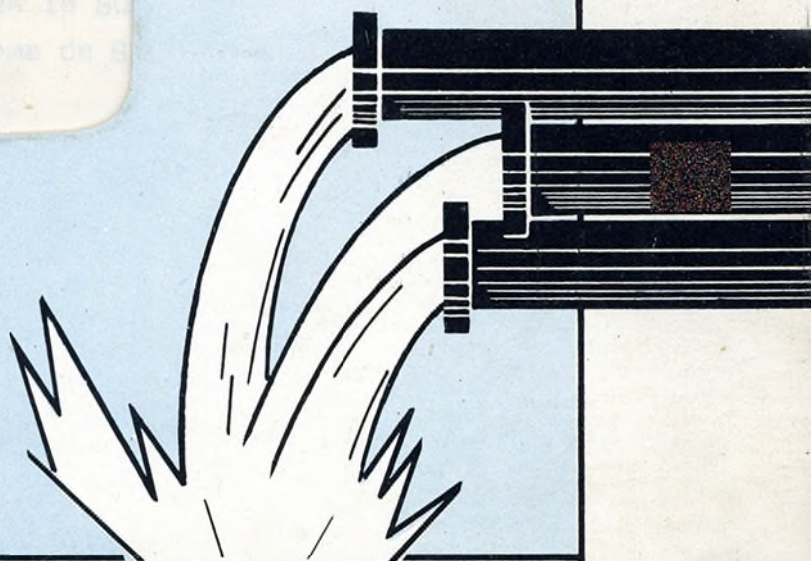


12 G



**NOCION
DEL
BARRO**





NOCION DEL BARRO

BIBLIOTECA DEL CONGRESO
—CHILE—
COL FOLLETOS
REG.
UBICACION.....

INDICE

	<u>Pág.</u>
	1
I	1
II	3
II.2	4
III	7
III.1a.	7
III.1b.	7
III.1c.	8
III.1d.	9
III.1e.	9
III.1f.	10
III.1g.	10
III.1h.	10
III.1i.	12
III.1j.	12
III.1k.	14
III.1m.	15
III.1n.	16
III.1ñ.	16
III.2.	17
IV	17
IV.1,	17
	19
	20



EL COMIENZO:

La perforación de pozos parece ser relativamente nueva , pero la verdad es que se remonta a épocas tan antiguas que van más allá de la Era Cristiana. Se tienen noticias que los chinos ya perforaban pozos de agua en el año 256 A.C.. Sólo en 1859 se perforó con éxito un pozo para producir petróleo, a una profundidad de 69 pies, bajo el control y supervisión del coronel Edwin L. Drake, por lo que se le conoce como "Pozo de Drake". Muy poco tiempo después se perforó hasta los 1000 pies con una barra suspendida de un cable. Recién en 1860 se perforó con un sistema rotatorio.

El método de perforar con mesa rotatoria sólo se usó hasta 1890, en un pozo de petróleo de Cornisaca, Texas (E.U.A.) la fuerza para mover el vástago de perforación fue suministrada por un caballo.

El lodo de perforación (barro) es una técnica muy nueva, empleada recién en 1901 por Lucas. Hasta 1930 los barroes no fueron otra cosa que el resultado de tanteos empíricos.

Poco a poco se han ido creando aparatos de inspección y ha surgido el interés por los barroes y sus componentes, así como las características de estos últimos que son consecuencia directa de las que tengan los primeros, materia que será la base de nuestro trabajo y lo que en nuestros sencillos apuntes trataremos de entregar, en la forma más simple y sucinta posible.

I. FUNCIONES DEL BARRO:

- I.1. Sacar a superficie todo aquel material que corta el trépano, que se encuentra en suspensión en el barro y aquellos materiales que por remoción caen al pozo. De esta forma mantiene limpio el pozo y la superficie sobre la cual se perfora o se va a perforar.
- I.2. Recubrir las paredes del pozo de una especie de tubería no-metálica que constituye lo que llamaremos el REVOQUE.
- I.3. Suprimir o por lo menos controlar cualquier flujo, impidiendo la entrada de fluidos, tales como agua, petróleo, y/o gas.
- I.4. Soportar en cierta medida el peso de la herramienta y de

la tubería.

- I.5. Enfriar y lubricar el trépano y la columna de perforación.
- I.6. Prevenir los derrumbes de la formación.
- I.7. Entregar toda la información posible.

La primera función dice relación con la limpieza del pozo; tiene importancia en lo que se refiere a la estabilidad y seguridad del pozo en cualquier condición de trabajo, ya sea mientras se para la circulación o en los trabajos especiales y obviamente en la penetración propiamente tal.

Es importante que el barro pueda mantener en suspensión todo aquel material que ya ha sido cortado y que no se ha depositado en superficie por tener que parar la circulación del lodo, para realizar trabajos, como son el arreglo de motores, sistemas eléctricos, etc..

El barro forma, como ya dijimos, una pared en el pozo lo que denominamos "revoque"; el mismo se debe a la permeabilidad de los estratos atravesados y a las diferencias de presión entre ellos y la columna hidrostática.

Entonces, dado la función que el revoque cumple, es importante que se pueda controlar en él su impermeabilidad y lograr así, conociendo la pérdida de agua (se verá más adelante), un revoque de acuerdo a las necesidades. Todo lo cual constituye la segunda función que enumeramos al principio.

La tercera función se logra controlando las presiones de subsuperficie, ya que los fluidos que contengan las areniscas permeables estarán bajo una presión; por lo tanto, el barro deberá tener la densidad suficiente para confinar los fluidos a sus formaciones, impidiéndoles ingresar a la columna.

En cuanto a soportar parte del peso de la herramienta y la columna, hay que considerar que cualquier cuerpo sumergido en un líquido desplaza un volumen del mismo, cuyo peso es igual al empuje que éste realiza, produciéndose así una reducción en el peso de la columna.

El roce entre la pared del pozo y la herramienta, así como también entre el trépano y el fondo y, en alguna medida los sólidos y cuttings en suspensión producen una subida muy importante de

la temperatura que debe, obviamente, ser neutralizada de algúna forma, esto es logrado con el barro, que disminuye el roce y, por otra parte, ingresa al sistema con una temperatura inferior a la que éste tiene.

En el pozo suelen producirse derrumbes que pueden provocar el apresamiento de la herramienta; estos desmoronamientos pueden producirse por efectos mecánicos o químicos (volveremos a esta materia más adelante); este tipo de problemas puede ser controlado por el barro, subiendo la viscosidad, densidad, geles y, aun en algunos casos, con la disminución del filtrado y la velocidad de retorno.

Y, en el último punto, el barro debe tener algunas características, necesarias, para que cumpla su papel de vehículo en la obtención de información de cada estrato.

II.- EL CIRCUITO DE BARRO:

La circulación del barro es la clave del sistema de perforación rotatoria.

El trépano y la columna han sido diseñados para conducir el barro de la superficie hasta el fondo del pozo. El fluido regresa a la superficie por el espacio anular (ver figura 1).

Comenzaremos en el estanque de succión del cual partirá nuestro circuito. La conexión de succión de la bomba (generalmente una manguera de unas 10" de diámetro) permite el paso del barro dentro de las cámaras de la bomba que es impulsado por éstas; el barro circula por la línea de inyección (tubo parado) y la manguera, para llegar al cuello de ganso. De allí se encauza a través del Kelly y la columna de perforación para limpiar el trépano y acarrear los cuttings; luego hacia la superficie por el espacio anular. Al salir del pozo el barro es llevado a una criba denominada ZARAN-

DA, que saca los ripios a una fosa de decantación; hace su paso por un estanque de decantación y un estanque intermedio donde está ubicado el desarenador por el que se hace pasar el barro a voluntad, para por último retornar al estanque de succión en donde comienza nuevamente el ciclo.

Antes de renovar la circulación interesa agitar el barro en los estanques para compensar la tendencia que tienen los materiales a la decantación, así como también, para mantener en lo posible las condiciones dinámicas de las que dependen en cierta medida las propiedades del barro (se verá más adelante). Se emplean para este efecto los agitadores (batidores) y las pistolas (ver figura N°2)

La pistola antes descrita se emplea también para agitar el barro, cuando se mezcla con otro nuevo o para reducir el gel y rebajar la viscosidad aparente.

Aunque la zaranda eliminará fácilmente el ripio relativamente grande (la malla de la zaranda tiene medidas tales como 20,30 o 40 cribas por pulgada lineal), la arena fina se decanta con dificultad en los estanques de barro por lo cual el mismo puede ser enviado nuevamente al pozo con una gran proporción de arena y sólidos que empobrecen algunas propiedades; de hecho existe un rango, medido en porcentaje, en que la arena es aceptable (ver propiedades).

Dos aparatos: el desarenador y el desarcillador, que funcionan según el principio de los ciclones, haciendo uso de la fuerza centrífuga, permite eliminar este problema en gran parte.

Desgraciadamente, estos aparatos no se pueden emplear solos; para alimentarlos, al igual que la tolva (ver párrafo siguiente), es preciso añadirle una bomba que tome el barro de su circuito de retorno.

La TOLVA se utiliza para lograr un agregado en forma más o menos uniforme, de cualquier componente que nos sirva para el acondicionamiento del barro. Este agregado se realiza normalmente en el tiempo de que el barro realice el ciclo completo, lográndose de esta forma un grado importante de homogeneidad.

II.2. LAS BOMBAS DE BARRO Y EL TIEMPO DE CIRCULACION:

II.2a. LAS BOMBAS DE BARRO:

Las bombas de barro desempeñan un papel muy importante

en la perforación. Capacidad adecuada de bombeo puede ser un factor verdaderamente influyente en la velocidad de perforación y de ahí su indiscutible importancia.

La entrada de succión de la bomba debe encontrarse siempre bajo el nivel de barro del estanque de succión, lográndose de esta forma lo que llamamos carga positiva de succión.

El equipo cuenta normalmente con una bomba que permite a bastecer al trépano con un volumen máximo de barro.

Las bombas son de tipo recíproco de efecto doble. La mayoría son accionadas por máquina motriz de combustión interna (ver figura N^o 3). Los movimientos de los pistones en los dos cilindros cargan y descargan éstos alternativamente. Para cada cilindro hay cuatro válvulas, dos de succión y dos de descarga.

La superficie interior de los cilindros consiste en una camisa removible. Existen camisas de varios diámetros y espesores de pared; obviamente para cada camisa hay un pistón de diámetro apropiado. Para el bombeo de volúmenes grandes a bajas presiones se utiliza una camisa y pistón de diámetro mayor. Para vencer las presiones se instalan otras de tamaño intermedio. Para pozos muy profundos se necesita presión muy alta; para éstos se usan camisas y pistón de diámetros mínimos.

En el capítulo anterior decíamos que los agregados se hacían utilizando la tolva y en un tiempo determinado, que representa el tiempo de circulación, es decir, el tiempo que se demora el barro en realizar un ciclo completo; todos los agregados se hacen tomando en cuenta este factor, con excepción de algunos casos como las llamadas píldoras que se programan cumpliendo otro objetivo que analizaremos más adelante. Dado esta consideración, es importante que conozcamos como podemos calcular ese tiempo de circulación, a través de la velocidad anular.

II.2b. TIEMPO DE CIRCULACION:

Sólo se explicará la forma de cálculo usando la regla BA-ROID; para ello nos daremos datos supuestos.

<u>DATOS:</u>	Profundidad	300 mts.	914'
	∅ de pozo	8.3/4"	
	∅ de barras	4.1/2"	
	S.P.M.(emboladas x min.)	60	

Largo carrera pistón	12"
∅ de camisa	7.1/4"

RESOLUCION:

En la ventana E se ubica el largo de carrera del pistón (12") (pumps stroke) y se hace coincidir con el diámetro de camisa (7.1/4") (pump Liner ID), luego se lee opuesto a emboladas por minuto (60) (stroke per minutes) galones por minuto bombeados (pump out put gallons per minutes) en este caso particular 440 gal/min.. Luego se ubica en la ventana H el diámetro de barras (4.1/2") diameter of hole in); una vez logrado se lee en la ventana I opuesta a galones bombeados (440") dándonos pies/min. de retorno anular, en este caso 192 pies/min. Esto divide al total de pies del pozo (914') y nos da el retorno del barro desde el fonde a la superficie con un 90% de eficiencia; para este ejemplo 4 minutos con 45 segundos.

El valor obtenido anteriormente sólo representa el tiempo de retorno; para calcular el tiempo de circulación; como ya contamos los gal/min. que entrega la bomba, los reducimos a lts/seg. multiplicando por 0.063, calculamos el volumen total de barro en el pozo más el volumen de los estanques, haciendo el cuociente entre volumen total y litros que entrega la bomba, obtenemos el valor del tiempo de circulación buscado.

Queremos agregar otro modo de cálculo, el cual consiste en usar el siguiente diagrama de un modo adecuado. Para aclarar mejor el método de cálculo, tomaremos los mismos valores del ejemplo anterior.

∅ Pozo : 8.3/4"
 ∅ Barras : 4.1/2"
 Caudal : 294 gpm.

- 1.- Se une la recta diámetro del pozo en su valor 8.3/4" con la recta diámetro barras en el valor 4.1/2".
- 2.- Al trazar la unión interior queda determinado un punto en la recta " $Dp^2 - Db^2$ "; éste se une con la recta salida bomba en su valor 294.
- 3.- Al unir los puntos de la indicación 2 se obtiene el valor de la velocidad anular, o de retorno, en la recta inclinada, siendo en este caso 130 pie/mm. el resultado.

Para poder usar este diagrama es necesario saber el caudal de salida de la bomba. Este dato aparece en una tabla ubicada al final de este estudio.

III.- LAS PROPIEDADES MAS USADAS DEL BARRO:

III.1. LAS PROPIEDADES:

III.1a. PESO O DENSIDAD:

La densidad es el peso de un sólido o líquido por unidad de volumen, siendo esta propiedad una de las medidas que se controlan con mayor regularidad e insistencia para el control de sólidos; su aplicación también se encuentra en la confinación de los estratos en que se encuentran las acumulaciones de agua, gas o petróleo. El peso depende de la proporción de agua y sólido.

Para conocer el peso del barro se utiliza una balanza muy simple que consta de cuatro escalas de graduación distintas: lbs/gal; grs/cc; Kg/lt; y lbs/pie³. Un punto de equilibrio o cuchilla que dispone de un nivel, un receptáculo con tapa perforada, con lo que se logra el llenado perfecto del mismo; además debemos mencionar el cursor y el contrapeso y, por último, el apoyo. Para efectuar la medición se siguen los pasos que se indican:

- 1.- Se retira la tapa y se llena el recipiente de barro.
- 2.- Se coloca la tapa ejerciendo presión sobre ella para desalojar el exceso de barro, a través de la perforación de la misma.
- 3.- El lodo adherido en la superficie del instrumento debe ser convenientemente limpiado.
- 4.- Se coloca la balanza (ver figura N^o 4), sobre el apoyo, dejando descansar en él la cuchilla.
- 5.- Luego, se mueve el cursor hasta obtener el equilibrio; cuando esto se logra, se lee la escala que se desea; es frecuente en nuestro medio utilizar los valores en lbs/gal..

Una propiedad que afecta al arrastre de los cuttings del fondo a la superficie es la viscosidad y se define como:

"La resistencia que opone un fluido a su movimiento". Resulta ésta una propiedad fundamental del barro y una de las más variables ya que los fenómenos que la alteran son muy complejos.

III.1b. VISCOSIDAD EMBUDO:

Se denomina así pues, para su medida se utiliza el embudo

de MARSH. Se trata de una medida en condiciones estáticas, es decir, en reposo y sus valores se dan en segundos. Con ello sólo se logra determinar el arrastre que tiene el barro y depende en su valor de la densidad que se use y de la zona, por lo que representa só lo un valor comparativo.

El embudo de Marsh (ver figura N^o) tiene forma cónica; está provisto de una rejilla de 80 mallas que cierra la mitad de la boca y a través de la cual se llena el mismo. La salida del barro se produce por un orificio calibrado y que permite expresar la viscosidad por el tiempo necesario para llenar una capacidad conocida, normalmente 32 onzas (946 cc.).

Los pasos a seguir son:

- 1.- Se llena el embudo haciendo pasar el barro por la rejilla, hasta llegar a la marca que se encuentra justamente a nivel de la misma.
- 2.- Se vacía el embudo dentro del recipiente graduado, a través del orificio calibrado echando a funcionar el cronómetro.
- 3.- Cuando el nivel en el recipiente corresponde a 32 onzas o 946 cc., se detiene el cronómetro obteniéndose de esta manera una medida en segundos.

Las dos propiedades tratadas hasta ahora, suelen tomarse con cierta regularidad y normalmente lo hace el primer ayudante.

III.1c. VISCOSIDAD PLASTICA:

Esta es una propiedad dinámica; por ende, nos entrega una característica del fluido aproximadamente en las condiciones que se encuentra en el pozo, es decir, en movimiento. Para lograr esto se utiliza el viscosímetro rotatorio o reómetro (ver figura N^o 6), en el que se coloca una cantidad fija de barro previamente agitado.

Este viscosímetro consta de un vaso metálico aforado de 350 cc., una unidad de rotación recubierta de un cilindro perforado en su parte superior, quedando estas perforaciones bajo el aforo del cilindro; consta además de una base móvil que permite regular los a forados del vaso metálico con el del cilindro. En su parte superior tiene una palanca de cambio para obtener diferentes revoluciones (R. P.M.), siendo éstos 300 y 600 RPM; cuenta además con un dial donde se obtiene la lectura en forma directa. Las velocidades altas o ba

jas pueden regularse a través de un obturador que se encuentra dispuesto en el pie del aparato o en su lateral derecho, como se aprecia en la figura.

La viscosidad plástica se obtiene de medir la viscosidad a 600 RPM y 300 RPM, respectivamente; luego se realiza la diferencia ($\times 600 \text{ RPM} - \times 300 \text{ RPM}$), la que corresponde a la viscosidad plástica.

Modo de Operar:

- 1.- Se agita el barro.
- 2.- Llene el vaso metálico hasta la marca.
- 3.- Se nivela con el aforado del cilindro metálico.
- 4.- Se contacta el obturador en alta, para 600 RPM. Se espera a que la escala se detenga y se realiza la primera lectura.
- 5.- Se vuelve el obturador a baja, para 300 RPM. Se realiza la segunda lectura en la escala.
- 6.- Se procede a hacer la diferencia obteniéndose así la viscosidad plástica en centipoise.

III.1d. YIELD POINT:

Es la medición de las fuerzas electroquímicas del barro bajo condiciones de flujo. Estas fuerzas son resultado de las cargas negativas y positivas entre las que se produce, entonces, una atracción o repulsión.

Su medida se realiza también con el viscosímetro rotatorio, haciéndose en este caso la diferencia entre el valor a 300 R.P.M. y aquel valor obtenido para la viscosidad plástica, entregándonos un valor en $\text{lbs}/100 \text{ plg}^2$.

III.1e. RELACION ENTRE VISCOSIDAD PLASTICA Y YIELD POINT:

Estos dos últimos valores pueden determinar al frente del flujo que presenta el fluido en su movimiento, tanto en el interior de las barras así como también en el espacio anular; por lo tanto, variando sus valores podemos regular dicho frente, que tiene importancia en la salida y el roce que pueden producir los cuttings en suspensión.

III.1f. VISCOSIDAD APARENTE:

Depende directamente de las dos propiedades anteriores, no pudiéndose determinar el grado de influencia que tiene cada una de ellas; se obtiene también de valores medidos con el viscosímetro y corresponde a la mitad de la lectura obtenida a 600 RPM que representa una medida de flujo, reflejando tanto la coloidalidad, así como también el comportamiento de los sólidos presentes en el barro.

III.1g. GELES:

El barro compuesto de agua y arcilla tiene tendencia a coagularse o gelatinarse cuando se deja sin agitación. Esta tendencia se expresa como RESISTENCIA GEL, lo que indica la resistencia que tiene el barro a ser agitado.

La resistencia aumenta a medida que pasa el tiempo sin que haya agitación. Se reconocen dos resistencias gel: inicial (se mide 10 segundos después de realizar la medida en baja, 300 RPM, en la determinación de la viscosidad) y después de 10 minutos. La resistencia gel del barro, es decir, su tendencia a coagularse, es la característica que permite que los ripios (cuttings) queden en suspensión cuando la circulación esté detenida, en lugar de asentarse en el fondo del pozo.

Su determinación se hace también con el viscosímetro, más o menos como sigue:

- 1.- Se toma la medida a 300 RPM en el tiempo 10 seg.
- 2.- Se deja reposar 10 min.
- 3.- Se lee la escala nuevamente a 300 RPM obteniéndose de esta forma dos valores.
- 4.- Ambas lecturas deben realizarse en forma rápida y en el momento justo en que la escala para su movimiento e inicia el regreso, lo que hemos llamado lectura al corte.

III.1h. FILTRADO Y REVOQUE:

Una de las características que interesan en el barro de perforación es la estabilidad de la suspensión de arcilla a presión, tiempo y temperatura, ya que al no tenerla, el lodo tiende a separarse por filtración, lo que representa o refleja el valor de aquellas propiedades que dicen relación con la distribución coloidal. La

filtración es un proceso que permite separar el agua de la suspensión y filtrarse dentro de una formación porosa, dejando que las partículas de arcilla formen una costra sobre esta formación. Esta costra o revoque puede llegar a impedir el paso de la columna de perforación. Mientras más estable sea la suspensión del barro, menos peligro de que se cierre el pozo por efecto del revoque.

La cualidad de alta resistencia a la filtración es deseable en la perforación de formaciones porosas.

La determinación se realiza en el laboratorio con la prensa-filtro, aplicando una presión de 100 psi, aproximadamente, durante 30 a 7.1/2 minutos, a una muestra colocada en un depósito especial, midiendo luego el espesor de la película que queda en el papel-filtro; el valor de este espesor se da en 32 avos de pulgada; el mismo representa el residuo dejado por el filtrado. Hay que hacer notar que cuando se trabaja con 7.1/2 minutos, los valores del filtrado deben doblarse; de esta forma se determina con exactitud la pérdida de agua. El control de estas propiedades evita que se produzcan problemas tales como: derrumbes por hinchamiento, estrechamientos por filtración y sellamiento de pozo cuando se saca la herramienta. (Ver figura Nº 7).

Por último, diremos que el revoque debe ajustarse a las características de ser suave, flexible, delgado y compacto. Una medida deseable de revoque es 2/32". La determinación del filtrado y revoque se realiza de la siguiente manera:

- 1.- Armense las partes, perfectamente secas y limpias, en el siguiente orden: tapa inferior, empaquetadura de goma, malla, papel filtro, empaquetadura de goma y caja. Asegure la caja a la tapa inferior.
- 2.- Llénese la caja con el tipo de muestra a ser analizado hasta 1/4" de su parte superior. Colóquese el conjunto en el soporte de la prensa filtro.
- 3.- Chequee la tapa superior para asegurarse que la empaquetadura de goma está bien colocada. Coloque la tapa sobre la caja y aprétela a la unidad mediante el tornillo en forma de T.
- 4.- Coloque un tubo graduado seco debajo del tubo de filtrado.
- 5.- Con el tornillo regulador T en su posición cerrado, ábrase la válvula hacia la caja; aplíquense 100 lbs/plg². de presión a la caja mediante un rápido desatornillado del tornillo regulador. El tiempo de la prueba debe comenzar ahora.

- 6.- Al final de los 30 minutos (tiempo de duración del ensayo), ciérrase la válvula de la caja rápidamente y ábrase la válvula de purga. Esto libera de presión el sistema. Vuelva el tornillo T de regulación a su posición abierta.
- 7.- Léase el volumen de filtrado recogido en la probeta graduada.
- 8.- Sáquese el papel filtro y mézase aproximadamente el espesor del revoque sobre éste.

III.1i. POTENCIAL DE HIDROGENO (pH):

Todos los compuestos son alcalinos, neutros o ácidos. Las suspensiones de arcilla y entre ellos especialmente la bestonita, tiene variados comportamientos según sea su grado de pH, o valor potencial de Hidrógeno, que se obtiene mediante el papel : "pHydrion" o por medio de peachímetro.

Pocas veces debe, en un barro, tenerse pH mayor que 10.5 y nunca menos que 7.0. El peachímetro da una lectura directa en la escala; el papel pH es de varios tipos, correspondiendo cada uno a una semi-escala que tiene un rango de no más de 4 o 5 valores de pH. La escala completa de pH va desde 0 a 14 y los valores entre cada número y el inmediatamente superior o inferior, existe una diferencia de alcalinidad 10 veces menor que el superior y 10 veces mayor que el inferior próximo.

La determinación del pH nos indica muchas veces la presencia de contaminantes como cemento, sal, etc., teniendo además una importante influencia en la viscosidad. La forma de determinación con el papel pH es muy simple y consiste sólo en formar una película en uno de los lados del papel y pasado un tiempo corto cambiará de coloración; ésta se compara con la coloración de la escala que corresponde al papel usado; se obtiene así el valor aproximado de pH. En cuanto al peachímetro, es de mayor exactitud y más fácil manejo; basta con introducir el electrodo en una muestra de barro y se lee directamente en la escala.

III.1j. LA ARENA Y LOS SOLIDOS:

Se llama arena a todo lo que no pasa por el tamiz 200 (mallas de 0.074 mm.). Son conocidos los problemas que ocasiona el lodo cuando su contenido de arena sobrepasa los límites aceptables, límite que está dado en 2% de arena; ellos en general son:

efecto abrasivo de las bombas, mangueras y conductos del fluido en las barras; presenta además el peligro de sedimentarse en el pozo, cuando se detienen las bombas.

La eliminación de arena se puede hacer por medio del desarenador o regulando las propiedades tixotrópicas. La decantación de arena se hará en los estanques y principalmente en el primero, a condicionado con un decantador de arena que se puede limpiar con la frecuencia que se estime necesario.

La determinación se logra en forma bastante sencilla y con un pequeño margen de error. Se usa para la misma una malla 200 ubicada en un cilindro que se ajusta a un embudo corriente; además se utiliza un embudo de decantación, graduado de 0 a 20% y aforado para un volumen dado de barro y otro de agua. (Ver figura N^o 8).

En general, los pasos a seguir para operar este dispositivo son los siguientes:

- 1.- Se llena el embudo de decantación hasta el nivel indicado (mud to here) con barro.
- 2.- Se completa con agua hasta el nivel fijado (water to here).
- 3.- Se agita vigorosamente.
- 4.- Se vacía en el tamiz 200 y se procede a lavar todo el barro para separarlo de la arena, tanto en el tamiz como en el embudo de decantación.
- 5.- Se vuelve la arena al embudo de decantación por medio del embudo corriente, usando agua para lavar bien el tamiz y de esta manera pasar toda la arena al embudo de decantación.
- 6.- Se deja decantar por un tiempo prudencial, unos dos o tres minutos y luego se lee en la escala del embudo el valor directo en porcentaje.

El destilador Fann permite la determinación de las proporciones de sólidos y líquidos que contiene el barro; estos valores ayudarán en gran medida al resto de las propiedades, permitiéndonos incluso evaluarlas y mejorarlas.

La fracción líquida en lodos emulsionados, corresponderá a una parte diesel o Petróleo y otra agua. La lectura se obtiene directamente en centímetros cúbicos, correspondiendo 20 cc. al 100%. Se determina el sólido por diferencia entre el líquido obtenido en cc. y el volumen límite de 20 cc..

El destilador Fann comprende dos partes, una que produce la evaporación y otra la condensación. La primera se logra por

una cámara de calentamiento, cuya parte inferior va en contacto con la retorta y la superior al elemento calefactor, contando con un tubo de salida de vapor. La segunda, es decir, la condensación, se realiza en una cámara de enfriamiento a cuya salida se ubica la probeta receptora del líquido. La operación se realiza, más o menos, con los siguientes pasos:

- 1.- La retorta se completa con barro y se enraza.
- 2.- Se atornilla a la cámara de calentamiento en cuya parte superior se ajusta a manera de tapa el calefactor que permitirá la evaporación.
- 3.- La cámara de evaporación se ajusta mediante el tubo de salida a la de condensación.
- 4.- El tiempo de prueba es de aproximadamente 30 minutos.
- 5.- Obtendrá directamente el líquido y por diferencia entre el 100% y el porcentaje de líquido, obtendrá el sólido.

III.1k. SALINIDAD:

Siempre que se perfora se encuentra sal en la subsuperficie. Los flujos de agua en los lechos profundos y de media profundidad casi siempre son salobres. Los cloruros de sal afectan a las suspensiones de arcilla y, en general, a las propiedades del barro; entonces es necesario conocer el grado de salinidad que éste tiene.

Para la determinación de la salinidad, debemos contar en el laboratorio con los siguientes reactivos y materiales:

Reactivos:

Solución de Nitrato de Plata 0.03 Normal (Ag_2NO_3 0.03N).
Cromato de Potasio (indicador).

Materiales:

1 pipeta de 1.00 cc.
1 pipeta de 10.00 cc.
1 vaso de precipitado (ppdo.) 100-150 cc.

Procedimiento:

Se toma 1 cc. de muestra del filtrado y se vacía en el vaso de ppdo.; se agregan 3 o 4 gotas de indicador: la solución toma un color amarillo. Se agrega el Ag_2NO_3 0.03N, gota a gota, con la pipeta de 10 cc. hasta que se produzca el viraje del color amarillo al rojo.

Se lee el volumen gastado de Ag_2NO_3 . Para obtener el valor en partes por millón (p.p.m.), hacemos:

$$\text{p.p.m. de Cl} = \frac{\text{cc. de AgNO}_3 \text{ gastados}}{\text{cc. de muestra}} \times 1000$$

$$\text{p.p.m. de Na Cl} = \text{p.p.m. de Cl}^- \times 1,648$$

por lo tanto, el volumen leído como gasto en cc. de AgNO₃ multiplicado por 1,650 (valor aproximado: 1,648) nos da la salinidad en partes por millón.

III.1m. ALCALINIDAD:

La basicidad y acidez se manifiestan, como hemos visto, por el valor del pH, siendo importante conocer cuáles son los iones y en cuánto ellos contribuyen a darlo. Los iones hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos, influyen en el pH y de acuerdo a la fase fluida en uso, ellos afectan en mayor o menor grado a las propiedades del barro por lo que es de sumo interés su determinación.

Para la determinación debe contarse con:

Reactivos:

Acido Sulfúrico 1.50 Normal (H₂SO₄ N/50).

Fenofaleína (indicador).

Materiales:

1 pipeta de 1.00 cc.

1 pipeta de 10.00 cc.

1 vaso de ppdo. de 100-150 cc.

Procedimiento:

Se coloca 1 cc. de muestra (filtrado) en el vaso de ppdo.; se agrega 3 o 4 gotas de fenofaleína, con lo que aparece un color rosado; se agita levemente la solución, se titula con H₂SO₄ N/50, agregándolo gota a gota con la pipeta de 10 cc. hasta que vire la solución de rosado a incoloro. La lectura del volumen de H₂SO₄ gastado nos da directamente la alcalinidad.

Existen otras determinaciones que no se tratan en estos apuntes por no ser de uso tan común, se encuentran en los textos mencionados en la bibliografía.

Notas:

- 1.- Siempre que titule, hágalo agitando la solución que esté titulando.
- 2.- Recuerde que una gota de pipeta equivale a 0.05 cc.

III.1n.: TEMPERATURA:

La influencia de la temperatura por profundidad y roce, de uno u otro modo afecta al barro de perforación, especialmente en la viscosidad de la fase acuosa y en la velocidad de reacción química y, por ende, entonces, en la pérdida de agua, viscosidad, etc..

Su determinación se hace con un termómetro graduado en grados Fahrenheit, que se introduce a la salida del barro del espacio anular en la zaranda.

No debe olvidarse que esta medida es en superficie y aumenta hacia el interior del pozo.

III.1ñ. ACTIVIDAD:

Este punto dice relación con la capacidad de intercambio de iones que tienen las arcillas activas presentes en los barros de perforación. El destilador Fann permite determinar el monto real de los sólidos. Para lodos pesados se obtienen juntos los sólidos de baja gravedad específica, así como también aquellos de alta gravedad.

Como los sólidos de baja gravedad se obtienen juntos, tanto los activos como aquellos que no lo son, para lograr la separación utilizamos el método del azul de metileno, ensayo que nos permite determinar la cantidad de arcillas activas en libras.

Mencionaremos, solamente el procedimiento a grandes rasgos. Para profundizar aún más en esta materia, recomendamos recurrir a los libros mencionados. Modo de operar:

- 1.- Se agrega 1 cc. de lodo a 10 cc. de agua destilada en un vaso de ppdo.
- 2.- Se añaden 15 cc. de H_2O_2 (agua oxigenada) y 0.5 cc. de H_2SO_4 5N.
- 3.- Se deja hervir suavemente por 10 minutos.
- 4.- Se titula con azul de metileno (3.74 grs/lt.), agregando 0.5 cc. cada vez y agitando por espacio de 30 segundos después de agregado.
- 5.- Se saca con una varilla de vidrio una gota de solución y se deposita en un papel filtro.
- 6.- El ensayo termina cuando aparece un halo verde agua, que permanece constante en una nueva gota que se saque después de haber permanecido dos minutos en reposo.
- 7.- Por último, el valor se obtiene de acuerdo a la fórmula:

$$\text{Bentonita en lbs/gal} = \frac{\text{cc. de azul de metileno}}{\text{cc. de muestreo}} \times 0,12$$

El uso de H_2SO_4 5N, tiene como objeto decolorar la muestra y el H_2O_2 se utiliza para impedir que estén influyendo en el ensayo otros cuerpos de carácter orgánico, CMC, lignosulfonatos, etc.

III.2. EL INFORME:

Aun cuando el encargado realiza en el día varios análisis, sólo uno de ellos se pasa a una planilla de informe del día (ver página 19), que luego el Tool-Pusher entrega a una central. En ella los Jefes de cada Sección retiran los datos que le interesan, de modo que siempre tienen información de las últimas veinticuatro horas; además, este informe permite pedir al barrero en terreno, que cambie alguna de las propiedades, o variar en algún caso, el programa que se había entregado con anterioridad. El barrero suele, eso sí en forma interna, es decir directamente con el Jefe de Sección, pasar otros informes durante el día, informes que le permiten a éste estar al tanto de todo aquello que sucede en los equipos, en cuanto a barro se refiere, cosa que en muchos casos ha permitido obviar futuros problemas.

IV. EL PROGRAMA, LAS RECETAS Y TIPOS DE BARROS MAS USADOS:

Los programas más usados son elaborados normalmente por el encargado de barros cuando se trata de zonas conocidas y de acuerdo a pozos ya existentes; en caso de zonas desconocidas se entregan programas y el procedimiento lo resuelve el barrero de equipo según se vislumbren o presenten las necesidades y/o problemas de propiedades del barro.

IV.1. BARRO UTILIZADO EN LA SUPERFICIE:

La formación superior está compuesta de grava (rodados), cuya dimensión es variable. El levantar este material no es sólo función de la velocidad de retorno sino, de un barro de gran viscosidad. El valor de ella es variable, según la zona de que se trate.

Las reglas a mantener son:

- 1.- El valor de la viscosidad debe ser aquel que permita luego de cada conexión sentar el buje del Kelly en el cuadrado de la mesa.
- 2.- Si no se logra hacerlo, subir viscosidad con agregado de cemento,

tratando de observar la próxima conexión. Repetir esta operación hasta lograr el punto (1) uno.

- 3.- El volumen de los estanques deberá mantenerse con agregado de agua mientras por la tolva se coloca bentonita en razón de 1 saco, por cada 640 lts..
- 4.- La viscosidad encontrada para perforar sin problemas será aquella que no permita saltar a la herramienta en la zona de grava, reduciéndola un poco en la zona de arcillas.
- 5.- En la última barra a perforar, subir viscosidad sobre 100 segundos, para asegurar una mejor limpieza.
- 6.- Si el viaje corto se ha hecho sin problema, mantener la última viscosidad (100 seg.). Si ha habido algún puente, subirla.

TABLA I: (xxx)

AxB \ EPM	40	50	55	60	65	70	75	80
5 x 8	86	107	117	128	139	150	161	172
5 x 10	107	134	147	161	173	187	200	214
7.1/4 x 12	292	364	400	436	472	508	544	582
4 x 8	58	72	80	87	94	101	108	116
4 x 10	72	90	99	108	117	126	136	144
6 x 12	195	243	267	291	316	340	364	388
6.1/2 x 12	230	288	317	345	373	403	431	460

(.)

(xxx): Galones por minuto en la salida de las bombas.

(.) : Para averiguar la descarga de los diferentes tipos de bombas, procédase de la siguiente manera:

- 1.- Verifique el diámetro y la carrera del pistón. Ubique estos datos en la columna AxB.
- 2.- Verifique las emboladas a que está trabajando la bomba en la fila EPM.
- 3.- En la intersección de la columna y la fila, encontrará la salida en galones por minuto.



A N E X O

La figura N° 3 explica el principio de funcionamiento de las bombas de doble efecto que se emplean generalmente en las instalaciones de perforación para la inyección del lodo. El esquema representa una de las mitades de la bomba accionada por una de las bielas. En efecto, existe otra mitad idéntica, accionada por la otra biela. En el esquema se puede apreciar el cuerpo de la bomba, la camisa, el pistón, el eje del pistón, la prensa estopa del eje y las 4 válvulas (2 de impulsión y 2 de aspiración). Para mayor claridad del dibujo, se han colocado las válvulas de aspiración por debajo del pistón; en la realidad, al igual que las otras, se hallan por encima; se han numerado las 4 válvulas asignando los números 1 y 2 a la impulsión y los 3 y 4 a la aspiración. Una válvula comprende un resorte, el asiento y el cuerpo de la válvula.

El funcionamiento de la mitad de la bomba considerada tiene lugar en dos tiempos o movimientos del pistón. Durante el primer tiempo: el pistón, supuesto primitivamente al final de la carrera, hacia la izquierda, avanza en el sentido de la flecha (hacia la derecha). El lado que se encuentra en el cilindro en B es por lo tanto, impulsado hacia adelante del pistón y, alzando la válvula de impulsión 1, cuyo resorte se comprime, sale finalmente por el conducto de impulsión. La presión creada hacia adelante del pistón hace que la válvula de aspiración se aplique fuertemente contra su asiento, lo que impide que el lodo vuelva a la aspiración a través de este camino. Al avanzar el pistón crea detrás de él un vacío en A, que aspira el lodo del conducto de aspiración, tras haber alcanzado la válvula de aspiración 4. Por lo tanto, todo el cuerpo de la bomba, situado detrás del pistón se llena con el lodo procedente de la aspiración. La válvula 2 queda comprimida contra su asiento por la presión del lodo de la zona de impulsión.

Durante el segundo tiempo: el pistón vuelve hacia atrás. El lodo que se encuentra en el cilindro en A, es impulsado y, levantando la válvula de impulsión 2, sale finalmente por el conducto de impulsión. La presión del lodo en la zona de impulsión hace que la válvula de aspiración 1 se aplique fuertemente contra su asiento. Así, durante una ida y vuelta del pistón, es decir, durante el tiempo en que el eje cigueñal de baja velocidad da una vuelta, cada una de las mitades de la bomba impulsa dos veces el volumen de la camisa correspondiente a la carrera del pistón.

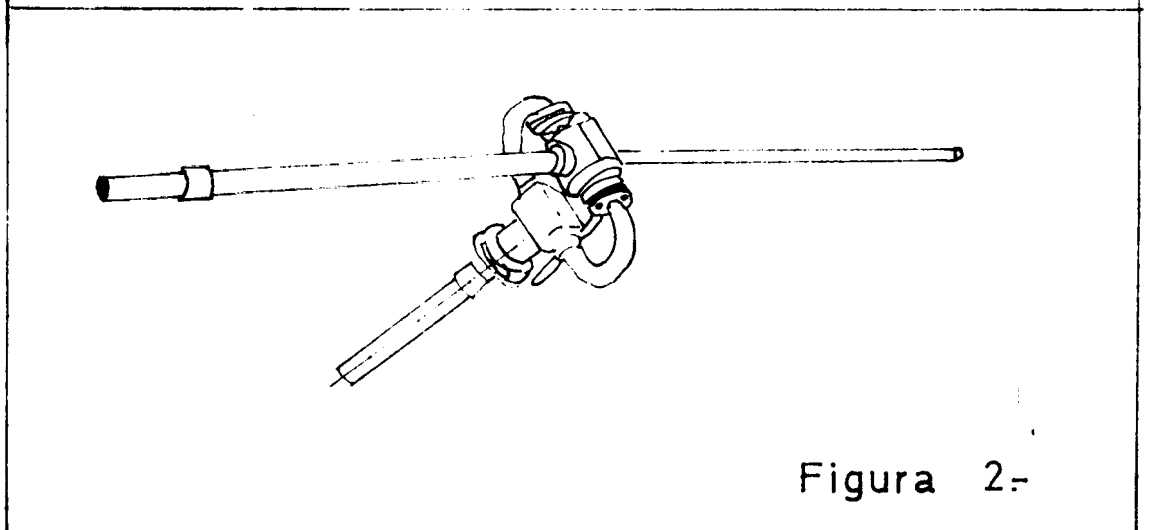
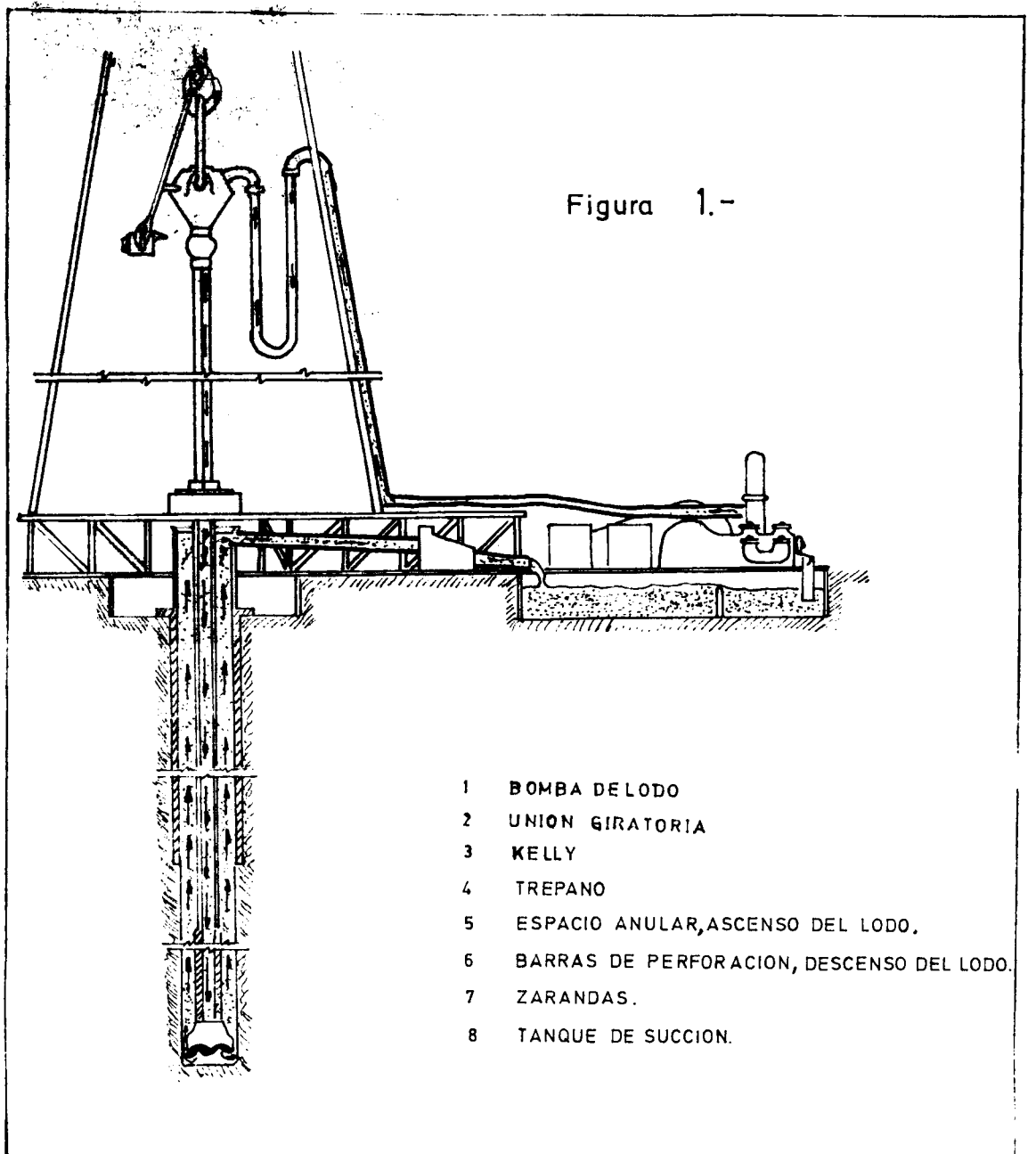


Figura 3

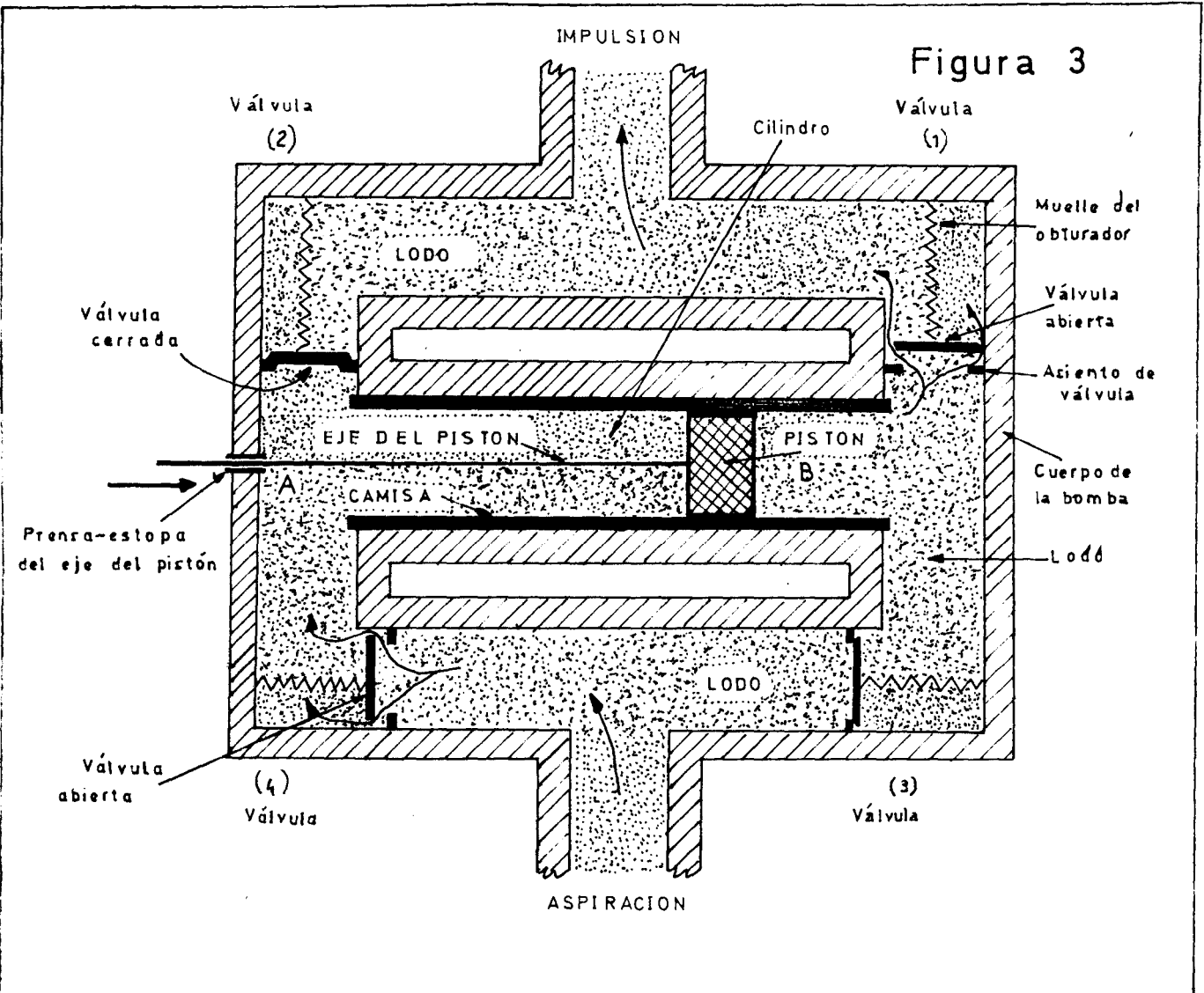
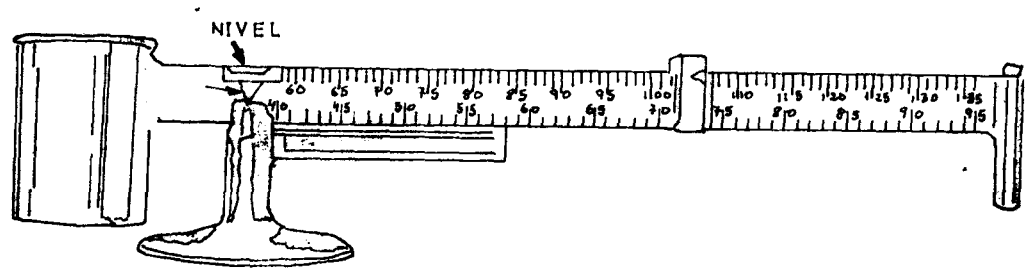


Figura 4



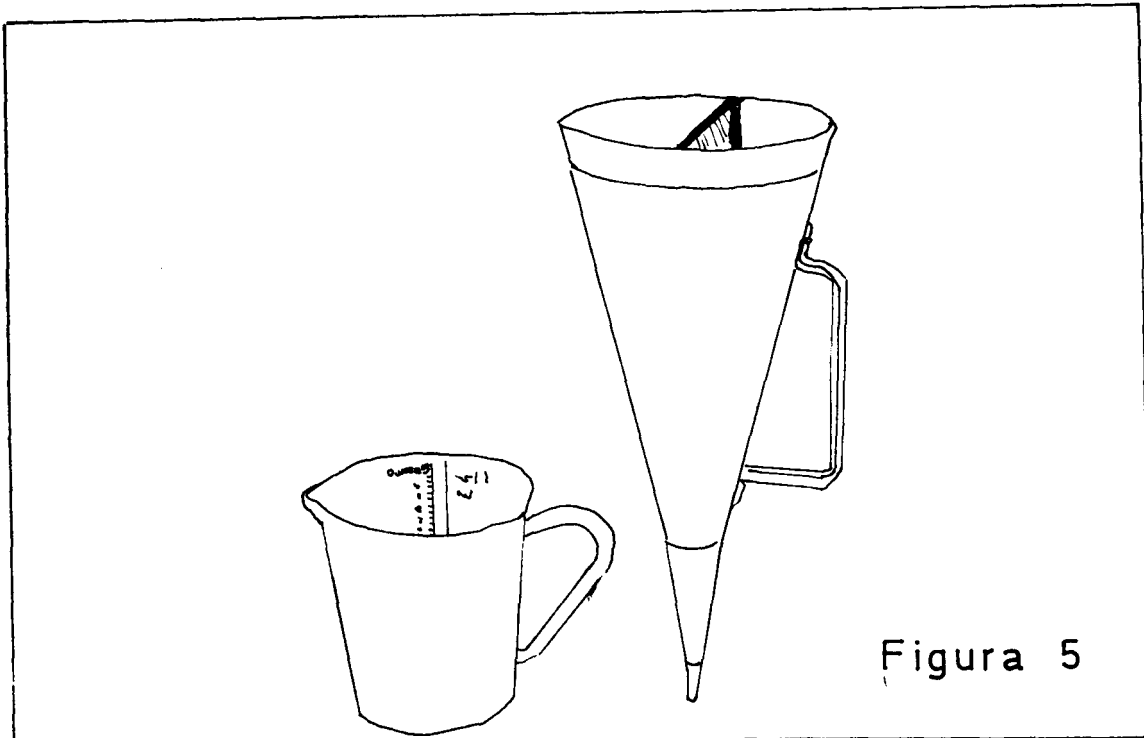


Figura 5

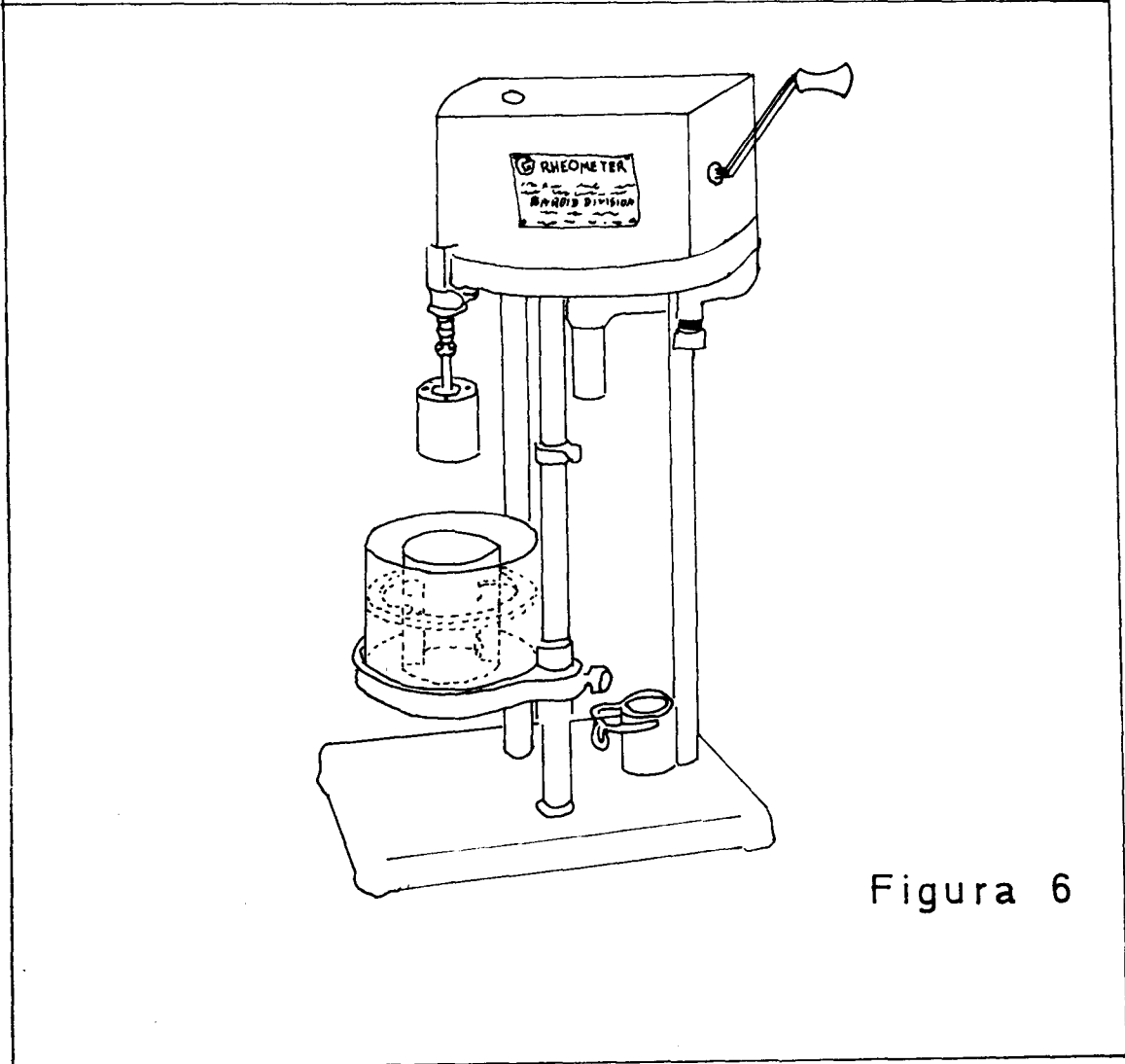


Figura 6



Figura 8

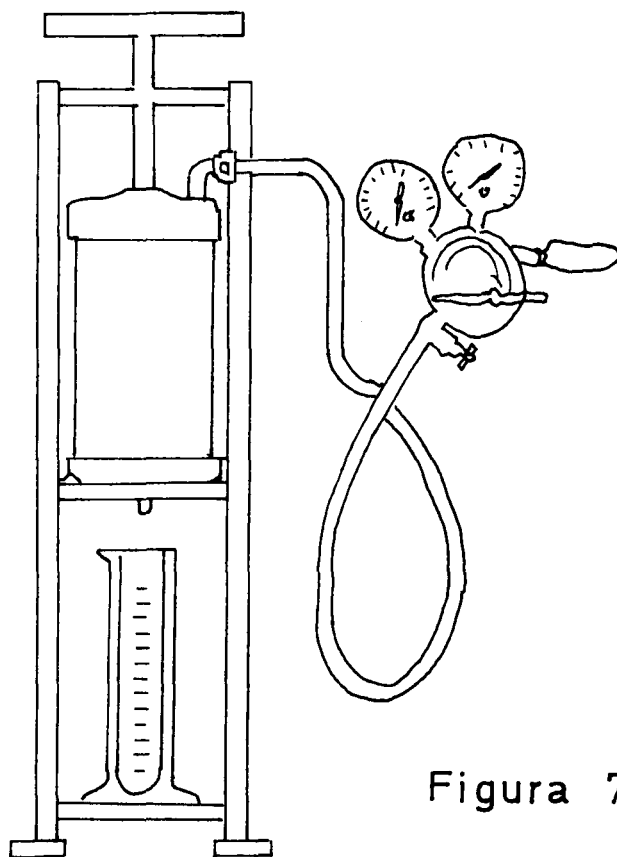


Figura 7

DIAMETRO (plg)
BARRAS

7

6 $\frac{3}{4}$

6 $\frac{5}{8}$

6 $\frac{1}{2}$

6 $\frac{1}{4}$

6

5 $\frac{3}{4}$

5 $\frac{1}{2}$

5 $\frac{1}{4}$

5

4 $\frac{3}{4}$

4 $\frac{1}{2}$

4 $\frac{1}{8}$

4

3 $\frac{3}{4}$

3 $\frac{1}{2}$

2 $\frac{7}{8}$

840

798

756

714

672

630

588

546

504

462

420

378

336

294

252

220

168

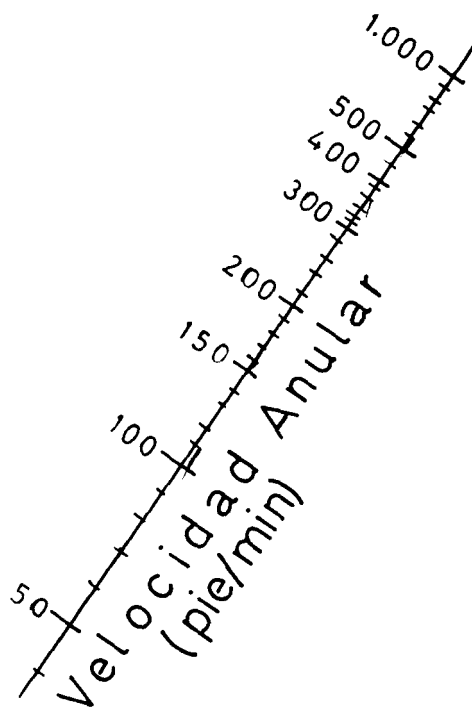
126

84

42

0

SALIDA BOMBA (gal/min)



$D_p - D_b^2$

0

50

100

150

DIAMETRO DEL POZO (plg)

5 $\frac{5}{8}$

6

6 $\frac{1}{4}$

7 $\frac{7}{8}$

8 $\frac{1}{2}$

8 $\frac{3}{4}$

9 $\frac{3}{8}$

11

12 $\frac{1}{2}$

4 $\frac{1}{2}$

5 $\frac{7}{8}$

6 $\frac{1}{8}$

6 $\frac{3}{4}$

8 $\frac{1}{8}$

8 $\frac{5}{8}$

9

10 $\frac{5}{8}$

12 $\frac{1}{2}$