Organización Latinoamericana de Energía
Latin American Energy Organization
Organisation Latino-americaine d'Energie
Organização Latino-Americana de Energia

PERFORACION DE POZOS PETROLEROS

OSCAR LEON
CONSULTOR

GEOLOGIA DEL PETROLEO: CARACTERISTICAS Y VALORACION DE LOS YACIMIENTOS HIDROCARBURIFEROS

30 - ABRIL - 2014

SANTA CRUZ, BOLIVIA

- VIDEO DE PERFORACION

PERFORACION DE POZOS

PERFORACION

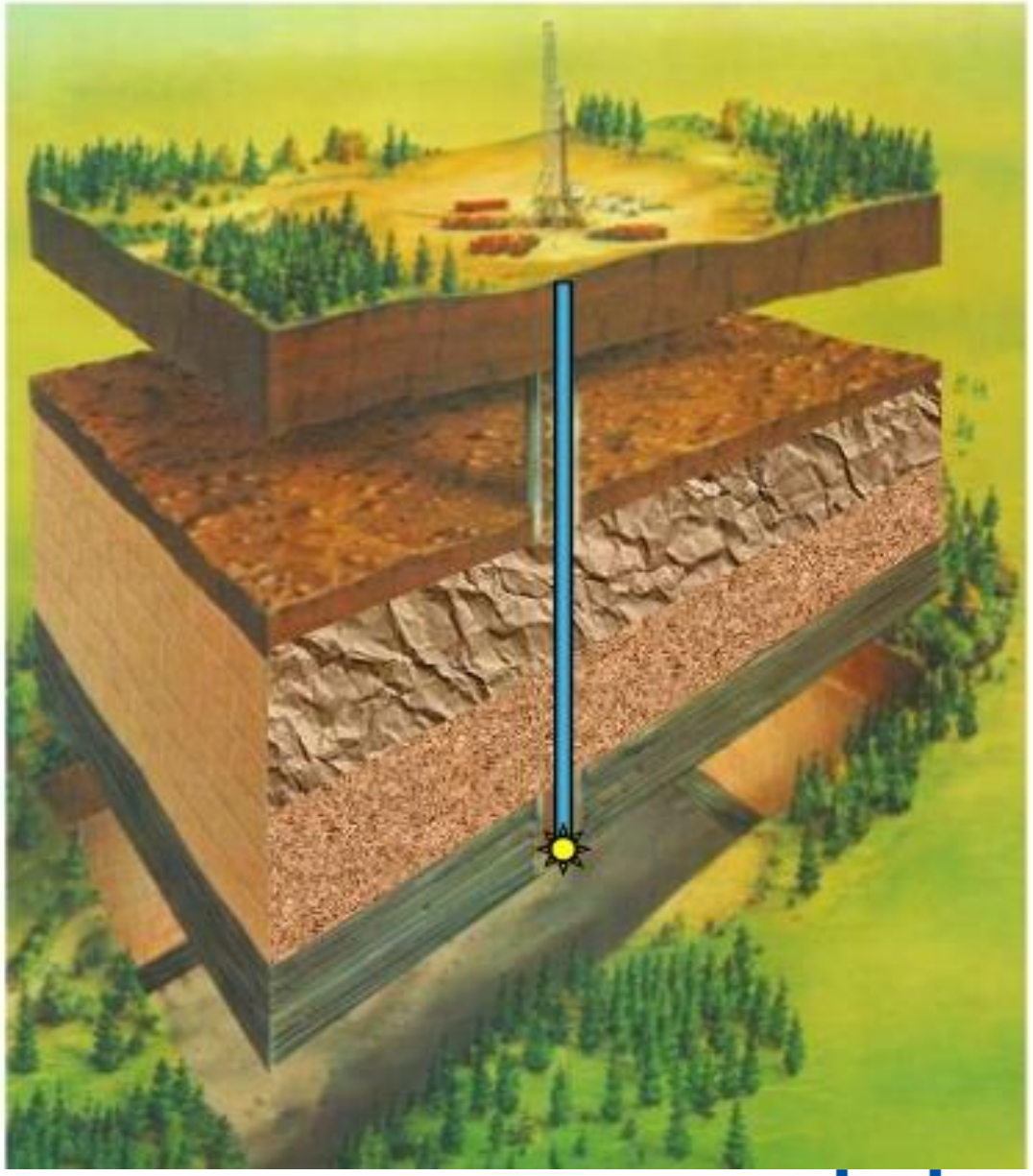
La geología de superficie, el análisis de líneas sísmicas o la obtención de nuevos datos sísmicos, permiten conocer las capas del subsuelo, particularmente aquellas que más probablemente contienen petróleo o gas.

La única manera de saber realmente si hay petróleo en el sitio donde la investigación geológica propone que se podría localizar un depósito de hidrocarburos, es mediante la perforación de un hueco o pozo.

olade

PERFORACIÓN DE POZOS

Se perfora un hueco con una sarta de tubería y una broca desde superficie al yacimiento objetivo con una distancia que varía de metros a kilómetros.

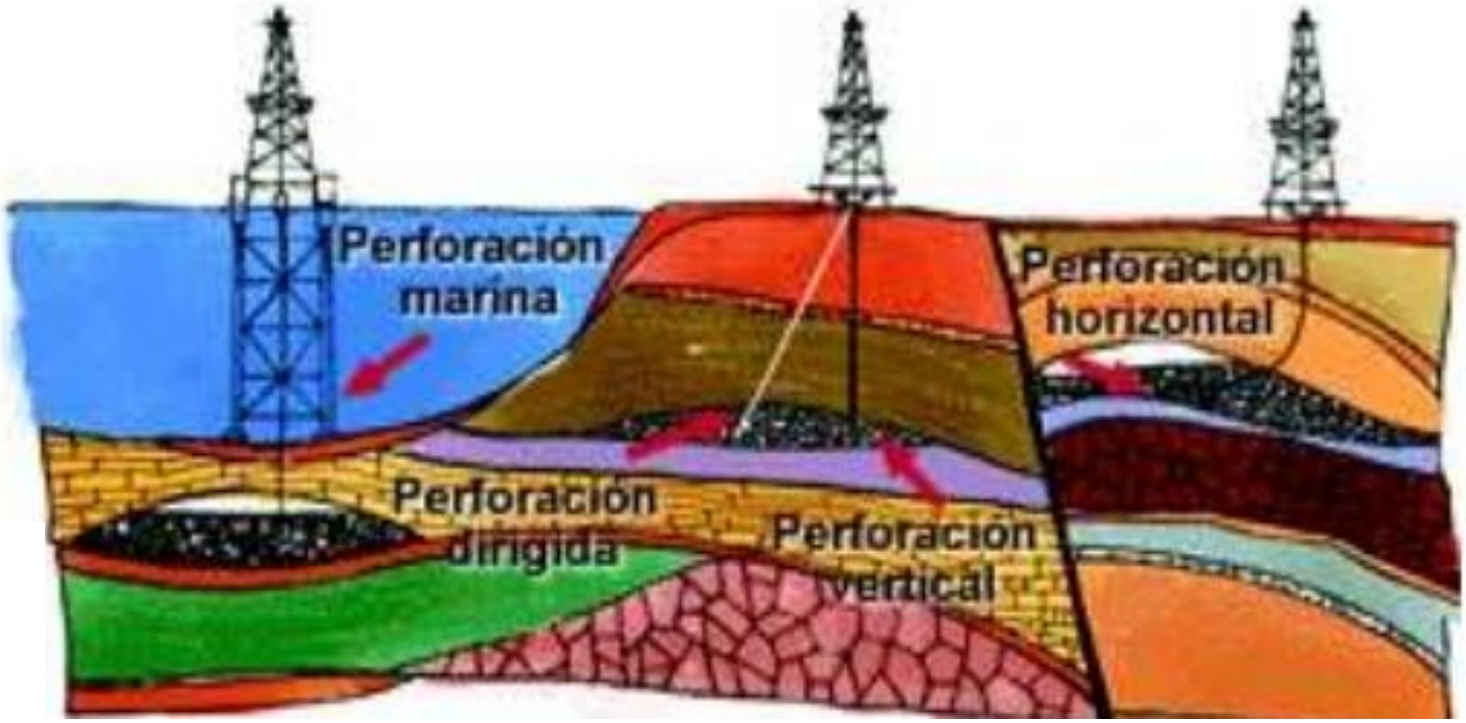


olade

POZOS EXPLORATORIOS

El primer pozo que se perfora en un área geológicamente inexplorada 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.



olade

Equipo de Perforación

Los principales elementos que conforman un equipo de perforación, y sus funciones, son los siguientes:

Torre de perforación o taladro – Es una estructura metálica en la que se concentra prácticamente todo el trabajo de perforación.

Tubería o "sarta" de perforación – Son los tubos de acero que se van uniendo a medida que avanza la perforación.

Brocas – Son las que perforan el subsuelo y permiten la apertura del pozo.

1. Polea de suspensión
2. Línea de levantamiento
3. Cables de perforación
4. Polea viajera
5. Sistema de levante
6. Unión rotatoria
7. Manguera de lodo
8. Malacate
9. Mesa rotatoria
10. Equipo de control de flujo
11. Cabeza de pozo
12. Tubo conductor
13. Revestimiento de superfici
14. Tubería de perforación
15. Desarenador
16. Broca

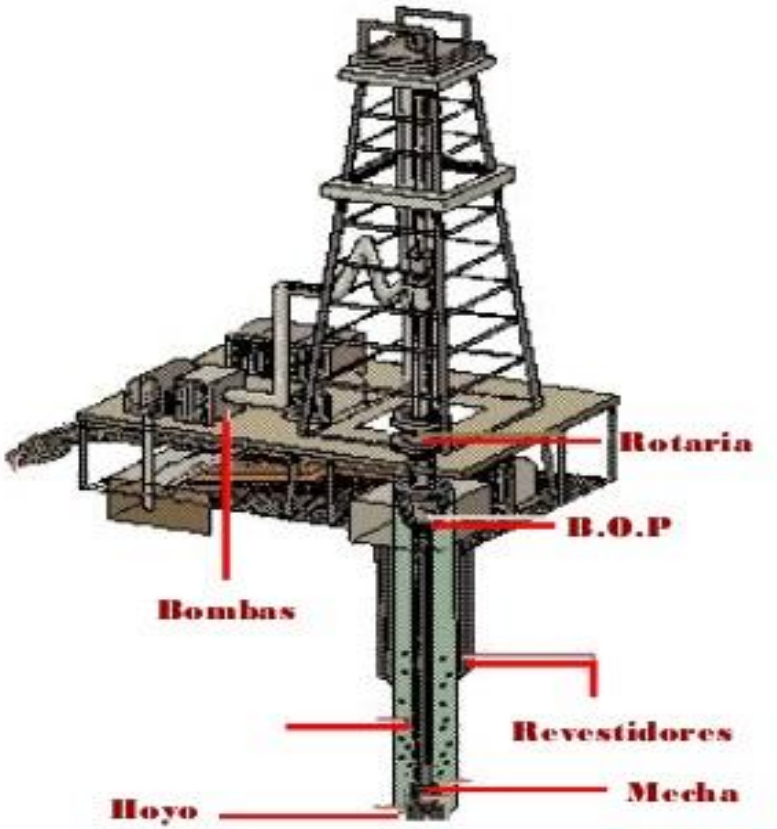
olade

- **SUBESTRUCTURA:**

Es la encargada de soportar la torre de perforación, los equipos de perforación como el malacate y la mesa rotatoria y alojar las válvulas preventoras de reventones.

SISTEMA DE IZAMIENTO

1- La torre o cabria de perforación
2- La subestructura
3- La planchada
4- El malacate
5- El bloque corona
6- El bloque viajero
7- El gancho
8- Los elevadores
9- La guaya de perforación



olade

MALACATE: sistema mecánico que permite soportar, levantar y subir el conjunto de tubería y broca de perforación, mediante un sistema que utiliza cable de acero. Es accionado por motores de combustión interna (Diesel) o por motores eléctricos.

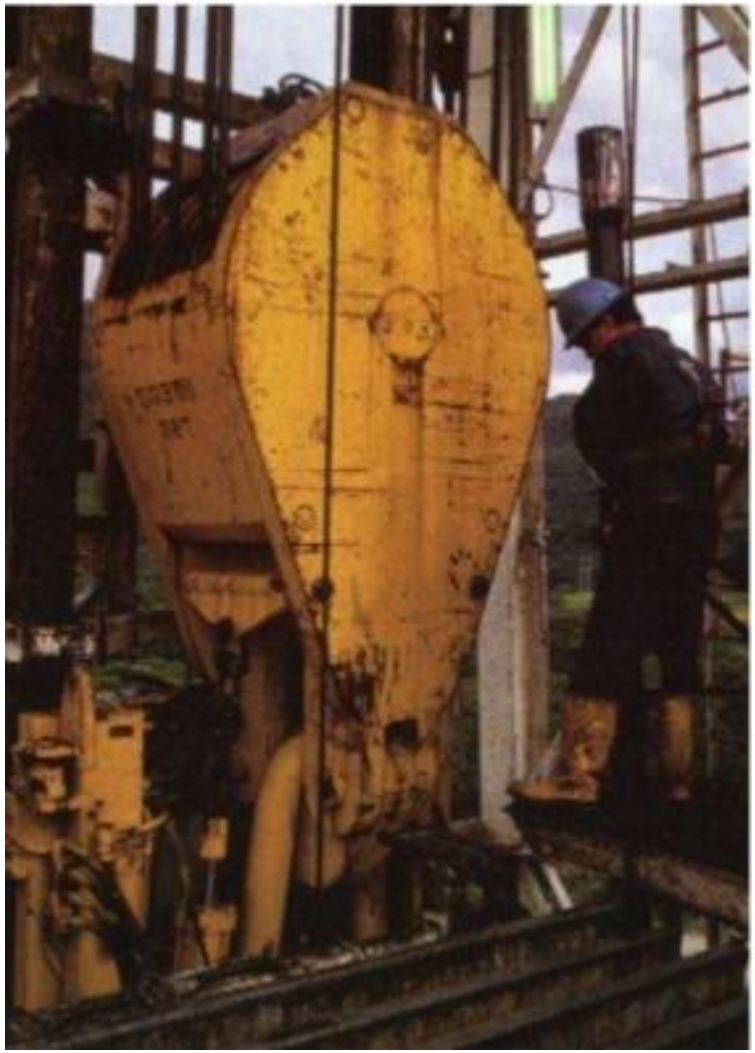
MESA ROTATORIA:

Es un sistema de engranajes que permite rotar el conjunto de tubos de perforación. En el orificio central de la mesa rotatoria encaja un tubo cuadrado o hexagonal que va unido a la sarta de tubería llamado la Kelly, que es el responsable de transmitir el movimiento rotacional de la mesa a la sarta de perforación. La mesa rotatoria es accionada por el motor que acciona el malacate.

SISTEMA ROTACION

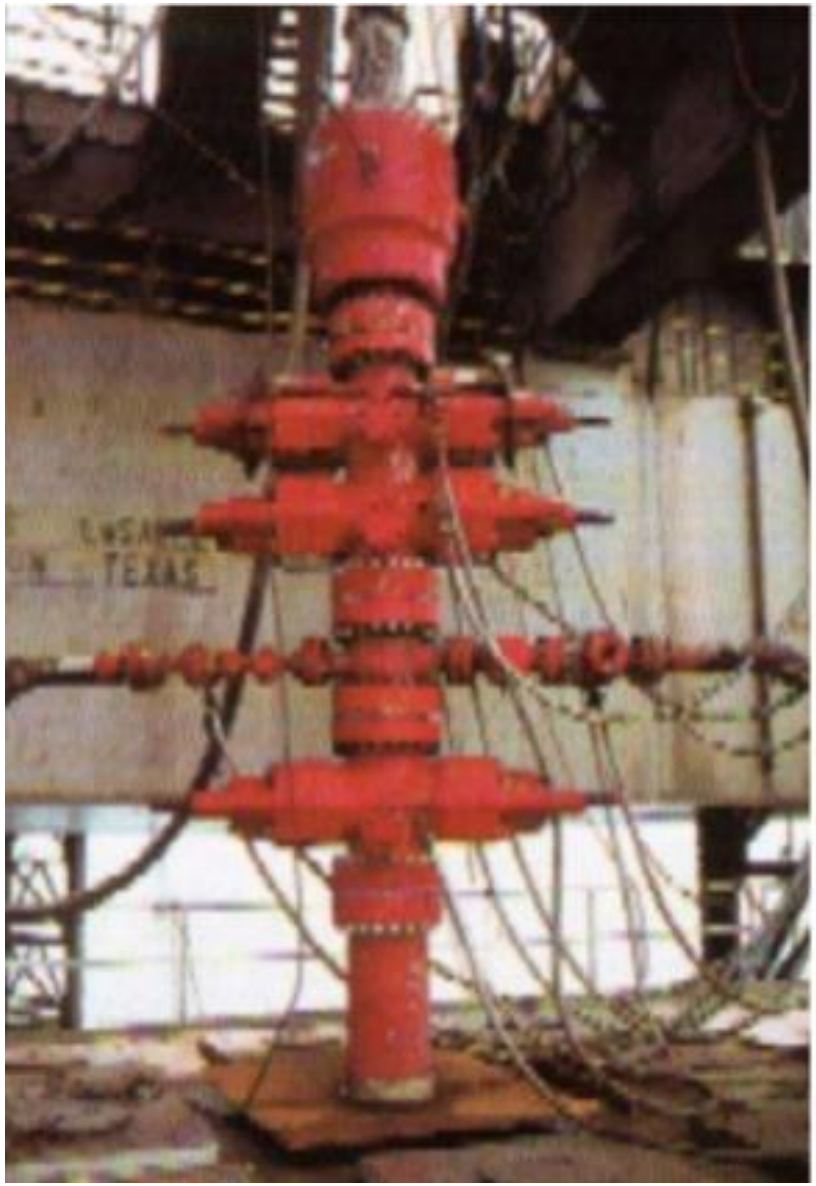
1- La mesa rotaria
2- Los accesorios rotatorios
3- La unión giratoria
4- El cuadrante
5- El sustituto del cuadrante
6- La tubería de perforación
7- Las lastrabarrenas
8- Herramientas especiales de fondo
9- La barrena

olade



- **BLOQUE VIAJERO:** Es un conjunto de poleas que van unidas mediante un cable de acero a la corona, que es otro conjunto de poleas, permite levantar, bajar y sostener el conjunto de tubos de perforación. El cable de acero es accionado por el malacate.

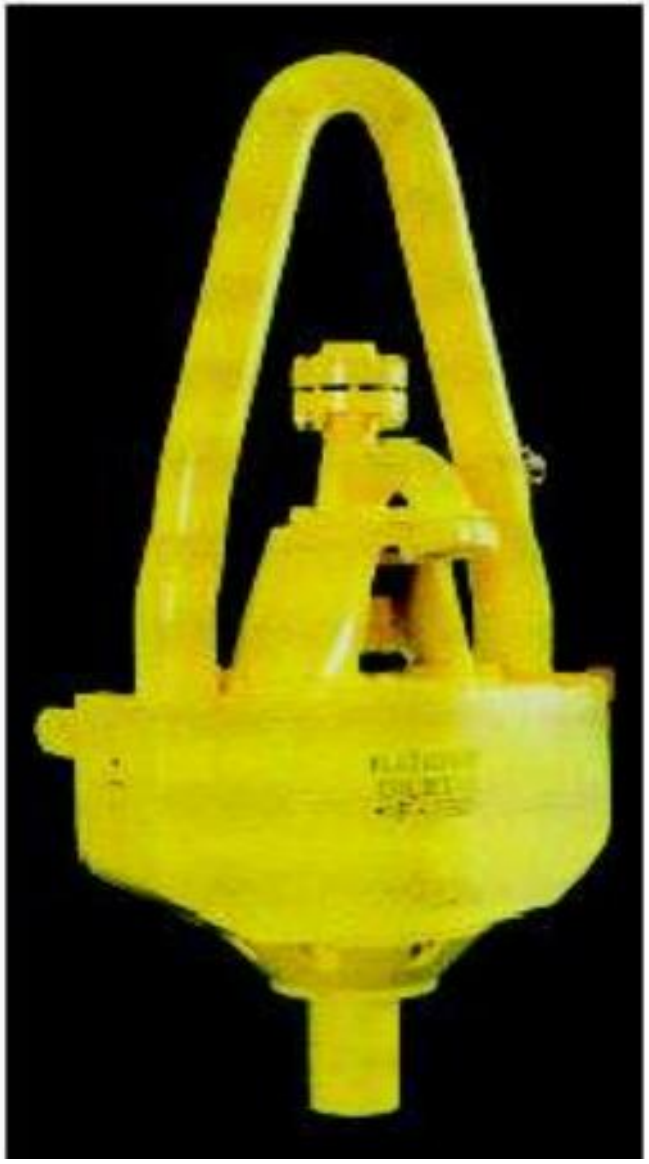
olade



VÁLVULAS PREVENTORAS:

son válvulas instaladas en la cabeza del pozo que se perfora, con el objetivo de cerrar el pozo en caso de que el petróleo y/o gas de las formaciones atravesadas traten de fluir a superficie. Estas válvulas son accionadas mediante un dispositivo hidráulico conocido como acumulador de presión y está instalado a un lado de la torre.

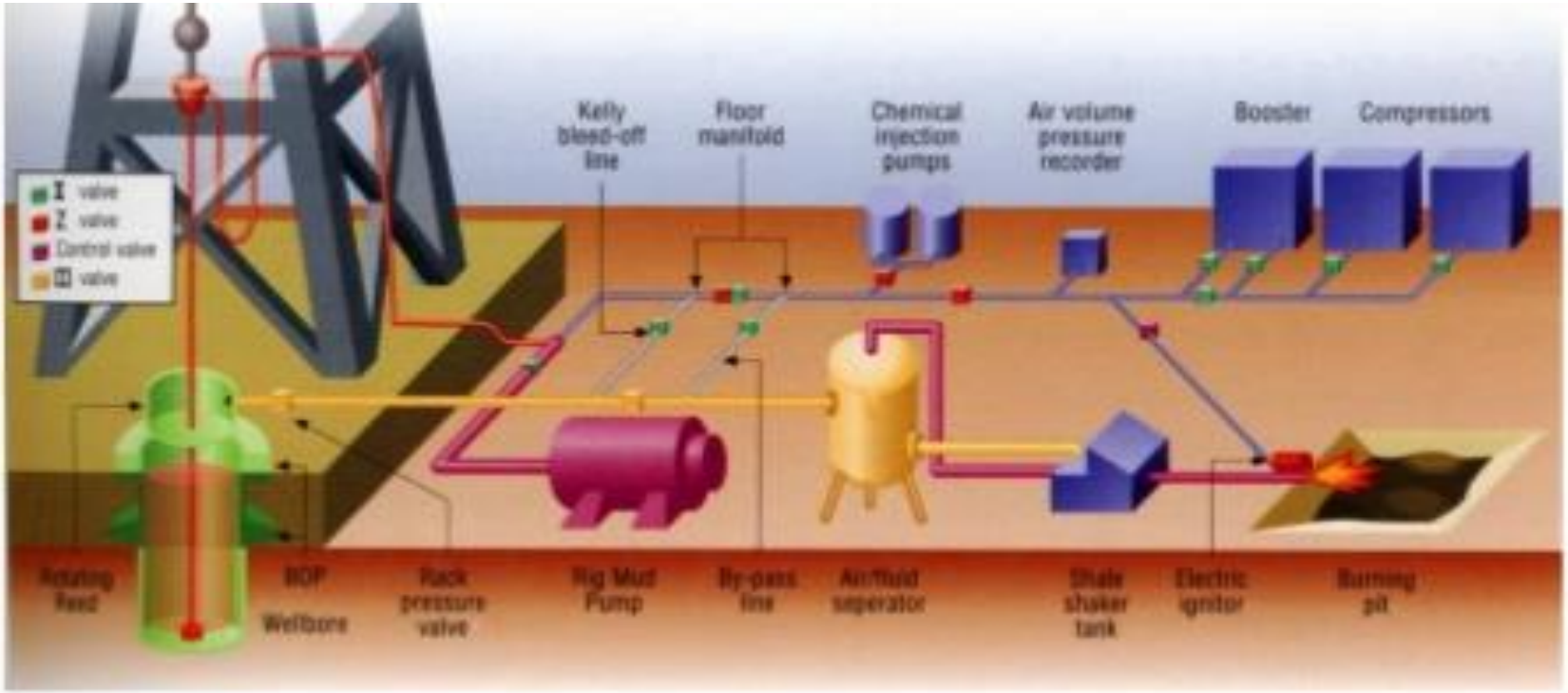
olade



- **UNIÓN GIRATORIA O SWIVEL:**
- Es un sistema giratorio que conecta la manguera de lodo con la Kelly permitiendo de esta forma que el lodo de perforación a alta presión pueda fluir por dentro de la tubería de perforación. Va enganchado al bloque viajero y soporta todo el peso de la tubería de perforación.

olade

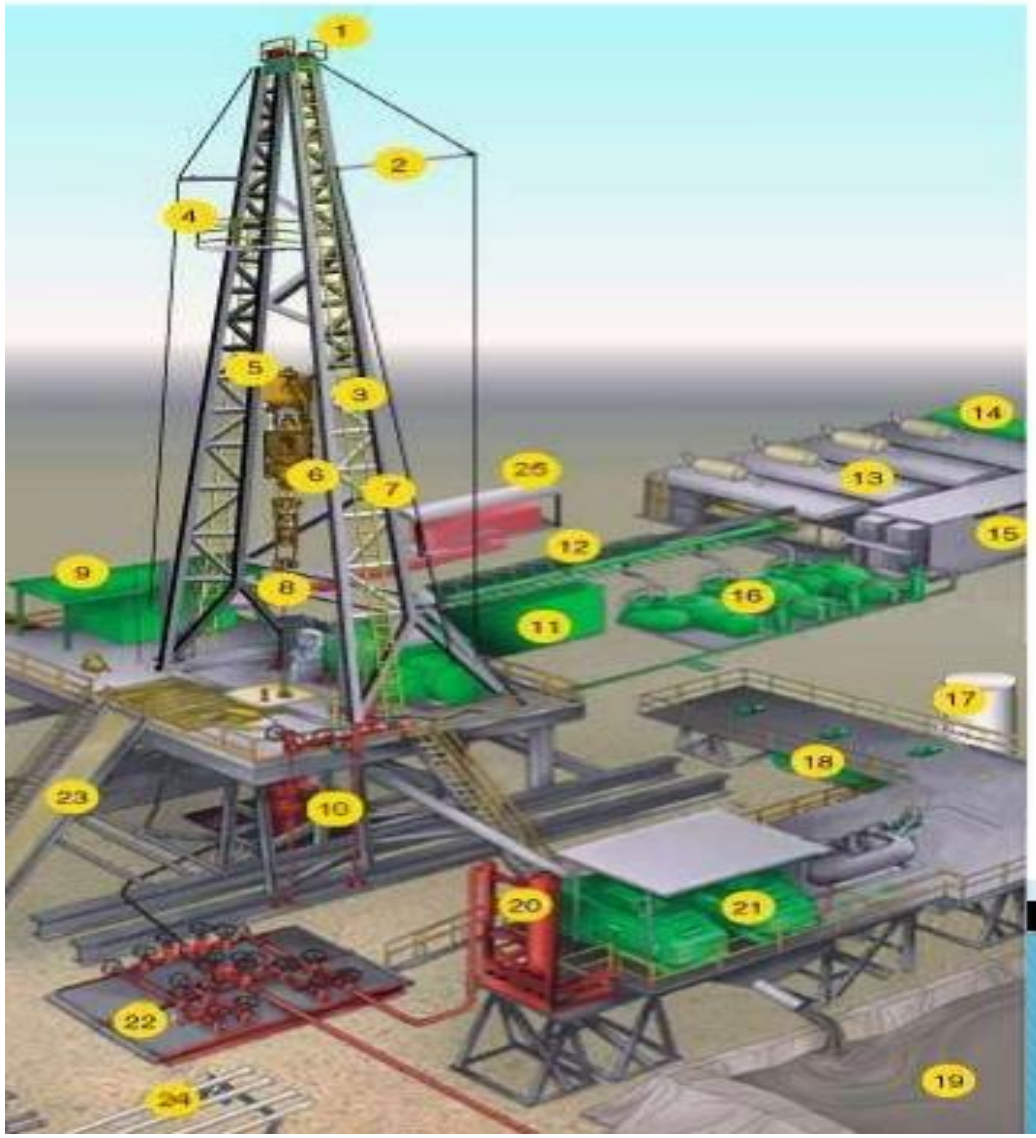
SISTEMA DE CIRCULACION



1- El fluido (lodo) de perforación
2- El área de preparación del lodo
3- Los equipos de circulación
4- El área de acondicionamiento del lodo.

Equipos de circulación:

-Bombas de lodo
-Tubo vertical
- Líneas de descarga y retorno
- Manguera de perforación



1. Corona
3. Cable de Perforación
4. Monkeyboard
5. Bloque Viajero
6. Top Drive
7. Mastil
8. Tubería de Perforación
9. Casa del Perro
10. Preventoras
13. Generadores
16. Bombas de Lodo
18. Tanques de Lodo
19. Piscina de Reserva
21. Zarandas
22. Choke Manifold
23. Rampa de Tubería

olade

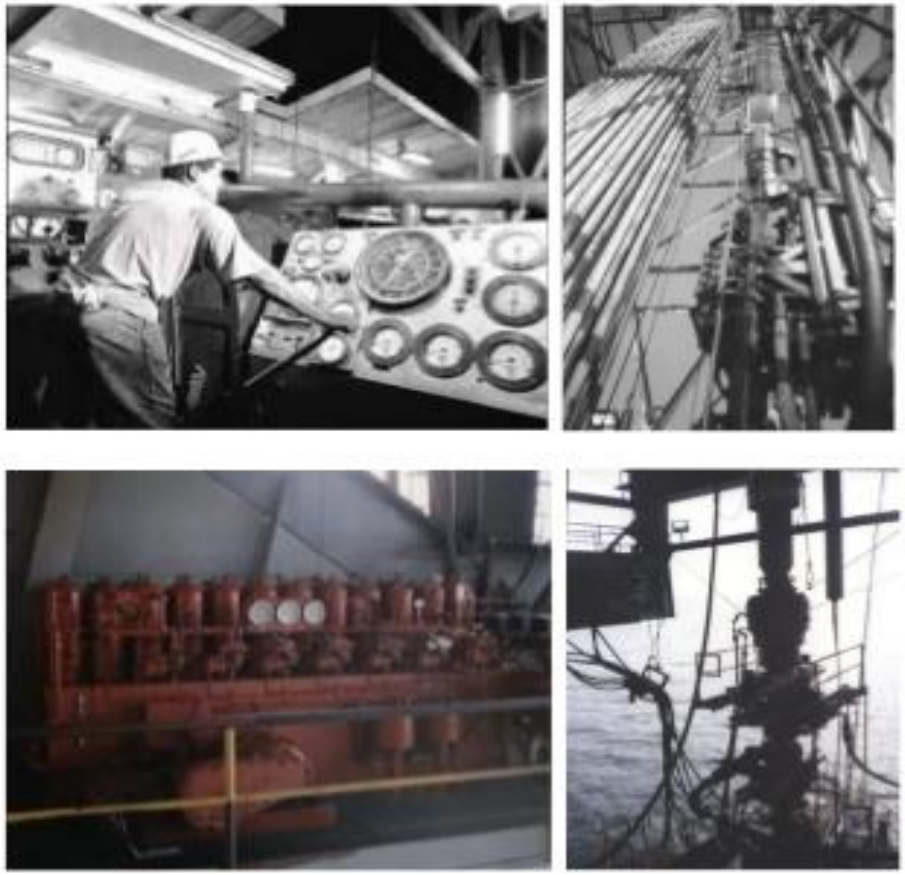
Sistema de Potencia

1- Los motores primarios Máquinas gas, diesel o diesel-eléctrico.

2- El sistema de transmisión de potencia.

Sistema de Seguridad.

1- La unidad acumuladora
2- El conjunto de válvulas (BOP)
3- El múltiple de estranguladores
4- Línea de matar



DISEÑO DE LA SARTA DE PERFORACION

Objetivo General:

Diseñar sartas de perforación determinando las secciones del ensamblaje de fondo, las tuberías de perforación y la posición de los estabilizadores.

- ***Constituye uno de los elementos más importante en cualquier operación de perforación.***
- ***Se considera la unión indispensable para conectar los sistemas de levantamiento, rotación y circulación.***
- ***Está constituida por el ensamblaje de fondo y la tubería de perforación.***

Un buen diseño de estos elementos es el punto de partida para lograr una perforación exitosa. "

ENSAMBLAJE DE FONDO (BHA):

Es la sección de la sarta de perforación que agrupa el conjunto de herramientas entre la mecha y la tubería de perforación.

- ***El ensamblaje de fondo está formado por: barras de perforación (Drill Collar), tubería pesada, estabilizadores y algunas herramientas especiales (accesorios).***
- ***Algunas de sus funciones es proporcionar el peso requerido sobre la mecha para maximizar la tasa de penetración, facilitar la obtención de hoyos en calibre, evitar una desviación del hoyo mayor a la normal y minimizar las vibraciones y atascamiento de la sarta.***

olade

PROCESO DE CEMENTACION DE POZOS

El proceso de cementación primaria consiste en mezclar y colocar lechadas de cemento en el espacio anular entre el revestidor y las paredes del hoyo, con el objeto principal de fijar el revestidor para garantizar la perforación de la próxima fase, así como el aislamiento de las formaciones perforadas a fin evitar la migración de fluidos (comunicación de estratos).

La lechada de cemento debe llenar ciertos requisitos para realizar satisfactoriamente la tarea que se le encomienda:

* La lechada de cemento debe ser capaz de ser puesta en el sitio deseado por medio del equipo superficial de bombeo.

* El cemento debe proporcionar un sellado positivo entre la tubería de revestimiento y la formación.

* El cemento debe ser lo suficientemente impermeable para que los fluidos no puedan escurrirse a través de él cuando ha fraguado.

* El cemento debe ser lo suficientemente impermeable para que los fluidos no puedan escurrirse a través de él cuando ha fraguado.

" El método moderno de cementar tubería de revestimiento desde el fondo, data de 1920 cuando Erle Halliburton cementó un pozo en el campo Hewitt en Oklahoma. Existen numerosas variaciones de técnicas de cementación primarias en uso ".

CEMENTACION DE POZOS

Los procesos de cementación en los pozos se han clasificado en dos tipos básicos:

* Cementación Primaria.

Este tipo de cementación se realiza al cementar los revestidores del pozo (conductor, superficial, intermedio, producción, etc.) durante la perforación.

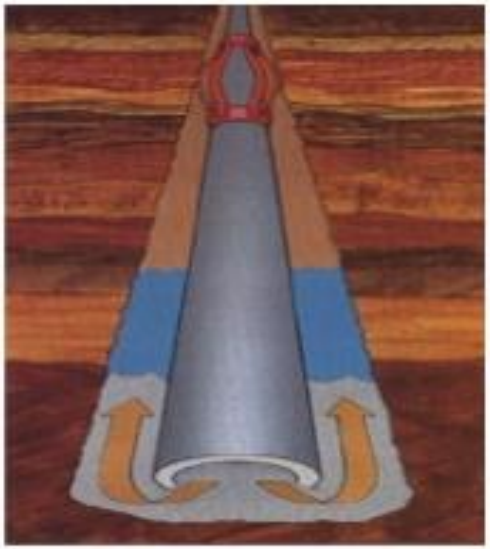
* Cementación Secundaria.

Este tipo de cementación se realiza para corregir problemas en las cementaciones primarias o para abandonar zonas no deseables.

Existen dos tipos:

* Cementación a baja presión. Cementación a altas presiones.

En la primera, el cemento se obliga a penetrar en la formación con una presión menor a la presión de fractura. En la segunda se realiza a una presión mayor a la de fractura.



olade

FLUIDOS DE TERMINACION:

Los fluidos de completación o reparación de pozo son aquellos que se bombean o se hacen circular, dentro del hoyo en el momento de realizar operaciones de control de pozo, limpieza, taponamiento, cañoneo, evaluación y completación.

Los fluidos de Completación se clasifican:

Según su Homogeneidad. Según su componente principal.

Los fluidos usados en este tipo de operaciones son, en general, salmueras de alta concentración de sales (Na, Cl, Zn, Mg).

Factores que afectan la selección de un fluido de Completación y Reparación:

Mecánicos. De formación. Ambientes.

Los fluidos de Completación permiten mantener las condiciones apropiadas para colocar la completación de modo eficiente y segura

PROCESO DE CAÑONEO EN POZOS:

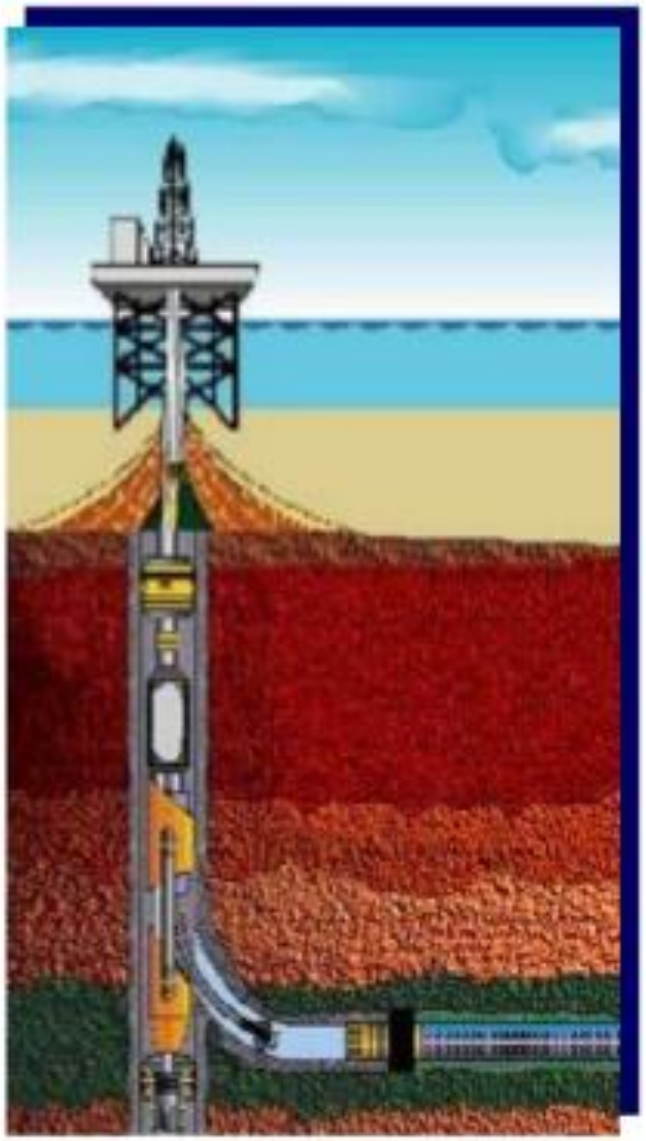
El cañoneo es una técnica aplicada para proveer una comunicación efectiva entre el pozo y el yacimiento. Esto conlleva a perforar pequeños hoyos a través de la tubería de revestimiento, el cemento y también dentro de la formación. Para este fin, se utilizan cargas explosivas que se disparan eléctricamente a voluntad en el momento y a la profundidad deseada.

olade

DEFINICION DE COMPLETAMIENTO

Se define como el diseño, la selección e instalación de tuberías, empacaduras y demás herramientas u equipos dentro del pozo con el propósito de producir el pozo de manera controlada , segura y rentable.

Esta etapa es el resultado de diferentes estudios realizados al pozo, empezando por la exploración hasta la evaluación del pozo en flujo algún tiempo después de haber sido perforado.



EQUIPOS DE SUBSUELO

Tienen la finalidad llevar los fluidos desde la formación productora hasta el cabezal del pozo en forma segura, para el personal y las instalaciones.

Los principales componentes de los equipos de subsuelo son:

- 1. Sarta de Tubería
- 2. Empacaduras
- **EQUIPOS DE SUBSUELO**
- 3. Equipos Adicionales para la Completación
- 4. Equipos Adicionales para la Producción

olade

EQUIPOS DE SUBSUELO: SARTA DE PRODUCCIÓN

Grados de la Sarta de Producción:

Los grados de acero recomendados por el API, establecen la composición química, propiedades físicas y mecánicas de la tubería.

Cada grado tiene designado una letra y un número como por ejemplo:

K-55, N-80, J-55, C-95, C-75 y P-110.

La designación numérica refleja el esfuerzo cedente mínimo del material. Este esfuerzo puede ser suficiente para soportar fuerzas en la tubería causadas por cambios de presión y temperatura a profundidad.

EQUIPOS DE SUBSUELO: SARTA DE PRODUCCIÓN

Conexiones de las Sarta de Producción:

Existen 2 tipos de conexiones:

Conexiones UN (NOT-UPSET)

Poseen roscas de 10 vueltas. Tienen una resistencia menor que la del cuerpo del tubo.

Conexiones EUE (EXTERNAL UPSET)

Poseen 8 vueltas por rosca y una resistencia superior a la del cuerpo del tubo. Éstas son las más utilizadas porque provee un servicio confiable a la mayoría de los pozos.

EQUIPOS DE SUBSUELO: SARTA DE PRODUCCIÓN

Clasificación de las tuberías de Producción:

Tuberías de Alta Resistencia

- Soportan esfuerzos mayores a 8000 lpc y su grado es C-75, N-80, C-98, y P105.
- Estas pueden presentar problemas debido a la eliminación de la ductilidad y al aumento de la sensibilidad a roturas. Ej.: P-105.

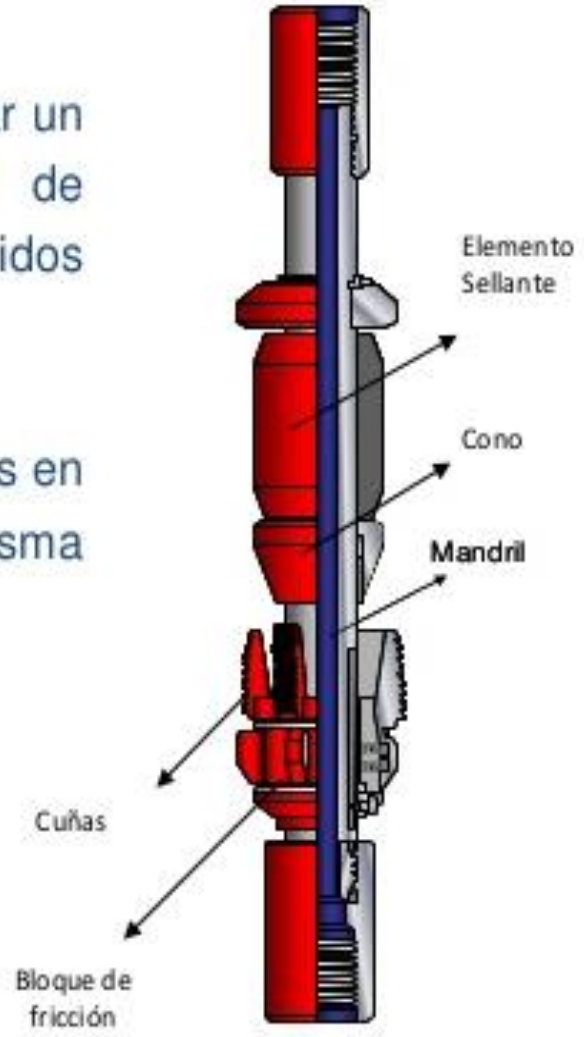
Tuberías de Baja Resistencia

- Son generalmente dúctiles, por eso la concentración de esfuerzos se ejecuta parcialmente mediante la plasticidad del elemento.

EQUIPOS DE SUBSUELO: EMPACADURAS

Es una herramienta de fondo que se usa para proporcionar un sello entre la tubería de producción y la tubería de revestimiento a fin de evitar el movimiento vertical de fluidos desde la empacadura por el espacio anular hacia arriba.

En la actualidad existe una gran diversidad de empacaduras en el mercado, pero todas ellas poseen básicamente la misma estructura

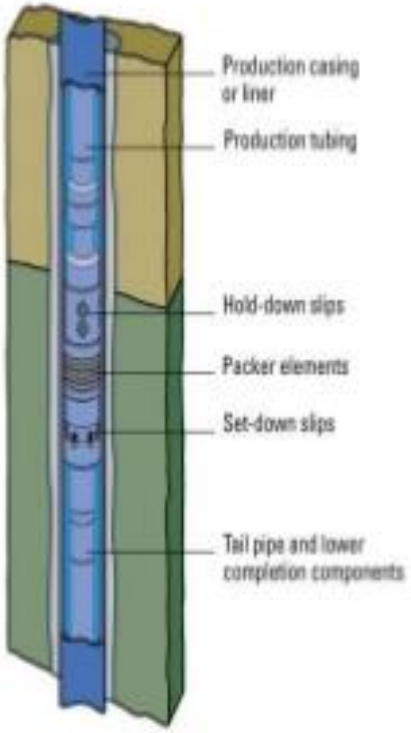


olade

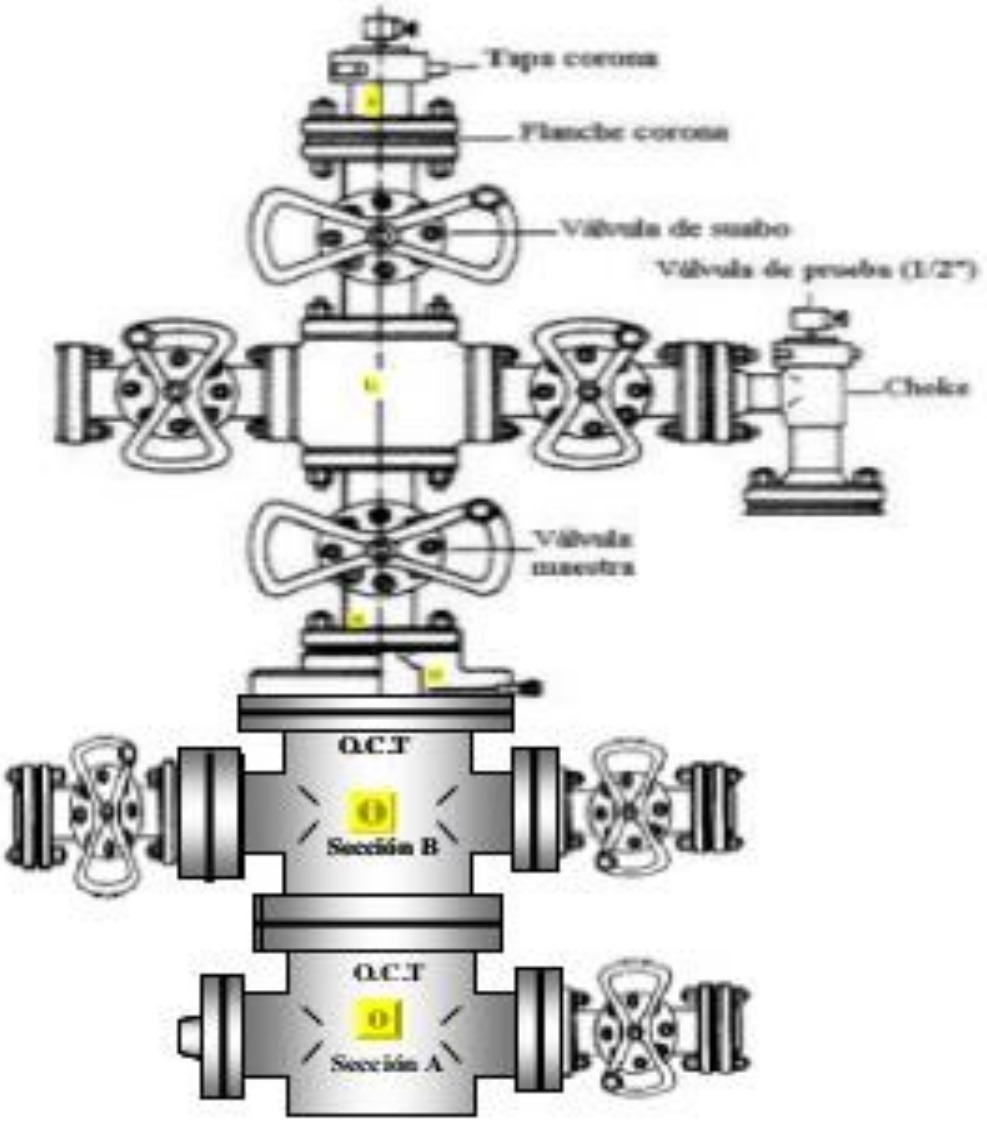
EQUIPOS DE SUBSUELO: EMPACADURAS

Funciones

- Confinar las presiones en el fondo del pozo, evitando que la presión de formación entre al anular tubería-revestidor.
- Proteger la tubería de revestimiento del estallido bajo condiciones de alta producción o presiones de inyección.
- Mantener los fluidos de la formación alejados de la sección del revestidor que está por encima de la empacadura.
- Mantener los fluidos pesados para el control del pozo en el espacio anular. Aislar perforaciones y zonas de producción en completaciones múltiples.
- Permitir el uso de ciertos métodos de levantamiento artificial.



ARBOLITO


Tapa corona
Flanche corona
Válvula de suabo
Válvula de prueba (1/2")
Choke
Válvula maestra
O.C.T
Sección B
O.C.T
Sección A

FLUIDOS DE COMPLETAMIENTO

Tiene como objetivo principal controlar el pozo durante las operaciones de completamiento y de servicio de pozo y proteger la formación productora contra daños.

Se bombean o hacen circular dentro del hoyo al momento de realizar operaciones de servicio al pozo tales como:

olade

FLUIDOS DE COMPLETAMIENTO:CARACTERISTICAS GENERALES

- Densidad de fluido que genere presión hidrostática>200-300 lpc a presión de yacimiento.
- Minimizar efecto de daño a la formación.
- Limpio, si es posible libre se sólidos.
- Anticorrosivo y de permanencia estable.

FLUIDOS DE COMPLETAMIENTO: CONSIDERACIONES

- **Seguridad.**
- **Taponamiento de las perforaciones.**
- **Costos.**
- **Hinchamiento de las arcillas.**
- **Corrosión.**
- **Lodos pesados.**
- **Turbulencia.**
- **Costos.**
- **Compatibilidad con fluido presente en el pozos.**
- **Componentes solubles y estables a las presiones y temperaturas.**
- **Evitar emulsiones entre el filtrado y el fluido de formación.**

olade

CLASIFICACIÓN DE FLUIDOS EN CUANTO A SU COMPONENTE BASE

olade

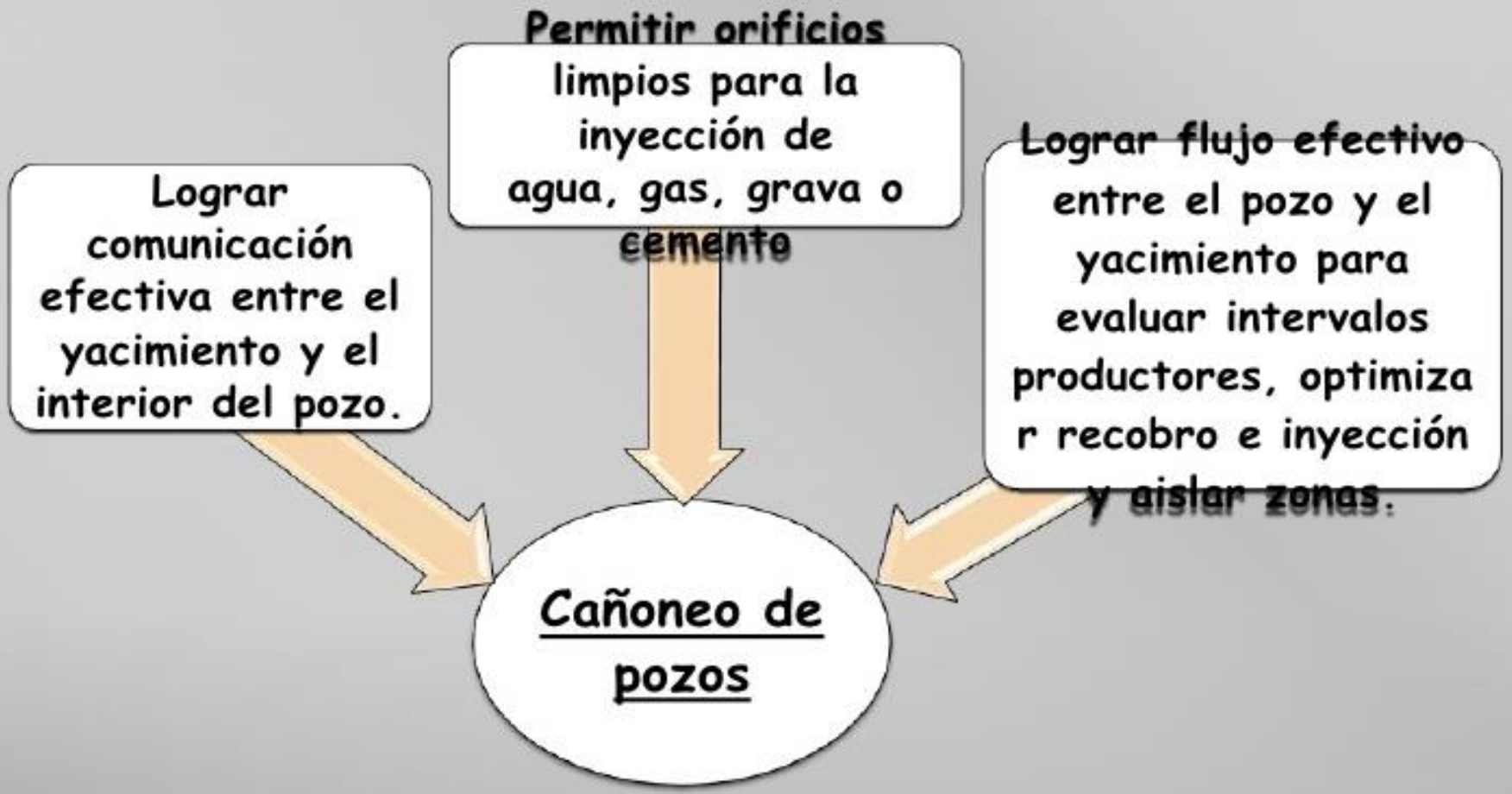
CAÑONEO

Proceso que consiste en crear orificios en el revestidor mediante disparos que pasan a través de la capa de cemento.

Los orificios se extienden dentro de la formación para establecer una comunicación efectiva entre la zona productora y el pozo.

Estas perforaciones deben ser limpias, de tamaño y profundidad uniformes y no deben dañar el revestidor ni la adherencia de cemento.

OBJETIVO DEL CAÑONEO



Configuración de las cargas:
-Densidad disparo y distribución del explosivo
Diámetro del cañón
Material del revestidor
Atribuidos al proceso de cañoneo

Las balas son disparadas hacia el revestidor atravesando el cemento hasta llegar a la formación.

El desempeño disminuye al incrementar la dureza de las formaciones, del revestidor y con cementos de alta consistencia.

Es poco utilizado en la actualidad pero continúa aplicándose en formaciones blandas.

olade

TIPOS DE CAÑONEO: HIDRÁULICO

También llamado "cañoneo con chorros de agua a alta presión".

Utiliza altas presiones de fluidos (a veces con arenas) para crear agujeros a través del revestidor, el cemento y la formación.

Los fluidos son bombeados a través de la tubería, con un arreglo de orificios direccionados hacia la pared del revestidor.

El chorro presurizado lanzado hacia la formación deja túneles limpios con muy poco daño.

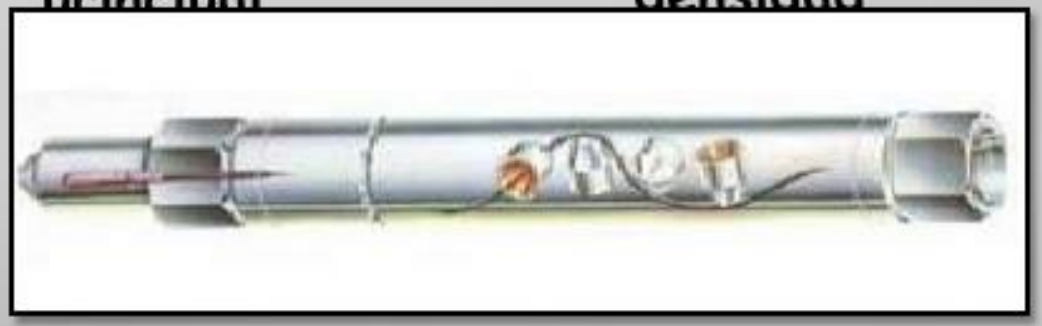
Sistema lento y costoso. Los agujeros son creados uno por uno.

TIPOS DE CANONEO: CHORRO

Encendido del detonador eléctrico; Inicia reacción en cadena detonador-explosivo principal

El material del forro comienza a fluir por alta presión de la explosión. Este flujo se vuelve un chorro de alta densidad

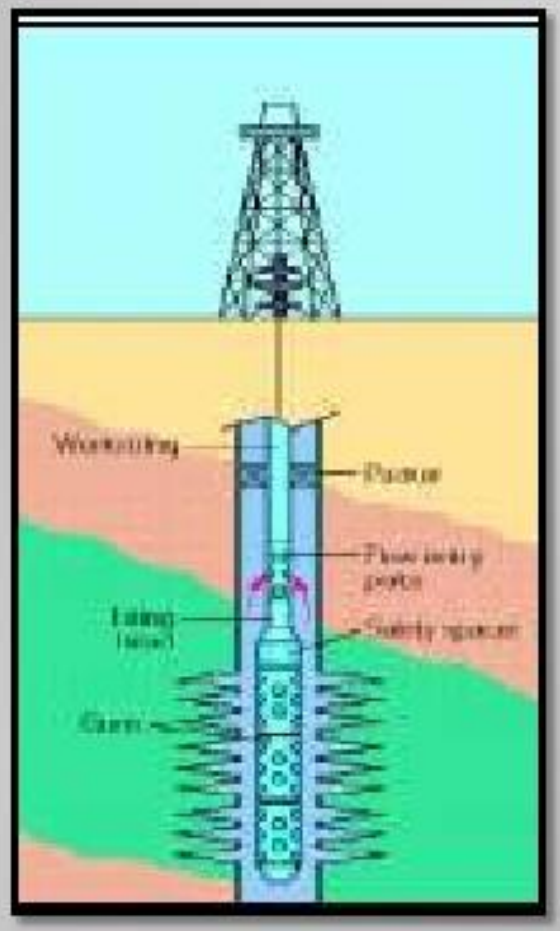
La presión de la punta del chorro se estima en 5 millones Lpc y la velocidad en 20.000 pies por segundo.



olade

Tecnología TCP bajo-balance

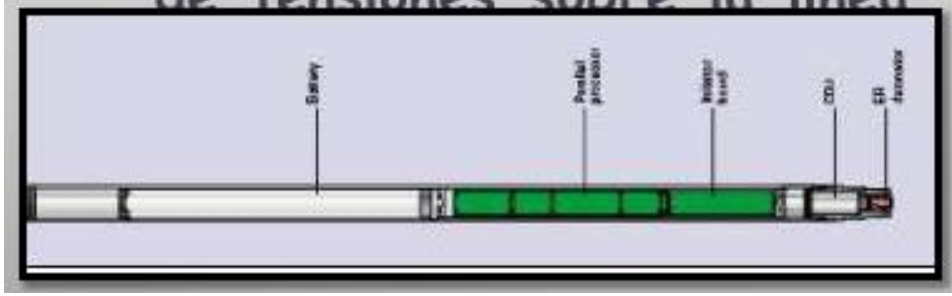
Es un ensamble de fondo el cual contiene un transportador de cañones atreves del casing con una cabeza de disparo; esta cabeza permite llevar los fluidos del reservorio al tubing. La sarta es bajada y colocada en la profundidad deseada. Luego los cañones son disparados los fluidos de la formación salen hacia el pozo ayudando en la limpieza de las perforaciones.



olade

Tecnología de cañoneo con slickline (efire- slickline)

Usar slickline sirve para detonar cañones de perforación mediante de registros en pozo estático pero con la nueva tecnología de efire-slickline no es necesario registros debido a que esta diseñada para dar el control total de la operación la cual usa una secuencia de códigos de tensiones sobre la línea



- Menos personal requerido para operación.
- La operación es confiable bajo condiciones cambiantes.
- Reduce el tiempo de operación al eliminar corridas de registros.
- La cabeza de disparo es inmune a las interferencias de frecuencias de radio.

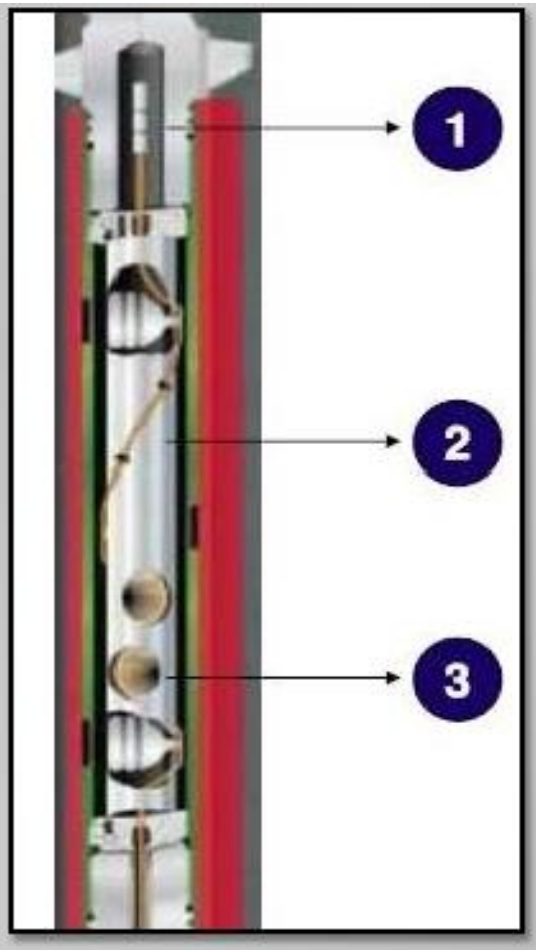
olade

Carga Principal: Provee la energía necesaria
para producir el jet.
Cantidad de explosivo: 2 gr (pequeños huecos)
30 gr

Liner: Suministra la masa necesaria para que el jet penetre el revestimiento, el cemento y la formación. Su forma, espesor y composición influyen en la profundidad, diámetro y efectividad de la perforación.

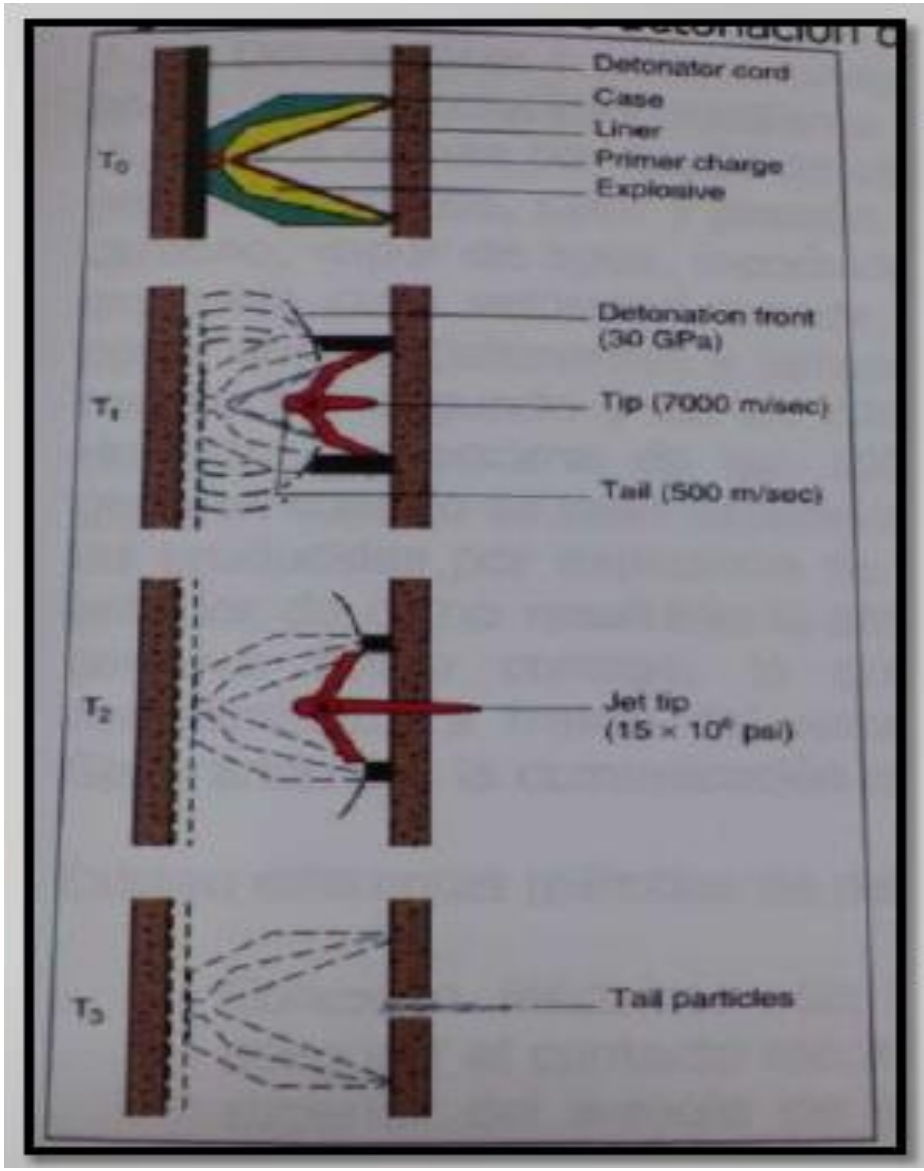
Primer: Está compuesto de una pequeña cantidad de explosivo. Transporta la onda desde la cuerda de detonación hasta el explosivo principal.

Cuerda Detonadora: Transporta la onda iniciada por el detonador para encender las cargas de perforación.
Diámetro externo: Generalmente en un rango de 1.10 pulgadas (in) hasta 0.25 pulgadas (in).



1. Detonador o iniciador.
2. Cordón Detonante.
3. Carga Explosiva Moldeada.

olade



Detonación - Cuerda detonadora

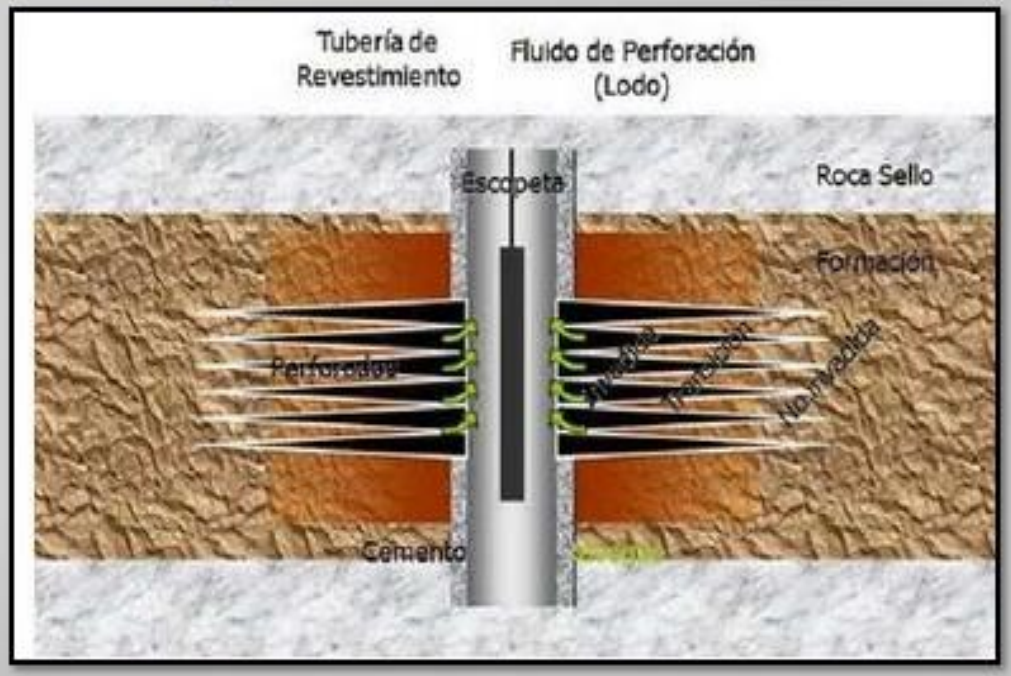
Formación del jet

Penetración de la Formación

olade

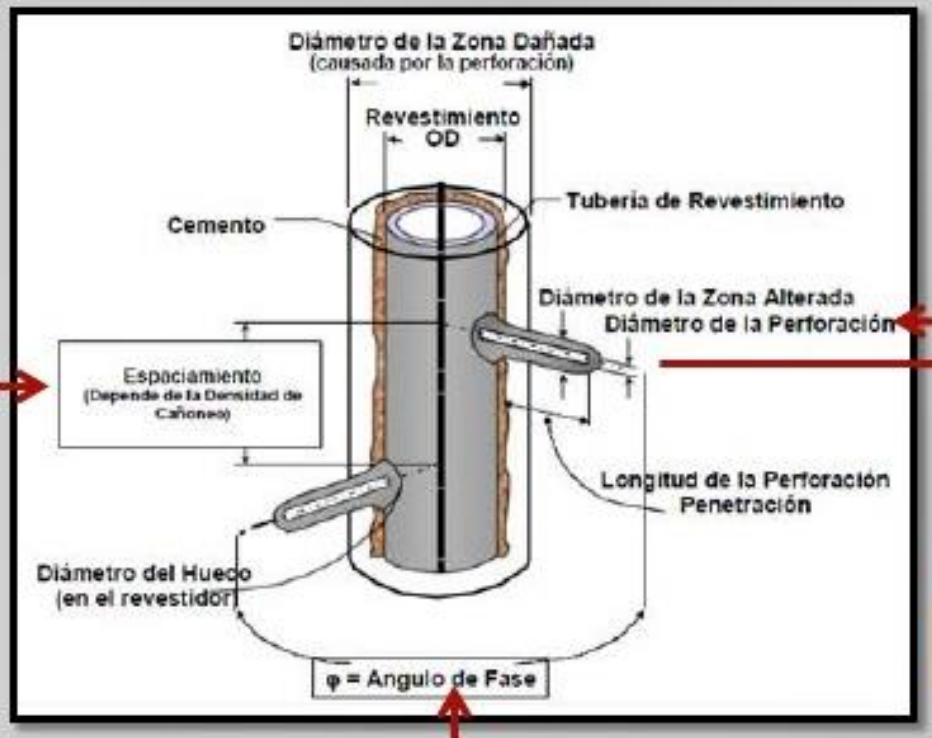
DAÑO DE FORMACIÓN

El daño a la formación se considera como el cambio de □ y K en las zonas mas cercanas alrededor de pozo que restringen el flujo de los fluidos desde el yacimiento hasta el pozo, ocasionando caídas de presiones adicionales y disminución en la producción .



olade

GEOMETRIA DE LAS PERFORACIONES



SEPARACIÓN ENTRE LAS CARGAS

Representa el diámetro del agujero

PENETRACIÓN

FASE DE CAÑONEO

olade