

PERFORACION



333.8232

E558

Ej. 1

506

EMPRESA COLOMBIANA DE PETROLEOS



**DEPARTAMENTO DE
PERFORACION BOGOTA**



Coordinación Técnica:
DEPTO. PERFORACION BOGOTA

Redacción y Coordinación Periodística:
DEPTO. INFORMACION Y PRENSA

Diseño e Impresión:
ESCALA

El Departamento de Perforación-Bogotá presenta este trabajo como contribución a un mejor conocimiento de la industria del petróleo en general, y de las actividades de Ecopetrol en particular.

En cumplimiento de ese propósito, el Departamento ha hecho un gran esfuerzo económico, técnico y profesional para la edición de un video-documental sobre lo que es la perforación de pozos de petróleo en nuestro país, labor que le ha sido encomendada por la empresa y que cumple en las distintas regiones de Colombia.

Este folleto es un complemento y un refuerzo de ese trabajo, y se entrega como un aporte didáctico y como fuente de consulta sobre una de las partes primordiales del engranaje petrolero nacional:

PERFORACION

PERFORACION

El petróleo es motor de progreso y parte esencial del desarrollo económico y social del país.

Pero buscarlo, descubrirlo y producirlo demanda grandes sacrificios y cuantiosas inversiones de altísimo riesgo.

En Colombia, como en el mundo, la industria petrolera es particularmente compleja.

El éxito o fracaso de un proyecto parte desde el momento mismo en que se inician los estudios de geología y geofísica, base de lo que se conoce como la etapa de exploración. Estos trabajos se apoyan en información geológica, fotogeológica, sísmica, aeromagnetométrica y de satélite.

Posteriormente viene la perforación del pozo, su desarrollo la producción, transporte y refinación del crudo.

Cumplido todo este proceso, los diferentes derivados del petróleo llegan al consumidor final contribuyendo así al bienestar de la sociedad y al progreso general.

Dentro de la industria del petróleo, la perforación es una de las etapas más importantes, pues será la que permita establecer si realmente hay crudo en un área seleccionada con base en los datos geológicos disponibles sobre la misma.

Aquí veremos cómo cumple esa tarea Ecopetrol. De qué equipo humano y técnico dispone. Cuáles son sus realizaciones y cuáles sus proyecciones.

RESEÑA

La historia de la perforación en Colombia es la historia misma de la industria del petróleo en nuestro país. Se remonta al inicio de los años 20, con la intervención de las primeras compañías foráneas que llegaron a Colombia.

El Magdalena Medio, con la Concesión de Mares; y Norte de Santander, con la Concesión Barco, fueron escenario de las primeras perforaciones en territorio nacional.

A partir de entonces se llevó a cabo la perforación de una gran cantidad de pozos en diferentes áreas del país, por parte de las distintas compañías que operaban con equipo propio o contratado.

Ecopetrol, por su parte, irrumpió con el apoyo de 3 equipos de su propiedad, los cuales aún operan hoy día en el Magdalena Medio.

No obstante que los trabajos petroleros se cumplían en distintas regiones del país, la mayor actividad quedaría concentrada en



Roberto De Mares de visita a los manaderos de Infantas, acompañado de Horacio Campo y José Joaquín Bohórquez (1913).

el Valle Medio del Magdalena, donde se asentó desde un comienzo la principal explotación de hidrocarburos y su procesamiento: lo que es hoy el Distrito de producción de El Centro y el complejo de refinación de Barrancabermeja.

Por parte de Ecopetrol esta situación se mantuvo hasta comienzos de los años 70, cuando la caída vertical de la producción y reservas de petróleo amenazó seriamente el futuro energético del país.

NACIMIENTO

Ante la oscura perspectiva, el gobierno de turno y Ecopetrol decidieron en 1974 ampliar el radio de acción de la perforación petrolera, con el fin de buscar nuevas reservas y garantizar así el abastecimiento nacional de hidrocarburos.

Se creó entonces el departamento de Perforación-Bogotá, como parte integrante de la nueva división de yacimientos y producción, adscrita a su vez a la vicepresidencia de producción. Sus funciones son las de llevar a cabo la supervisión técnica y administrativa de las operaciones en todos los Distritos de Ecopetrol y brindar su apoyo logístico en el mismo campo.

Un grupo de ingenieros de lo que es hoy el Distrito de Producción de El Centro fue destinado por la Empresa a la creación del nuevo departamento. Los primeros trabajos se realizaron en los pozos Unete-1 y Tauramena-1, en los Llanos Orientales.

Hoy, catorce años después, el departamento forma parte de toda una estructura humana, técnica y administrativa, vinculada a la vicepresidencia de exploración y producción.

Su estructura administrativa actual está conformada por la Dirección de Producción, la División de Operaciones y el Departamento de Perforación que, a su vez, se divide en tres áreas: exploración, desarrollo y planeación y contratos.

Las tres áreas en que se subdivide internamente el Departamento de Perforación cumplen funciones específicas:

Exploración. Está dedicada a la dirección técnica y administrativa de los pozos exploratorios, también conocidos como pozos A-1, A-2 y A-3. Le corresponde adelantar los diseños, programas y ejecución de proyectos exploratorios, y definir el apoyo logístico para el normal desarrollo de las operaciones en todos los Distritos de Producción de la empresa.

Desarrollo. Esta área cumple funciones similares a la anterior, pero está dedicada a la parte que tiene que ver con los pozos de desarrollo.

Planeación y Contratos. Se encarga de planificar las actividades del Departamento y de tramitar todo lo relacionado con licitaciones, contratación de equipo, materiales y servicios requeridos para la perforación de un pozo.

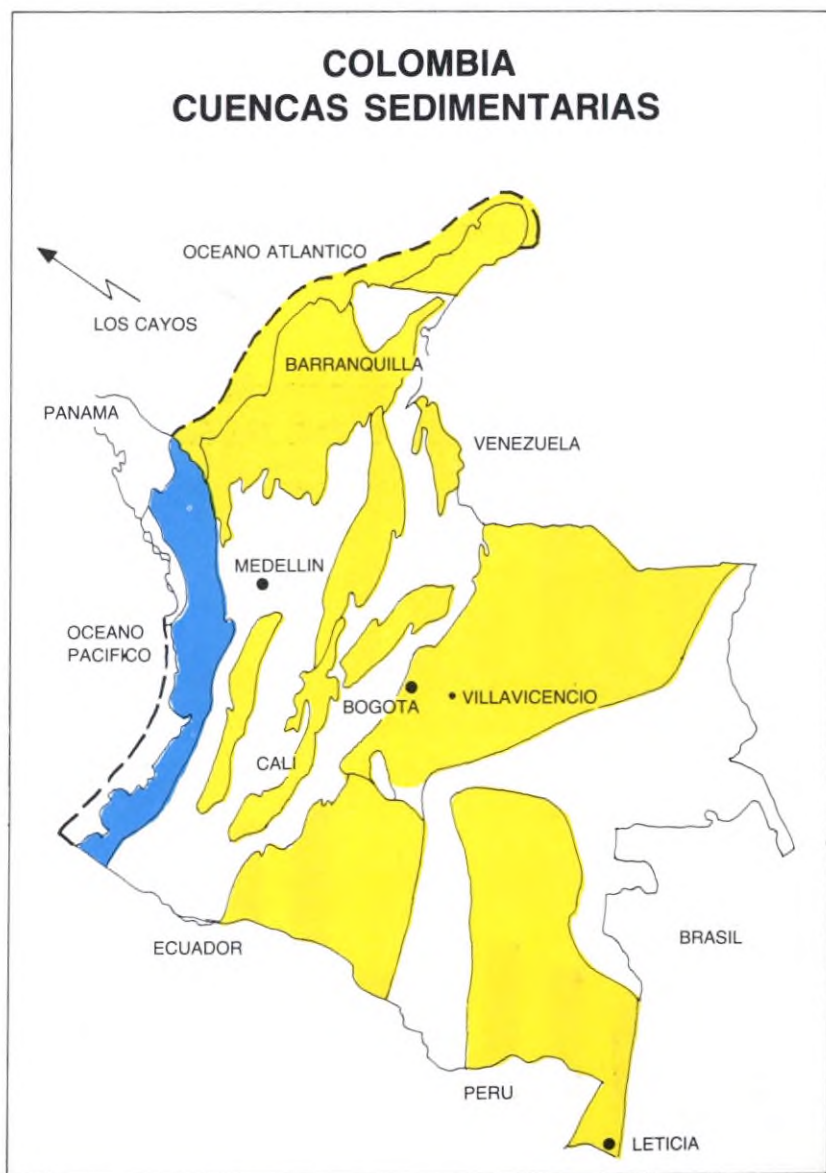
El Departamento tiene una planta básica de 24 personas, entre personal directivo, administrativo y técnico.

Está igualmente dotado de modernos equipos electrónicos y de radiocomunicaciones, que le permiten mantener una información permanente, actualizada y disponible sobre todas sus operaciones.

Cada uno de los pasos que se va a dar, y cada una de las decisiones a tomar es materia del más cuidadoso y profundo análisis por parte de quienes lo conforman.

REALIZACIONES

El mapa petrolero de Colombia se encuentra fraccionado en trece cuencas sedimentarias, distribuidas a lo largo y ancho del país. Dentro de estas cuencas Ecopetrol se ha reservado para su actividad directa aquellas áreas que presentan las mejores posibilidades de nuevos hallazgos.



El Departamento de Perforación desarrolla en estas áreas una intensa actividad, en cumplimiento de las políticas trazadas por la empresa. Igualmente está presente en los diferentes distritos de producción de Ecopetrol, donde presta todo su apoyo técnico y logístico para complementar los programas de desarrollo y exploración.

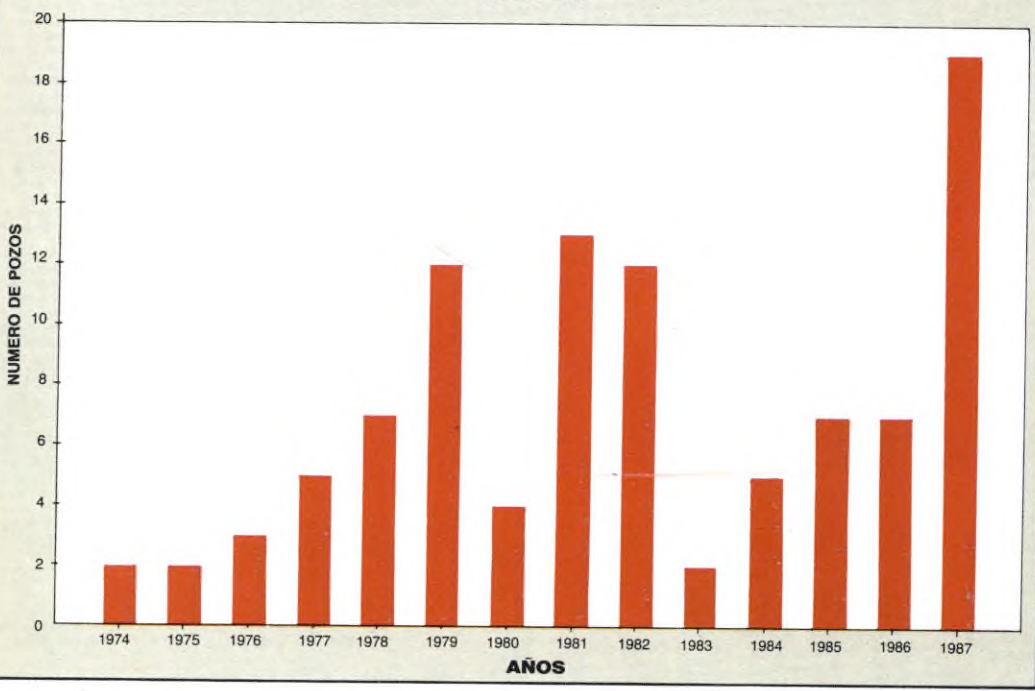
Veamos algunas de las principales realizaciones del Departamento desde su creación:

En el área de exploración ha perforado 978.408 pies. Los años de mayor actividad han sido 1979, 1981, 1982 y 1987. En éste último se lograron cifras récord con la perforación de 182.000 pies.

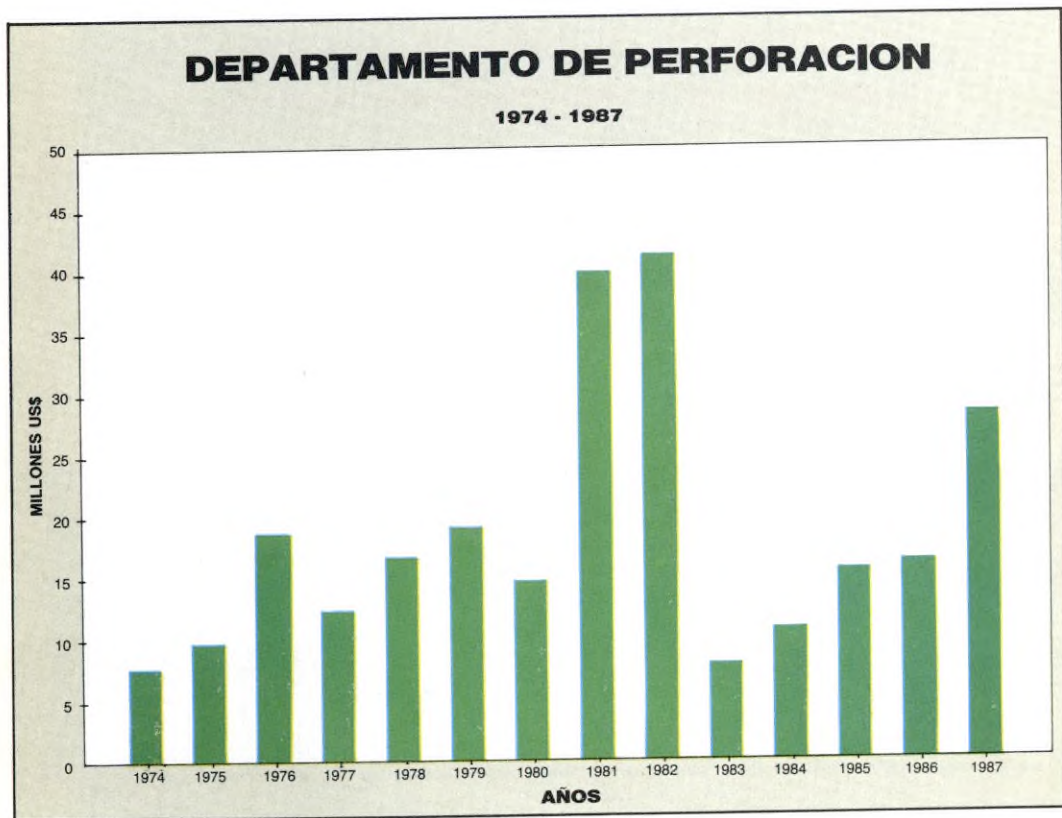


Para alcanzar esas cifras, se perforaron 100 pozos exploratorios. Nuevamente en 1987 se logró el mejor balance, con la perforación de 19 pozos, mientras en 1981 se habían perforado 13.

DEPARTAMENTO DE PERFORACION
NUMERO DE POZOS EXPLORATORIOS PERFORADOS
1974 - 1987



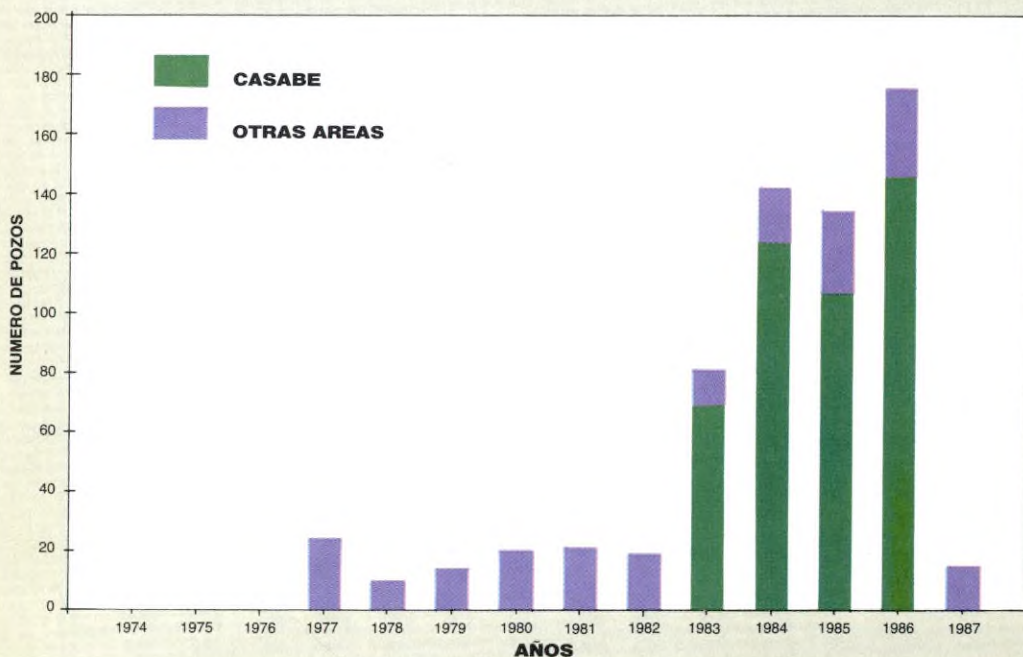
Las inversiones en exploración en los últimos 13 años ascienden a 260.5 millones de dólares, de los cuales en 1987 se invirtió el 30 por ciento.



En cuanto a la perforación de pozos de desarrollo, la actividad se ha concentrado principalmente en los Distritos de El Centro, Norte y Sur, y en el área de Apiay, en el Meta. Entre 1977 y 1987 se perforaron 655 pozos de desarrollo, para un total de 3 millones 301 mil 672 pies.

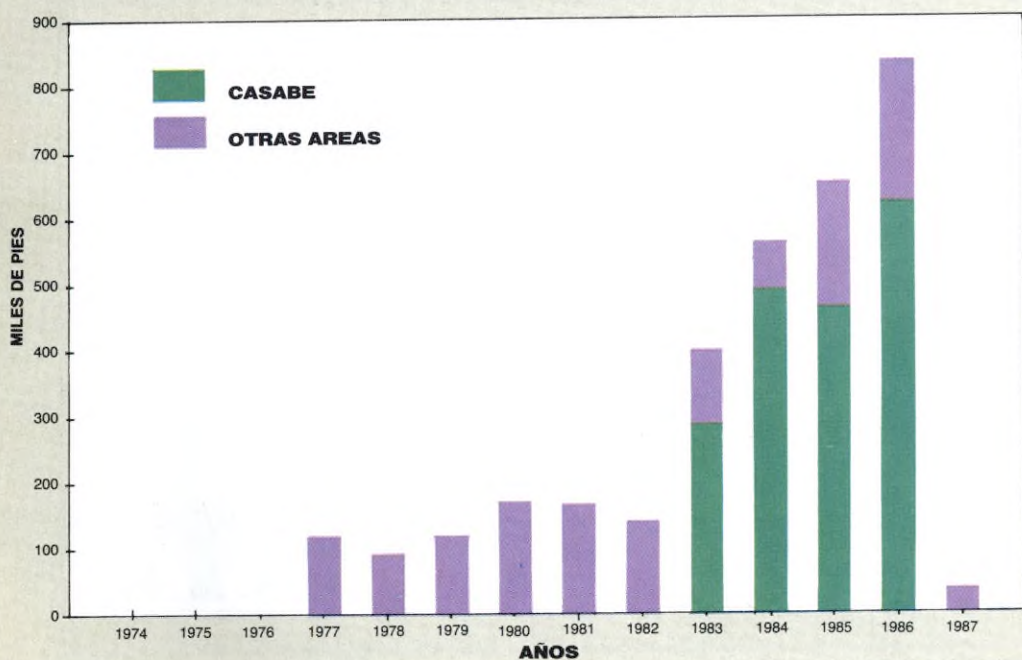
DEPARTAMENTO DE PERFORACION

1974 - 1987



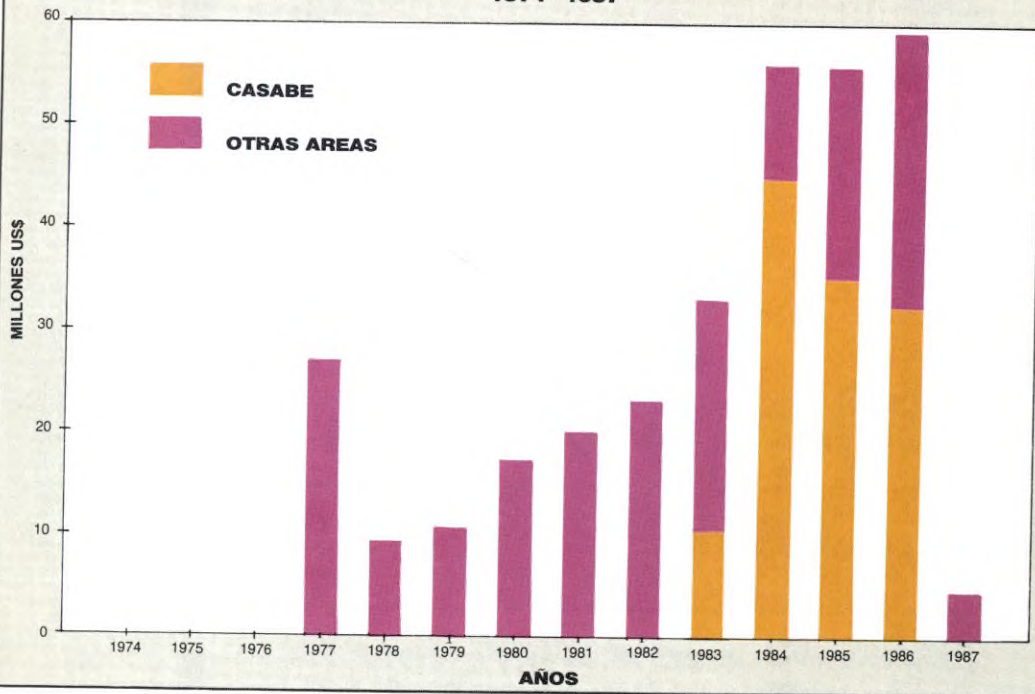
El 67 por ciento de este total corresponde a la perforación de 446 pozos inyectoros de agua y productores de petróleo en el proyecto de recuperación secundaria de Casabe, en el Magdalena Medio. Allí se perforó 1.864.364 pies, que representan el 56.4 por ciento del total de pies perforados por el Departamento en el área de Desarrollo.

DEPARTAMENTO DE PERFORACION
PIES PERFORADOS POZOS DE DESARROLLO
1974 - 1987



Las inversiones en desarrollo entre 1977 y 1987 sumaron 317 millones de dólares, de los cuales el 50 por ciento correspondió a la ejecución del proyecto en Casabe.

DEPARTAMENTO DE PERFORACION INVERSIONES POZOS DE DESARROLLO 1974 - 1987

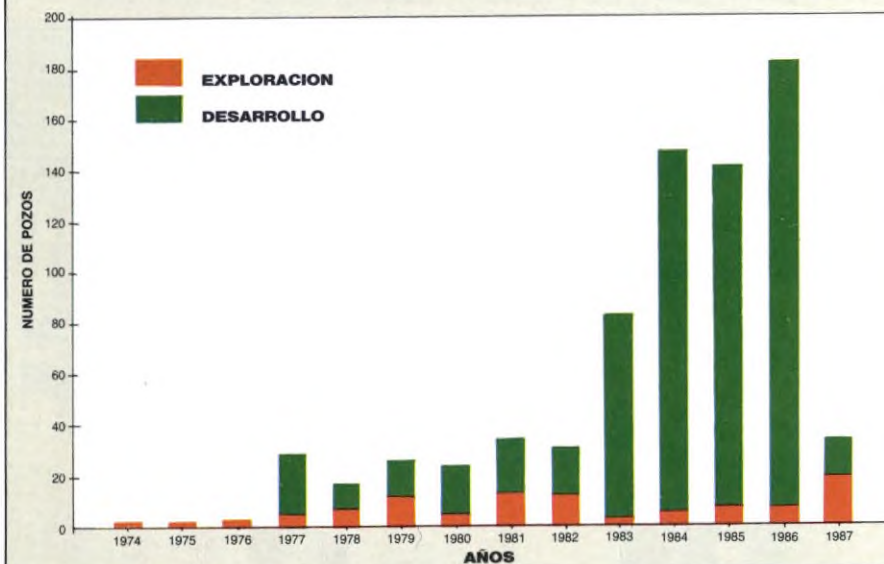


En sus 13 años de existencia, el Departamento ha perforado en total 755 pozos, entre pozos exploratorios y de desarrollo. El número de pies perforados es de 4 millones 280 mil, y las inversiones globales suman 577.1 millones de dólares.

DEPARTAMENTO DE PERFORACION

TOTAL POZOS PERFORADOS

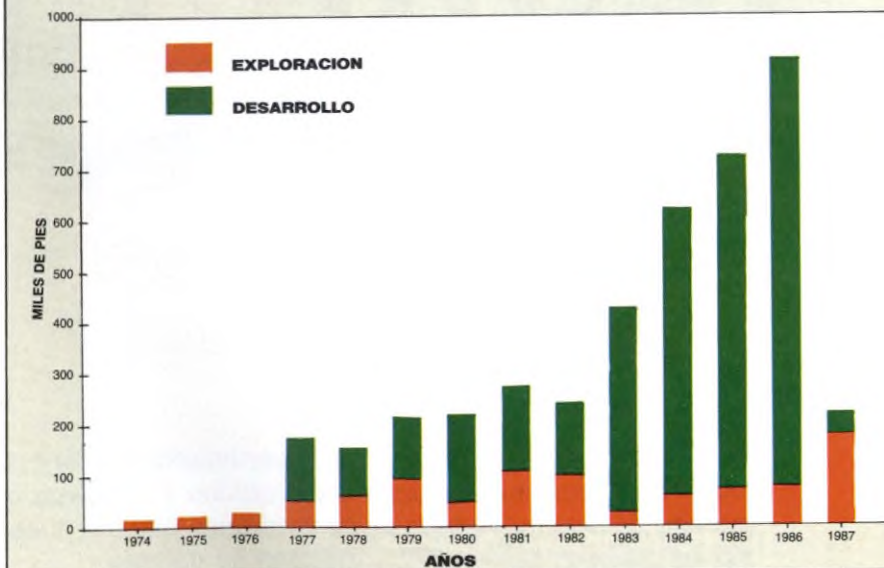
1974 - 1987



DEPARTAMENTO DE PERFORACION

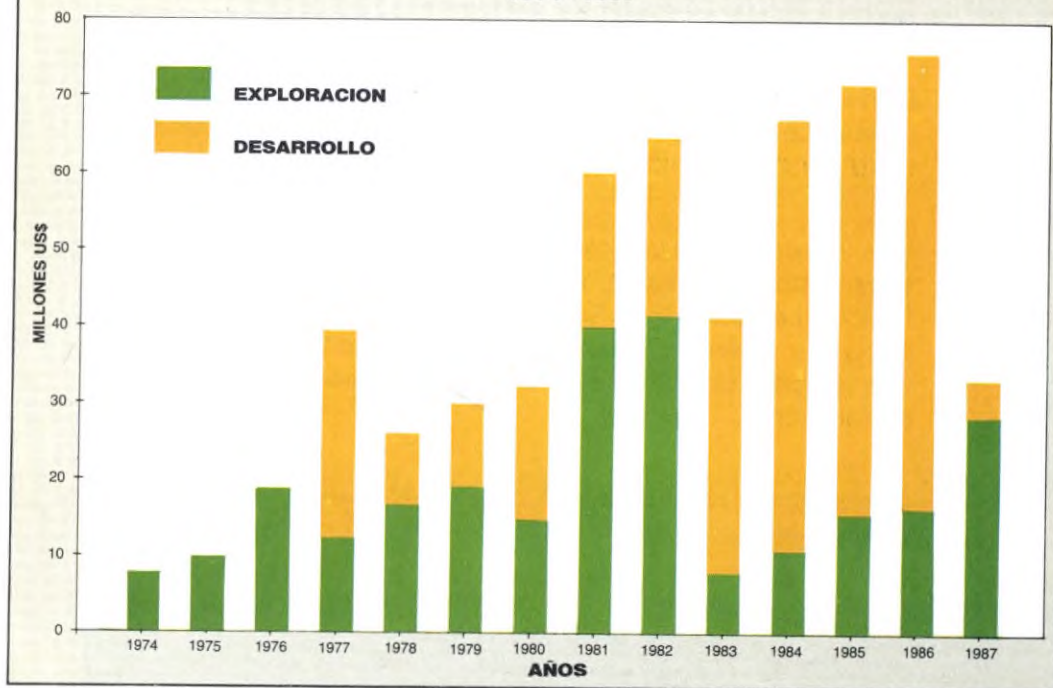
PIES PERFORADOS EXPLORACION Y DESARROLLO

1974 - 1987



DEPARTAMENTO DE PERFORACION

1974 - 1987



De esta manera ha contribuido al éxito exploratorio del país, el cual pasó de 23 pozos exploratorios en 1979 a 70 en 1987, promedio que elevó los nuevos descubrimientos de 18 millones de barriles por año a más de 100 millones en el 87.

PASOS PREVIOS

La perforación encierra uno de los trabajos más pesados en el sector petrolero, en virtud del equipo a movilizar, amén de las difíciles condiciones climatológicas y topográficas donde se labora.

El nacimiento de un proyecto petrolero se produce —como ya vimos— con los trabajos de exploración geológica y geofísica, tanto de superficie como de subsuelo.

Una vez detectado un prospecto o posibilidad de hallar un nuevo yacimiento productor de hidrocarburos, el Departamento de Perforación se apoya en la División de Servicios Técnicos para inspeccionar el área y establecer la localización del pozo, al igual que las condiciones en que deberán efectuarse los trabajos de perforación.

El equipo de ingeniería civil de Ecopetrol es el encargado de adecuar el terreno donde se va a perforar. Para ello debe realizar



una dura labor por sitios de difícil acceso, bien sea en las selvas o en zonas pantanosas y desérticas.

Ese trabajo demanda la construcción de vías de acceso, adecuación de puentes y de toda la infraestructura necesaria para el normal desarrollo de la perforación.

El Departamento de Perforación, a su turno, entra a planear el diseño preliminar del pozo, para lo cual utiliza información suministrada por el Departamento de Geología y por la historia de perforación del área –si existe–, o por la información de áreas vecinas.

En esta etapa se tienen en cuenta, entre otros, los siguientes parámetros:

- Ubicación, profundidad final y formaciones a perforar. Estos aspectos conducen a determinar las características del equipo a seleccionar, el sistema de lodos, programa de cementación, perfilaje de pozo, sistema de transporte y demás implementos propios de la perforación.

Según las condiciones de acceso, el Departamento decide contratar uno de dos tipos de equipo de perforación: Convencional, ó Helitransportable.

El convencional puede ser transportado por tierra, en tractomulas de 30 toneladas de capacidad. Su traslado puede demorar días, semanas o meses, según el terreno que haya que atravesar.

En Colombia estos equipos son suministrados por compañías especializadas, tales como Anson Drilling, Parker Drilling, Intair Drill y Petroequipos, limitada.

El helitransportable es un equipo que puede ser llevado en helicópteros de 4.500 libras de capacidad. Este tipo de taladro es totalmente desarmable y su transporte por vía aérea lo hace recomendable para trabajar en sitios de difícil acceso, como las regiones selváticas del Putumayo o los Llanos Orientales en

época de invierno. En el mundo del petróleo operan 60 de estos equipos. Seis de ellos se encuentran en Colombia, 2 de los cuales opera Ecopetrol en áreas del Putumayo y Arauca.



En cada caso, el equipo a contratarse debe cumplir, entre otras, con las siguientes características:

- Máxima capacidad de carga, la cual está relacionada con la profundidad final del pozo; peso de la tubería y revestimiento a utilizarse.
- Potencia requerida por el malacate, mesa rotaria y bombas.
- Sistema de lodos de perforación y Campamentos.

EL TALADRO

Un equipo de perforación está constituido por la torre de perforación, que puede ser Standard o Portátil.

La Standard se utiliza para perforar hasta 21.000 pies. Con este equipo el Departamento alcanzó los 15.000 pies en el pozo Tau-ramena-1.

La portátil es de menor capacidad, pero más versátil. Se utiliza para perforar hasta 6.000 pies y en proyectos especiales como el de Casabe.

La función principal de la torre es la de dar el suficiente espacio vertical para levantar y bajar la sarta o tubería de perforación. Debe ser lo suficientemente fuerte para soportar cargas de compresión y cargas laterales, producidas por el peso de la tubería y por la acción del viento, respectivamente.

- Subestructura. Es el soporte donde descansa la torre y debe ser lo suficientemente fuerte para soportar las cargas de tubería. Su altura debe ser adecuada para permitir la instalación del equipo de cabeza de pozo.
- Malacate. Es la pieza principal del equipo de perforación. Permite subir y bajar la polea viajera; concentra el control central desde el cual se opera el equipo; está provisto de un tambor que permite enrollar y desenrollar el cable de perforación, y



de un sistema de frenos que soporta el peso de la tubería cuando el malacate está parado. Hay malacates accionados por motores eléctricos, mecánicos y de vapor, y su potencia varía entre 350 y 2.000 caballos de fuerza.

- Bloque viajero. Es el conjunto de poleas y cables que permite la multiplicación de las fuerzas y mejora el aprovechamiento de potencia.
- Cable de perforación. Es el que permite el manejo de las cargas suspendidas del gancho durante toda la operación. Está compuesto de un sinnúmero de hilos de alambre de acero.
- Corona. Es la parte más alta de la torre y soporta el conjunto de poleas fijas.
- La Swivel. Es una unión giratoria que permite rotar la tubería y al mismo tiempo inyectar el fluido de perforación.
- La Kelly. Es una barra hexagonal que permite girar la tubería y bajar la sarta de perforación.
- Mesa rotaria. Tiene dos funciones principales: transmitir la rotación a la sarta de perforación, y sostener el peso de la tubería durante las conexiones y viajes.
- Motores. Cada equipo tiene un número determinado de motores, de acuerdo con la potencia requerida. Pueden ser a explosión o eléctricos y su potencia limita las aplicaciones del equipo de perforación.
- Sistema de Lodos. Está conformado por los tanques de lodo, equipos de control de sólidos, bombas, el Stand Pipe y la manguera que inyecta el lodo al equipo de perforación. Todo el sistema debe tener la capacidad adecuada que permita manipular el fluido de perforación a la presión y volumen deseados.
- Control de sólidos. Su función es la de remover los cortes de perforación, para lo cual dispone de un tamiz vibratorio provisto de mallas. De este equipo forman parte el desarenador, el desinter y el Mud Cleaner, mediante los cuales se extraen y eliminan partículas de todo tamaño.

- Sarta de perforación. Está constituida por tres elementos principales: La broca, las botellas y la tubería de perforación.

Se utilizan principalmente brocas con dientes de acero e insertos de carburo de tungsteno. Su tamaño varía entre 26, 17-1/2, 12-1/4, 8-1/2 y 6 pulgadas de diámetro. También existen brocas de diamante industrial que se usan en operaciones especiales como el corazonamiento, que consiste en extraer núcleos de la formación para su análisis, lo que conlleva a un mayor conocimiento de las características de la formación. El Departamento se prepara para utilizar las brocas policristalinas, la última tecnología en este campo, a fin de obtener mayor rendimiento a menor costo.



Las botellas de perforación, por su parte, cumplen dos funciones principales: aplicar el peso deseado sobre la broca, y dar rigidez a la sarta de perforación. Su diámetro externo varía de acuerdo con el tamaño del hueco a perforar. Las más utilizadas son de 8, 6-1/2 y 4-3/4 de pulgada.

La tubería de perforación tiene la función de permitir el avance en profundidad de los trabajos. Los tamaños de tubo más utilizados son de 4-1/2 pulgadas y 16.6 libras por pie grado E.

Una vez armado un equipo de perforación, el ingeniero designado por el Departamento para su supervisión debe cumplir una cuidadosa inspección.



LODOS E HIDRAULICA

Durante el proceso de perforación es indispensable utilizar un fluido, el cual debe cumplir, entre otras, las siguientes funciones:

- Remover los cortes del fondo del pozo hacia la superficie.
- Mantener estables las paredes del hueco.
- Impedir la invasión de los fluidos de formación hacia el pozo y viceversa.
- No intervenir en la toma de los registros eléctricos.
- Mantener los sólidos en suspensión durante los viajes y la conexiones.
- Soportar parte del peso de las tuberías que bajan al pozo.
- No invadir las formaciones productoras.
- Suministrar el impacto necesario para la perforación del hueco.



Para cumplir estos objetivos es necesario controlar una serie de propiedades físicas y químicas del lodo, tales como:

- Densidad;
- Viscosidad de embudo;
- Reología, que comprende la viscosidad plástica, el punto de cedencia y los geles;
- Propiedades químicas, dentro de las cuales es necesario conocer el contenido de arcilla, la concentración de calcio y cualquier otro agente contaminante;

En su conjunto, estas propiedades proporcionan las bases para determinar el diseño más adecuado y el comportamiento ideal del fluido de perforación. Este fluido es responsable en alto grado del éxito o fracaso de la perforación, ya que un mal comportamiento del mismo puede causar derrumbes, huecos excesivamente grandes, pegas de tubería y amagos de reventón, problemas que causan pérdida de tiempo, riesgos y altos costos.

Existen varios tipos de lodo, de acuerdo con sus características y las formaciones a perforar: Polímeros; Agua – bentonita; Emulsiones; Emulsiones inversas; Aceite; Salados; Dispersos; No dispersos; y semi-dispersos.

Cada uno de estos tipos de lodo cumple una función determinada y la selección depende de su comportamiento en las diferentes secciones del pozo.

Así mismo, las propiedades del lodo, principalmente aquellas conocidas como reológicas, son las determinantes del diseño de hidráulica, la cual reflejará la adecuada utilización del caballaje de la bomba.

En su recorrido el lodo pasa por la descarga de la bomba, por las líneas de superficie, el Stand Pipe y la manguera de lodo,

para entrar finalmente al tope de la Kelly. Aquí empieza un largo viaje a través de la sarta de perforación para ser expulsado por las boquillas de la broca hacia el ESPACIO ANULAR, que es aquél que hay entre el tubo y la pared del pozo. Este espacio es relativamente pequeño alrededor de las botellas de perforación y mayor alrededor de la tubería de perforación.

La única presión requerida es la necesaria para compensar las pérdidas de fricción en el sistema, para lo cual se cuenta con dos modelos matemáticos:

- La ley de Bingham, que considera tres principios fundamentales: conservación de la materia, conservación de energía y ecuaciones que representan la fricción;
- Y la ley de potencia, que se basa en el estudio del flujo y la deformación de la materia.

Una vez conocido el diseño de la sarta de perforación que se va a utilizar, se entra a planear la hidráulica más adecuada.

Lo primero que se debe determinar es la velocidad del fluido en el ESPACIO ANULAR. Esta debe ser suficiente para que haya un buen levantamiento de partículas del fondo del pozo a la superficie, sin que sea excesiva al punto de erosionar las paredes del hueco.

Conocida la velocidad adecuada, se entra a calcular el caudal requerido en cada una de las diferentes etapas de perforación. Este caudal permitirá seleccionar la bomba a utilizar y determinar el tamaño de la camisa, los golpes por minuto y la presión máxima en superficie.

Luego se calcula la caída de presión, tanto en el interior de la tubería como en el espacio anular y en la broca. Teniendo en cuenta que la presión máxima a utilizar es la que puede soportar la bomba, se calcula el área de las boquillas que va a usarse en la broca, al igual que la potencia requerida por la bomba seleccionada.

Todo este proceso permite establecer si el sistema hidráulico se encuentra dentro de la eficiencia recomendada, la cual varía entre 65% y 75% de potencia en la broca. El diseño de hidráulica debe revisarse de acuerdo con las condiciones del pozo y las características del fluido en cada momento.

CEMENTACION

Otra de las partes fundamentales de la perforación petrolera es la cementación de los pozos.

Para cumplir esta tarea se utilizan tres tipos de cemento:

- De construcción, que cumple con los requerimientos deseados a pocas profundidades;
- Y cementos API clasificados en los tipos A y G, que se usan para profundidades específicas.



Una lechada de cemento debe cumplir con ciertas características, tales como tiempo de bombeo, densidad y viscosidad que permitan una operación segura, ya que una mala cementación puede ocasionar la pérdida de todo el trabajo realizado en la perforación.

Para alcanzar la calidad deseada se debe cumplir una serie de pruebas de laboratorio que indicarán qué aditivos se necesitan para lograr las propiedades más adecuadas y culminar con éxito la operación.

Se utilizan aditivos tales como retardadores, reductores de filtrado y dispersantes.

El cemento es cortado hacia los silos, proceso en el que se agregan los aditivos necesarios para su concentración adecuada. Una vez cortado se procede a mezclarlo con agua y bombearlo al pozo.

Todo este proceso se cumple bajo una cuidadosa y permanente supervisión, en la que se utilizan equipos especiales.

Alcanzar el fondo final de cada pozo depende de una serie de factores que limitan la profundidad de asentamiento de los diferentes revestimientos.

Algunos de ellos son:

- a) La presión de poro (o agua) y el gradiente de fractura de las formaciones.
- b) Inestabilidad de formaciones que impidan la exposición de las mismas por mucho tiempo al lodo de perforación y que causen problemas continuos al avance normal de la operación.
- c) Limitaciones en las propiedades físicas de la tubería de revestimiento.
- d) Disponibilidad y costo de los revestimientos.

Toda perforación debe hacerse con el peso de lodo apropiado, de tal forma que evite el flujo de fluidos de la formación hacia el pozo.

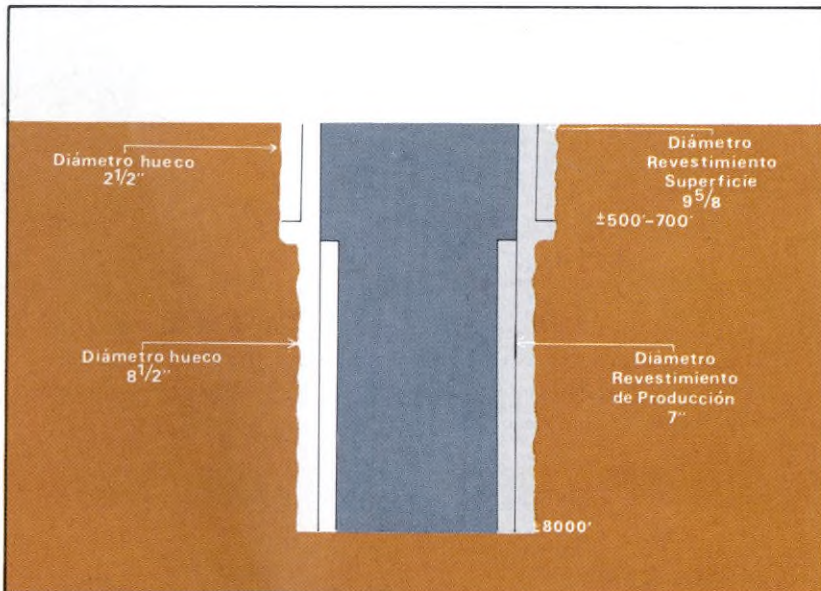
El punto crítico se presenta si existe alguna formación que pueda fracturarse o romperse con este valor, caso en el cual se hace necesaria la corrida de un revestimiento.

DISEÑO Y PERFORACION

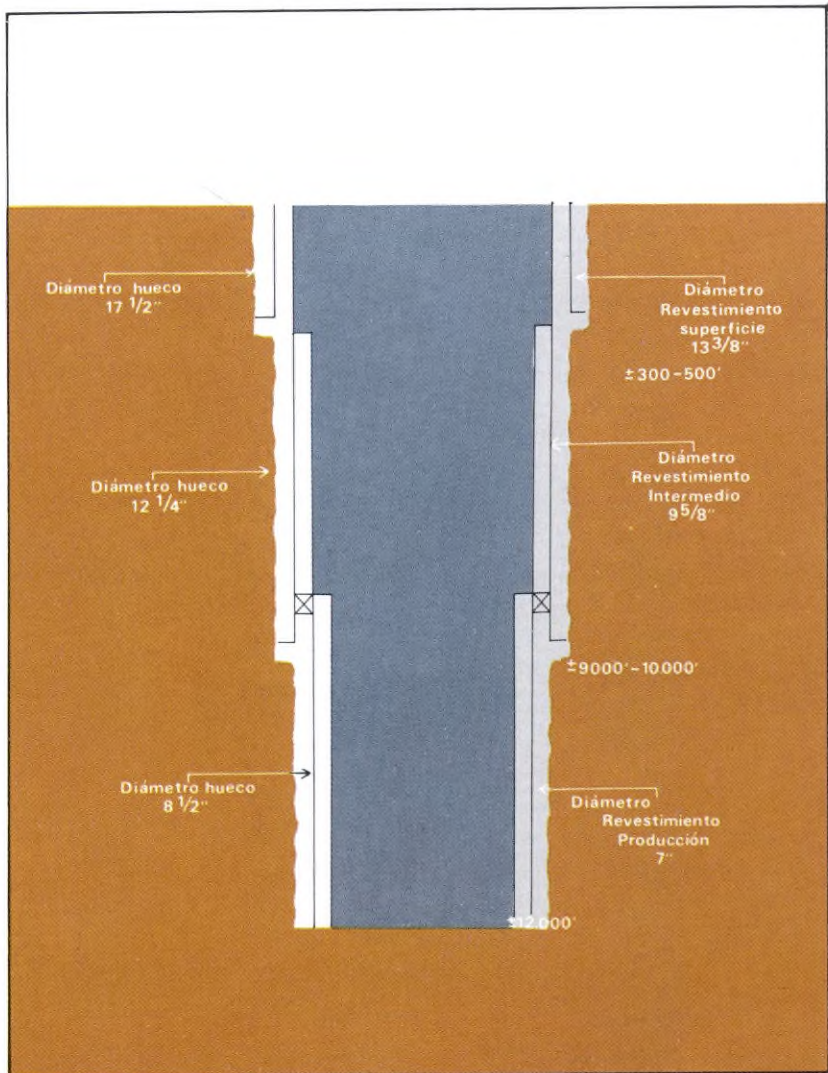
Para perforar un pozo el Departamento elabora tres tipos principales de diseño, cada uno de los cuales depende de las características del área, las formaciones a perforar, la profundidad y la producción.

Estos tipos son:

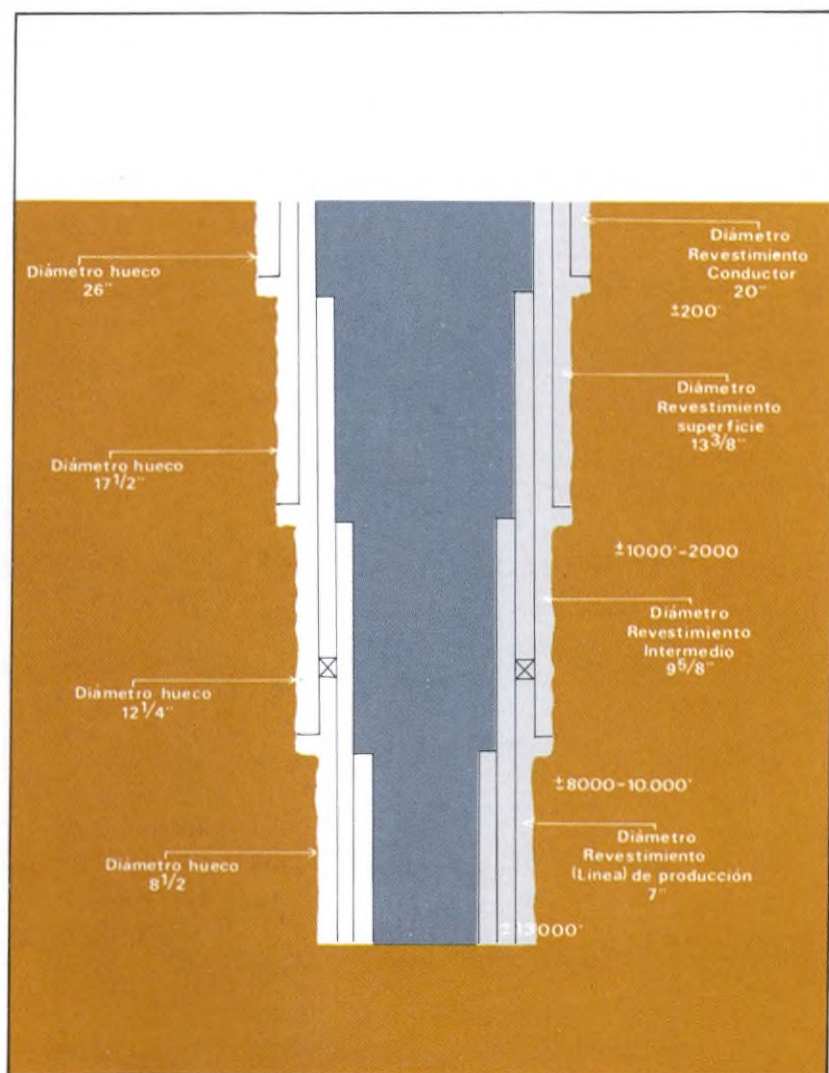
Diseño 1. Profundidad final entre 8.000 y 10.000 pies. El revestimiento de superficie se hace con tubería de 9 5/8 de pulgada, entre los 500 y 700 pies. El revestimiento de producción va en 7 pulgadas y se sienta a profundidad final.



Diseño 2. Profundidad entre 11.000 y 12.000 pies. El revestimiento de superficie es de 13 3/8 de pulgada y va entre 300 y 500 pies. Revestimiento intermedio de 9 5/8 de pulgada y entre 9.000 y 10.000 pies. Revestimiento final ó Liner de producción va a 12.000 pies.



Diseño 3. Profundidad de 13.000 pies. Revestimiento conductor de 20 pulgadas a 200 pies de profundidad. Revestimiento de superficie en 13 3/8 de pulgada y entre mil y 2.000 pies. Revestimiento intermedio de 9 5/8 de pulgada y profundidad entre 8.000 y 10.000 pies. Revestimiento o Liner de producción a 13 mil pies.



Veámos entonces como se cumple la perforación de un pozo a 13 mil pies de profundidad:

- Una broca de 12 1/4 de pulgada penetra el subsuelo o formación para abrir el Hueco Productor. Simultáneamente va circulando el lodo de perforación, cuyo flujo sale por entre la tubería y la broca y asciende a la superficie por el espacio anular que hay entre el tubo y la pared del pozo.

Alcanzada esa profundidad la broca sale y el hueco se ensancha mediante nuevas perforaciones con brocas de 17 1/2 y de 26 pulgadas.

Cumplida la perforación la broca sale y baja el primer revestimiento, que consiste en un tubo de 20 pulgadas de diámetro y que permite la protección de las formaciones ya perforadas.

Una vez colocado el tubo en su posición, se procede a la primera cementación, parte fundamental del revestimiento. El cemento sale por entre el tubo de revestimiento y se solidifica en el espacio anular.

- El segundo tramo de perforación se realiza con una broca de 17 1/2 pulgadas. El revestimiento se hace aquí con un tubo de 13 3/8 de pulgada. A esta altura de la operación se instalan dos piezas esenciales: el zapato y el collar flotador. Estas herramientas evitan que el cemento se devuelva hacia la tubería debido a la presión que ejerce al encontrarse a una mayor profundidad y al ser más grande la columna de cemento que se forma en el espacio anular. El cemento es desplazado por un tapón de caucho, el cual va colocado entre el cemento y el fluido que desplaza ese cemento.

Finalizada la operación de cementación, se debe instalar el Equipo de Cabeza de Pozo, que consiste en la cabeza y una serie de válvulas de control de presiones, las cuales se utilizan en el evento de que se presenten flujos de fluidos de la formación hacia el pozo.

- El tercer tramo se perfora con una broca de 12 1/4 de pulgada. En el revestimiento de este tramo se utiliza un tubo de 9 5/8 de pulgada.
- Finalmente se perfora el último tramo —que llega a los 13.000 pies— con una broca de 8 1/2 pulgadas, o en casos excepcionales de 6 pulgadas.

El revestimiento se realiza aquí con un tubo de 7 pulgadas y características especiales, conocido como Liner de Producción. Este tubo lleva un dispositivo especial que lo fija al revestimiento inmediatamente anterior. Una vez colocado en su sitio, se separa la tubería de perforación del Liner y éste queda en el fondo del pozo sostenido de los brazos que lo fijaron al revestimiento anterior.

Por último se procede a la cementación como en los pasos anteriores. En este caso se utilizan dos tapones para barrer el cemento a través de la tubería de perforación y del Liner. Terminada la operación se saca definitivamente la tubería de perforación.

En el transcurso de toda la perforación se debe obtener la mayor información posible del pozo. Para ello se realizan periódicamente registros eléctricos, mediante la introducción de



una sonda al hueco, la cual envía señales que son registradas en un equipo especial localizado en la misma área del pozo. El registro eléctrico es la respuesta que presentan las formaciones al paso de la corriente, de ondas de sonido, o a la exposición de fuentes radioactivas.

La interpretación de esa información permite definir los tipos de formación y sus características físicas, tales como densidad, porosidad y contenido de fluidos (agua, gas ó petróleo). Esta información permite conocer inicialmente si hay o no hidrocarburos.

El pozo queda así terminado. Si hay posibilidades de producción de hidrocarburos se entrega al Departamento de Producción para que proceda a su completamiento y finalmente entre a producir. En caso contrario se abandona.



PROYECCIONES

Y mientras este trabajo se repite una y otra vez, el Departamento cumple las políticas que la empresa le ha señalado.

Actualmente ejecuta el Plan Quinquenal de Exploración 1987/1991 de Ecopetrol, el cual contempla la perforación de 114 pozos exploratorios en áreas activas e inactivas, con la inversión de 309 millones de dólares.

PERFORACION EXPLORATORIA (Millones dólares)

Cuenca	1987		1988		1989		1990		1991		Total	
	P	\$	P	\$	P	\$	P	\$	P	\$	P	\$
Llanos	10	35.0	16	48.5	8	26.0	8	25.0	8	22.0	50	156.5
V.M.M.	4	4.8	2	2.5	2	2.5	3	4.5	3	6.5	14	20.8
V.S.M.	2	2.2	1	1.0	1	1.0	4	4.0	2	3.0	10	11.2
Catatumbo	2	4.0	1	2.0	2	4.0			2	4.0	7	14.0
Cauca-Patía	1	2.0	1	1.5							2	3.5
Putumayo	4	15.0	3	7.5	4	10.0	2	5.5	2	5.5	15	43.5
V.I.M.			2	4.0	5	23.5	3	6.0	2	4.0	12	37.5
Guajira							1	5.0			1	5.0
Sab. Bogotá			1	5.0			1	6.0	1	6.0	3	17.0
Total	23	63.0	27	72.0	22	67.0	22	56	20	51	114	309.0
TOTAL: 114 POZOS A-3 - - - - M US \$ 309.0												
P = Número de pozos												

Interviene igualmente en el proyecto de recuperación secundaria de Tibú, en Norte de Santander, donde se utiliza el sistema de inyección de vapor para hacer fluír el petróleo que aún queda en el área de la formación Carbonera, donde se perforan 63 pozos.

También participa en el primer proyecto petrolero binacional que ejecuta Colombia con Ecuador, en desarrollo del cual perforó el pozo Quillacinga-1 en límites fronterizos entre los dos países.

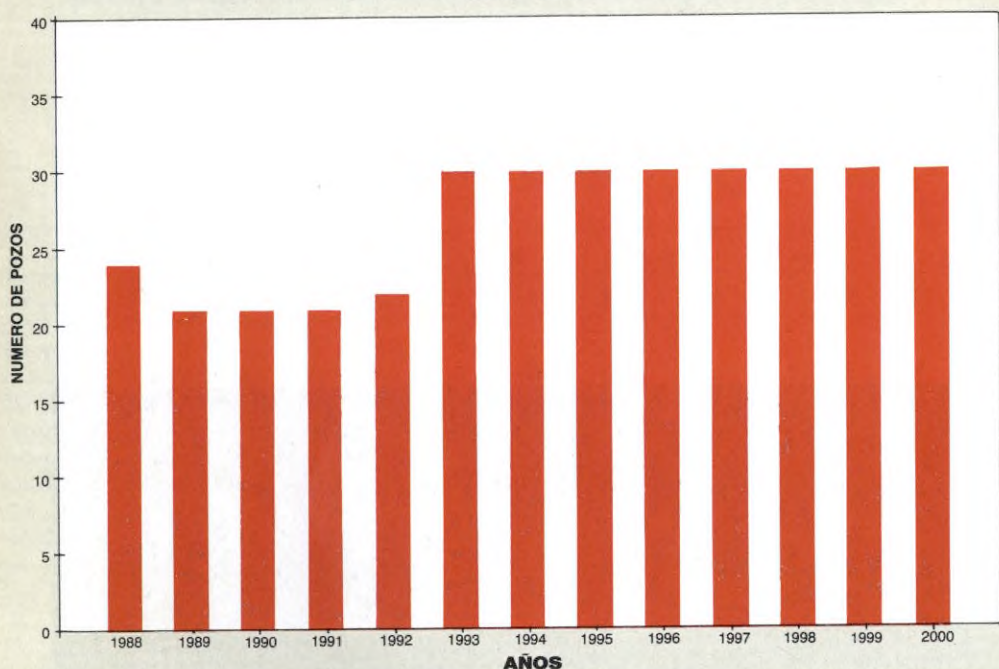


Así mismo, el Plan de Desarrollo Año 2.000 de Ecopetrol le asigna la perforación de 262 pozos exploratorios entre 1988 y el 2.000. De aquí a 1992 el promedio mínimo de perforación debe ser de 22 pozos por año, y de ahí en adelante ese promedio subirá a 30 pozos/año.

DEPARTAMENTO DE PERFORACION

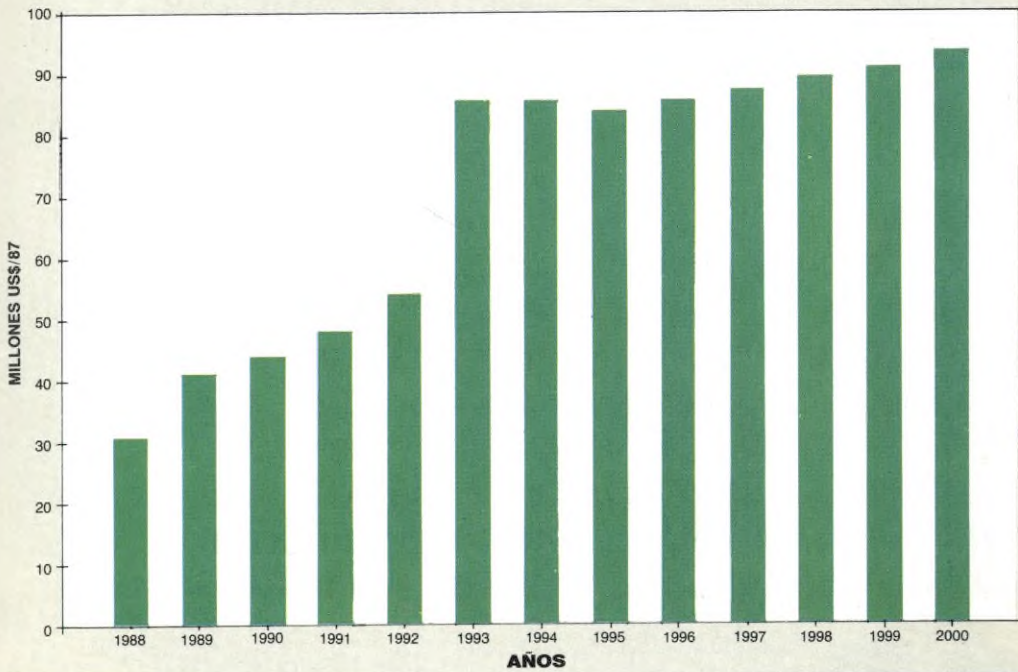
PROGRAMA PERFORACION POZOS EXPLORATORIOS

1988 - 2000



La inversión proyectada en este lapso para cumplir esos objetivos ascenderá a 1.497 millones de dólares. Los mayores valores de inversión correrán a partir de 1993, en concordancia con la mayor actividad de perforación que habrá a partir de ese año.

DEPARTAMENTO DE PERFORACION PROGRAMA DE INVERSIONES POZOS EXPLORATORIOS 1988 - 2000



En todo el proceso de perforación de un pozo transcurren 90 días en promedio, tiempo durante el cual el equipo técnico y humano trabaja ininterrumpidamente las 24 horas del día, a pleno sol, bajo la lluvia, en el silencio de la noche y en medio de las más difíciles condiciones climáticas, **para contribuir a un mejor vivir de nuestra querida Colombia.**

ORGANIGRAMA



INDICACIONES

- | | |
|----------------------------------|--------------------------------------|
| Circulating System | Sistema Circulatorio |
| 1. Mud pits | 1. Piscinas de lodo |
| 2. Mud pumps | 2. Bombas de lodo |
| 3. Standpipe | 3. Tubo fijo |
| 4. Rotary hose | 4. Manguera de lodo |
| 5. Bulk mud components storage | 5. Tanques de almacenamiento de lodo |
| 6. Mud return line | 6. Línea de retorno de lodo |
| 7. Shale Shaker | 7. Zaranda |
| 8. Desilter | 8. Desarcillador |
| 9. Desander | 9. Desarenador |
| 10. Degasser | 10. Desgasificador |
| 11. Reserve pits | 11. Piscinas de desechos |
| Rotating Equipment | Equipo de Rotación |
| 12. Swivel | 12. Unión rotatoria |
| 13. Kelly | 13. Vástago de rotación |
| 14. Kelly bushing | 14. Buge de transmisión de rotación |
| 15. Rotary table | 15. Mesa rotaria |
| Hoisting System | Sistema de levante |
| 16. Crown block and water table | 16. Corona |
| 17. Monkeyboard | 17. Encuelladero |
| 18. Mast | 18. Torre |
| 19. Traveling Block | 19. Polea Viajera |
| 20. Hook | 20. Gancho |
| 21. Elevators | 21. Elevador |
| 22. Drawworks | 22. Malacate |
| 23. Cathead | 23. Cabeza de gato |
| 24. Brake | 24. Freno |
| 25. Weight Indicator | 25. Indicador de peso |
| 26. Driller's Consola | 26. Consola del perforador |
| 27. Substructure | 27. Subestructura |
| 28. Drilling line | 28. Cables de perforación |
| Well-control equipment | Equipo de control de flujo |
| 29. Annular blowout preventer | 29. Preventor anular de reventones |
| 30. Ram blowout preventers | 30. Preventor de Arietes |
| 31. Accumulator unit | 31. Unidad de acumulación |
| 32. Choke manifold | 32. Válvulas del estrangulador |
| 33. Mud-gas separator | 33. Separador de gas |
| Power System | Sistema de potencia |
| 34. Power-generating plant | 34. Plantas generadoras |
| 35. Fuel tanks | 35. Tanques de combustible |
| Pipe And pipe-handling equipment | Tuberías |
| 36. Conductor pipe | 36. Tubo conductor |
| 37. Surface casing | 37. Revestimiento de superficie |
| 38. Drill pipe | 38. Tubería de perforación |
| 39. Drill collars | 39. Collares de perforación |
| 40. Drill bit | 40. Broca de perforación |
| 41. Annulus | 41. Espacio anular |
| 42. Pipe racks | 42. Burros de tubería |
| 43. Catwalk | 43. Planchada de tubería |
| 44. Pipe ramp | 44. Planchada de tubería |
| 45. Rathole | 45. Hueco de la Kelly |
| 46. Mousehole | 46. Hueco del sencillo |
| 47. Tongs | 47. Llaves |
| 48. Tong counterweights | 48. Contrapeso de las llaves |
| Miscellaneous | Varios |
| 49. Doghouse | 49. Casa del perro |
| 50. Walkways | 50. Pasillos |
| 51. Cellar | 51. Contrapozo |
| 52. Casinghead | 52. Cabeza de pozo |
| 53. Stairways | 53. Escaleras |
| 54. Hoisting line | 54. Línea de levantamiento |
| 55. Gin pole | 55. Polea de suspensión |

Departamento de perforación Bogotá/Empresa
Colombiana de Petróleos. Ecopetrol

333.8232 E558 Ej.1

CATALOGADO POR: HELP FILE LTDA

FECHA
PEDIDO

PRESTADO A

FECHA
DEVUELTO



MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA



01005786

BIBLIOTECA



