

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA Y  
COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA DE LA REPÚBLICA ARGENTINA

## CURSO REGIONAL DE CAPACITACIÓN EN LA PROSPECCIÓN DE URANIO

BUENOS AIRES, 8 de setiembre - 31 de octubre 1969

---

### IV. MÉTODOS DE EXPLORACIÓN FÍSICA

#### 3. MUESTREO Y CONTROL GEOLOGICO DE YACIMIENTOS

##### b. Control geológico de exploración por sondeos

Dr. EDUARDO J. RODRIGUEZ

CONTROL GEOLOGICO DE EXPLORACION POR SONDEOS

EDUARDO J. RODRIGUEZ

Comisión Nacional de Energía Atómica

I. INTRODUCCION.

La exploración de yacimientos minerales reconoce en las perforaciones un auxiliar imprescindible que puede brindar una información muy eficaz sobre las condiciones cuali-cuantitativas de mineralización en profundidad a un costo necesariamente muy inferior al laboreo físico.

Su empleo comienza en la primera etapa de la exploración -en la prospección incluso- y solo concluye cuando se ha alcanzado un completo conocimiento del yacimiento explorado. Es por ello que el control geológico de perforaciones reviste una especial importancia y requiere un adecuado entrenamiento del personal técnico encargado de realizarlo.

En nuestro lenguaje cotidiano empleamos el vocablo "perforación" como sinónimo de "sondeo" o "pozo", no obstante ser estos términos algo ambiguos ya que cubren diversas operaciones de muy variada magnitud desde un simple barrenado como martillo neumático de pocos centímetros de alcance, hasta la excavación de piques mineros con las modernas perforadoras a trépanos múltiples.

En esta exposición sólo nos referiremos a la práctica de agujeros de diámetro externo reducido (en nuestros yacimientos de 37,3 mm-1,532" (Ex) a 98,4 mm-(3 7/8")) que se practican con equipos rotativos o percutantes (cualquiera

sea el mecanismo impulsor de la herramienta de corte) tanto en superficie como en el interior de laboreos subterráneos. Los diámetros más usados en superficie son los NX (75,7 mm  $\pm$  3") y algo menores en interior de mina.

La labor de control geológico de perforaciones de exploración de yacimientos nucleares puede desglosarse en una serie de pasos sucesivos que a continuación se detallan:

- Confección del programa ajustado del pozo.
- Señalamiento.
- Supervisión del desarrollo.
- Circuito de las muestras.
- Radiosondaje.
- Síntesis de la información.
- Interpretación y correlación.

## II. IDEAS GENERALES SOBRE PLANIFICACION DE UNA EXPLORACION MEDIANTE SONDEOS.

Si bien este aspecto no entra directamente en el ámbito de la actividad que nos ocupa y aún cuando el encargado del control geológico pueda no haber participado en la elaboración de los planes de exploración, debe tener un cabal conocimiento del mismo para introducir las variantes que pueden producirse durante el desarrollo de los trabajos, para dar las prioridades de ejecución e interpretar mejor la información obtenida.

Es conveniente que el geólogo encargado de este servicio participe en la planificación de la exploración.

Cuando se trata de explorar un nuevo yacimiento cuyos parámetros físicos y químicos no se conocen, resulta condición sine qua non una interpretación adecuada de las condiciones genéticas del yacimiento en base a las evidencias superficiales del mismo. Con ello se lograrían mejoras sensibles en el rendimiento de un plan de sondeos.

Tomando algunos ejemplos locales podemos demostrar cómo la interpretación genética del criadero debe orientar la implantación de los sondeos.

En las figuras 1 y 2 se ejemplifican dos casos concretos de nuestro país. Ambos responden a condiciones similares y son los yacimientos de "Urcal" en La Rioja y "Cuesta de Huaco" en San Juan. Se trata de mineralizaciones uraníferas incluídas en cuerpos clásticos irregulares alojados en calizas cambro-ordovícicas sub-horizontales, respondiendo a un rellenamiento antiguo (paleozoico) de un relieve cárstico elaborado en las calizas (surcos, dolinas, cavernas).

El estudio superficial de la labor de la fig. 1 reveló una falla que ponía en contacto la caliza con una brecha calcárea de idéntica composición, con mineral de uranio a la vista.

Considerando la inclinación del plano de falla hacia la caliza, en un primer momento se buscó cortar a éste a distintas profundidades para constatar su contenido mineral, que resultó exíguo.

Una posterior revisión permitió reinterpretar el fenómeno modificando la técnica de exploración mediante cortos sondeos percutantes verticales (Fig.2).

Existen muchos otros ejemplos sobre la importancia de una correcta interpretación de los factores de control de la mineralización. Son sobre todo importantes los debidos a estructuras sedimentarias y mixtas (tectónicas). Son los clásicos ejemplos de la mineralización de los esquistos ibéricos, de los paleocanales, etc., tan difundidos en la literatura mundial.

Otra premisa de importancia que debe cumplirse en la planificación de los sondeos consiste en lograr una previsión lo más ajustada posible del alcance de cada sondeo. Si bien no siempre es posible indicar con cierta exactitud la

profundidad de corte de un nivel mineralizado, el programa de perforaciones debe hacerse de modo tal que cada sondeo esté dentro de la capacidad perforante del equipo previsto para realizarlo, con un razonable margen de error. Con ello se evitan maniobras de recambio de equipos, y la alteración del ritmo de trabajo.

Otro aspecto fundamental de la programación de la exploración física mediante sondeos es la distribución y equidistancia de los mismos.

Ellos son función de factores complejos que en un orden corresponden a la naturaleza físico-química del criadero (morfología, distribución de tenores, posición en el espacio, naturaleza físico-química de la roca mineralizada, etc.) y en el otro orden corresponden a planteos económicos (tenores de corte para cada rango de costo de mineral, política oficial de cada país sobre la minería nuclear, etc.).

Todos ellos deben traducirse en valores críticos debajo de los cuales la exploración solo puede revestir el carácter de investigación científica. Sobre la base de tales factores la distribución y equidistancia de sondeos debe ajustarse a un principio general que brinde:

a- Una equidistancia óptima para cada tipo de yacimiento.

b- Una distribución regular en redes (ortogonales, rómbicas, poligonales) que cubran mayor área de información con el menor número de sondeos.

Del adecuado uso de estas normas dependerá el grado de eficacia de la evaluación.

Considerando el programa de sondeos en su conjunto, debe evitarse el azar en la implantación del retículo o red elegida, para lo cual debe investigarse previamente la posición del/ o los niveles mineralizados en el espacio. Los datos de rumbo, buzamiento o inclinación, etc. de los cuerpos

(en especial los de tipo tabular, sedimentarios o filonianos) deben ser previstos en lo posible para lograr que los impactos se mantengan a través de cada línea de sondeos en una misma cota y que los perfiles longitudinales no den errores de angularidad con el rumbo del cuerpo investigado, dificultando las correlaciones.

La experiencia acumulada en la investigación de muchos yacimientos en el mundo indica la conveniencia de en carar la exploración mediante programas amplios que comiencen por definir los límites naturales o geológicos de la mi neralización, en vez de realizar sondeos localizados en la inmediata vecindad de los afloramientos comprobados de los cuerpos. Una posterior densificación de perforaciones en los lugares más favorables dará la evaluación individual de los cuerpos localizados.

De todos modos, el orden de progresión de los sondeos deberá ser desde los límites geológicos previsibles y desde las profundidades menores a las mayores.

Debe destacarse que tanto en los sondeos de superficie como en los de fondo, al margen de buscarse la mayor economía del metraje, debe cuidarse que el ángulo de inciden cia del pozo sea lo más próximo posible a la perpendicular con el nivel mineralizado, evitando distorsiones en la información (producto de un alabeo exagerado) o alejamiento e incluso pérdida del impacto, derivados de un cambio de inclinación o rumbo de la veta y/o desviación del sondeo. La figura 3 aclara el concepto.

Otro factor a tenerse en cuenta es el ángulo de inclinación de los pozos, pues el rendimiento de avances es mayor cuanto más se aproxima a la vertical. Los sondeos que se orientan con valores próximos a la horizontal acarrearán dificultades operativas, desviaciones, etc., tanto más cuando se

deben hacer tiros por encima del horizonte, a veces inevitables en perforaciones de fondo.

### III. DIAGRAMACION DEL PROGRAMA DE SONDEOS.

Todo programa de perforaciones debe incluir un plano con el trazado del reticulado, distribución y orden de prioridad de los pozos. Además será acompañado con perfiles ideales, como el de las Fig. 4-5, indicativos del desarrollo previsto de cada sondeo o grupo de sondeos de idénticas condiciones de implantación e impacto a lo largo de una misma línea.

El retículo se orientará teniendo en cuenta el rumbo y buzamiento general de los cuerpos mineralizados (para el caso de cuerpos tabulares), de modo que las líneas longitudinales y transversales (en el diagrama de retículo ortogonal) coincidan con el rumbo y buzamiento del o los cuerpos a explorar.

Lógicamente, cuando se produzcan cambios de orientación de los niveles mineralizados será necesario modificar la orientación del retículo pudiendo resultar algunas líneas convergentes en el punto de unión de ambos trazados (Fig.6). En este caso conviene considerar cada retículo como una unidad y designarlos como sectores numerados (Sector 1, 2, 3, etc.).

De acuerdo a lo que muestra la Fig.7 todo retículo deberá tener un punto fundamental, materializado en el terreno, donde se cruzan dos ejes perpendiculares. Se ubicará este punto fundamental de modo que todos los sondeos previsibles queden dentro de un cuadrante que se considerará de signo positivo (en la figura cuadrante inferior derecho). De este modo las líneas longitudinales o de rumbo que arrancan hacia la derecha de la línea inicial que pasa por el punto fundamental, se denominarán con las letras del abecedario (mayúsculas), po

sitivas (en oposición a las que pudieran trazarse sobre el cuadrante superior que serían negativas).

Puede designarse a la primera línea con la letra O (=N° 0) para continuar en el orden preestablecido (A, B, C, etc.).

Las líneas transversales o de buzamiento se denominarán con números arábigos respetando la misma convención de signos que las anteriores (positivos a la derecha y negativos a la izquierda de la línea vertical que pasa por el punto fundamental). La primera línea será N° Cero.

En la figura 7 se han representado los sondeos A/1; A/3 y A/5; B/2; B/4 y B/6; C/1; C/3 y C/5; D/2; D/4 y D/6.- Mediante esta notación la ubicación de cada sondeo puede registrarse con coordenadas arbitrarias facilitando un rápido intercambio de información con los centros directivos distantes.

En caso de densificación de líneas puede apelarse a los términos "intermedio", "bis", "prima", "segunda", etc., utilizando las mismas letras y números de las líneas principales.

Un cuidado que debe tenerse en la notación consiste en no emplear guiones para separar líneas y cifras y muy especialmente para separar la referencia de una línea vertical (ordenada) de la horizontal (absisa) que deberá llevar una barra (/). Por ejemplo: A-3-1-15 (incorrecto). Debe escribirse A+3/1+15 ó A 3/1,15. Esto puede oscurecer la lectura y provocar confusiones, sobre todo cuando se debe señalar algún sondeo de numeración negativa (por ejemplo: -B-10/-5-7). Otra precaución consiste en designar siempre en primer término las letras y en segundo los números. Luego la referencia anterior sería -B10/-5,7 ó /-5+7.

Asimismo se debe indicar la distancia de los son-

deos a las líneas en sentidos positivos o de progresión (por ejemplo: C + 15 m y no D - 35 m, en una malla de 50 metros, para designar un sondeo ubicado entre las líneas transversales C y D a 15 m de la primera y 35 de la segunda).

En el programa deberá señalarse el orden de ejecución de los trabajos mediante los números ordinales correspondientes.

Queda debidamente entendido que este tipo de diagramación puede ser modificado mediante otros sistemas, pero su descripción aquí solo tiene por objeto señalar un método de trabajo que en nuestro país ha demostrado sus ventajas. Cuando se trata de iniciar un programa de este tipo en zonas alejadas de los centros directivos, con comunicaciones deficientes, resulta indispensable que la marcha de los trabajos sea perfectamente conocida y supervisada por aquellos pari passu con los avances. Un ordenamiento del tipo descrito facilita el desarrollo, más aún, cuando se producen los inevitables relevos en el personal técnico afectado a dichas tareas. Como se verá más adelante, la información eventual o periódica procedente de los operativos de campaña puede ser de inmediato registrada en los paneles de la oficina técnica pertinente.

Debe dejarse en claro también que cuando se trata de una exploración de gran alcance areal y se cuenta con coordenadas locales resulta más simple la identificación de los sondeos mediante este sistema.

En el caso de programas de exploración con sondeos internos (de fondo) el sistema de notación resulta menos simple, pues debe incluir la designación de las labores donde se emplaza el equipo perforador y el detalle de cada sondeo, que en la práctica se incia desde emplazamientos comunes (pantallas de sondeos).

Si la nomenclatura del laboreo minero está debidamente sistematizada el único problema radica en la notación de cada sondeo. Por ejemplo, sea un grupo de perforaciones que deberán hacerse desde un emplazamiento determinado (Progresiva 150 Cortavetas Norte, Nivel -40 m Pique Principal). La identificación de cada sondeo puede hacerse mediante la mención de: rumbo, inclinación (a partir de la vertical -ver página 12) y cota o nivel de exploración (cota o nivel del impacto sobre el banco o veta mineralizada). En este caso resulta imprescindible una adecuada diagramación del programa con la presentación de los sondeos en planta y perfil y su orden de prioridad (Ver Fig.5).

Para este tipo de exploración debe tenerse muy especialmente en cuenta lo dicho en los párrafos iniciales de esta exposición en cuanto a la economía del metraje, ángulos de incidencia y los problemas geométricos que es menester considerar en el planteo.

En general es muy necesario para el encargado del control geológico un adecuado conocimiento de los problemas geométricos y trigonométricos que se desarrollan en casi todos los tratados de geología práctica. (Lahee [1] y otros).

Resulta particularmente útil en estos casos el empleo del Abaco de Wolf para resoluciones rápidas de problemas tales como determinación de rumbo y buzamientos de niveles alcanzados mediante dos sondeos iniciales para calcular los restantes; calcular la intercepción de dos o tres planos en profundidad, etc.

Otros métodos de resolución gráfica de problemas trigonométricos muy interesantes pueden verse en Bonnet y Sarcia [2], Ray Knutson [3] y L.Caridu y Bonnet [4].

#### IV. CONTROL GEOLOGICO DIRECTO

##### IV.1. CONFECCION DEL PROGRAMA AJUSTADO DE POZO.

El plan general de perforación tiene, como es lógico, un carácter estimativo y es común que deba sufrir variantes durante su aplicación.

Así puede ocurrir que la implantación de un sondeo deba ser modificada por causas de un relieve desfavorable, por existencia de impedimentos de distinto tipo (frecuentes en los sondeos de fondo) o simplemente porque el replanteo sobre el terreno indica errores de previsión.

Por otra parte el geólogo encargado del Control Geológico debe ir adecuando el programa general a los resultados que va obteniendo con el avance, debiendo aplicar su criterio personal para suprimir o intercalar sondeos, ampliar o restringir el alcance en profundidad, etc.

Por tal motivo debe elaborar personalmente un "programa de pozo" que será el definitivo -siempre y cuando no surjan novedades durante la ejecución que justifiquen su modificación- y el cual será entregado por escrito y acompañado de un perfil gráfico explicativo al Jefe de sondeos, a quien además se le señalará personalmente el emplazamiento de cada perforación. Dicho "programa de pozo" puede ser estandarizado en forma de ficha que contenga en forma sucinta los elementos antes mencionados. La Fig. 8 presenta un modelo tentativo de ficha.

##### IV.2. SEÑALAMIENTO.

Una vez en posesión del plan a ejecutar, el encargado de Control Geológico procederá al señalamiento de los sondeos, presentándose dos casos diferentes, según se trate de pozos verticales de superficie o de fondo.

Sondeos de Superficie:

Se ubicará en primer término el punto fundamental

del retículo mediante un mojón de hormigón con la indicación del mismo (por ejemplo Sector 1, esquinero N-E). Se vincula con los puntos topográficos existentes (red de triangulación en la mayoría de los casos o puntos de referencia de levantamientos mineros locales) y se orientan las dos direcciones perpendiculares.

Resulta ideal delimitar el alcance del reticulado mediante, por lo menos dos esquineros más, para facilitar el replanteo de los pozos perforados que puedan ser revisados eventualmente o para marcar nuevas ubicaciones.

El señalamiento de los pozos se hará luego con el instrumento topográfico más adecuado, cuidando de dejar señales fijas y visibles para evitar pérdidas de tiempo en su posterior búsqueda.

Conviene adoptar la norma de tomar, para el señalamiento de nuevos sondeos, el punto de referencia dado por los mojones y líneas de partida y no apoyarse nunca en los ya ejecutados, por cuanto éstos suelen estar desplazados del lugar previsto. Por esta misma causa resulta ineludible un replanteo final de los sondeos, una vez ejecutados, para acordarles ubicación y cota definitivas.

#### Sondeos de Fondo:

El encargado de control geológico deberá marcar el punto de emplazamiento del equipo perforador en la labor que corresponda, debiendo prevenir las necesidades de circulación del material y personal minero, las fuentes de alimentación de aire o energía, etc. conviniendo con la debida antelación, con el ingeniero de minas, el programa de actividades para un normal abastecimiento de aire o energía eléctrica, turnos de extracción, de desagote, de voladuras, etc.

En general suele resultar indispensable realizar un recorte o nicho al costado de una labor minera para em-

plazar convenientemente el equipo.

Orientación de los sondeos inclinados-Emplazamientos de los equipos:

El geólogo conoce la importancia de una exacta orientación del tiro perforante, según lo expuesto en II. La experiencia demuestra que cuando se trata de sondeos orientados en forma alabeada con respecto al plano de la veta, debe intervenir personalmente en el posicionado del equipo perforador. Cuenta con diversos elementos mecánicos para la medición de la inclinación (clinómetros a burbuja, a plomada, etc.). Incluso en muchos equipos mineros vienen ya diseñados los clinómetros sobre la misma estructura.

Para el caso en que no se cuente con ellos puede apelarse al sencillo instrumento de la Fig. 9 adaptable a cualquier equipo convencional.

En él están marcados dos semicírculos de  $0^{\circ}$  a  $180^{\circ}$  con el  $0^{\circ}$  en el extremo inferior. Quiere decir que a un sondeo vertical le corresponde  $0^{\circ}$  de inclinación; a uno horizontal  $90^{\circ}$ . Es obvio que el plano del clinómetro debe coincidir o ser paralelo con el plano vertical del sondeo.

Se presentan tres casos de señalamiento para una correcta orientación del pozo:

- Cuando un sondeo interno se ubica en un sitio donde es posible señalar sobre la superficie de las rocas (paredes, piso, techo) los dos puntos extremos que materialicen el paso del eje del sondeo por el hueco de la labor (puntos 1' y 2' en la figura 10a.), la operación consiste en determinar ambos puntos mediante un instrumento óptico.

- Cuando el sondeo interno cuenta con una superficie de incidencia (lateral o frente) solamente, deberán señalarse los puntos 3 - 4 (o uno de ellos) y el punto 2' (punto de emboquillado del sondeo).

- Cuando se trata de un sondeo inclinado de superficie deberá señalarse el punto 4 (vertical del eje de rotación y el 2').

Para emplazar el equipo en el caso 1 se presenta la máquina de modo que el plano vertical del cabezal (que contiene al centro de rotación) coincida con el plano de los puntos 1' - 2'. Girando el cabezal provisto de una corta barra que suba y baje por su guíadera se podrá ajustar la coincidencia haciendo tocar los extremos de la barra con los puntos señalados.

Para los casos 2 y 3 resultará imprescindible utilizar el clinómetro para ajustar el emplazamiento, ya que una ligera variación de la altura del punto 0 (centro de rotación) podría provocar un error de ángulo de inclinación (Ver fig. 10b.).

Cuando se dan las instrucciones para perforar, el responsable del Control Geológico tomará la norma de considerar dos elementos de orientación para los sondeos:

- Inclinación a izquierda o derecha (convencionalmente considerado el observador mirando de frente el cabezal cuya posición será previamente indicada).

- Inclinación sobre los puntos cardinales.

El señalamiento previo y la verificación de emplazamiento son tareas inexcusables del responsable del control geológico.

#### IV.3. SUPERVISION DEL DESARROLLO.

Este aspecto del control geológico es el que menos puede generalizarse debido a la gran variedad de condiciones que habrán de presentarse según sea el lugar de los trabajos, la organización montada, instalaciones, magnitud de las tareas (cantidad de equipo y personal auxiliar), tipo de maquinaria empleada, etc.

Las tareas de control geológico pueden ser bien definidas si se las separa de las que comúnmente suelen interferir con ellas y que se refiere a la dirección técnica de trabajos de perforación. En los pequeños operativos y en las etapas iniciales de este tipo de trabajo en nuestros países, una misma persona, generalmente el geólogo o perito minero encargado del control geológico, debe atender simultáneamente a la marcha de los trabajos mecánicos de perforación al menos parcialmente (control de herramientas diamantadas, personal, etc.). Dejando de lado este tipo de actividad, que no entra en el ámbito de esta exposición, nuestra experiencia puede aportar algunos consejos útiles para los recién iniciados sin pretender que éstos resuman una técnica perfeccionada sobre dicha actividad.

- Antes de iniciar ningún sondeo debe revisarse personalmente el emplazamiento definitivo del equipo, luego de haberse cumplido las condiciones previas ya detalladas (señalamiento, entrega del "Programa de sondeo").

- Seguir de cerca las maniobras especiales ordenadas (especialmente el testigado). Debe hacerse de vez en cuando una verificación de profundidad, haciendo bajar la herramienta previamente medida hasta tocar fondo. Muchas veces por descuido o falta de idoneidad los perforistas cometen errores en este sentido.

- Controlar de cerca la toma de muestra (cutting) y su manipuleo en el pozo (ver circuito de las muestras). Sobre todo cuando se perfora con inyección debe controlarse que ésta se mantenga convenientemente limpia pues de ello depende la calidad de la muestra. Asimismo cuando se perfora con trépano debe vigilarse el grado de desgaste de la herramienta pues cuando ésta se encuentra muy embotada, desmejora el tamaño y calidad de las esquirlas del cutting.

- Recepcionar y retirar inmediatamente las muestras

que se van obteniendo sin dejar que se acumulen en la boca del pozo (es frecuente que el viento, lluvia o cualquier accidente mecánico -caída de materiales, volcado de tanques de inyección, etc.- malogren las muestras depositadas en las inmediaciones).

Conviene en consecuencia proveerse de suficiente cantidad de bandejas, cucharas, secadores, cuarteadores, tarjetas, bolsitas, etc., para evitar congestiónamiento en el área del sondeo.

- El Encargado de Control Geológico debe contar en su gabinete de trabajo con la planimetría e información de todo tipo que le permita el volcado inmediato de los datos que va obteniendo de los pozos en ejecución, haciendo sus correlaciones de modo que pueda variar sobre la marcha el programa si resultara necesario, Puede ahorrarse así muchos metros de testigado al definir con más precisión la posición de un nivel de interés. Asimismo puede determinar con seguridad la profundidad en que el sondeo debe darse por finalizado. Una tendencia frecuente y negativa de los encargados de control geológico es la de ceñir con demasiado rigor los alcances de las carreras de testigado cuando la experiencia les va otorgando confianza en sus deducciones. Lo mismo puede decirse con respecto a la profundidad final de cada pozo. En este sentido debe obrarse con un razonable margen de seguridad para evitarse pérdida de testigado en niveles de interés y maniobras engorrosas para la reanudación de pozos aparentemente finalizados (en nuestro léxico operativo "pozos colgados").

- El encargado del control geológico deberá en lo posible distribuir su actividad de modo tal que pueda resolver con premura los requerimientos del programa para evitar paralizaciones y pérdidas de tiempo. Concretamente: cuando

se termina una carrera de testigado y debe inspeccionarse el resultado, cuando el encargado del sondeo avisa haber llegado al pase de terreno que indica el comienzo o final del testigado o cuando se ha terminado de preparar el sondeo para el radiosondaje. Una buena previsión del tiempo requerido por cada maniobra es importante para la economía del trabajo.

#### IV.4. CIRCUITO DE LAS MUESTRAS.

##### IV.4.1. Obtención.

1. Cutting. En el programa del sondeo se ha establecido de antemano la frecuencia del muestreo. En terrenos sedimentarios se acostumbra a distanciar este muestreo entre 0,50 m y 1,00 m cuando se está en una etapa inicial de exploración. En el caso de máquinas percutantes neumáticas la frecuencia puede ser reducida a 0,25 m, 0,20 m y excepcionalmente 0,10 m (cuando atraviesa el nivel mineralizado).

Cuando ya se cuenta con un avanzado conocimiento de la formación o se atraviesan formaciones estériles y homogéneas (filones de rocas intrusivas, masas calcáreas, rocas metamórficas estériles, etc.) que ya han sido reconocidas, puede eliminarse esta frecuencia para acelerar los trabajos siendo prudente exigir al perforista la obtención de muestras en las inmediaciones de cada pase de terreno.

El perforista de turno procede a colocar en el circuito de inyección una criba para retener el material molido del pozo, que aliviará de tanto en tanto acumulando los detritos, previo lavado, sobre una superficie limpia (preferentemente en una chapa de metal que pueda ser calentada para servir de secador), separando lo acumulado en el avance pre-establecido (0,50 m-1,00 m). Es lógico que si se trata de terrenos sueltos y de granulometría fina habrá que adecuar el "muestreador" o criba y eliminar el lavado para evi-

tar la pérdida del material. El cutting debe ser cuidadosamente recogido aún cuando se esté operando en testigado, pues puede ocurrir que el testigo se pierda al molerse dentro del tubo sacatestigo. Precisamente el volumen del cutting puede ser un indicio de esta eventualidad.

Una vez seco el material se cuartea hasta reducirlo a un peso o volumen conveniente (500 g aproximadamente) y se procede al ensobrado. El cuarteo debe hacerse con criterio taxativo según se trate de cutting mineralizado o estéril, pues el primero deberá ser apto para examen radimétrico y análisis químico.

Puede utilizarse un sobre de papel duro sobre el cual se ha impreso la leyenda de identificación (Sondeo ... Muestra N° ... Desde ... hasta ...m). También suele utilizarse una bolsita de polietileno con el agragado de una tarjeta de manila para su identificación. Presenta la ventaja de mostrar su contenido por transparencia.

Estas tareas deben realizarse diariamente por el personal de perforistas. A continuación el encargado de control geológico procederá, según los casos, a la observación directa de las muestras o las hará transportar hasta un local apropiado para proceder a su reconocimiento o descripción.

2. Testigos. El testigo, previamente lavado hasta limpiar correctamente el lodo que aporta la inyección, deberá ser colocado en las cajas correspondientes (en general se utilizan cajas de madera dura, con tapa, de 1 cm de espesor, con medidas aproximadas de 1,20 m x 0,30 x 0,065m (para testigos de 2" de diámetro) provistas de separadores longitudinales del mismo material (espaciados 0,065 m).

Los extremos de cada corrida serán señalados dentro de la caja por chapitas con la indicación del sondeo y

la profundidad. La colocación de los testigos deberá hacerse siempre con la misma disposición, marcando un punto inicial en la caja (ángulo superior izquierdo, vista la caja de frente con la tapa levantada) y otro terminal en el ángulo opuesto. Además en el borde superior de los separadores se marcarán flechas indicadoras de la profundidad creciente de la muestra. Terminado de llenar el primer compartimiento de izquierda a derecha, se continúa con el segundo en el mismo sentido y así sucesivamente.

En la parte exterior de la caja y en los sitios que convenga a los fines de su posterior almacenaje, se marcará: el sondeo, N° de orden de la caja, profundidades incluidas.

Estos cuidados facilitan la revisión y selección de tramos de interés. Debe adoptarse la norma de medir los testigos en la boca del pozo, especialmente si la ejecución de los sondeos ha sido realizada en base a una licitación o contratación con terceros, lo que implica la obligación de una recuperación mínima.

Es evidente que al iniciarse un programa de sondeos habrá que prever una instalación apropiada para el almacenaje de cutting y testigos con estantería que permitan el manejo ocasional de las cajas.

#### IV.4.2. Examen radimétrico.

Si bien es posible realizar un examen semi-cuantitativo radimétrico de cutting, es evidente que solo puede alcanzarse un valor estimativo, más ajustado en el caso del cutting de pozos ejecutados con máquinas percutantes neumáticas (inyección a aire) que en el caso del proveniente de una canalleta de inyección. De cualquier modo resulta imprescindible un examen radimétrico del cutting que en el caso de perforaciones percutantes con expulsión a aire resulta el único medio de seleccionar las muestras para análisis químico. Normalmente

se emplea un detector de centelleo del tipo Scintillator M 111 americano o SPP 2 "SRAT" francés, debidamente colimado con cápsula de plomo (de 10 mm de espesor, aproximadamente), siguiendo las instrucciones de tales instrumentos para este tipo de análisis.

En el caso de pozos perforados con inyección, el cutting que se sabe estéril no se revisa, pero puede ocurrir que un nivel mineralizado resulte parcial o totalmente imposible de testigar. En tal caso el examen radimétrico de este cutting reviste gran importancia como sustituto de la información del testigo malogrado.

En términos generales la revisión radimétrica se impone ante la contingencia, siempre posible, de que un desmoronamiento impida el radiosondaje. En estos casos su valor es apreciable al dar indicios sobre la existencia y disposición de niveles anómalos.

Para el examen radimétrico del cutting conviene extender ordenadamente las muestras en un lugar de "back ground" normal separando suficientemente las ristras para que no influyeran las lecturas radimétricas.

Con los testigos conviene trabajar fuera de las cajas por las mismas razones que se explican para el cutting. Se extienden los cilindros de roca sobre el suelo, ordenadamente y se les pasa el detector por encima para definir los sectores anómalos. Se marcan éstos con un trazo anular de tiza indicando así los puntos extremos de la anomalía.

En un segundo paso se distinguirán dentro de la zona anómala dos o tres (excepcionalmente más) rangos de valores bien definidos, correspondientes a cambios netos de contenido mineral, los cuales serán identificados de la misma manera. Se busca el o los puntos de máxima y se marcan con pequeñas cruces. Se anotan cuidadosamente los datos de profundidad que corresponden a cada demarcación, quedando listo el testigo

para su posterior manipulación.

#### IV.4.3. Preparación para envío a laboratorio.

En el caso del cutting mineralizado se realizaron los cuarteos necesarios para conservar la representatividad de la muestra conservando siempre el descarte como testigo y enviando el cuarto final en sobre hermético para análisis químico. Para otras finalidades de laboratorio, el trabajo puede simplificarse separando directamente una fracción para el envío. En el caso de los testigos ya hemos visto que han sido cuidadosamente marcados los sectores mineralizados según la inferencia radimétrica. En este momento deben considerarse las siguientes alternativas:

a- Que la longitud mineralizada (hecha la conversión a potencia real de mineralización) resulte inferior a la potencia mínima de explotación (ver control geológico de explotación).

b- Que existan otros minerales de interés fuera de los límites de la anomalía radimétrica.

En cada caso deberán seccionarse los trozos correspondientes (corte transversal del cilindro de testigo) teniendo en cuenta para la alternativa "a" que deberán agregarse los trozos complementarios de piso y techo de anomalía para completar la potencia mínima de explotación (zonas de dilución) y para la "b" la parte externa con el mineral no radiactivo.

Una vez trozados los tramos de interés se procede a su partición longitudinal para obtener dos mitades iguales: una que se enviará para análisis químico al laboratorio y la otra que se guardará como testigo.

Existen varios modelos de cortadores de testigos ("core splitters") pero en caso de no contar con uno de ellos la operación puede hacerse fácilmente de la siguiente manera:

se cortan trozos pequeños (no mayores de 10 cm de largo) se apoyan firmemente sobre el suelo; con un acero exagonal (de algún barreno viejo) se marca, mediante un ligero golpe de maza, la línea longitudinal de partición. Luego, en la misma forma, se da un golpe seco y fuerte sobre el acero apoyado con una arista sobre la marca, provocando la rotura.

Los trozos así preparados se envuelven cuidadosamente, se los envasa con una descripción detallada de procedencia y profundidades (e indicación de análisis a practicar) y se envían a laboratorio.

#### IV.4.4. Descripción de muestras.

Cuando se trata de un terreno poco conocido, especialmente cuando se inicia la exploración mediante sondeos, la descripción debe hacerse en forma detallada: observación con lupa binocular en campaña y descripciones petrográficas, análisis químicos, sedimentológicos, etc. de laboratorio, para un cierto número de sondeos representativos.

Posteriormente y a medida que se despejan las incógnitas, la descripción se hace más somera y rápida. En esta etapa suele ser práctico extender las muestras sobre una superficie y determinar los pases mediante la visión panorámica de la columna.

En cuanto a los elementos litológicos a describir, escalas granulométricas, etc. existe bastante bibliografía, parte de la cual se cita al final de esta exposición.

Por lo clara y concisa es recomendable la normalización de descripción de rocas sedimentarias de E.D. Mc Kee [5] cuyo cuadro-resumen y base bibliográfica se adjunta.

Asimismo se pueden recomendar las tablas de observaciones de W.H.Twenhoffel y S.A.Tyler [6].

Un esquema resumido de las observaciones más comunes se ofrece a continuación:

- Nombre específico (arenisca, conglomerado, granito, esquisto) seguido de los calificativos que indican la presencia de otras especies, con la desinencia correspondiente a su grado de litificación.

- Color.

- Textura Tamaño, disposición, frecuencia, morfología de los clastos en rocas detríticas gruesas (cemento matriz en arenas y conglomerados), disposición y tamaño de cristales en rocas eruptivas.

- Petrografía y mineralogía macro o microscópica con indicación de cantidades relativas.

- Condiciones estructurales: espejos de fallas, brechamiento, microplegamiento, planos de estratificación, fábrica, etc. con mediciones angulares sobre testigos.

Es importante definir en material molido cuándo las esquirlas resultan de la rotura por herramienta perforante o son aristas originales de los clastos.

- Procesos secundarios de mineralización o alteración (distinción entre minerales primarios o supergenos) pátinas, aspereza o pulimento de superficies, inyección, etc.

Para finalizar con el circuito de las muestras debe mencionarse un aspecto secundario que tiene importancia en el éxito de los trabajos: la anotación de los datos obtenidos durante el procesamiento de las muestras.

Resulta conveniente llevar cuadernos de 100 a 200 hojas numerados, donde se volcarán los datos analíticos (descripciones de muestras, medición de testigos, radiosondajes, identificación de fracciones enviadas a laboratorio, etc.) que no deben salir jamás del ámbito de los trabajos.

#### IV.5. RADIOSONDAJE.

Escapa al alcance de esta exposición el análisis del método para perfiles radimétricos de pozos.

La operación en sí es bastante sencilla como para justificar una exposición amplia del tema. Se trata de bajar una sonda en el pozo y leer los registros sobre el indicador del instrumento. Cualquiera sea el instrumental a utilizar el problema radica en respetar algunos principios elementales de operación:

- Cuidar el instrumental y los conductores. Bajar y recobrar con cuidado la sonda enrollando con cuidado los cables en sus carretes.

- "Chequear" antes y después de cada operación el instrumento (anotar valor de fondo o "back ground").

- Dar el tiempo necesario de integración para cada lectura en los instrumentos que así lo requieran.

- Densificar las lecturas en los tramos anómalos (desde cada 1,00 m en estéril a 0,50 - 0,25 - 0,10 m en el sector anómalo) para que la curva resulte armónica.

- No trabajar con equipos descorregidos o con fallas que puedan falsear la información. Recurrir para su reparación a un especialista.

- Repetir el registro en retroceso (de abajo arriba) para evitar errores de profundidad y lectura.

#### IV.6. SINTESIS DE LA INFORMACION.

La necesidad de sintetizar la información aportada por la exploración mediante sondeos en forma clara, concisa y completa ha sido motivo de muchos tanteos por los técnicos de todos los países abocados a este problema, dando origen a numerosos modelos de fichas o planillas para la tabulación de los datos.

Nosotros hemos concretado nuestra experiencia en la ficha expuesta. Hasta la fecha ha demostrado ser apta para los fines propuestos. La planilla se acompaña con sus correspondientes instrucciones.

Se ha diagramado en forma que la parte superior contenga toda la información unitaria o general del sondeo en forma de cuadros individuales para cada grupo de elementos (grupo operativo, ubicación y coordenadas, desarrollo, disposición relativa en el espacio entre el sondeo y el cuerpo mineralizado, técnicas radimétricas y de control geológico, control de muestreo y observaciones).

En la parte emplanillada inferior, dividida en tres sectores (izquierdo, central y derecho) contiene todos los datos de registro o "log" del sondeo. En la parte izquierda se encolumnan los registros geológicos (litoestratigráficos); los valores químicos de los cuerpos mineralizados y la representación porcentual gráfica y numérica de la recuperación de testigo.

La parte central -milimetrada- está destinada a los registros radimétricos.

La parte derecha está reservada a los datos numéricos de profundidades de recuperación de testigos, radimetría de cutting, radimetría de testigos y registro de muestreo. Se encolumnan en la misma forma que los demás sectores para dar una visión panorámica sobre los resultados del sondeo.

La planilla está adaptada especialmente para escala 1:200, pero en caso de escalas mucho menores (1:500 por ejemplo) la representación de algunos valores (por ejemplo recuperación de cutting cada 0,25 m) se hace muy difícil.

Podrá observarse que algunos datos se repiten en la planilla (profundidad final, cota de boca de pozo) tanto en los cuadros superiores como en el encolumnado inferior. Lo mismo ocurre con los registros de profundidades, valores numéricos y gráficos, etc. de algunos fenómenos. Esto tiene su explicación en el sentido de presentar una visión rápida, eminentemente gráfica y directa de todos los datos aportados

por el pozo. De este modo en cualquier centro de actividad técnica la planilla puede servir para improvisar un perfil de correlación con sólo ubicarla en posición apropiada con respecto a sus correlativas, en el sentido del perfil buscado.

La planilla técnica de sondeos se provee a los Encargados de Control Geológico en papel transparente y copias (éstas para confección de borrador). Una vez conformado el transparente se envía a los centros directivos donde se procede al copiado, distribución y archivo.

#### IV.7. INTERPRETACION Y CORRELACION.

Una vez sintetizados los resultados individuales de cada sondeo en la planilla técnica antes descripta, corresponde interpretar y correlacionar la información obtenida. Para ello deberán confeccionarse los perfiles que vinculen los sondeos del reticulado en la forma más conveniente para aportar una base de interpolación. En caso de cuerpos sedimentarios, concordantes o peneconcordantes, los perfiles deberán orientarse lógicamente en sentido longitudinal o transversal a la corrida de los cuerpos mineralizados.

Todos los perfiles o cortes conteniendo la información fundamental de carácter lito-estratigráfico, radimétrico, minero, etc, deberán representarse en lo posible en una misma escala horizontal y vertical. Solamente cuando surja una desproporción exagerada entre las magnitudes verticales y horizontales podrán diferenciarse ambas escalas.

Aún cuando cierto tipo de registros pueda requerir una escala especial, debe tenderse siempre a la normalización de escalas pues el valor principal de la representación gráfica de los fenómenos naturales es sugerir las correlaciones por visualización panorámica.

Por igual motivo deben efectuarse las correcciones

necesarias para la proyección de sondeos fuera de línea longitudinal (corrección altimétrica), sobre todo cuando se trata de cuerpos minerales o capas inclinadas. Si un sondeo ha sido desplazado en su emplazamiento en perpendicular al rumbo del cuerpo mineral inclinado, su proyección sobre el perfil longitudinal deformaría la imagen de dicho cuerpo (imagen de "plegamiento") si no se le efectúa la corrección altimétrica definida en el esquema de la figura 11.

Todo pozo proyectado sobre un perfil deberá dibujarse con línea de trazos interrumpidos para diferenciarlo de los que pertenecen a dicho perfil. Con ejemplos concretos sobre un tablero se pueden obviar engorrosas descripciones sobre la técnica de trazado de perfiles. Solamente cabe destacar algunos elementos que deben ser representados en los distintos tipos de perfiles geológicos:

Perfiles longitudinales (s/rumbo), deben presentar:

- a- Una línea horizontal de cota de referencia.
- b- El nombre y cota de cada pozo (con + o - altura adicionada en proyección).
- c- El ángulo del perfil con el Norte (magnético o verdadero).
- d- El ángulo de desviación del rumbo (cuando el rumbo del perfil no se ajusta al rumbo real del cuerpo mineralizado = error de arrumbamiento).
- e- El trazado de los elementos geológicos (litológicos, estructurales, niveles mineralizados, niveles hidrostáticos, bancos guías, etc. Fuera de la franja de representación que corresponde a cada sondeo los elementos de correlación se conectarán a lo largo del perfil por líneas de trazos largos.
- f- El trazo de cualquier laboreo minero interceptado o proyectado sobre el perfil.

g- Referencias topográficas y otras de superficie.

Perfiles transversales (s/buzamiento), llevarán los mismos elementos de representación que los anteriores, incluyendo además:

a- Línea de superficie.

b- Proyección a superficie de los niveles de interés (niveles mineralizados, niveles guías, etc.)

Toda la elaboración precedente daría la base interpretativa fundamental sobre los fenómenos geológicos (inclusive de mineralización en niveles de interés económico) cumpliendo los objetivos básicos de la exploración mediante sondeos. No obstante la tarea del geólogo encargado del control geológico debe coronarse con otros medios de expresión de los fenómenos que den pautas más avanzadas de interpretación. Ellos serían entre muchos otros:

- Confección de planos zoneográficos de los cuerpos mineralizados.

- Confección de planos de isopacas, isobatas, etc. de los elementos líticos que encierran a los cuerpos de interés minero.

- Confección de planos estructurales y block-diagramas.

- Confección de planos de proyección de los elementos geológico-mineros a cotas definidas de futuro laboreo interno.

- Representación gráfica de resultados de sondeo sobre planimetría de superficie.

Normalmente el coronamiento de un operativo de esta índole estaría dado por un análisis crítico de resultados y la elaboración de un nuevo programa de sondeos complementarios si éstos fueran necesarios.

B I B L I O G R A F I A

- [1] - LAHEE, F., Field Geology, Mc Graw Hill, N.York-Toronto, 5th. Ed. (1952).
- [2] - BONNET, J. y SARCIA, J., Método Gráfico para el Cálculo de Potencia Real de una Formación Recortada por Perforaciones. Trad. de informe de becarios de la CNEA. en Francia (original del C.E.A. de Francia).
- [3] - KNUTSON, Ray M., Sección Estructural y la 3a. Dimensión, Economic Geology (U.S.A.) May (1958).
- [4] - CARIDU, L. y BONNET, J., citado por J.Bonnet y J.Sarcia en /2/.
- [5] - MCKEE, E.D., Formas para Describir Rocas Sedimentarias, Trad. de E.J.Rodríguez, tomada de Geologic Branch Information Circular N° 20, (Octubre 1956).
- [6] - TWENHOFEL, W.H. and TYLER, S.A., "Methods of Study of Sediments" Capítulo 1, Trad. de Raúl A.Zeballos. Tabla de Observaciones a Realizarse sobre Sedimentos en los Estudios de Campo, Informe inédito de Y.P.F., Mendoza (1961).
- [7] - TICKELL, Frederick G., The Examination of Fragmental Rocks, Stanford University, California (March 1931).

CUADRO COMPARATIVO ENTRE ESCALAS DE GRADUACION DE ROCAS SEDIMENTARIAS Y ESCALAS PROPUESTAS  
PARA SEDIMENTOS CRISTALINOS

E.D. McKee /5/

Escala de Wentworth p/sedim. clásticos	mm	Escala De Ford para rocas carbonáticas	Esc. de Krynine p/sed. cristalin.	Esc. de Payne p/sed. crist. (trab. microscópico)	mm	Escala recomendada para cristal (muestra suelta)
Canto rodado	4,0		Cristalización gruesa (> 4)		4,0	Cristalización super granular
Gránulo	2,0	Megagramular	Cristalización Mediana (1-4)	Cristalización granular	2,0	Cristalización granular
Arena muy gruesa	1,0	1,0		Cristalización muy gruesa	1,0	Cristalización gruesa (= groseramente cristalizada)
Arena gruesa	0,5		Cristalización fina (< 1)	Cristalización gruesa (=proseramente cristal.)	0,5	Cristalización fina (= finamente cristalizada)
Arena mediana	0,25	Mesogramular		Cristalización mediana (=medianamente cristal.)	0,25	
Arena fina	0,12	0,1		Cristalización fina (=finamente cristalizada)	0,12	
Arena muy fina	0,06	Paurogranular (granos distinguibles a ojo desnudo)		Cristalización muy fina (=muy finamente cristal.)	0,06	
Limo	0,03	0,01		Sub-litográfica	0,03	Granos distinguibles a ojo desnudo.
Limo	0,015				0,015	0,01
Limo	0,007	Microgranular (No distinguibles a ojo desnudo)			0,007	Afanítica
Limo	0,004				0,004	(No distinguible a ojo desnudo)
Arcilla	0,001	0,001		Litográfica		
"	0,001			Criptocristalina		

TABLAS Y CARTAS SUGERIDAS PARA LA DESCRIPCION

DE LAS PROPIEDADES DE LAS ROCAS

E.D. McKee /5/

TAMAÑO DE PARTICULAS EN DEBRITOS

1. WENEWORTH, C.K., 1917, Methods of mechanical analysis of sediments: Univ. Iowa studies, vol. 11, no. 11, p.22, 1917. (Reprinted in Twenhofel, W.H., 1950, Principles of Sedimentation: McGraw Hill Book Co, N.Y., P.292, Table 17).

TAMAÑO DE PARTICULAS EN CARBONATITAS

2. DE FORD, R.K., 1946, Grain size in carbonate rock: Bull. Amer.Assoc.Petrol.Geol., vol.30, no.11, fig.2.
3. PAYNE, T.G., 1942, Stratigraphical analysis and environmental reconstruction: Amer.Assoc.Petrol.Geol., vol.26, no.11, Table III.

ASPECTO DE PARTICULAS

4. RITTENHOUSE, GORDON, 1943, A visual method of estimating two-dimensional sphericity: Jour.Sed.Petrol., vol.13, no.2, p.79, fig.1.

REDONDEAMIENTO DE PARTICULAS

5. KRUBEIN, W.C., 1941, Measurement and geological significance of shape and roundness in sedimentary particles: Jour. Sed.Petrology, vol.11, p.68, pl.1.
6. RUSSELL, R.D., and TAYLOR, R.L., 1937, Roundness and shape of Mississippi River sand: Jour.Geol., vol.45, p.225.

RELIEVES DE SUPERFICIES DE PARTICULAS

7. PAYNE, T.G., 1942, Stratigraphical analysis and environmental reconstruction: Amer.Assoc.Petrol.Geol., vol.26, no.11, p.1714.

SELECCION

8. PAYNE, T.G., 1942, Stratigraphic analysis and environmental reconstruction: Amer.Assoc.Petrol.Geol., vol.26, no.11, p. 1707.

9. TRASK, P.D., 1932, Origin and environment of source sediments of petroleum: Amer.Petrol.Inst., Houston, p.72.

CLASIFICACION-ESPESOR DE ESTRATOS

10. MCCKEE, E.D. and WEIR, G.W., 1953, Terminology for stratification and cross-stratification in sedimentary rocks: Geol.Soc.Amer.Bull., vol.64, tables 1-4, figs. 1-2.

CEMENTO

11. KRYNINE, P.D., 1948, The megascopic study and field classification of sedimentary rocks: Jour.Geol., vol.56, no.2, table 3.
12. WALDSCHMIDT, W.A., 1941, Cementing materials in sandstone and their probable influence on migration and accumulation of oil and gas: Amer.Assoc.Petrol.Geol., vol.25, p.1858.

COLOR DE LA ROCA

13. GODDARD, et al, 1948, Rock-color chart: Nat.Research Council, Washington.

PROPIEDADES DE ROTURA DE LAS ROCAS

14. MCCKEE, E.D., and WEIR, G.W., 1953, Terminology for stratification and cross-stratification in sedimentary rocks: Geol.Soc.Amer.Bull, vol.64, table 2.

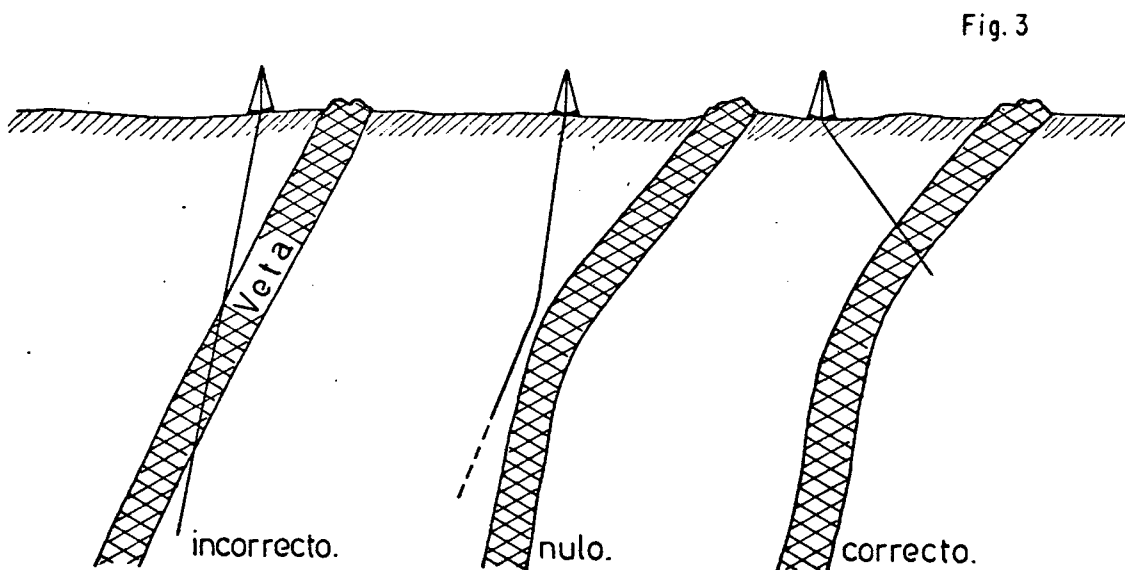
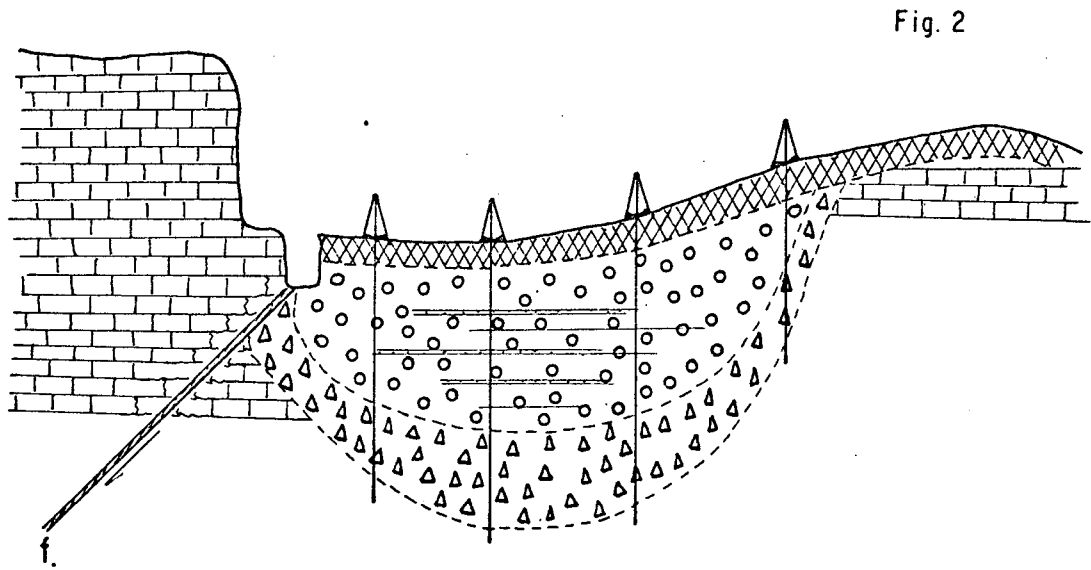
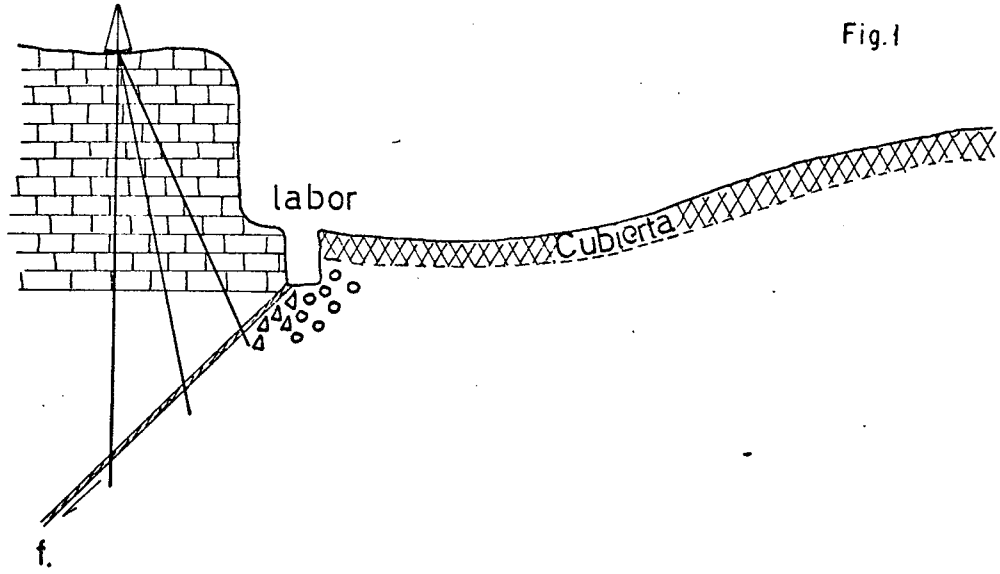
LISTA DE FIGURAS

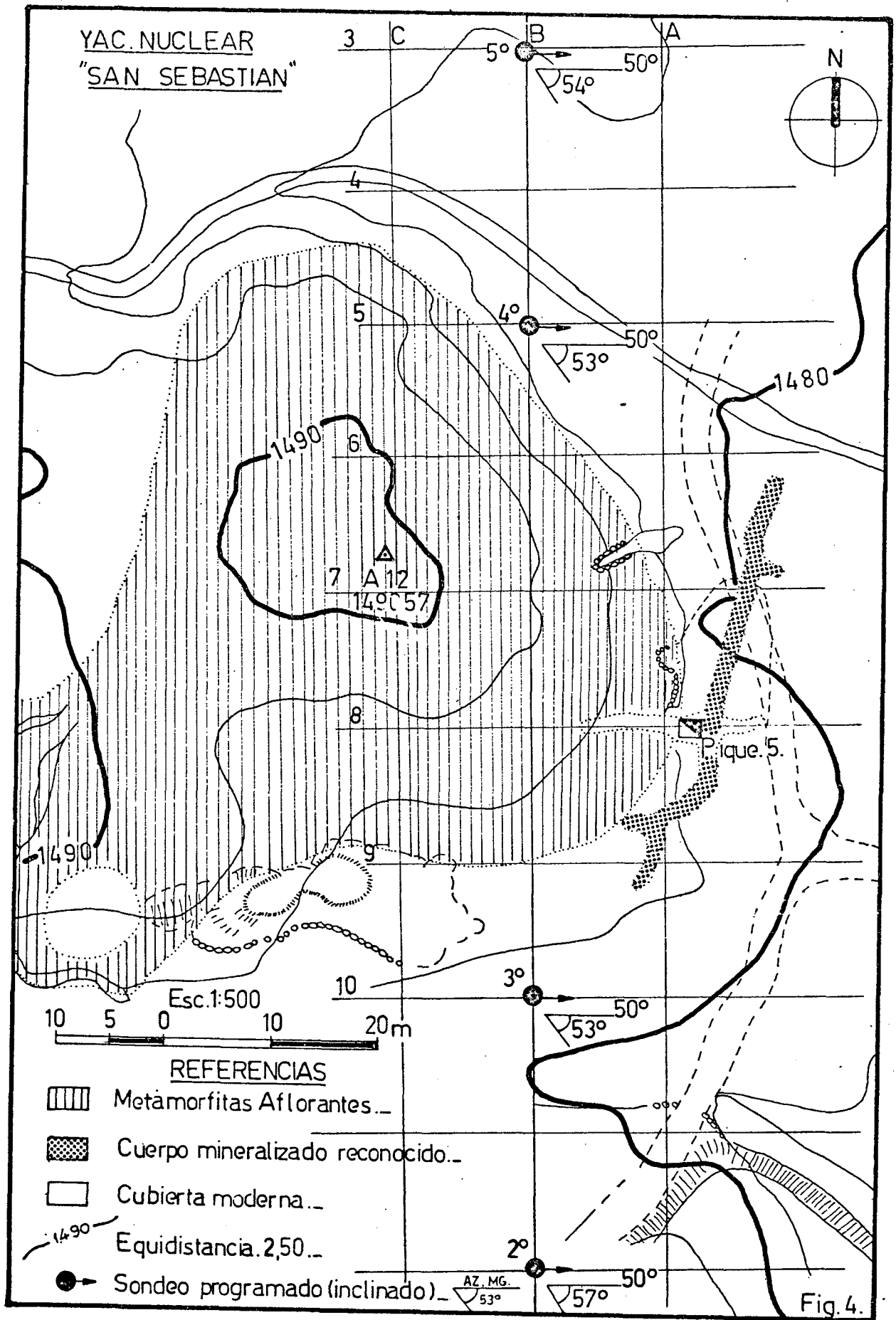
- Fig. 1 - Exploración incorrecta por insuficiente conocimiento del criadero.
- Fig. 2 - Corrección del caso anterior.
- Fig. 3 - Casos de implantación de sondeos para explorar cuerpos tabulares individuales.
- Fig. 4 - Presentación del programa de sondeos (planimetría).
- Fig. 5 - " " " " " (perfiles).
- Fig. 6 - Ejemplos de mallas de sondeos.
- Fig. 7 - Ejemplo de notación e implantación de sondeos.
- Fig. 8 - Modelo de ficha "Programa de exploración por sondeos".
- Fig. 9 - Modelo de clinómetro p/sondeos inclinados.
- Fig. 10 - Gráfico explicativo de perforaciones dirigidas.
- Fig. 11 - Gráfico de proyección de sondeos sobre un perfil.

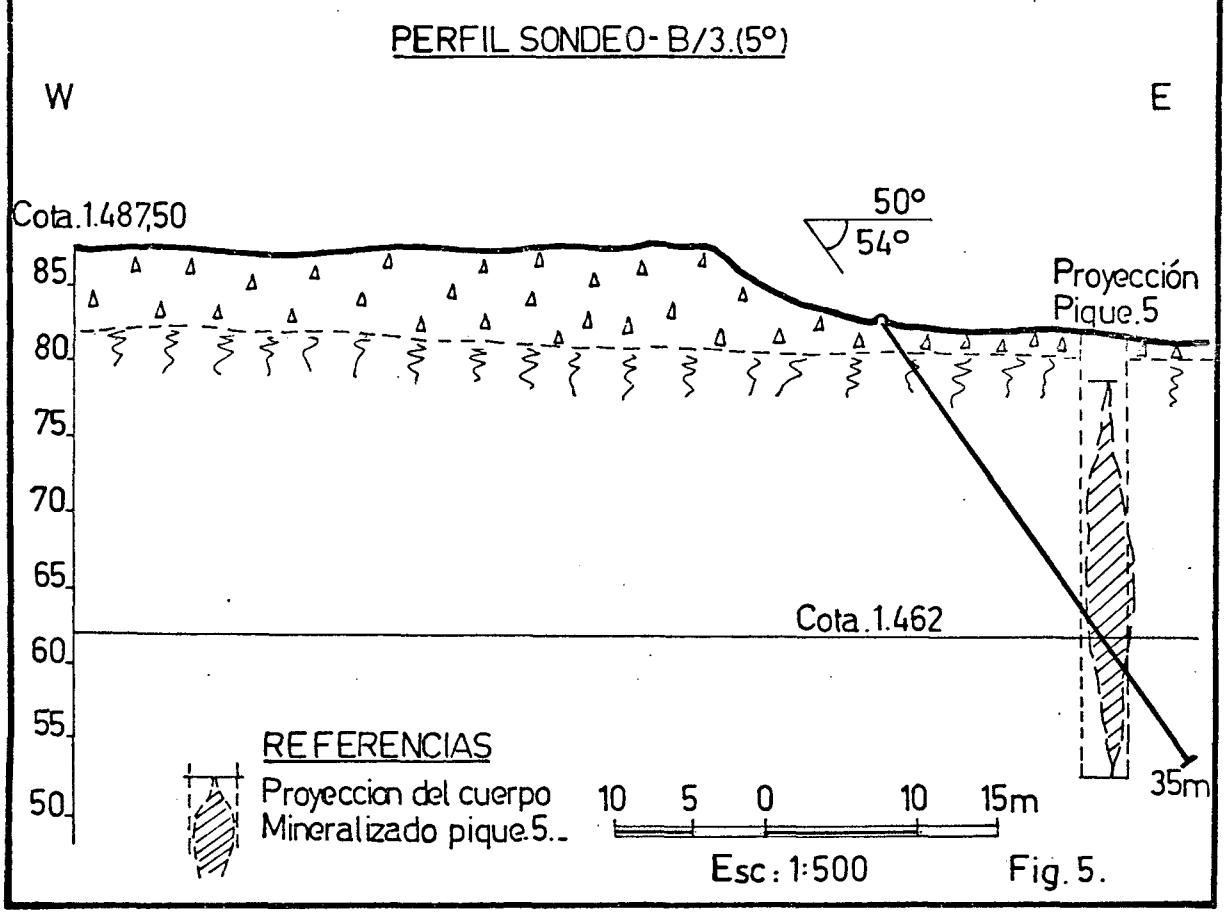
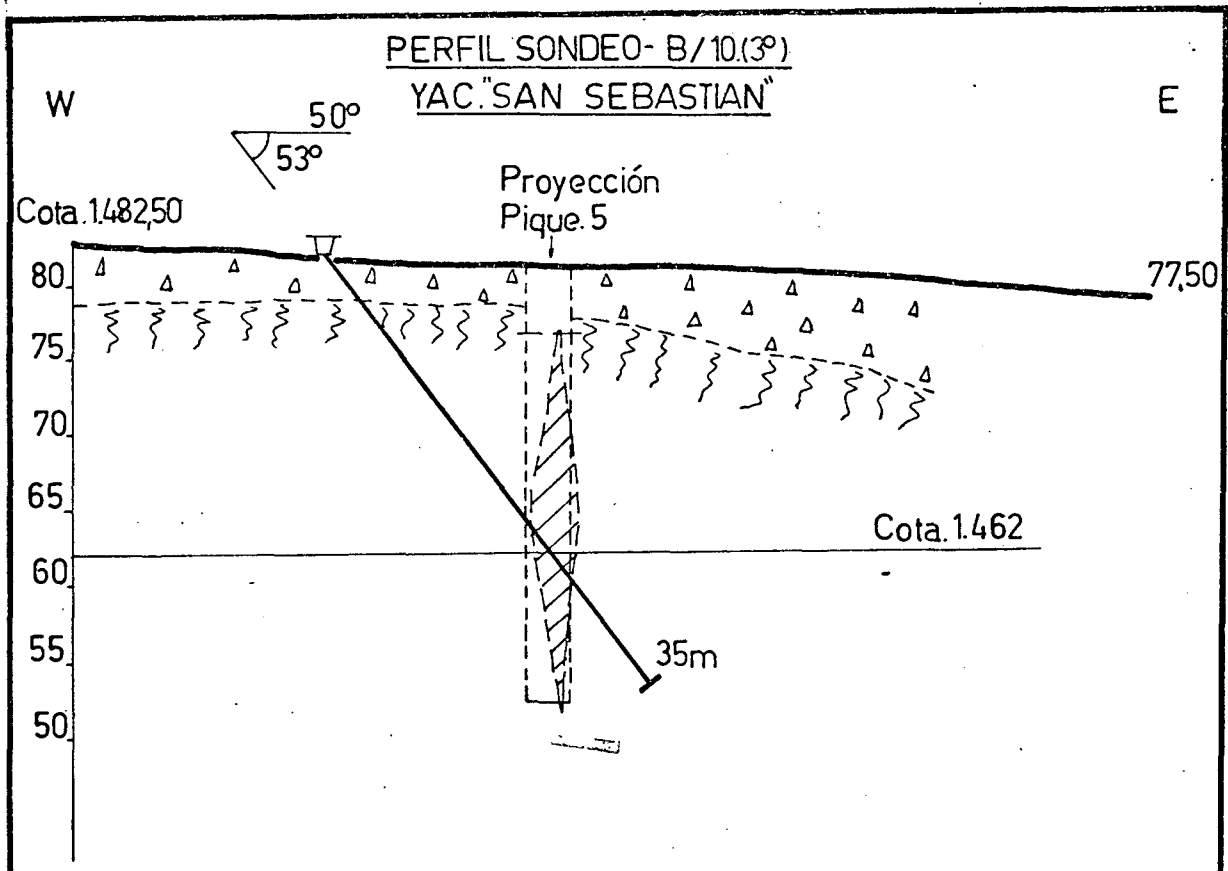
## I N D I C E

I. INTRODUCCION.....	pág.	1
II. IDEAS GENERALES SOBRE PLANIFICACION DE UNA EXPLORACION MEDIANTE SONDEOS.....	"	2
III. DIAGRAMACION DEL PROGRAMA DE SONDEOS.....	"	6
IV. CONTROL GEOLOGICO DIRECTO.....	"	10
IV.1. CONFECCION DEL PROGRAMA AJUSTADO DE POZO..	"	10
IV.2. SEÑALAMIENTO.....	"	10
IV.3. SUPERVISION DEL DESARROLLO.....	"	13
IV.4. CIRCUITO DE LAS MUESTRAS.....	"	16
IV.4.1. Obtención.....	"	16
IV.4.2. Examen radimétrico.....	"	18
IV.4.3. Preparación para envío a laboratorio....	"	20
IV.4.4. Descripción de muestras.....	"	21
IV.5. RADIOSONDAJE.....	"	22
IV.6. SINTESIS DE LA INFORMACION.....	"	23
IV.7. INTERPRETACION Y CORRELACION.....	"	25
BIBLIOGRAFIA.....	"	28.
CUADRO COMPARATIVO ENTRE ESCALAS DE GRA- DUACION DE ROCAS SEDIMENTARIAS Y ESCALAS PROPUESTAS PARA SEDIMENTOS CRISTALINOS....	"	29
TABLAS Y CARTAS SUGERIDAS PARA LA DES- CRIPCION DE LAS PROPIEDADES DE LAS ROCAS..	"	30
LISEA DE FIGURAS.....	"	32

# IMPLANTACIÓN DE SONDEOS







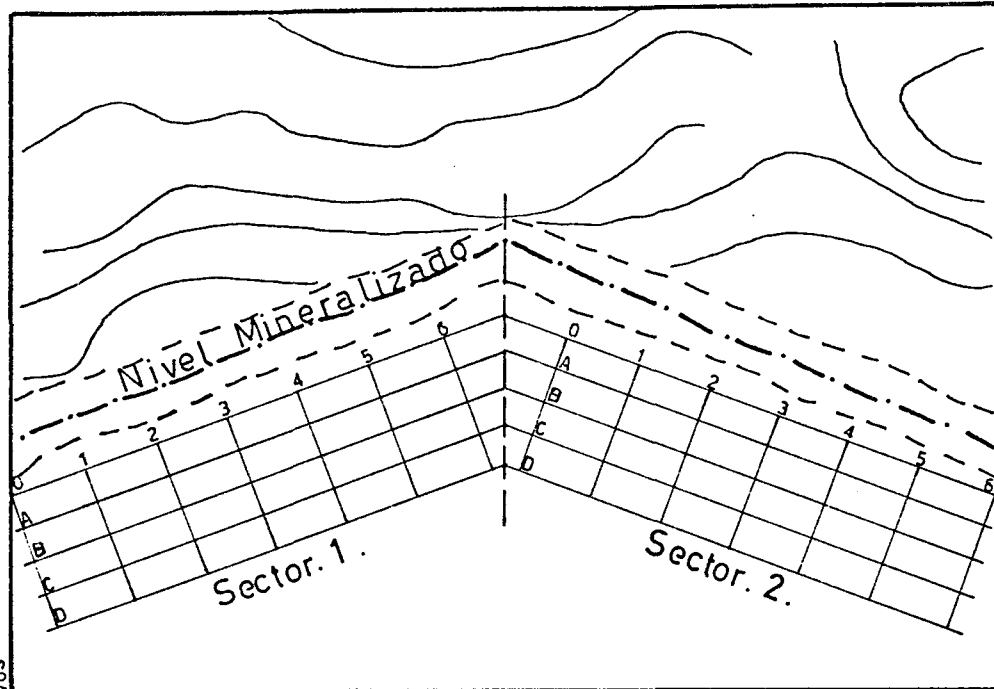


Fig. 6 en planta

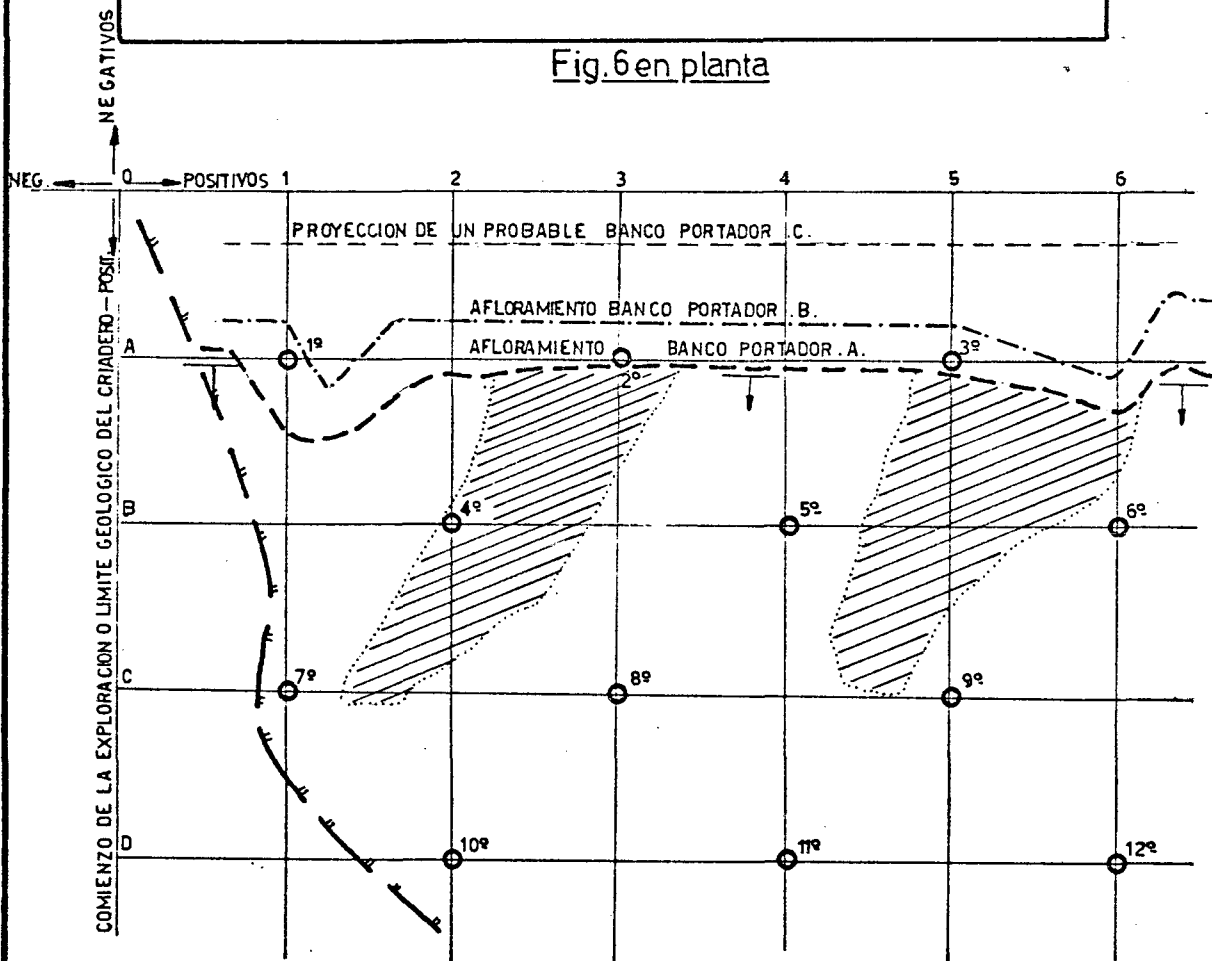


Fig. 7. en planta

PROGRAMA DE SONDEO S2

YAC. : "Huemul"

PRODUCIDO POR: E. J. Rodriguez

PROFUNDIDAD: 40 m

PARA: E. Lara

DIAMETRO CORTE: 3" 7/8

EQUIPO: Wolverine N° 2

ENTUBADO: Sí

HORARIOS: 6:30 hs/10 hs-17 hs/22:30 hs. TESTIGOS ENTR. 0 a 30 m

FUENTE ENERGIA: Boca 15 red aire C

EMPLAZAMIENTO: Nicho gal. N40S

AZIMUT Mg. 330°

OBSERVACIONES: . . . . .

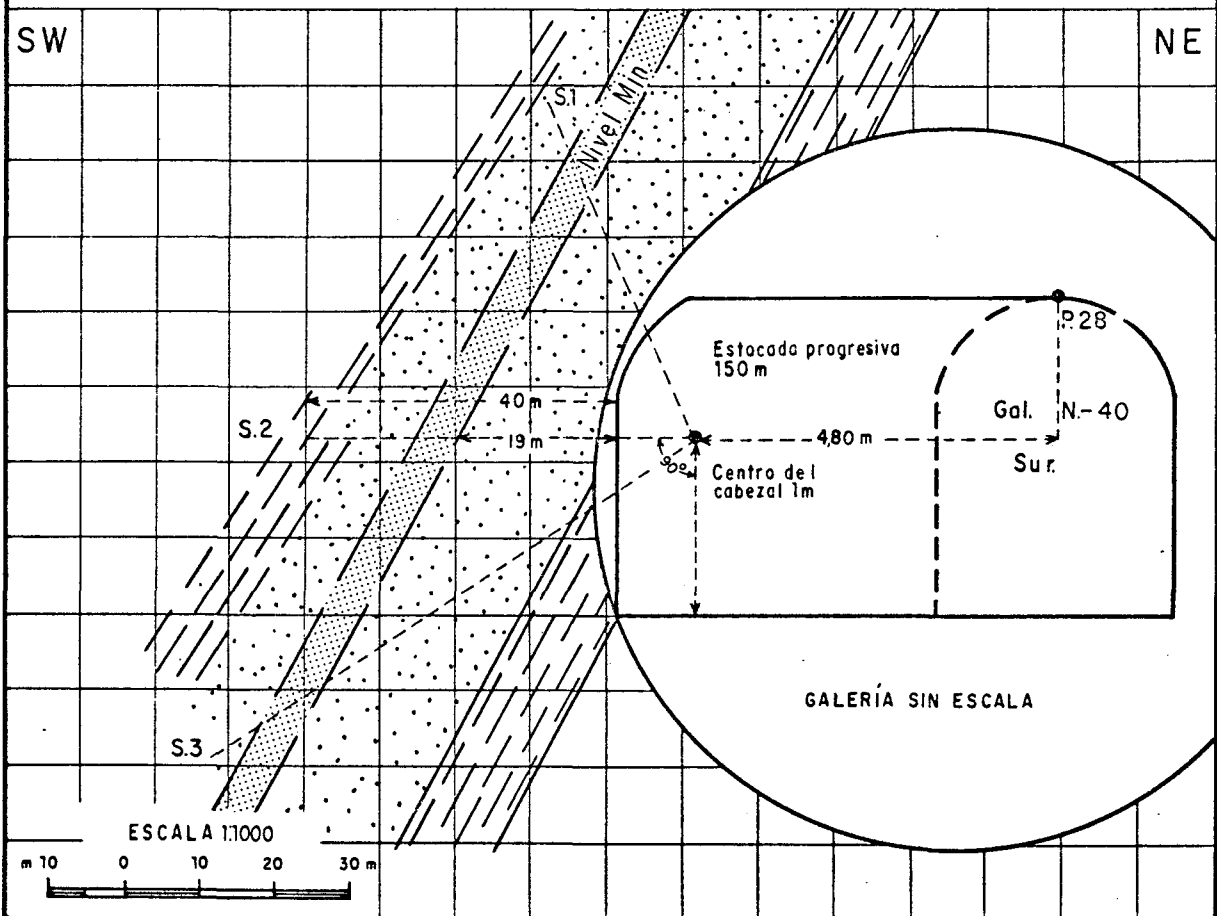
INCLINACION: 90° izquierda

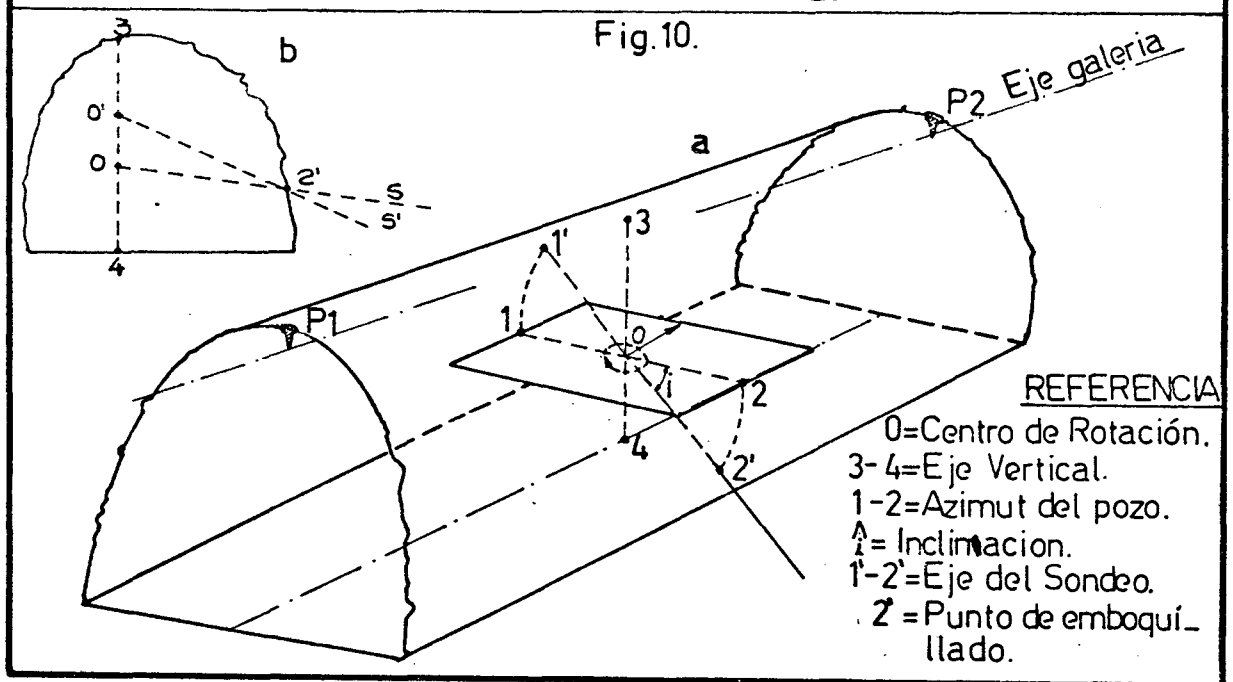
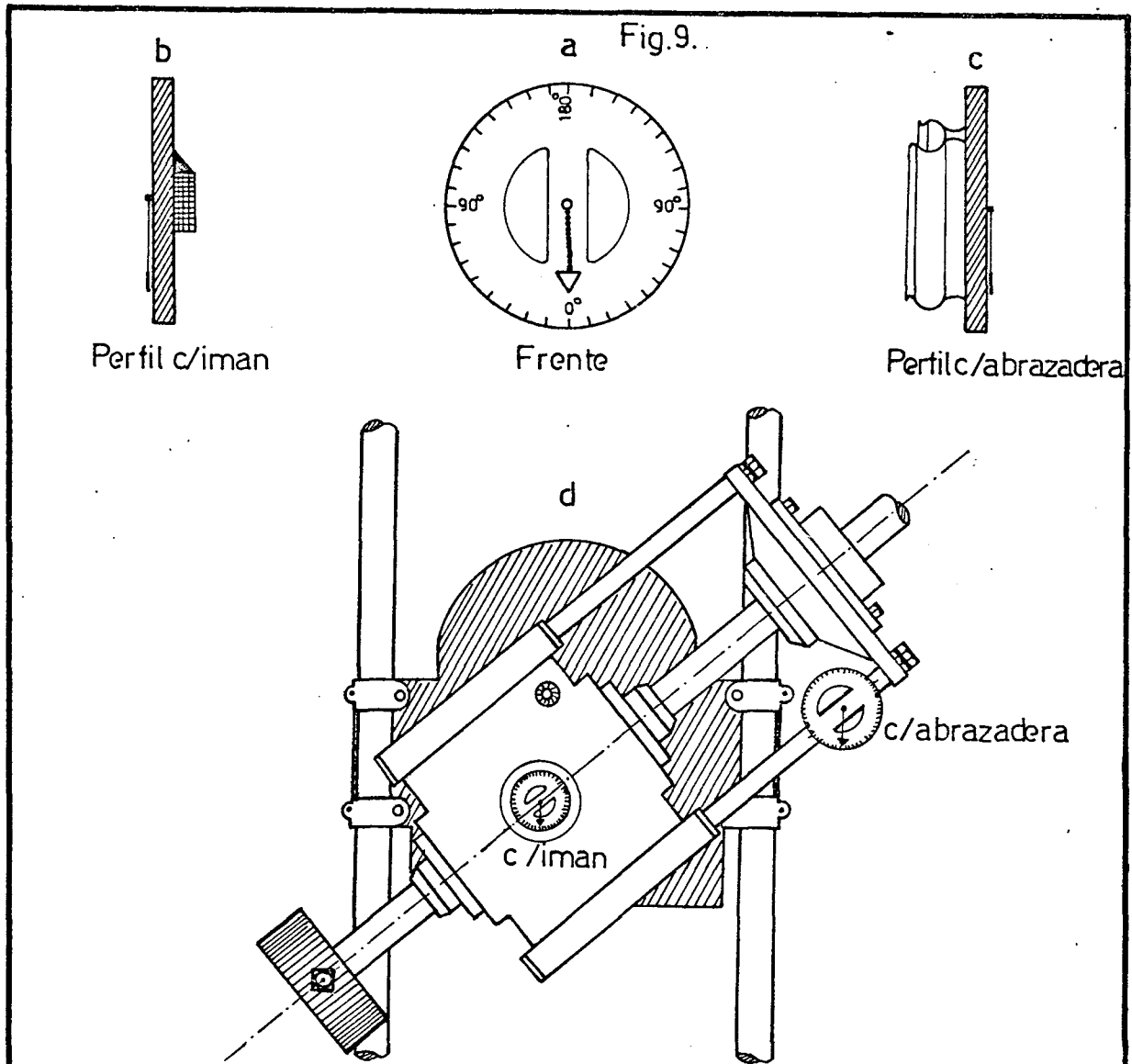
DIRECCION: SW

Lugar y fecha:

Firma

Fig.8





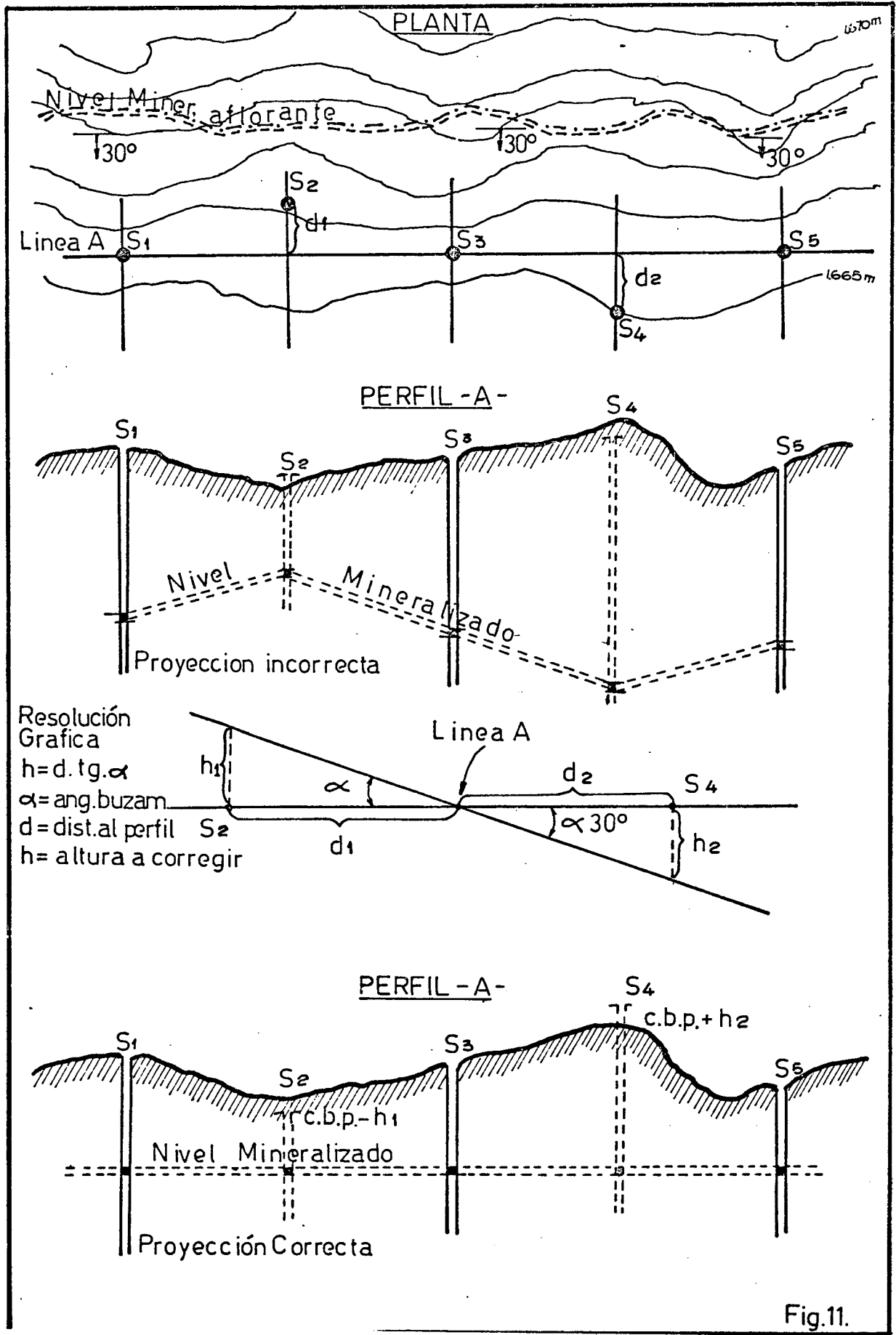


Fig.11.