

PERFORACION DE POZOS DE PETROLEO

La perforación: Después de que los geólogos y geofísicos han encontrado una estructura favorable para la formación de un yacimiento petrolífero y/o gasífero, terminan las operaciones propiamente dichas de exploración y se inician las de explotación del posible campo petrolero. Esta etapa comprende la perforación uno o más pozos en un sitio previamente señalado por aquéllos.

La perforación se lleva a cabo mediante brocas de acero de diseños muy variados; una de estas brocas es enroscada en el extremo inferior de una columna rígida de tubos de acero, denominada comúnmente tuberías de perforación y cuya longitud se aumenta añadiendo nuevos tubos al extremo superior, uno cada vez, a medida que se profundiza el pozo por acción de la broca giratoria. La rotación se le suministra a la tubería en la parte superior por medio de la llamada mesa rotatoria y al girar la tubería gira lógicamente la broca que está en el extremo inferior, abriéndose paso de esta manera a través de las formaciones encontradas.

La perforación de un pozo de petróleo es una tarea ardua y difícil ya que en ella se conjugan armónicamente el conocimiento técnico, la fuerza física y la habilidad del personal encargado de ella. Cada operación o actividad está debidamente coordinada con el objeto de lograr la mayor eficacia, rapidez y seguridad en dicho trabajo.

Una de las operaciones más delicadas es sacar la tubería para cambiar la broca gastada que se encuentra a miles de pies por debajo de la superficie terrestre.

La figura # 6 muestra el momento de enroscar o agregar un nuevo tubo para continuar la perforación, la cual es otra de las operaciones importantes durante la perforación de pozos de petróleo.

La perforación de un pozo se puede demorar desde algunos días hasta varios meses dependiendo de muchos factores inherentes a la operación en sí, pero sobre todo de la profundidad deseada y de los problemas que suelen presentarse y que veremos más adelante.

El equipo de perforación:

El equipo que se utiliza para bajar y sacar la tubería al igual que para perforar el pozo, es de una resistencia y calidad especial, pues debe soportar cargas estáticas y dinámicas de hasta 500 toneladas y a veces más.

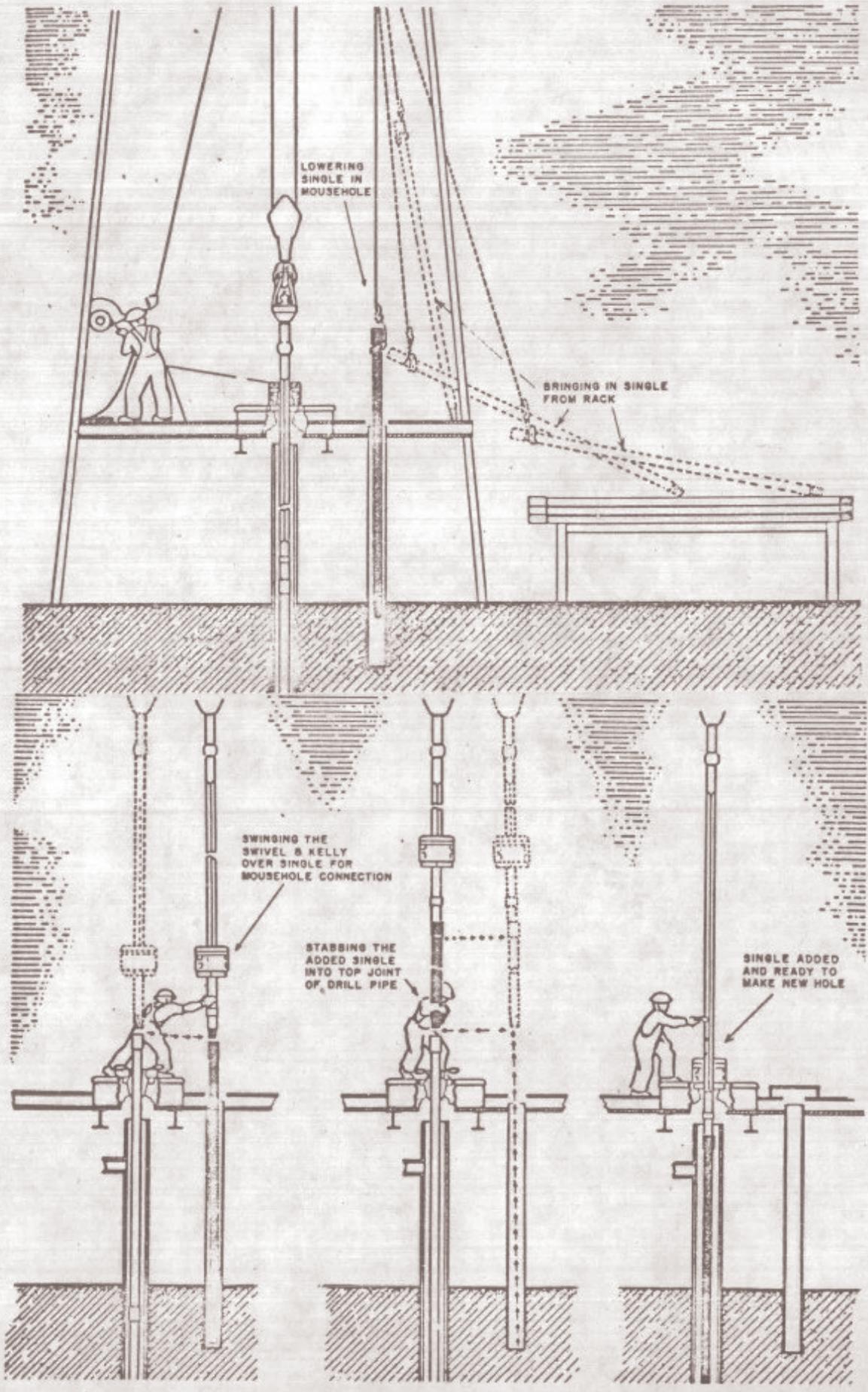


Figura 6

Las partes principales de este equipo son las siguientes: la torre de perforación (estructura metálica de altura variable según la profundidad hasta donde se desea llegar, las más altas miden hasta 140 pies) el malacate, las poleas y el cable de acero, los motores, la mesa rotatoria (que hace girar la tubería), la kelly (un tubo de sección cuadrada o hexagonal), la tubería de perforación, (compuesta por tubos individuales de rosca por ambos extremos y de longitud aproximada de 30 pies), los collares de perforación, (que son unos tubos más gruesos y por ende más pesados que el resto de la tubería, cuyo objetivo primordial es mantener la sarta de perforación recta y por último la broca, cuyo objetivo, como ya se ha dicho, es hacer el hueco).

En la figura # 7 se puede apreciar un moderno equipo de perforación o "cabria", con sus principales componentes.

La Broca: La broca es una de las partes de mayor importancia en la perforación de pozos petroleros; cualquiera que sean las características y potencia del equipo que se utilice en superficie, siempre habrá en el extremo inferior de la tubería, a miles de pies de profundidad, una broca que cuando penetra en la formación, mediante su movimiento giratorio, deja a su paso un hueco circular de diámetro variable; esta operación se continúa hasta encontrar la zona productora indicada por los geólogos.

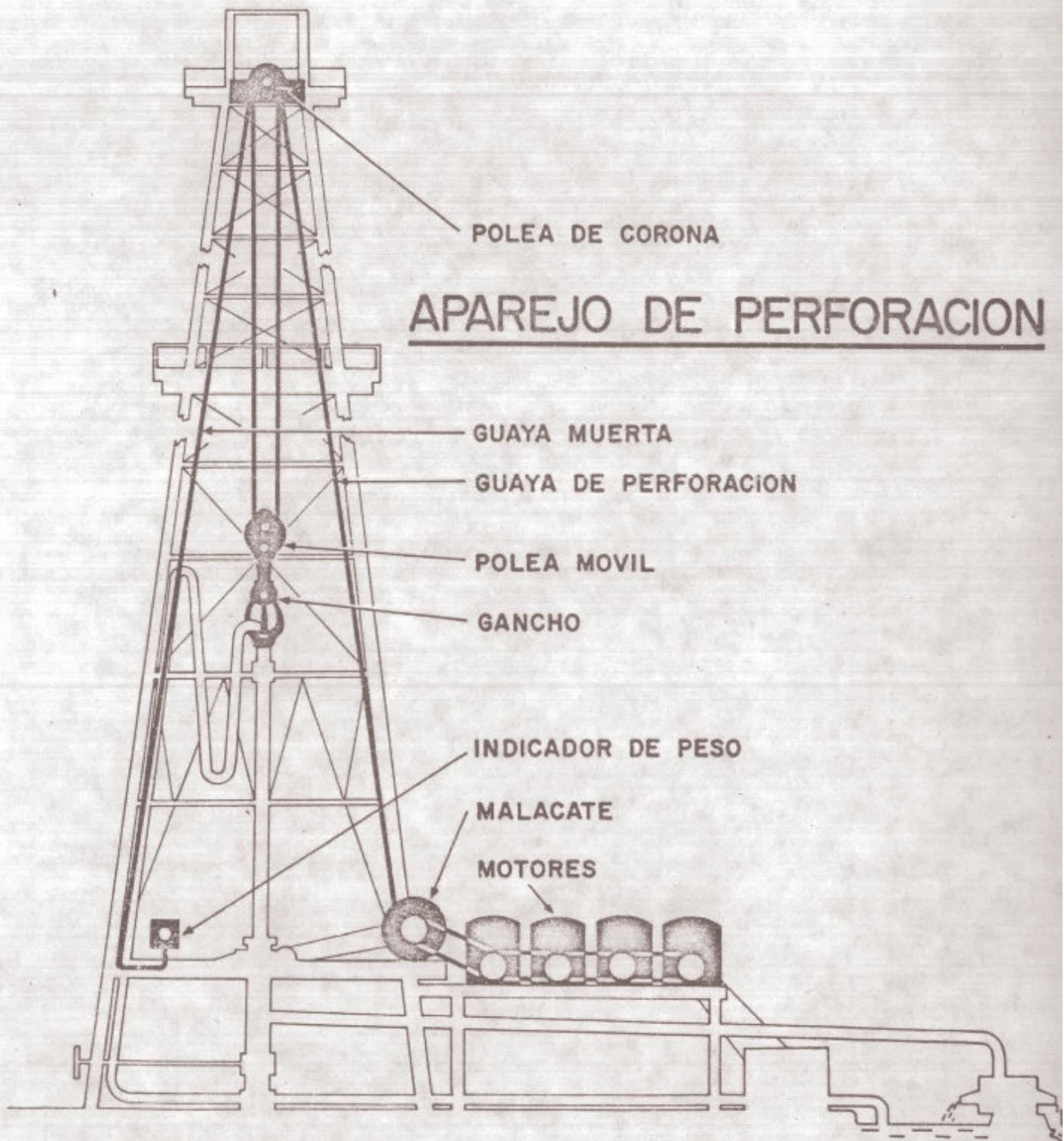
El tipo de broca empleado en la perforación depende de las condiciones geológicas donde se perfora. Los tipos más usados son los siguientes ver figura # 8, brocas de cuchillas o de arrastre, que al rotar rebanan y desprenden la formación de un modo semejante al barbiquí de un carpintero.

Brocas de rodillos o de conos, ambos tipos llevan fresas cónicas que ruedan sobre cojinetes; al rodar, arrancan, pican o desmenuzan la formación contra la cual están en contacto.

La broca de diamantes, llamada así porque lleva unos diamantes industriales incrustados en una matriz circular de acero que en movimiento rotatorio muele la formación. El centro de la broca de diamantes es hueco y la formación perforada pasa por ese hueco a un cilindro especial sacanúcleos colocado justamente encima de la broca. Cuando se llena, se saca el cilindro y se le retira el núcleo o corazón.

En los primeros años de la industria sólo se disponía de dos tipos de brocas: la de arrastre o cola de pescado y la de discos que consiste de dos o más discos afilados montados de tal forma que rotan en un eje.

Ambos tipos de brocas ofrecían dificultades al encontrar formaciones duras: se gastaban rápidamente debido más que todo a la falta de una



APAREJO DE PERFORACION

Figura - 7

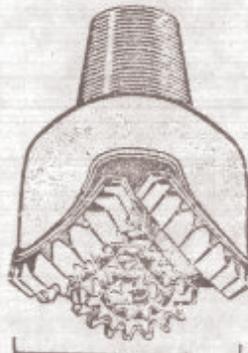
BARRENAS DE PERFORACION

I) PERFORACION CORRIENTE

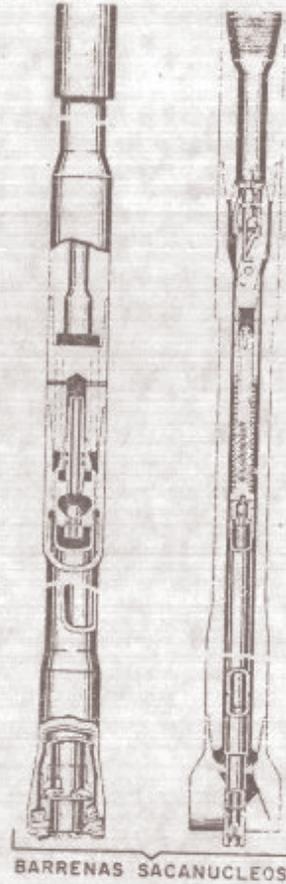
BARRENA
"COLA DE PESCADO"



BARRENA DE FRESA



CONOS GIRATORIOS
DE LA BARRENA



BARRENAS SACANUCLEOS

II) TURBO-PERFORACION

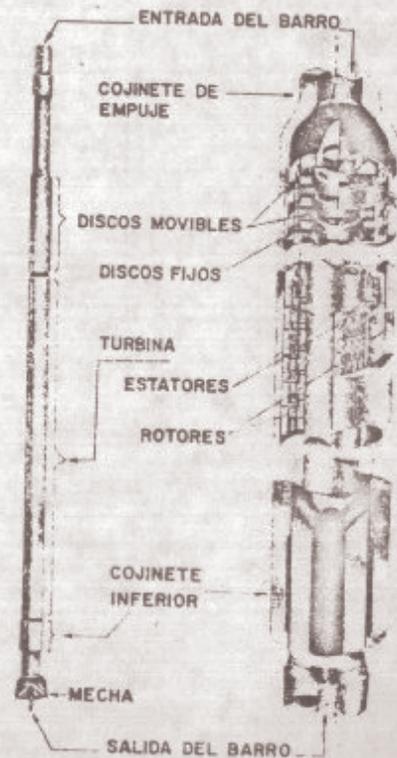
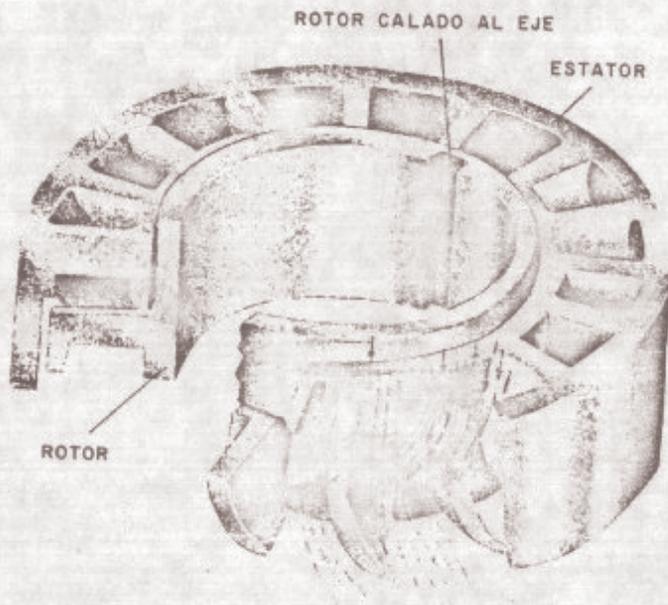


Figura - 8.

eficiente lubricación lo que a su vez era causa de un alto grado de fricción entre broca y formación.

Pero en 1909 el abogado e ingeniero de minas norteamericano Howard Hughes, sustituyó la broca cola de pescado por otra de su propia invención provista de conos rotatorios en un pozo que se perforaba en Goose Creek, Texas; fue este el nacimiento de la broca rotatoria o broca de fresas que de manera tan decisiva influyó en la técnica de perforación rotatoria.

Todos los tipos de brocas de conos o fresas que se utilizan en la actualidad, se pueden dividir en dos grandes clasificaciones: las que se emplean en formaciones blandas y las destinadas a formaciones duras. La diferencia entre ellas se nota a simple vista, pues sólo basta observar los dientes y la manera como están dispuestos: mientras más sean los dientes menor será su consistencia, pero mayor su rendimiento en la perforación de formaciones blandas, y por el contrario mientras más pequeños sean los dientes, mayor será su consistencia y mayor en la perforación de formaciones duras.

La Turbo-Perforación:

La turbo-perforación, es una extensión o variedad del método rotatorio, consiste en esencia de una turbina accionada por el lodo, con una cubierta cilíndrica que va enroscada en el extremo inferior de la tubería de perforación, justamente encima de la broca. El lodo fluye entre las paletas de la turbina haciendo girar un eje sobre el cual va la broca enroscada. De esta manera, el impulso rotatorio se comunica a la broca sin necesidad de hacer girar la tubería de perforación.

La cantidad de energía que hace girar la broca depende fundamentalmente del volumen y presión del lodo y la lubricación de la turbina la realiza este mismo lodo. La turboperforación consiste de cuatro componentes básicos: cojinetes de empuje, turbina, cojinete inferior y la broca.

La idea de perforar con turbina data de 1873, cuando se patentó en los EE.UU. una turbina hidráulica de acción sencilla para perforar pozos artesianos, alcanzando sólo un éxito relativo. Más tarde en 1926 una turbina de acción múltiple fue construída por la Standard Oil de California pero tampoco tuvo ningún éxito.

Durante los últimos años la turbo-perforación ha tenido un gran uso en Rusia, en donde según estadísticas, más del 90% de los pozos perforados de 1950 para acá se han perforado por el método de turbina.

Otros países donde también ha tenido éxito relativo la turbo-perforación son: Francia, Holanda, Inglaterra, Alemania y últimamente en los Estados Unidos. Las mayores dificultades de este sistema radica en el desgaste rápido de los cojinetes por falta de una adecuada lubricación; sin embargo es bueno anotar que una compañía francesa de petróleos ha desarrollado un aparato parecido al que usan los rusos, pero que emplea cojinetes de caucho, el cual hasta el momento ha sido probado con mucho éxito en Holanda y otras partes.

Las ventajas más importantes de la turbo-perforación sobre la perforación corriente, las podemos sintetizar en la siguiente forma:

- a) menor costo de perforación, debido al menor desgaste del equipo de perforación, particularmente de la tubería de perforación.
- b) gran ahorro de energía, pues en el equipo corriente, solamente una parte de energía que proporciona la mesa rotatoria llega a la broca, debido más que todo al rozamiento de la tubería con las formaciones, sobre todo en pozos profundos.
- c) penetración más rápida, debido al aumento de la velocidad rotatoria y a la abundancia de energía disponible en la broca.

El Equipo de Seguridad:

Un aspecto muy importante de la perforación de pozos de petróleo es el equipo de seguridad, el cual está formado por los impide-reventones que se instalan en la boca del pozo. Son unas grandes válvulas de seguridad diseñadas para prevenir que los gases o el petróleo mismo a grandes presiones que puedan encontrarse durante la perforación fuercen al lodo hacia afuera del pozo y causen los llamados reventones e incendios que pueden acabar con el pozo y el equipo, o por lo menos dejarlo muy deteriorado.

La Potencia del Equipo:

durante la perforación se requiere fuerza para accionar el malacate, las bombas de lodo y el sistema rotatorio, a igual que para otras necesidades adicionales tales como aire comprimido, electricidad, agua, etc. La potencia necesaria puede variar de 200 HP en un equipo pequeño, hasta 2000 HP en un equipo grande de perforación para pozos profundos.

Los motores para suministrar la energía del equipo en la actualidad son principalmente diesel, diesel-eléctrico; las máquinas de vapor y de gas también se han empleado mucho y aun se usan en algunas partes.

Los motores eléctricos han terminado por imponerse en las operacio-

nes de perforación por su mayor flexibilidad y facilidad de transporte de un lugar a otro.

El Lodo de Perforación:

A medida que se avanza en la perforación de un pozo petrolífero es necesario retirar del fondo los pedazos de rocas cortados por la broca, llamados comunmente "cortes". Este trabajo lo realiza el lodo de perforación, el cual se inyecta por el interior de la tubería de perforación desde superficie por medio de poderosas bombas y por la presión a la cual se somete, sale por unos huecos laterales que tiene la broca, (llamados boquillas) y regresa a la superficie por el espacio anular que queda entre la tubería de perforación y las paredes del pozo. La figura # 9 se da el esquema general de circulación del lodo o barro de perforación.

Composición del Lodo:

El lodo es una mezcla de sustancias químicas en proporciones adecuadas y de cuya preparación y mantenimiento depende en gran parte el éxito, rapidez y seguridad del pozo que se perfora.

El lodo se compone de tres partes:

- a) La base líquida que puede ser agua, emulsión aceite-agua o agua en aceite, y aceite solo.
- b) La parte gelatinizante, o sea la parte reactiva o coloidal, arcillas y reactivos químicos.
- c) La parte inerte que consiste en la arena, "cortes" y otros materiales sólidos para darle peso, tales como la barita, galena, etc.

La cantidad de cada una de estas partes está en función del tipo de lodo de perforación que se desea preparar, el cual a su vez depende del tipo de formaciones geológicas que se están atravesando en el momento de la perforación.

Funciones del Lodo:

El lodo de perforación cumple varias e importantes funciones dentro del hoyo que se perfora; sin embargo hay que distinguir entre funciones primarias y secundarias.

Entre las primarias están: mantener el hoyo limpio retirando las partículas que va coartando la broca o "cortes" y llevándolas a superficie mediante circulación a través del espacio anular; mantener en suspensión estos mismos "cortes" durante los períodos de no circulación. Propiedad ésta de por sí muy importante, pues, si por cualquier circunstancia hay que parar la perforación, se evita la precipitación de

SISTEMA DE LIQUIDOS DE PERFORACION

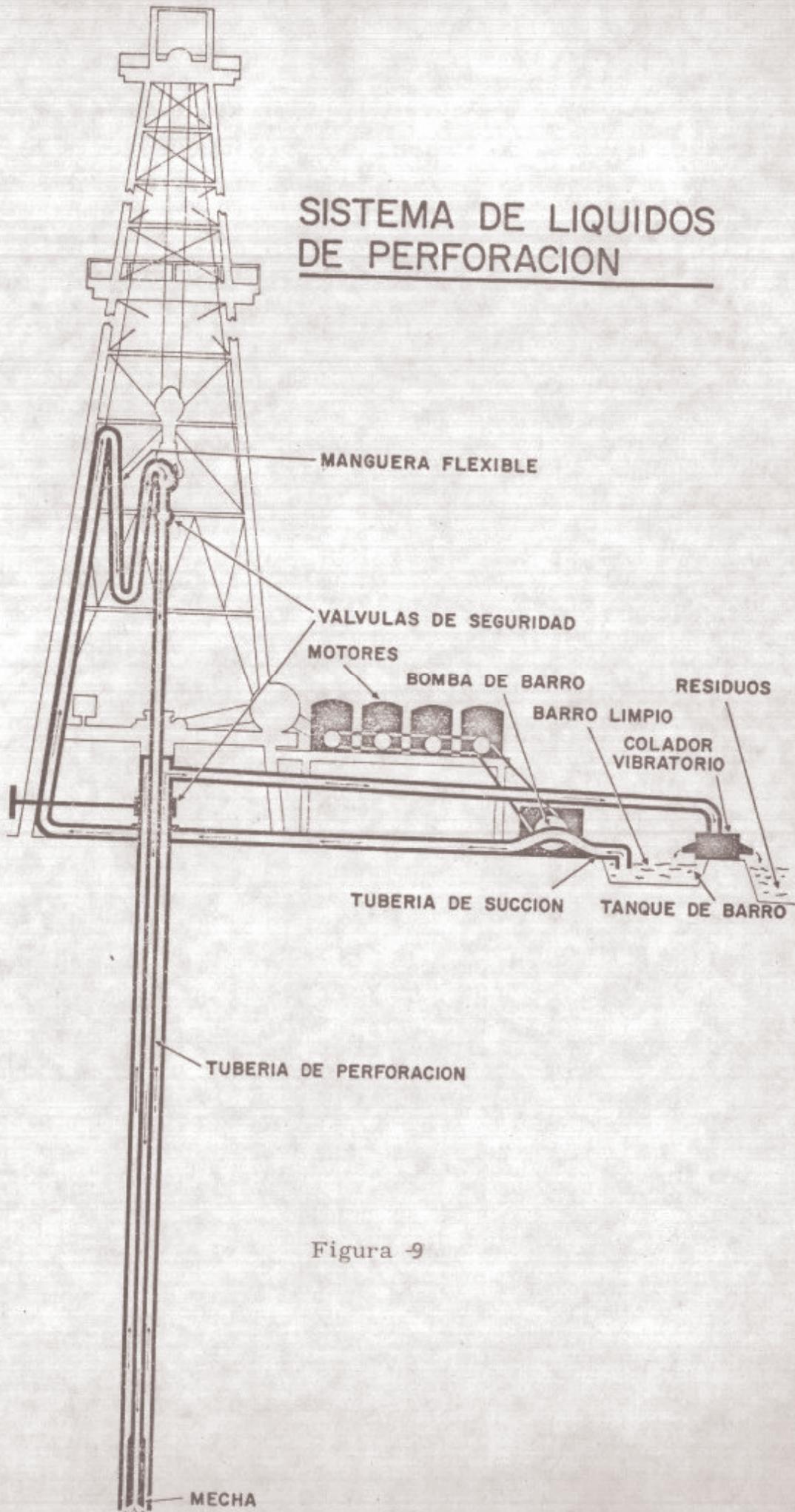


Figura -9

ese material al fondo del pozo y con ella el atascamiento o "pega" de la broca en el fondo del mismo. Enfriar y lubricar la broca y la tubería, ya que a medida que se perfora o profundiza en el pozo hay un aumento natural de la temperatura y además por el rozamiento de la broca y la tubería con las formaciones se genera un calentamiento en aquellas, que de no existir el lodo rápidamente se desgastarían. Evitar que las paredes del pozo se derrumben obstruyendo o "pegando" la tubería y la broca, el lodo de perforación origina una costra o "pafete" impermeable en las paredes del pozo que previene esos derrumbes.

Entre las funciones secundarias podemos citar las siguientes: permite hacer registros electrográficos (registros eléctricos) de las formaciones perforadas, los cuales se realizan haciendo bajar una sonda eléctrica dentro del lodo a todo lo largo del pozo o de la sección que se desea estudiar; estos registros permiten identificar los estratos petrolíferos y aún conocer la cantidad de petróleo almacenado en ellos. Además el lodo permite expulsar a la superficie el gas que se puede hallar durante la perforación, lubricar las paredes del pozo, impedir la contaminación de las formaciones productoras, no permitiendo la entrada al pozo de fluidos formacionales contaminantes como gas y agua salada.

Características o Propiedades del Lodo:

El lodo para cumplir las funciones anteriormente nombradas deben poseer ciertas características o propiedades entre las cuales las principales son las siguientes:

- a) densidad o peso: el lodo lleva a la superficie los "cortes" y contrarresta las altas presiones que pueden encontrarse en las formaciones, cuando su densidad o "peso" ha sido previamente adecuada para que cumpla tal función. La medición de esta propiedad se hace con la llamada "balanza de lodo". Por lo general su valor varía entre 10 y 13 lb/galón.
- b) viscosidad: los cortes hechos por la broca al perforar las formaciones pueden circular y mantenerse en la corriente del lodo hasta llegar a la superficie en virtud de la viscosidad del lodo. Esta propiedad se mide en el campo por medio del llamado "embudo Marsh" y en los laboratorios casi siempre con el viscosímetro Stormer y preferencialmente con el viscosímetro Fann. Por lo general la viscosidad varía entre 35 y 70 segundos Marsh.
- c) rata de filtración: la prueba de filtración o de formación de pared se hace para determinar la cantidad de agua que pierde el lodo y

la costra o torta que se forma en la pared del pozo como consecuencia de ella.

Se determina por medio del llamado filtro-prensa de baja y alta presión. Por lo general esta pérdida de agua debe estar entre 1 y 3 cc API.

d) alcalinidad o acidez: siendo el lodo una mezcla de varias sustancias químicas es lógico que debe en todo momento controlarse el estado de acidez o de basicidad de él. Esto se determina mediante la medida del pH del lodo. En la perforación se mide el pH del lodo usando tiras de papel tornasol especial y preferencialmente con los peachímetros. El pH debe estar por lo general entre 10 y 12.

PROBLEMAS QUE SUELEN PRESENTARSE DURANTE LA PERFORACION DE POZOS DE PETROLEO:

Las principales dificultades que suelen presentarse son las siguientes:

a. Pérdida de la circulación del Lodo:

Ocurre cuando se perfora a través de rocas poco consolidadas o agrietadas que absorben enormes cantidades de lodo de perforación. Para salvar este inconveniente se suspende la perforación y se empieza a bombear lodo con materiales taponantes especiales tales como algodón, celofán desmenuzado, cáscaras de arroz, mica picada, cuero y en ciertos casos muy críticos cemento.

b. Derrumbe de las paredes del pozo:

Casi siempre se origina cuando se perfora en formaciones poco consolidadas y en las llamadas arcillas "hinchables" (heaving shales). Se evita este inconveniente utilizando lodos especiales con baja pérdida de agua o bajando tubería de revestimiento tan profunda como sea posible.

c. "Pega" o atascamiento de la tubería de perforación:

Cuando se perfora un pozo la tubería de perforación ejerce una enorme fuerza sobre la broca en el fondo. Cuando esta fuerza sobrepasa la resistencia de la tubería esta se dobla o tuerce lo que casi siempre origina un atascamiento o un rompimiento de ella (colapso). Cuando ocurre esto último se trata de recuperar la parte que queda aprisionada mediante el proceso llamado "pesca" para lo cual existe una gran variedad de herramientas y métodos cuyos objetivos es "agarrar" la parte superior de la tubería pegada o del "pescado" como suele decirse en el campo.

A veces no es posible sacar el "pescado" del pozo, entonces es necesario vaciar cemento en el pozo para sepultar o bloquear el "pescado" y comenzar la perforación de un nuevo pozo "desviando", es decir, a un pequeño ángulo de la parte superior del tope del cemento y continuar así la perforación hasta llegar al objetivo final. Esta última operación recibe el nombre de "desviación" del pozo.

Cuando la tubería de perforación se "pega" sin llegar a romperse, puede soltarse por el método de tensionar y aflojar (tirar y soltar) varias veces, sin pasar nunca del límite elástico del material, o también empleando herramientas especiales de "pesca" que proporcionan una poderosa acción de golpeteo hacia arriba y abajo, mientras se está circulando petróleo alrededor del fondo de la tubería, el cual actúa como lubricante.

d. "Reventones" (Blow-out) e Incendios:

En circunstancias muy especiales tales como pérdida total del lodo de perforación a través de grietas o la perforación inesperada de un yacimiento con gas de alta presión, sobre todo en pozos exploratorios, se puede romper el equilibrio de las presiones existentes dentro del pozo y provocar lo que se conoce con el nombre de "reventón" del pozo. En la mayoría de los casos, este problema se soluciona exitosamente mediante acción de los "Impide-reventones" o válvulas preventoras colocados en la boca del pozo, los cuales cierran automáticamente o manualmente el pozo e inmediatamente se "mata" el pozo, bombeando lodo de alta densidad al pozo.

Sin embargo, en algunos casos puede originarse un incendio durante un reventón incontrolado, debido a las chispas que se producen al chocar pedazos de roca contra partes de acero. La extinción del incendio se logra frecuentemente haciendo explotar dinamita u otro explosivo en la boca del pozo; en otros casos sucede que el pozo se "mata" a sí mismo botando una gran cantidad de arena quedando así bloqueado. Si estas medidas llegan a fallar entonces se perfora un pozo desviando de desahogo a prudente distancia del incendiado de manera que llegue al yacimiento en un punto cercano al fondo del pozo. Al producir este nuevo pozo, la presión en el pozo incendiado se reduce suficientemente, permitiendo así controlar la situación.

El mayor incendio petrolero ocurrido hasta el presente sucedió en Gassi Tuil (Sahara Argelino). Se inició en Noviembre de 1961 y terminó en Abril de 1962, después de arder durante cinco meses continuos, con llamas tan altas que alcanzaron una altura máxima de 150 metros.

Paul Adair de los Estados Unidos lo apagó, por lo cual cobró la suma de un millón de dólares.

Revestimiento y Cementación de Pozo:

Para evitar que las paredes del pozo se desmoronen o derrumben, se coloca una columna de tubos denominada "tubería" de revestimiento". Para hacer esto se introducen dentro del pozo tubos de 5, 6 o 7 pulgadas de diámetro que se van enroscando sucesivamente hasta alcanzar la profundidad deseada.

Después que se ha introducido en el pozo el revestimiento este se encuentra rodeado y lleno de lodo de perforación, el cual debe ser desalojado para poder cementar y fijar así dicha tubería.

Para cementarla se introduce primero que todo en la parte superior de la tubería un artefacto de caucho llamado "tapón inferior", luego se enrosca en ella el llamado "cabezal de cementación". A través de este cabezal se bombea una lechada de cemento de densidad conveniente, la cual baja por la tubería empujando al mismo tiempo el tapón inferior. El objeto de este tapón es evitar la contaminación del cemento con el lodo que se halla debajo. Cuando se ha bombeado la cantidad de cemento necesaria, se quita el cabezal de cementación y se inserta un segundo tapón llamado "tapón superior"; se instala de nuevo el cabezal y entonces se bombea agua o aceite por dentro del revestimiento para desplazar el cemento hacia abajo; cuando el tapón inferior choca con un dispositivo llamado "cuello flotador" cerca del fondo de la tubería de revestimiento, mediante presión se hace que la lechada de cemento atraviese el tapón (el cual se diseña para que se rompa al llegar la presión de bombeo a cierto valor) y también que salga por el fondo de la tubería y suba por el espacio anular que queda entre el revestimiento y las paredes del pozo.

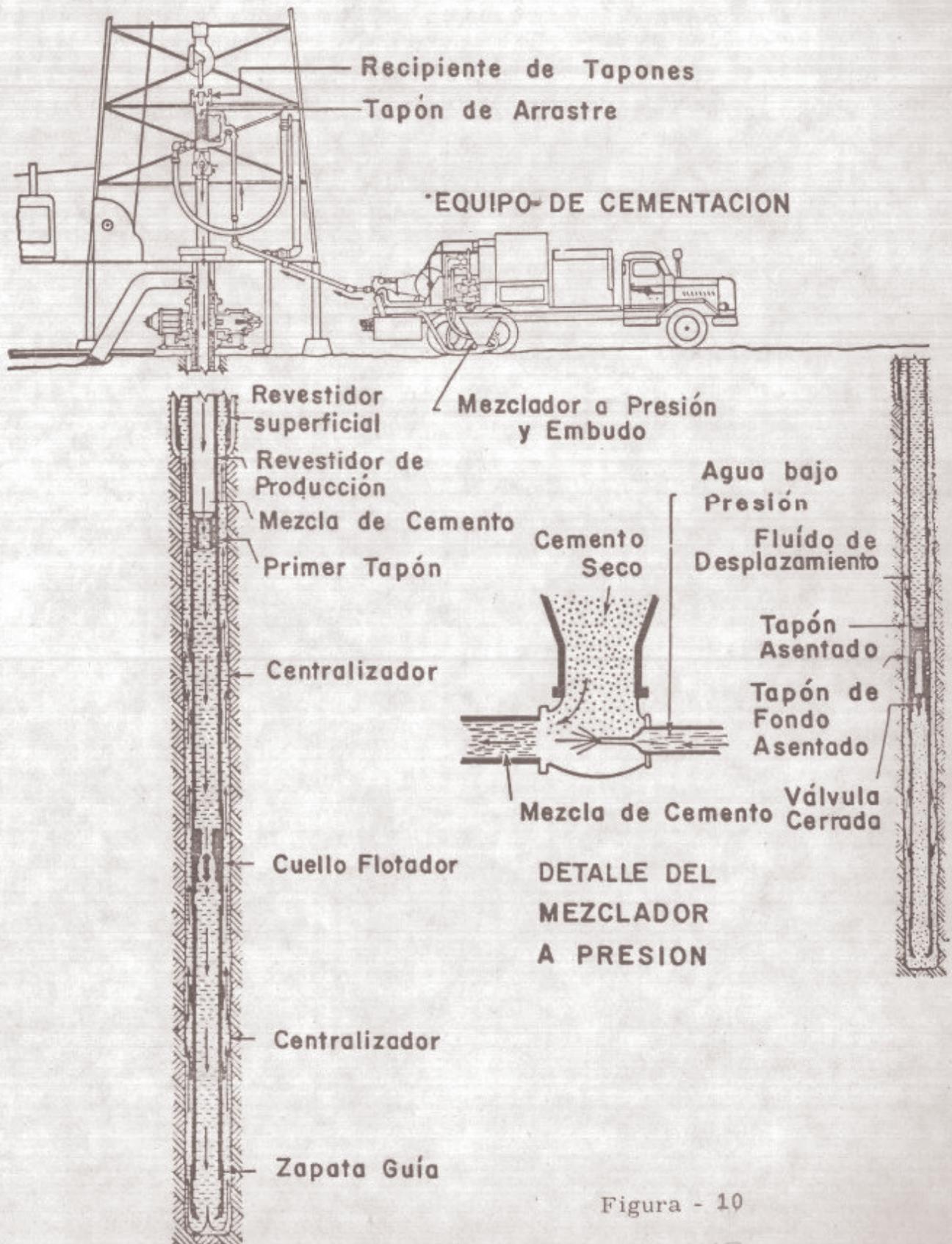
Cuando el tapón superior choca con el inferior en el fondo del pozo, la presión se eleva demasiado y se suspende el bombeo en superficie.

El cemento llena ahora dicho espacio anular hasta una altura que depende de la cantidad de cemento empleada. Se deja entonces fraguar de 6 a 24 horas. En la figura # 10 se puede observar un equipo de cementación de uso común en los campos petroleros.

En los pozos de desarrollo u ordinarios se usan por lo general dos revestimientos con un origen común en superficie, antes de llegar a la zona productora: el primero, que es más corto, se llama "casing o revestimiento de superficie" y el segundo, mucho más largo, se denomina "revestimiento de producción".

En los pozos exploratorios muy profundos, por lo común se requieren tres y a veces cuatro tipos de revestimientos: de superficie, intermedio y de producción.

EQUIPO Y PROCESO DE CEMENTACION



Terminación de un Pozo Petrolero:

Todas las operaciones que se llevan a cabo en el pozo desde el momento en que se termina la cementación del revestimiento hasta la instalación en él del equipo que lo pondrá a producir se denominan "operaciones de terminación del pozo".

Ahora bien, la terminación del pozo depende básicamente del tipo de formación productora y del tipo de yacimiento encontrado, es decir si se trata respectivamente, de areniscas consolidadas o no, de calizas blandas o duras y se trata de yacimientos por empuje hidráulico o neumático.

Las principales operaciones de terminación de pozos son las siguientes en su orden: tomar registros eléctricos para determinar el carácter litológico de las formaciones perforadas y expuestas en las paredes del pozo y su contenido de fluidos; dicho en otras palabras mediante la medida de las propiedades eléctricas de las rocas se determinan las diferentes clases de formaciones del subsuelo y su contenido de fluidos.

Para efectuar estas mediciones, como veremos más adelante, se hace bajar en el extremo de un cable eléctrico una sonda que va recogiendo y transmitiendo a la superficie las características de las rocas sub-yacentes, simultáneamente esta información es registrada en superficie por un equipo altamente sensible en una película de la cual se pueden obtener tantas copias como se deseen.

Perforar a bala el casing, cemento y formación productiva: para ello se baja un cable eléctrico con un cañón especial que contiene balas de acero las cuales se disparan eléctricamente desde superficie penetrando a la formación productora a través del revestimiento y el cemento como ya se dijo. Esta operación se llama "perforación a bala".

Bajar tubería de producción e instalar en superficie el "árbol de navidad"

Después del cañoneo de la formación se baja al pozo hasta una profundidad próxima a la de la formación productora una tubería de diámetro relativamente pequeño (de 3 a 2 pulgadas), denominada tubería de producción, por la cual subirá el petróleo a superficie. En el extremo inferior de esta tubería va un tubo corto con varias perforaciones denominado "tubo colador" de longitud exacta para cubrir las paredes de la formación o formaciones productoras, cuyo objetivo es impedir que la arena y sedimentación que se producen junto con el petróleo entre a la tubería taponándola e impidiendo el flujo normal hacia superficie de los fluidos.

En algunas zonas, sin embargo, las areniscas son poco consolidadas que solamente mediante perforaciones en el colador muy pequeñas se puede evitar la entrada de la arena, pero la perforación de innumerables agujeros de menos de un milímetro no es muy práctico, por lo cual en estos casos suele perforar el tubo colador con huecos común y corrientes de unos 15 o 20 milímetros y se forma exteriormente con mallas o alambre de forma cuadrada, procurando dejar huecos muy pequeños entre cada vuelta del alambre. Estas aberturas forman una barrera para el paso de la arena fina, pero permiten que el petróleo pase libremente.

Después de haber bajado la tubería de producción o "tubing" se procede a instalar el "árbol de navidad" en la boca del pozo.

El espacio que se encuentra en el tope del pozo entre la tubería de producción y la de revestimiento se cierra por medio de válvulas. La tubería de producción termina en la superficie en un juego de conexiones y válvulas cuya función es controlar el flujo del pozo y este conjunto total recibe el nombre de "árbol de navidad", tal como se puede apreciar en la figura # 14.

Resumiendo todo lo anterior podemos decir que para el pozo estar listo para producir se necesita: una tubería de revestimiento cementada y perforada, una tubería de producción con un tubo colador en su extremo que debe quedar frente a los estratos productores y un cabezal de producción en la boca del pozo denominado "árbol de navidad" por medio del cual se controla la producción de fluidos del pozo.

Perfilaje o Registro Eléctrico:

Una vez que se ha llegado a la profundidad deseada es indispensable tomar un registro electrográfico para conocer el carácter litológico de las formaciones atravesadas a igual que el tipo y cantidad de fluidos contenidos en ellas.

Gracias al perfilaje eléctrico la explotación de petróleo alcanzó en un corto tiempo el gran desarrollo tecnológico que se observa ahora.

El procedimiento es bastante sencillo, pues consiste en bajar al pozo una sonda que contiene electrodos registradores mediante un cable eléctrico debidamente aislado. Después se sube lentamente la sonda; mientras se sube los electrodos van captando y transmitiendo a superficie la información del subsuelo. En superficie esta información es registrada en una película de la cual se pueden tomar tantas copias en blanco y negro como se deseen.

Los hermanos Conrad y Marcel Schlumberger (Francia) en 1920 publicaron un trabajo sobre un nuevo método electromagnético de explo-



Figura - 11 Un "árbol de navidad"

tación del subsuelo en busca de ciertos minerales, pero como era la época en que la industria petrolera en su afán de localizar yacimientos perforaban pozos en todas partes del mundo, se decidió utilizar ese procedimiento en la búsqueda del petróleo. Así fue que en 1929 se aplicó por primera vez el perfilaje eléctrico en pozos de petróleo, por lo menos en América y en Venezuela (Cabimas).

Gracias a la información suministrada por los registros los ingenieros y geólogos saben con bastante precisión a que profundidades están las arenas que contienen petróleo, cual es el espesor de esos estratos petrolíferos y al mismo tiempo, pueden calcular la porosidad y permeabilidad de los estratos.

Antes de los Registros Eléctricos la única manera que existía de poseer esta información era mediante la obtención mecánica de núcleos o "corazones" de las formaciones atravesadas, lo cual además de exigir mucho tiempo, siendo por ello antitécnico, era casi que imposible conseguir un núcleo continuo de todo el pozo o por lo menos de las secciones más interesantes de él. Si embargo, la obtención mecánica de núcleos o "corazones" aún se usa debido a que ellos son indispensables, para ciertos fines stratigráficos y de ingeniería de yacimientos.

Los primeros registros eléctricos que se tomaron se denominaron: autopotencial o potencial espontáneo, cuyo registro se conoce con el nombre Curva SP, y la resistividad eléctrica de las formaciones, la cual recibe varios nombres según la profundidad lateral que alcanza a captar la sonda: Curva Normal corta, Curva Normal baja y Curva Lateral.

Para la correcta interpretación de las dos curvas, SP y de Resistividad, se examina simultáneamente y se relacionan una con otra.

La interpretación requiere gran experiencia y debe hacerse con gran precaución en cada caso, sobre todo cuando se busca llegar a conclusiones sobre el contenido de fluidos de las rocas y yacimientos.

Hoy en día, además de los registros eléctricos propiamente dichos, se usan otros cuyos fines son los mismos que aquellos, entre los cuales los principales son: Registros Radiactivos, Registros Sónicos, Registros de Buzamiento, Registro de Temperatura, etc.

En la figura # 12 se da el esquema general de la bajada de un registro eléctrico, tal como se hace en cualquier campo petrolero.

PERFILAJE ELECTRICO

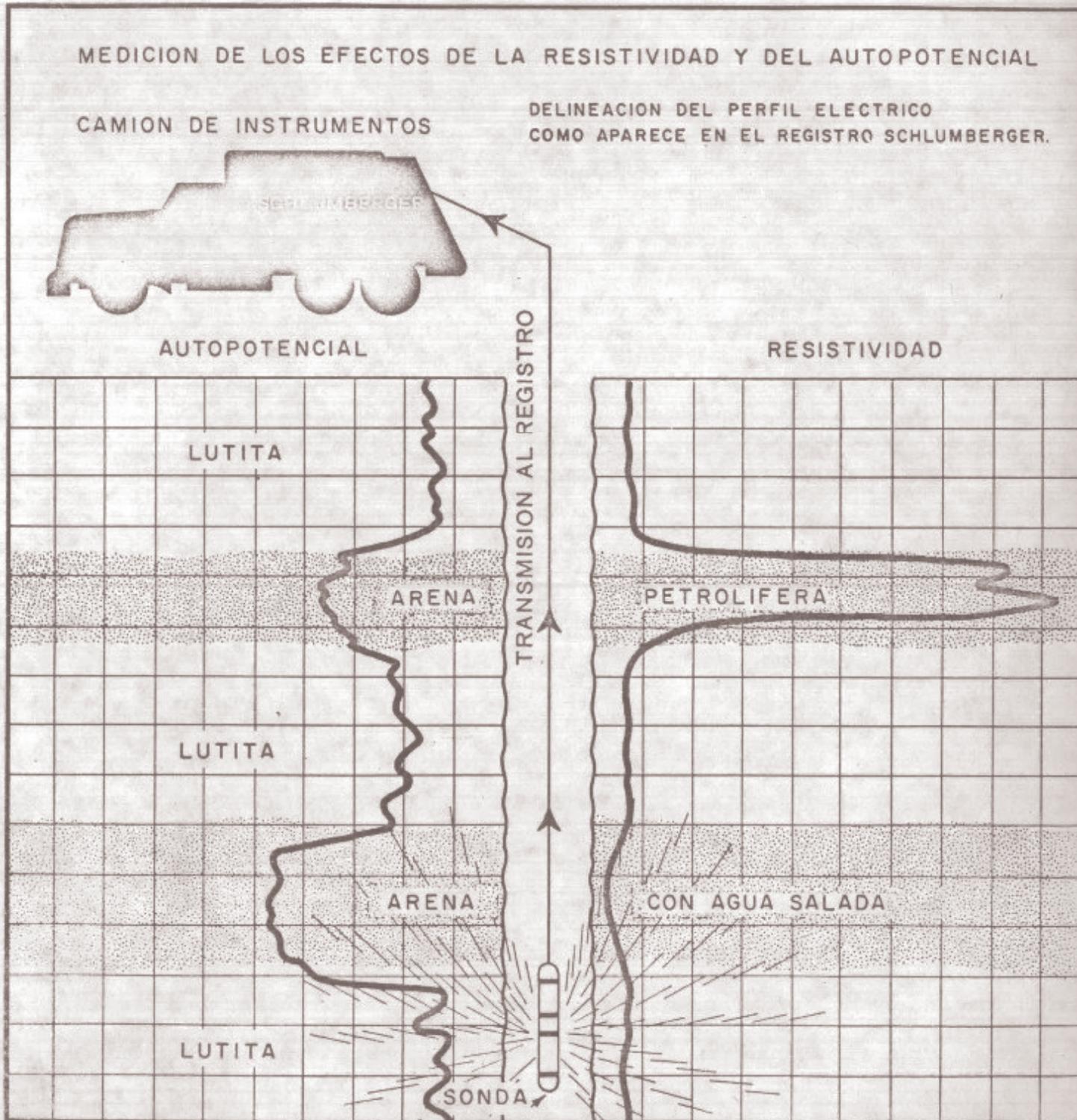


Figura - 12