



Glosario

DISEÑO DE POZOS PETROLEROS

Por: Edmundo E. Ramírez López
edmundoramirez1124@gmail.com

OBJETIVO

Que el alumno adquiera, los conocimientos necesarios, para la selección, desarrollo y análisis, de la planificación, implicada, en el diseño óptimo, de la perforación de pozos petroleros.



El diseño de la perforación, de un pozo petrolero, es un proceso sistemático y ordenado, que puede ser aplicado, en la perforación de cualquier tipo de pozo, porque el único requerimiento, consiste en aplicar, la tecnología adecuada, en cada etapa de la perforación.

La planificación de la perforación de un pozo, requiere la integración de ingeniería, seguridad, ecología, costo mínimo y utilidad.

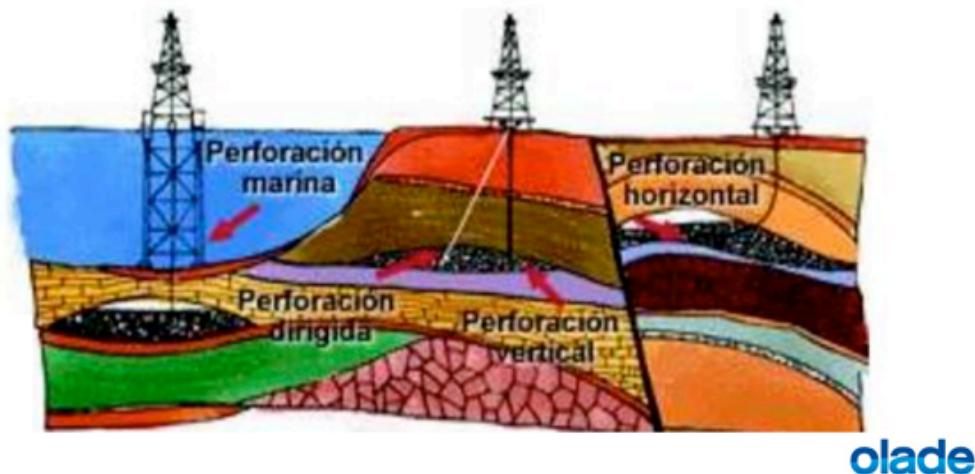
PROCESO

1. Recopilación de información
2. Predicción de las presiones de formación y fractura
3. Determinación de las profundidades de asentamiento, de las tuberías de revestimiento (TR)
4. Selección de la geometría y trayectoria del pozo
5. Programa de los fluidos de perforación
6. Programa de las mechas de perforación
7. Diseño de las TR y programas de cementaciones
8. Diseño de las sartas de perforación
9. Programa hidráulico
10. Selección del equipo de perforación
11. Tiempos estimados de la perforación
12. Costos de la perforación
13. Coordenadas del revestidor conductor y del yacimiento objetivo: Permiten definir la trayectoria del pozo: vertical, inclinado, horizontal. Excepción hecha de los pozos cretácicos, que deben ser inclinados u horizontales, porque sus fracturas son verticales

POZOS EXPLORATORIOS

El primer pozo que se perfora en un área geológicamente inexplicada se denomina "pozo exploratorio" y en el lenguaje petrolero se clasifica "A-3".

De acuerdo con la profundidad proyectada del pozo, las formaciones que se van a atravesar y las condiciones propias del subsuelo, se selecciona el equipo de perforación más indicado.



Diámetro de la TR de producción

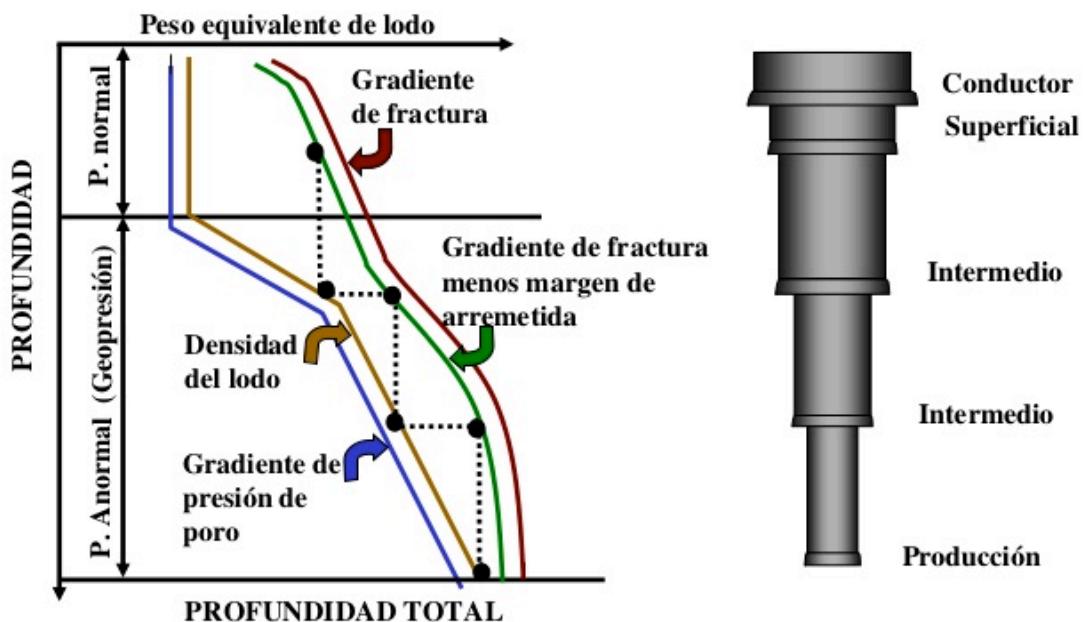
Las TR, son tramos de tubería de acero, que se utilizan, para formar un primer conducto del pozo, desde la profundidad final, hasta la superficie.

El diámetro de la TR de producción, depende de los requerimientos, expectativas y características del yacimiento objetivo y debe diseñarse, de acuerdo, a las previsiones de producción, estimulaciones y reparaciones del pozo.



DISEÑO Y CONSTRUCCION

DISEÑO DE REVESTIDORES



Programa de toma de información

Consiste, en la determinación de los intervalos o profundidades, en donde se correrán los registros eléctricos, se sacaran los núcleos o se efectuarán pruebas de producción (DST)

Registros

Registro de los parámetros de perforación

Es un monitoreo, metro a metro, de las condiciones de perforación del pozo, el cual puede efectuarse, en un intervalo o en todo el pozo



Registros eléctricos: Se utilizan, para conocer las características, de las formaciones atravesadas por los pozos, tanto en su naturaleza litológica, como en lo relativo, a su contenido de fluidos.

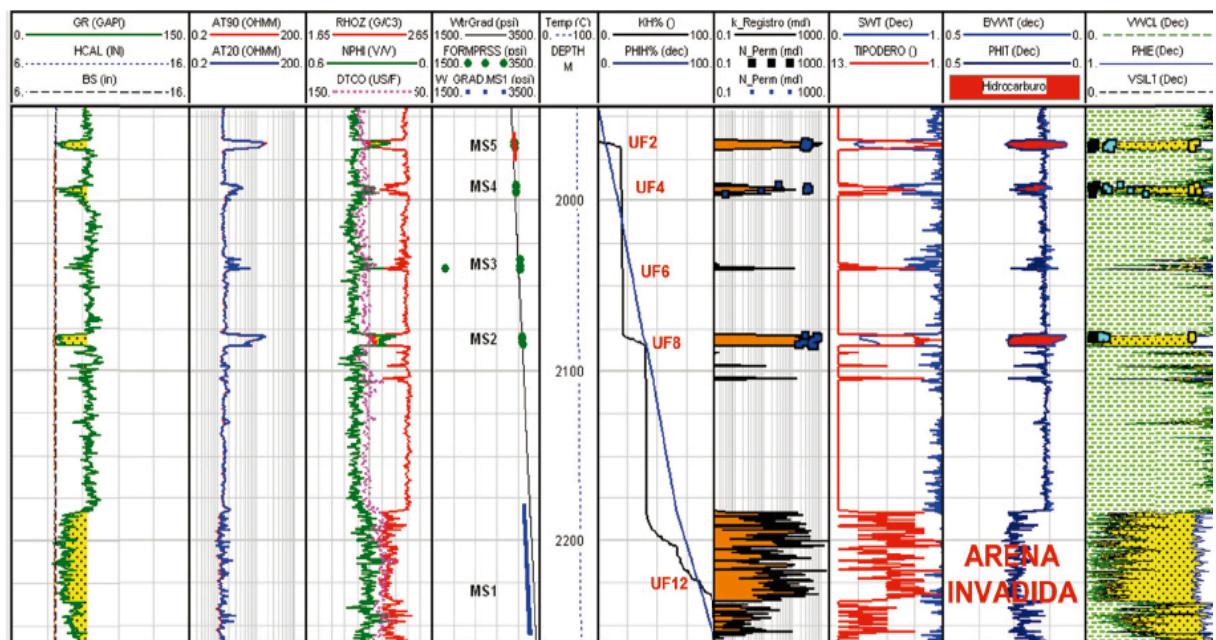


Figura 10. Evaluación de registros del pozo A-101. (Carril 1: rayos gamma, calíper. Carril 2: resistividad (AT90 profunda, AT20 somera). Carril 3: densidad (RHOZ), porosidad (NPHI), sónico compresional (DTCO). Carril 4: presiones. Carril 5: profundidad (Depth en m), Temperatura (Temp). Carril 6: unidades de flujo (Kh), capacidad de almacenamiento (PHIH). Carril 7: permeabilidad de registros (k_Registro, perm. de núcleos (N_perr). Carril 8: saturación de agua (SW), tipos de roca. Carril 9: Vol. de agua total (BVWT), porosidad total (PHIT). Carril 10: litología).

Núcleos

El corte de núcleos, es el único método, para realizar mediciones directas de las propiedades de la roca y de los fluidos, contenidos en ellas, como la litología, porosidad, permeabilidad, saturaciones de petróleo, gas y agua y las RGP, RAP y rumbo y buzamiento de las capas.

Prueba DST

La aplicación de esta prueba, es común, durante la perforación de pozos exploratorios, para evaluar en forma rápida, zonas que por los registros, presenten posibilidades, de contener hidrocarburos.

Recopilación y análisis de la información de los pozos vecinos

Registro de las mechas de perforación

Un informe de evaluación, de las condiciones, de las mechas de perforación usadas en pozos vecinos, permite programar, para el próximo pozo, las mechas ideales para cada formación, y así obtener, las condiciones de operación óptimas, para cada etapa.

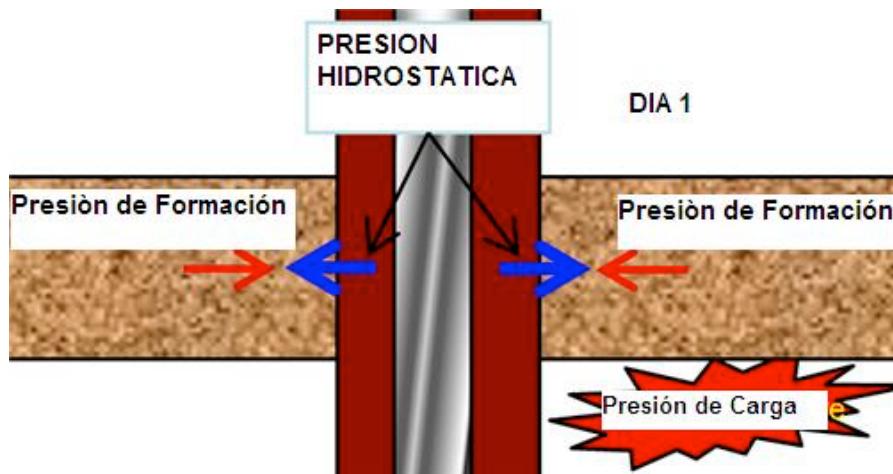


Registro de mechas

Núm. de mechas, características, rendimiento, condiciones de operación, fluido, desgaste, observaciones.

Determinación de los gradientes de presión

El conocimiento, de los gradientes de presión de formación y de fractura, constituyen, la base fundamental, para la óptima programación, del lodo de perforación y profundidades adecuadas de asentamiento, de las tuberías de revestimiento, para mantener el control del pozo.



Metodología para determinar las presiones anormales

Antes de la Perforación

Se caracteriza, por el uso de las técnicas geofísicas y de sismología. Las secciones sísmicas, son una representación, de los cambios, del producto velocidad-densidad de la roca, en el subsuelo; las zonas sobrepresionadas, tienen una menor velocidad, de transmisión del sonido, respecto a una zona normal.

Durante la Perforación

Utiliza datos y muestras obtenidas, durante la perforación del pozo. Los indicadores de presión anormal, se basan en la experiencia y en el intenso estudio. Estos indicadores son, la velocidad de penetración, momento de torsión aplicado a la tubería, exponentes d y dc , registros del lodo, incrementos de recortes, etc.

Después de la Perforación

La verificación y cuantificación, de presiones anormales, después de la perforación, caen dentro de lo que se llama “evaluación del pozo”, la cual se lleva a cabo, mediante los registros: sónico de porosidad (acústico), densidad, sónico dipolar (DSI) y de inducción.

Tipos de tubería de revestimiento

Tubería Conductora

Puede ser hincada o se perfora y se cementa y su objetivo, es aislar acuíferos superficiales y tener un medio de circulación, del lodo de perforación.

Tubería Superficial

Tiene como objetivo, aislar acuíferos superficiales e instalar conexiones superficiales de control

Tubería Intermedia 1

Se cementa, en la cima de la zona, de presión anormalmente alta, para cambiar la base del lodo de perforación e incrementar, la densidad del mismo.

Tubería intermedia 2

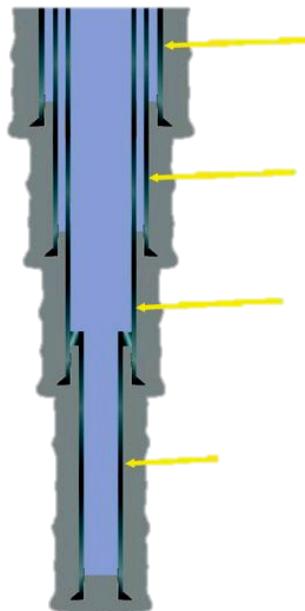
Se cementa a la salida, de la zona de presión anormal, para bajar la densidad del lodo de perforación y penetrar la zona de interés.

Tubería corta

Constituye, una instalación especial, que evita utilizar una sarta de tubería de TR, desde la superficie, hasta el fondo del pozo. La longitud de esta tubería, permite cubrir el hoyo descubierto, quedando una zona traslapada, dentro de la última tubería

Tubería de producción

Permite la explotación selectiva, de aquellos intervalos, que presenten la mejor prospectividad.



Las TR, mostradas, en la misma posición que se mencionaron

Selección y programa de los fluidos de perforación

La selección de los fluidos de perforación, debe hacerse, de acuerdo, a las condiciones y problemáticas específicas de la zona, donde se va perforar el pozo y cada etapa del programa, se analizará detalladamente

Los problemas registrados en los pozos vecinos, proporcionan áreas de oportunidad, en las cuales hay que enfocarse, a fin de optimizar el programa, de los fluidos de perforación.

Problemas de las formaciones

Inestabilidad del agujero

Las arenas no consolidadas, someras, se erosionan, con el fluido de perforación, en flujo turbulento .Las areniscas y las calizas, pueden ser inestables, cuando están sujetas a esfuerzos tectónicos, o cuando la presión hidrostática del fluido de perforación ,es menor que la presión de la formación

Hidratación

En el proceso de hidratación, las cargas positivas de los átomos de hidrógeno, de las moléculas de agua, se adhieren a la superficie, de las arcillas. Esta adherencia del hidrógeno, forma una capa de agua, en la superficie de las arcillas.

Una segunda capa, o varias capas, mas de agua, se pueden adherir a la primera y el volumen de arcilla se expande, a medida que se agrega mas agua; conforme el agua se adhiere a la arcilla, las placas se apartan y se dispersan en el fluido de perforación.

Adsorción osmótica

Es un proceso geológico, de millones de años, que ocurre, cuando las arcillas, se compactan, se geopresionan y deshidratan, concentrando sus sales intersticiales o nativas; este fenómeno es mas drástico, a medida, que la compactación, es a mayor profundidad

Efecto del cambio de la presión interna

Los cambios de presión interna, pueden causar, cargas importantes, que pueden ocurrir, durante y después de la corrida y cementación, de la TR de producción y colocado, el cabezal del pozo.

Efecto de inflexión

En el diseño de las TR, debe considerarse, el efecto de la curvatura del pozo y el ángulo de desviación vertical, sobre el esfuerzo axial y el acople.

Cuando la tubería es forzada a doblarse, en el lado convexo de la curva, la tensión, tiende a incrementarse.

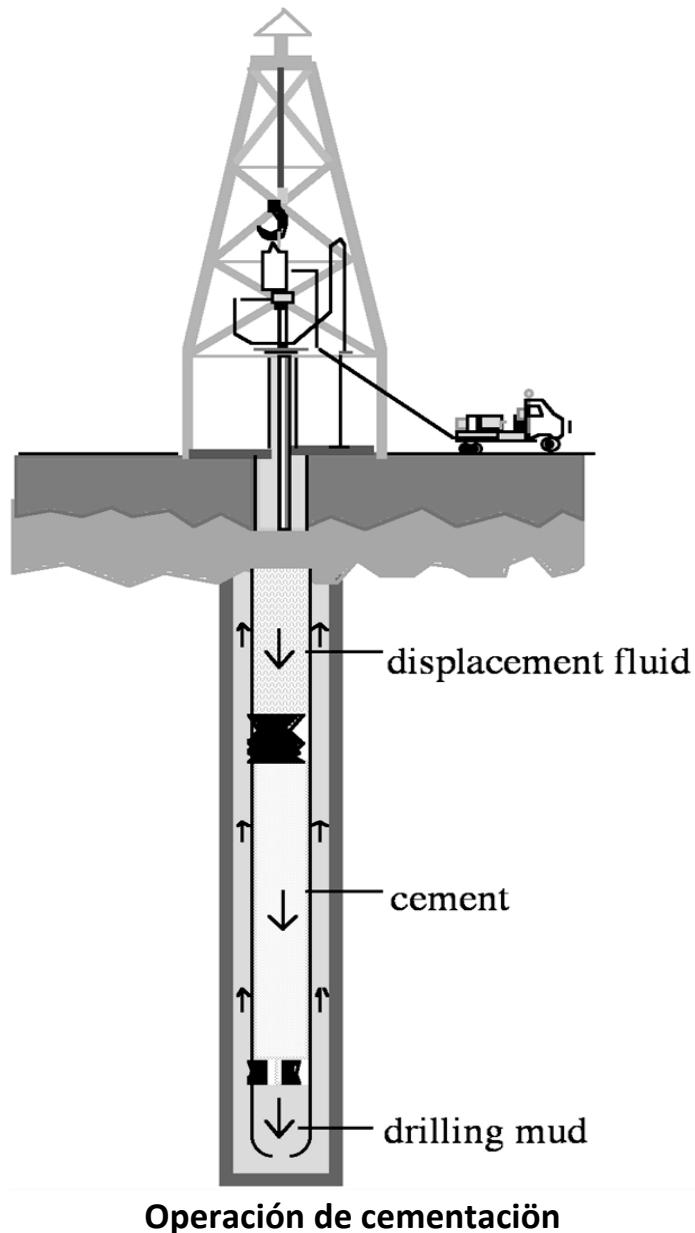
Cementación

A las cementaciones de las TR, se les conoce, como cementación primaria, en las tuberías superficial, intermedias y en la de producción.

Esta es una operación importante, porque una cementación deficiente, puede ser costosa, para la vida productiva del pozo, porque se puede producir una fisura en el anillo de cemento, durante operaciones de

estimulación, o fracturamiento, donde se manejen altas presiones, dando como resultado un pozo improductivo

Es importante, que para evitar problemas posteriores, se planifique con bastante antelación, la cementación primaria, antes de correr la tubería



Diseño de la sarta de perforación

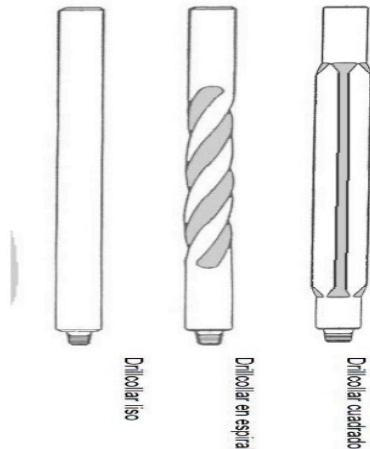
Debe diseñarse, una sarta de perforación, para cada una de las etapas de perforación del pozo. Las herramientas fundamentales, de estas sartas, son:



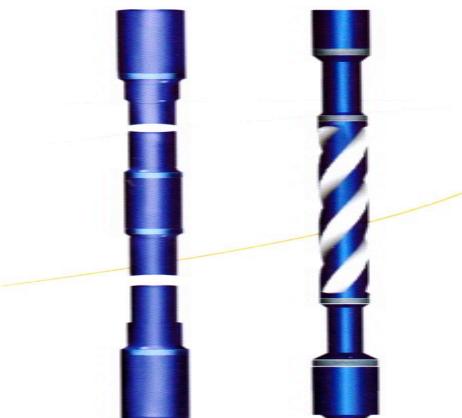
Lastra Barrenas (DC)



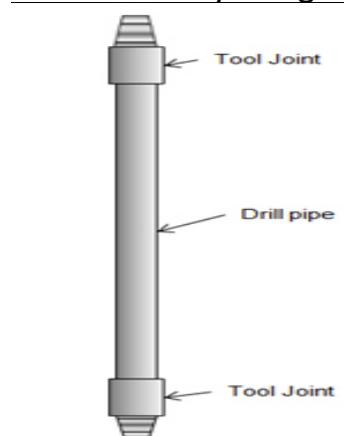
Mecha de perforación



Portamechas



Tubería Heavy Weight



Tubería de perforación

Con los portamechas, se aplica el peso, sobre la mecha de perforación, diseñado para cada etapa. La tubería Heavy Weight, se fabrica, con mayor espesor de pared y uniones especiales, extra largas, con relación a la TP, con la función principal, de hacer la transmisión, de esfuerzos, entre la tubería de perforación y los portamechas.

La tubería de perforación, son tubos de acero o aluminio, con características especiales, usadas para transmitir rotación y fluido a la mecha, en las operaciones de perforación, completación y reparación de pozos.

Programa de mechas de perforación

Para la planificación, del programa de mechas de perforación, de un pozo a perforarse, se procede como sigue:

1. El Ingeniero de diseño, encargado de la planificación del pozo, deberá de llevar a cabo una selección inicial de las mechas, basado en los objetivos, riesgos y geometría del pozo.
2. Efectuar un estudio detallado, de los registros de las mechas, de los pozos vecinos, para que el programa, sea un promedio del área.
3. El programa de mechas y los programas operacionales, deberán afinarse, para lograr que el pozo a perforar, rebase la operación promedio del área.

En la actualidad, existen, diversos tipos de mechas de perforación, que difieren entre si, por su estructura de corte o por su sistema de rodamiento.

Se clasifican en tricónicas , de diamante y de diamante policristalino (PDC).

Factores a tener en cuenta, para la selección de las mechas:

- Dureza y abrasividad de la formación
- Geometría del pozo.
- Control direccional.
- Sistema de rotación.
- Tipo de fluido de perforación.

Programa hidráulico

Los objetivos principales, de este programa son:

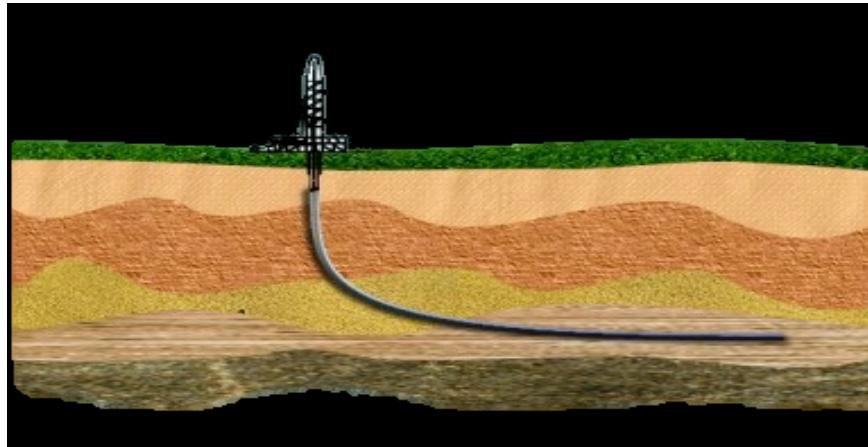
- ❖ Incrementar, la velocidad de perforación, derivada de una buena limpieza en el fondo del hoyo.
- ❖ Evitar o disminuir, la erosión excesiva, de las paredes del hoyo y no provocar, derrumbes o deslaves.
- ❖ Control de las pérdidas de presión, en el sistema, de circulación, para evitar, variaciones de presión, en el hoyo, por la densidad

equivalente de circulación, limitar la presión disponible en la mecha y los HP hidráulicos, para la circulación.

Perforación direccional

Es el proceso, de dirigir el pozo, hacia una determinada distancia lateral, de la ubicación en la superficie, del equipo de perforación, por diversas razones.

No me extiendo, en este tema, al igual, como no lo hecho en otros, por tratarse, de un Glosario.



Perforación direccional

Tipos de completaciones

Hoyo de producción abierto

Esta completación, se caracteriza por su simplicidad y bajo costo.

La última tubería de revestimiento, es cementada en la cima de la zona productora. La terminación en agujero descubierto, permite las pruebas de producción, el abandono temporal, estimulaciones.

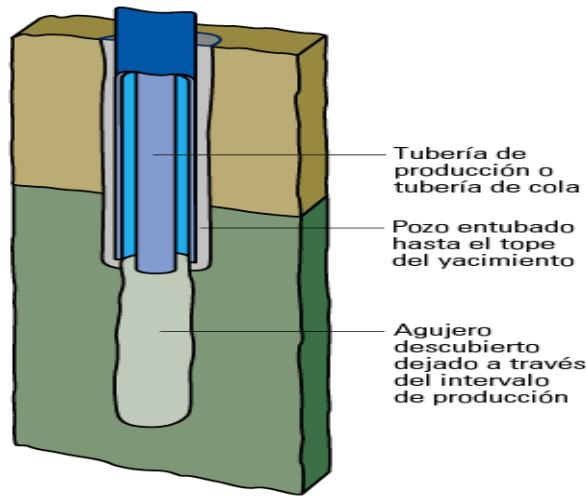
Tubería ranurada

La completación, con tubería ranurada, es económica y muy común, en la terminación de pozos horizontales y en arenas, someras, no consolidadas.

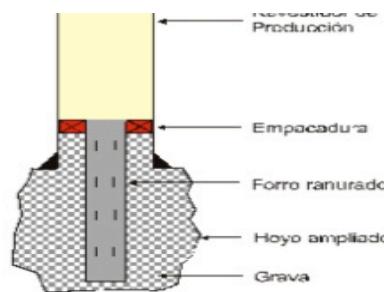
La mayor ventaja, de la tubería ranurada, es la protección del agujero para evitar su colapso.

Tubería ranurada, con una empacadura externa

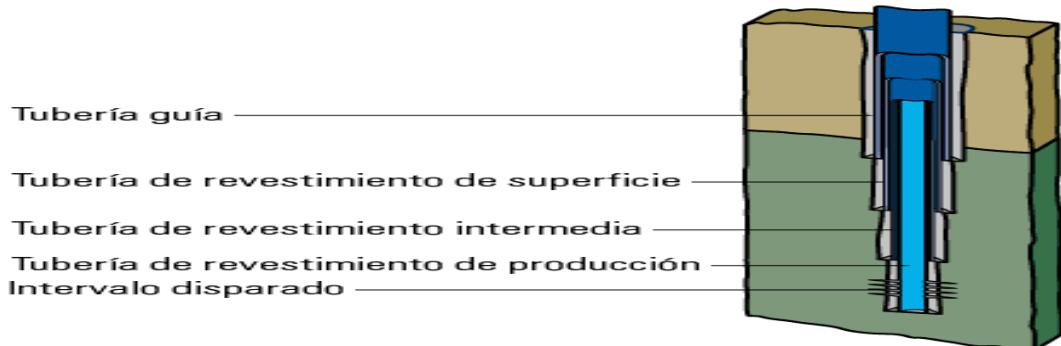
Este tipo de terminación, es similar al de la tubería ranurada, con la excepción, de que se corre, con una empacadura externa, para conseguir aislar alguna zona, que requiera de una acidificación, o para separar algunos intervalos dañados.



Completación a hoyo abierto



Empaque con Grava a Hueco Abierto



Tubería Pre-Empacada y Protegida

Bibliografía:

Tesis de Grado de Estudiantes de la Universidad Autónoma de Guadalajara
 Angulo Becker Estefany Francelis, Ascencio Trejo Hansel Eduardo, Méndez García Lázaro, Valencia Hernández Juan Carlos, Luna Mollinedo Antonio.