

JOSE PERRIN

Informe de geofísica  
Nº 3

Noviembre, 1982

Traducción: B. Leicht

DIAGRAFIA DE LAS PERFORACIONES  
DE PROSPECCION DE URANIO

1. GENERALIDADES

Aparato Mount Sopris 1000 C

1.1. Llamamos diagrafías al trazado continuo de parámetros físicos de las formaciones recortadas por una perforación en función de la profundidad.

El método resulta interesante no solamente para la puesta en evidencia de los niveles mineralizados sino también para determinar las variaciones de litología debido por una parte, a las propiedades intrínsecas de los minerales (cuarzo, arcillas, carbonatos) y a su variación de tenor y por otra, a variaciones de porosidad y permeabilidad de las formaciones.

1.2. El equipo Mount Sopris 1000 C

Los trazados se realizan con la ayuda de un torno portátil Mount Sopris 1000C. Se trata de un torno manual con 330 m de cable monoconductor. Se pueden utilizar las sondas nucleares (Gama-Ray, Neutrón, Gama-Gama) y la sonda "estratigráfica" 3 parámetros: Gama-Ray, resistencia de contacto monoelectrodo y paralización espontánea. La DINAMIGE posee este último. El registrador dos canales permite el trazado en papel de 2 parámetros en forma simultánea (SP y resistencia monoelectrodo). Señalamos a este respecto que el papel viene en paquetes de 7,6m. La escala de trazado es de 1 cm cada 100m. Adjuntamos al presente informe (fig. 1) la descripción de los comandos del aparato. Por más detalles, consultar las instrucciones proporcionadas por el constructor

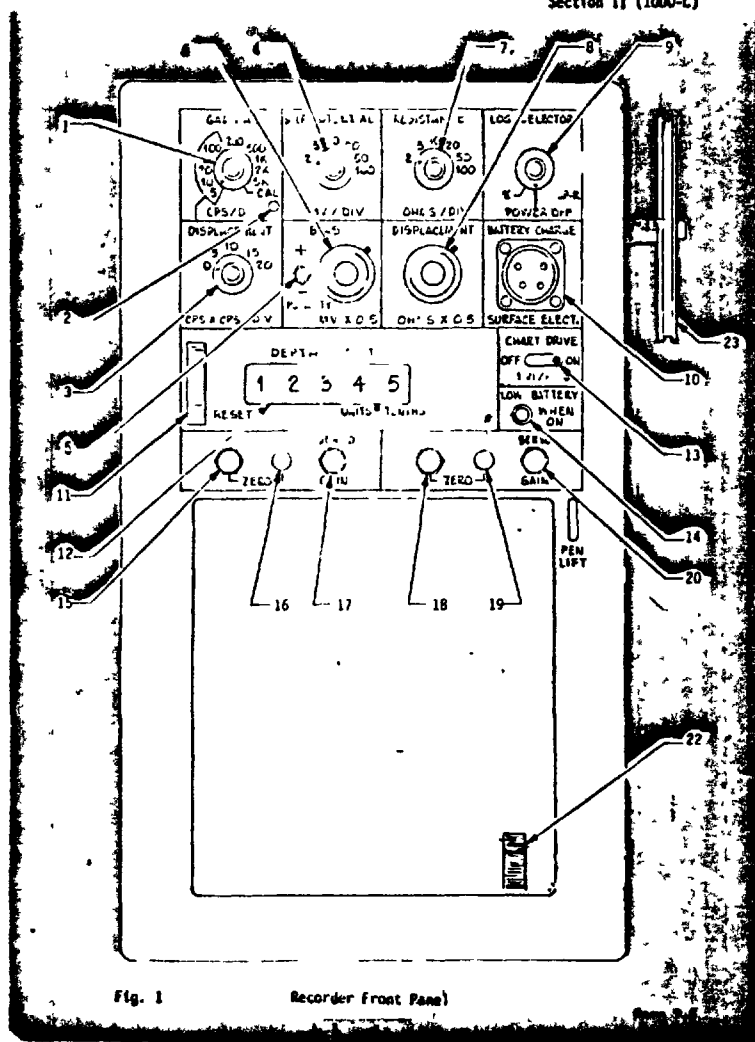


Fig. 1 Recorder Front Panel

FRENTE DEL TABLERO REGISTRADOR

- |  |  |
|--|--|
| 1 CALIBRES CIRCUITO GAMA (γ)                       | 13 EMBRAGUE DEL DESEMBOVIMIENTO DEL PAPEL              |
| 2 CALIBRACION CIRCUITO GAMA                        | 14 TESTIGO DE CARGA DE BATERIAS (ENCIENDE EN DESCARGA) |
| 3 DESPLAZAMIENTO DE LA LINEA BASE TRAZADO GAMA     | 15-16 AJUSTE DEL CERO PLUMA IZQUIERDA                  |
| 4 CALIBRES CIRCUITO POTENCIAL ESPONTANEO (SP)      | 18-19 " " " DERECHA                                    |
| 5-6 DESPLAZAMIENTO LINEA BASE TRAZADO (SP)         | 17 AJUSTE DE LA SENSIBILIDAD PLUMA IZQUIERDA           |
| 7 CALIBRES CIRCUITO RESISTENCIA (R)                | 20 " " " DERECHA                                       |
| 8 DESPLAZAMIENTO LINEA BASE TRAZADO (R)            | 22 AVANCE MANUAL DEL PAPEL                             |
| 9 INTERRUPTOR GENERAL                              | 23 POLEA DE MEDIDA DE PROFUNDIDAD                      |
| 10 ENCHUFE ELECTRODO DE SUPERF. Y RECARGA BATERIAS |  |
| 11 PUESTA A CERO DEL CONTADOR DE PROFUNDIDAD       |  |
| 12 CONTADOR DE PROFUNDIDAD                         |  |

- La sonda "estratigráfica" (ver fig. 2, esquema descriptivo)

La detección de la radiación  $\gamma$  está asegurada por un cristal de cintilleo NaI (ioduro de Sodio) (38,1 mm de largo por 12,7 mm de diámetro).

El diámetro de la sonda es de 41mm.

La sonda aquí descrita fue recibida conjuntamente con el torno. Luego la DINAMIGE adquirió otra sonda del mismo tipo.

El aparato se alimenta con 10 baterías internas Ni Cd (níquel cadmio) recargable: 1,2 V; 4 Ah.

Un cargador incorporado permite la recarga sobre corriente alterna (220 V) o sobre corriente continua 12 V de batería de auto (respetar la polaridad).

El tiempo de carga es de 14 horas. Las baterías completamente cargadas permiten 8 horas de uso.

Para asegurar una mayor duración de las baterías es importante cargar el aparato luego de ser usado. En caso de no uso prolongado del aparato, se cargará cada 2 meses.

## 2. PARAMETROS MEDIDOS - INTERESES

### 2.1. La radioactividad natural ( $\gamma$ Ray)

#### Generalidades

Solamente insistiremos aquí sobre algunos puntos importantes relativos al origen y a la detección de la radiación gama, lo que ha sido visto en detalle en el seminario llevado a cabo en el CIN (Centro de Investigaciones Nucleares) del 20 al 25 de junio de 1982.

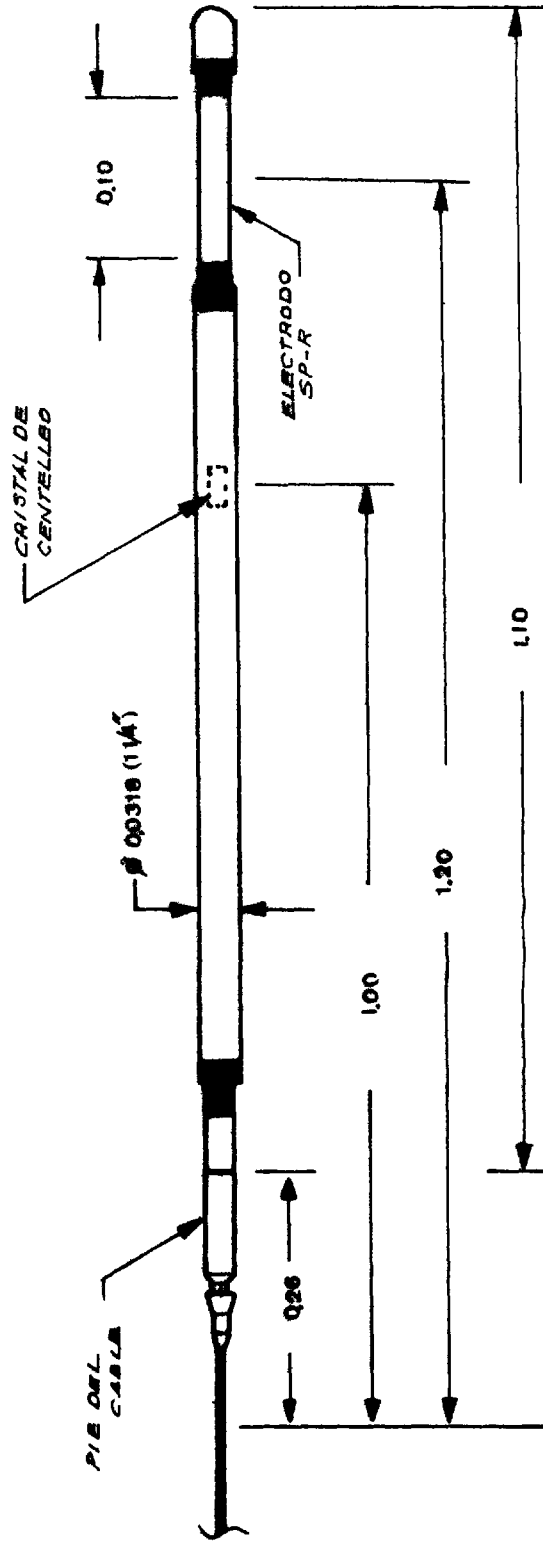
- La radioactividad natural de las rocas tiene por origen la desintegración de los isótopos radioactivos -contenidos en los minerales- de 3 minerales principalmente: uranio, torio, potasio y sus productos de desintegración.

- La radiación  $\gamma$  emitida por la familia del uranio es debida principalmente a la desintegración del  $^{214}\text{Bi}$  (bismuto 214 o radio C). Debido a los problemas de equilibrio radioactivo se empleará con precaución la relación radioactividad/tenor.

# SONDA ESTRATIGRAFICA

## Esquema descriptivo

Fig. 2



- el aparato utilizado permite la medida del conteo total, es decir que se detecta la totalidad de la radiación (todas las energías de 100 KeV a 3 KeV).

- precisión de las medidas: el fenómeno de radioactividad es de naturaleza aleatoria, se dice que hay fluctuación estadística

- Utilización del registrador Gama

- puesta en evidencia de niveles mineralizados en Uranio  
- puesta en evidencia y correlación de niveles litológicos principalmente a causa de la radioactividad del potasio abundante en los minerales arcillosos.

- evaluación de las anomalías. La misma se puede realizar sobre la hipótesis del equilibrio radioactivo.

El constructor da para esta sonda un coeficiente de calibración radioactividad/tenor equivalente en Uranio.

$$k = 4,708 \times 10^{-6}$$

Este coeficiente ha sido establecido para calcular la acumulación de la siguiente manera:

$$Ac = T_m \times E = k \times \Sigma$$

$T_m$  = Tenor medio del nivel mineralizado en % ponderal  $U_3O_8$

$E$  = Espesor del pico anómalo, definido por un tenor de corte, puntos de inflexión de la curva o por la semiamplitud del pico por encima del movimiento propio.

$k$  = coeficiente de la sonda

$\Sigma$  = sumatoria de conteos medidos en la curva cada 10 cm

Pero este coeficiente así establecido tiene en cuenta el método de integración del área del pico.

Clásicamente, para cada aparato, su coeficiente de calibración  $K$  se define de la siguiente manera:

$$M = K R_{am}$$

siendo

$M$  = tenor medio

$R_{am}$  = radioactividad media de la anomalía

Si se vuelve a calcular se obtiene:

$$K = 4,708 \times 10^{-5} \text{ (si el tenor medio está expresado en \% } U_3O_8 \text{)}$$

Pero es preferible hablar en tenor de Uranio metal y en ppm (partes por millón) ya que son las unidades en las que se dan los análisis químicos.

El coeficiente a utilizar toma entonces el valor:

$$K = 3,992 \times 10^{-1} \quad (\text{si el tenor medio está expresado en ppm U})$$

### Ejemplo numérico

Una medida de radioactividad media de 500 cps, corresponde a un tenor medio  $M = 200$  ppm equivalente uranio.

La radioactividad media de un nivel anómalo se calcula de la siguiente manera:

$$R_{am} = \frac{S}{P} \quad \text{siendo} \quad \begin{array}{l} P = \text{largo del pico} \\ S = \text{superficie del pico} \end{array}$$

o si no

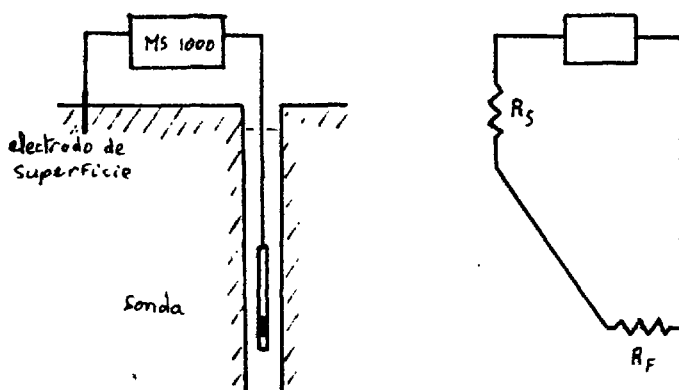
$$R_{am} = C + \frac{S'}{P} \quad \begin{array}{l} C = \text{cut off (= tenor de} \\ \quad \quad \quad \text{corte)} \\ S' = \text{superficie del pico} \\ \quad \quad \quad \text{limitada por el cut off} \end{array}$$

Observación: Esta evaluación es semicuantitativa. Para obtener una mayor precisión es conveniente establecer la curva de calibración del aparato completo (sonda + electrónica de conteo), y lógicamente calcular el estado de equilibrio del mineral (método Thomeret).

## 2.2 RESISTENCIA MONOELECTRODA

Definición: Se trata de la medida de la resistencia que ofrece el suelo en el pasaje de corriente entre 2 tomas, el electrodo de superficie y el electrodo de la sonda que se desplaza en la perforación.

Parámetro medido: El estudio de la distribución de los potenciales demuestra que la casi totalidad de esta resistencia proviene de la vecindad inmediata de los enchufes, el resto del terreno tiene una contribución muy débil.



$$R = R_S + R_F$$

R = Resistencia medida

$R_S$  = Resistencia del contacto del electrodo de superficie

$R_F$  = Resistencia del contacto del electrodo de la sonda en la perforación

La componente  $R_S$  permanece fija; trataremos que se vuelva lo más débil posible.

Solamente la componente  $R_F$  varía en función de la profundidad; varía como las resistividades de las formaciones recortadas por la perforación; el contacto está asegurado por el fluido de la perforación. La medida se expresa en Ohm ( $\Omega$ )

Advertencia preliminar: de lo que antecede, no puede realizarse ninguna medida en perforaciones secas o entubadas.

- Para la puesta en evidencia de la litología y de los límites de las formaciones: la resistividad de una mezcla de arcillas con otros minerales no conductores (Cuarzo, calcita...) depende principalmente del contenido de arcilla.

### 2.3. Polarización espontánea (S.P.)

El trazado es simultáneo a la diagráfia de resistencia mono-electrodo (como para toda diagráfia eléctrica = perforación llena de agua, no entubada).



Definición:

Se trata del trazado de la diferencia de potencial existente entre un electrodo de superficie y otro en la columna de fluido de la perforación en función de la profundidad.

Origen del fenómeno

Las tensiones medidas son provocadas por dos tipos de fenómenos diferentes:

- los fenómenos electroquímicos que tienen lugar entre el barro de la perforación, la formación permeable y los niveles adyacentes arcillosos (potencial de membrana)
- fenómenos electrocinéticos = electrofiltración, es decir, creación de un potencial por filtración de las aguas en un medio poroso.

Las medidas se expresan en milivoltios (mV)

Utilización:

- Identificación de los niveles permeables: no hay relación directa entre la amplitud de las deflexiones de la SP y la permeabilidad de la formación; no obstante, para que haya una deflexión SP es necesario que la formación sea porosa para que pueda haber migración iónica entre la formación y el barro de la perforación.
- Indicación cualitativa de la arcillosidad: las variaciones de la SP están reducidas por la arcillosidad. La línea de base de los trazados coincide a menudo con las arcillas (shales). Generalmente esta línea de base es recta; en caso de deriva (corrientes telúricas naturales, polarización de electrodo, variación de salinidad), la interpretación se torna delicada.

3. REALIZACION DE TRAZADOS: ALGUNOS PUNTOS IMPORTANTES

3.1. Puesta en marcha

- Conexión de la sonda al pie del cable

Verificar que la junta de goma esté en buen estado y aplicar una capa de grasa de silicona para asegurar una perfecta estanqueidad.

Conservar limpios el contacto y la rosca

- Conexión del electrodo de superficie

Como hemos visto hay que asegurar un excelente contacto entre el electrodo de base y el suelo. Para lograrlo, hay que ligar el electrodo a 2 estacas metálicas bien clavadas en el suelo a 1 m de distancia una de otra y regarlas eventualmente.

Es indispensable esperar 5 minutos luego de haber encendido el aparato antes de realizar las medidas. Esto se hace con la finalidad de que la electrónica se estabilice.

3.2. Calibración

- Circuito gama

Afin de asegurar el buen funcionamiento de los aparatos y la estabilidad de las medidas, antes de cada diagrafía sería indispensable hacer un conteo en un tubo de calibración. Es decir, en un mango precintado conteniendo una fuente radioactiva en equilibrio, por ejemplo, una mezcla de arena-pecblenda con un tenor de 500 ppm de uranio.

\* Ajustar el cero electrónico en el margen izquierdo del papel y el límite de la escala (posición Cal) en el margen derecho del papel.

\* Medir el ruido del fondo de la superficie en el lugar de la perforación; registrar las fluctuaciones estadísticas en el fondo de la perforación.

- Diagrafías eléctricas

El buen funcionamiento de las diagrafías eléctricas puede ser verificado haciendo corto circuitos con el electrodo de la sonda y el electrodo de la superficie (SP = 0mV, R = 0Ω)

\* Ajustar el cero del circuito resistencia en la línea central del papel.

3.3. Realización de una diagrafía

- Medida de las profundidades

Se toma como referencia la superficie del suelo en la parte superior del agujero (nivel 0). Calzar con precisión la cota

de la diagrafía (cota del punto de medida) en relación a la parte superior del agujero.

Se fija una marca en el cable a una distancia de:

- 1,00 m del detector de la radiación gama
- 1,20 m del centro del electrodo al cual se atribuyen las medidas de resistencia y SP.

#### Elección de las escalas de trazado

La elección de las escalas se efectúa durante el descenso de la sonda.

- Para el gama, los trazados realizados en La Magnolia y Amarillo demuestran que el calibre 5 cps (choques por segundo) por división no está adaptado y aporta una precisión ilusoria debido a las fluctuaciones estadísticas.

Por el contrario, con el calibre 10 cps por división, se obtiene una muy buena resolución de los niveles estériles. Los niveles de radioactividad elevada serán diagrafiados con un calibre adaptado a la amplitud de la anomalía.

- En SP se han observado variaciones débiles; el calibre 10 mV por división siempre ha alcanzado.

El centrado de la curva en la mitad izquierda del papel se efectúa con la ayuda del BIAS.

- Para el trazado de la resistencia monoelectroda se compensa el componente fijo de la medida (en particular el valor de la resistencia de contacto del electrodo de superficie) con la ayuda de un "displacement", luego se elige el calibre.

- Con la finalidad de asegurar la tensión del cable y un desplazamiento continuo de la sonda, hay que efectuar los trazados durante la subida; esto es indispensable para una buena medida de la profundidad.

Importante: al principio del trazado hay que verificar con la tensión del cable, que la sonda no vaya hasta el fondo de la perforación.

Para evitar todo error de cota, cuando la marca de la sonda llegue a la superficie del suelo, se marcará siempre con una raya en el trazado el nivel de referencia.

= La velocidad de subida de la sonda:

En Gama, la experiencia demuestra que con este tipo de sonda, el trazado es de óptima calidad con una velocidad de 2m/min. En la práctica, el trazado se realiza a 4m/min, solamente los picos anómalos se vuelven a diagrafiar a una velocidad de 2 m/min (4m/min equivale a un golpe de manivela en 2 segundos). Para las diagrafías eléctricas, la velocidad de 5 ó 6 m/min da una buena precisión.

evidentemente no se omitirá anotar en cada registro todos los datos relativos a su adquisición.

#### 4. COMPILACION DE LOGS

Dado que la adquisición de los datos es analógica y que el trazado original en papel es un documento único, se le deberá prestar sumo cuidado.

Damos el nombre de "compilación" de logs, al traslado, de manera clara y definitiva en el trazado de la escala de profundidad, de las cotas desde el principio al fin del trazado, de los calibres utilizados. Esto debe facilitar la lectura del trazado. Para facilitar el archivo es conveniente agregar un encabezamiento al trazado (ver pág. 10 )

Luego, sondeo por sondeo, se reproducen una al lado de la otra las diagrafías realizadas, respetando las cotas de profundidad. El geólogo adjuntará a este documento la descripción litológica de la perforación que ajustará en profundidad en relación a las diagrafías.

<b>SONDEO</b> <b>Nº</b> _____	
<b>S E C T O R</b>	
X: _____ Y: _____ Z: _____	
<hr style="border: 2px solid black;"/>	
Ø Perforación: _____	Perfilaje: _____
Sistema: _____	Equipo: _____
Profund _____ mts.	Operador: _____
Entubado: _____	Fecha: _____
Prof del agua _____ mts.	
Escala horizontal (calibú): _____ /div.	
Desplazamiento _____	
Velocidad de ascenso: _____	
Escala vertical:    1cm = _____ mts _____	