

Juan Herrera Herbert

Componentes de la sarta de perforación en pozos de petróleo y gas

Serie: “Introducción a la perforación y producción de petróleo y gas”

Madrid - 2024



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

Escuela Técnica Superior
de Ingenieros de Minas y Energía

www.minasyenergia.upm.es





Componentes de la sarta de perforación en pozos de petróleo y gas

Serie: “Introducción a la perforación y producción de petróleo y gas”

Autor: Juan Herrera Herbert (juan.herrera@upm.es).

ADVERTENCIA

El presente documento ha sido preparado con una finalidad exclusivamente divulgativa y docente. Las referencias a productos, marcas, fabricantes y estándares que pueden aparecer en el texto, se enmarcan en esa finalidad y no tienen ningún propósito comercial.

Todas las ideas que aquí se desarrollan tienen un carácter general y formativo y el ámbito de utilización se circunscribe exclusivamente a la formación de los estudiantes de la UPM. La respuesta ante un caso particular requerirá siempre de un análisis específico para poder dictaminar la idoneidad de la solución y los riesgos afrontados en cada caso, además de las incidencias en los costes de explotación. Consulte siempre a su ingeniería, consultor, distribuidor y fabricante de confianza en cada caso.

Foto de portada: Techcollector. Drilling rig at the oil field of Hiersdorf in Upper Austria

Copyright © 2024. Todos los derechos reservados

DC: <https://oa.upm.es/84772/>

OAI: [oai:oa.upm.es:84772](https://oa.upm.es/84772/)



Universidad Politécnica de Madrid
Departamento de Ingeniería Geológica y Minera
Laboratorio de Tecnologías Mineras

Calle Ríos Rosas 21
28003 Madrid (España)

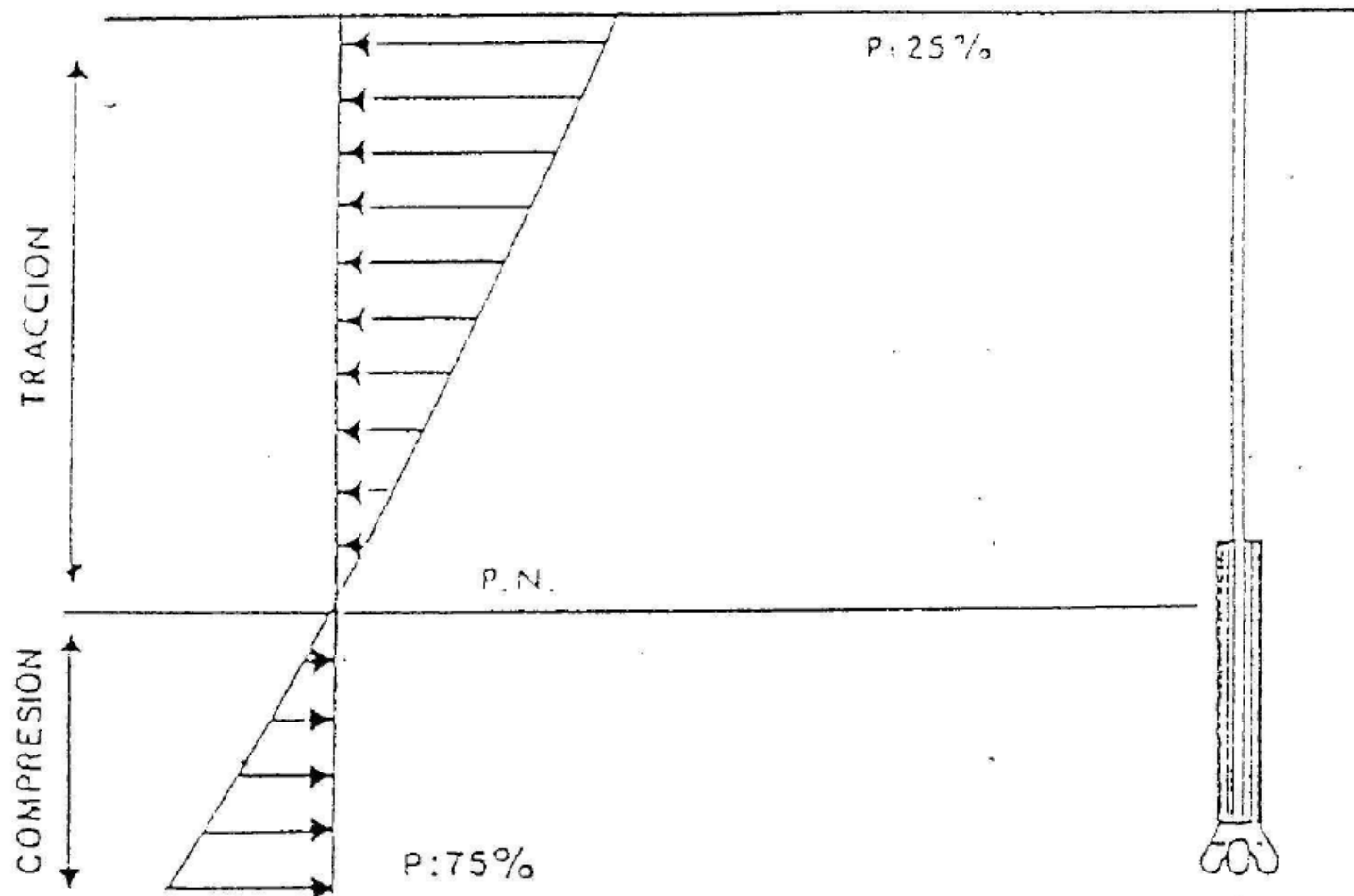


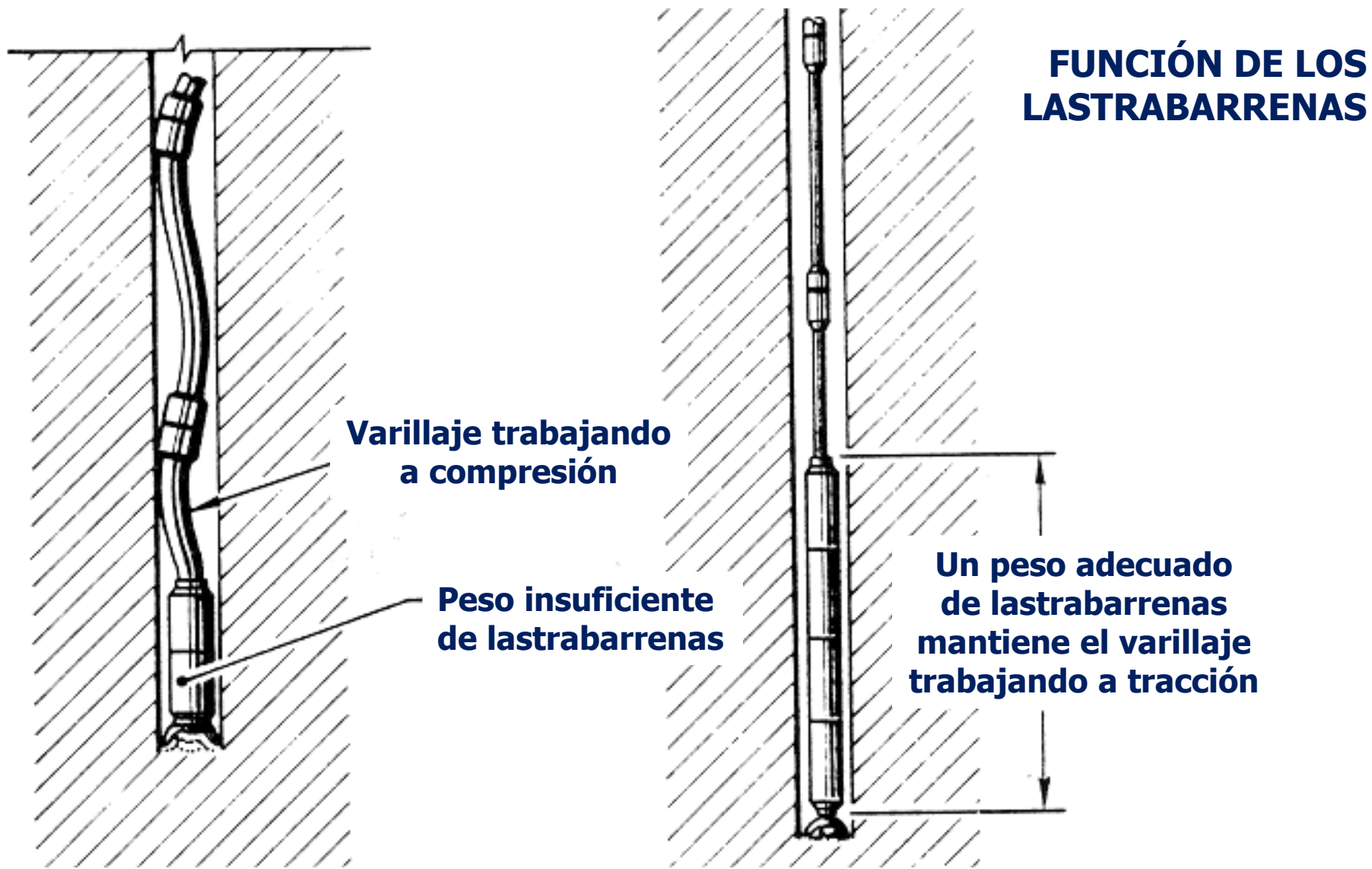
Este documento ha sido formateado para su visualización y uso en dispositivos electrónicos y permitir ahorrar en el consumo de papel y tóner.
Antes de imprimirlo, piense si es necesario hacerlo.

Componentes de la sarta de perforación

- Con carácter general, una sarta de perforación consta de los siguientes componentes:
 - Barrena
 - (Mud-motor y unidad de dirección)
 - “Drilling Collars (DC) ó Lastrabarrenas
 - Tubería pesada de perforación ó Tubería de pared gruesa
 - Tubería de Perforación o Drill Pipe (DP)
 - Accesorios:
 - Estabilizadores,
 - Escariadores,
 - Sustitutos de Acople,
 - Conectores de Barrena,
 - Etc.

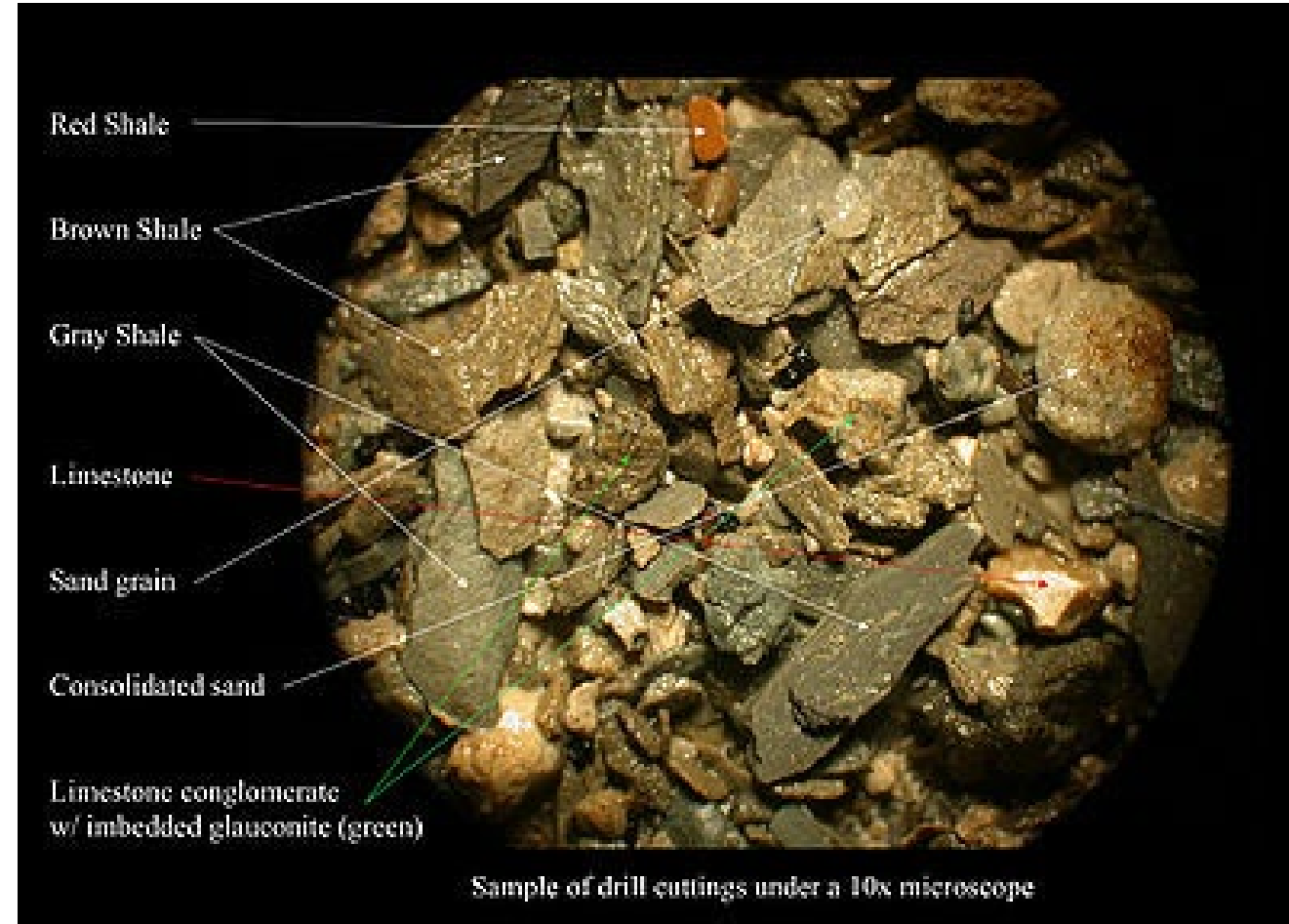
Distribución de esfuerzos en la sarta de perforación





Construcción del pozo

- La broca es el elemento de corte utilizado en la perforación rotativa.
- A medida que la broca va rotando, tritura eficientemente la roca en los puntos de contacto mientras que el fluido expulsado a través de las boquillas despega las esquirlas de roca y las sube hasta la superficie.
- A medida que la broca profundiza, se van añadiendo nuevas secciones a la sarta de perforación.
- Cuando el pozo alcanza la profundidad planificada, el Derrickman procede entonces a hacer circular fluido de perforación por todo el pozo para acondicionarlo para la operación de "logging", que es el proceso de medida y de registro de las características del pozo.

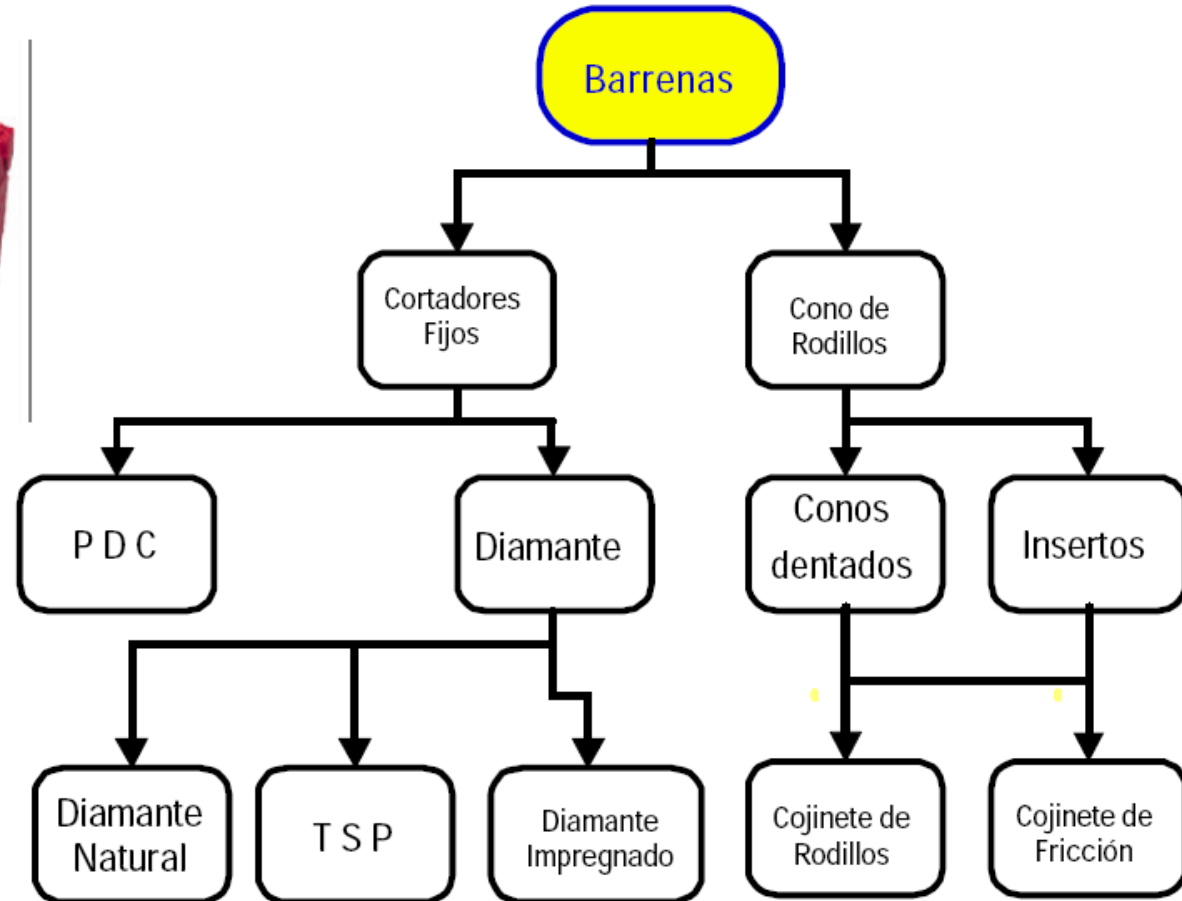


Selección de barrenas

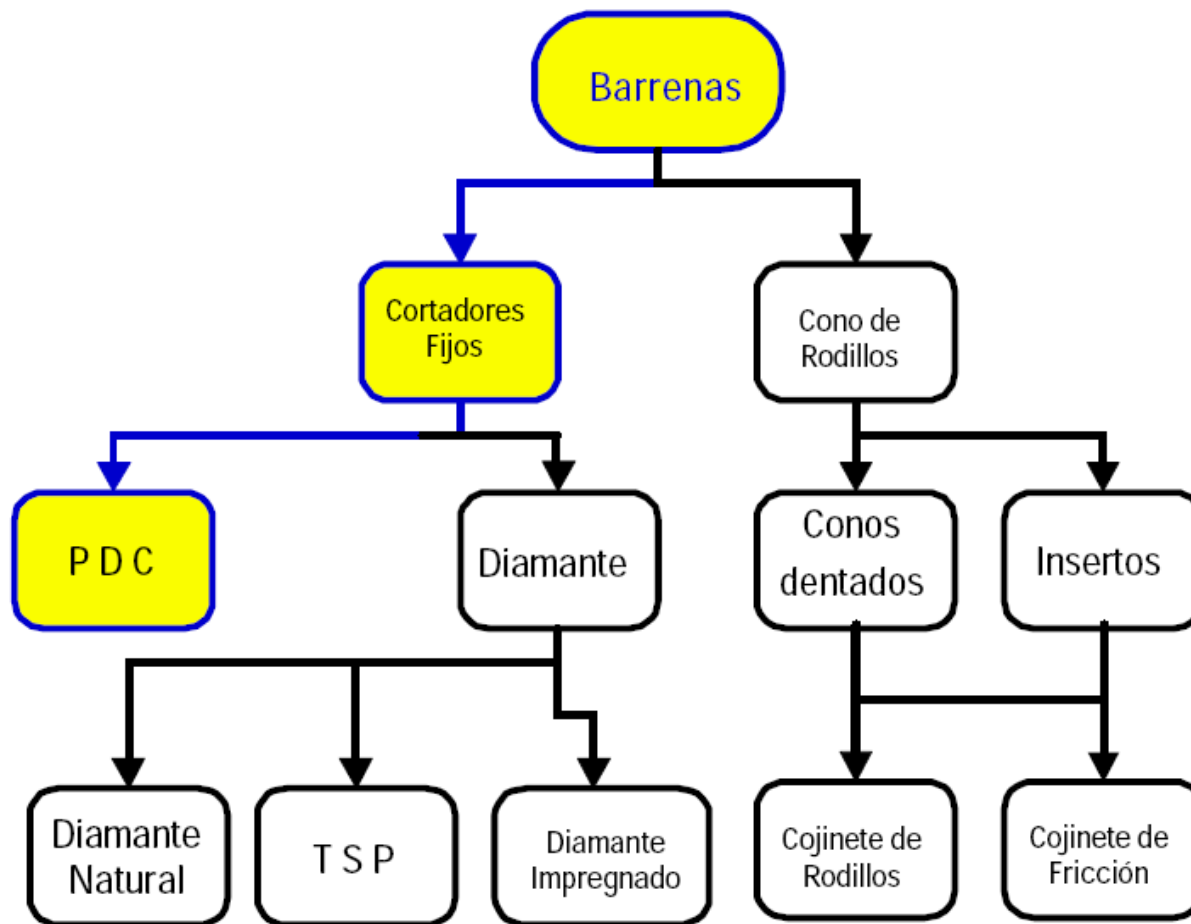
- La selección de las barrenas de perforación es un aspecto crucial para la operación de todos los proyectos de perforación.
- Entender los diferentes tipos de barrenas y sus respectivas aplicaciones es un prerrequisito para hacer la selección de barrenas.
- La perforación de pozos involucra no solo la barrena correcta en la aplicación correcta, sino también operarla con los parámetros de operación correctos.
- Dado que la tecnología de barrenas sigue mejorando a un paso rápido, los ingenieros a cargo de la supervisión de un pozo deben estar actualizados acerca de los últimos avances para asegurar que hacen la selección óptima de barrenas.



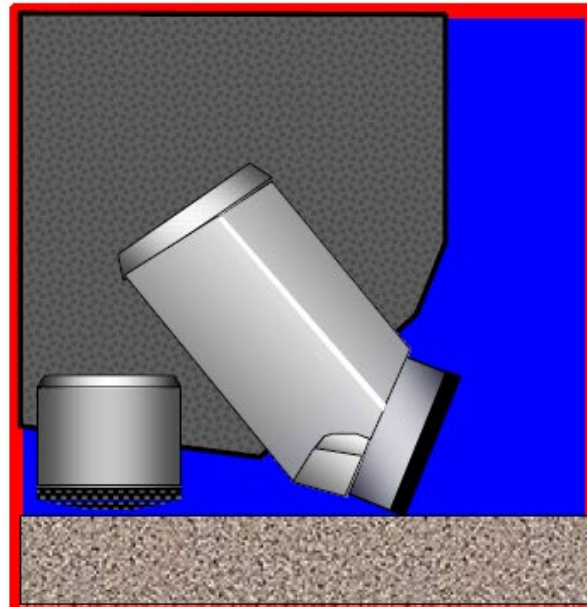
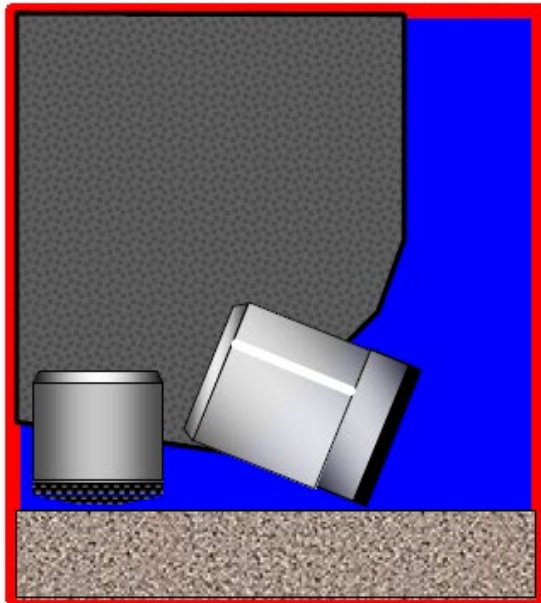
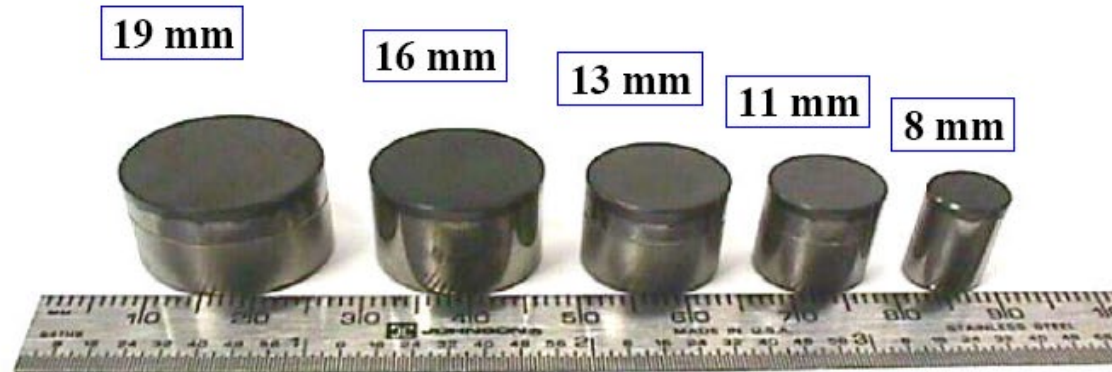
Tipos de barrenas



PDC - Polycrystalline Diamond Compact (Barrena de insertos Compactos de Diamante)

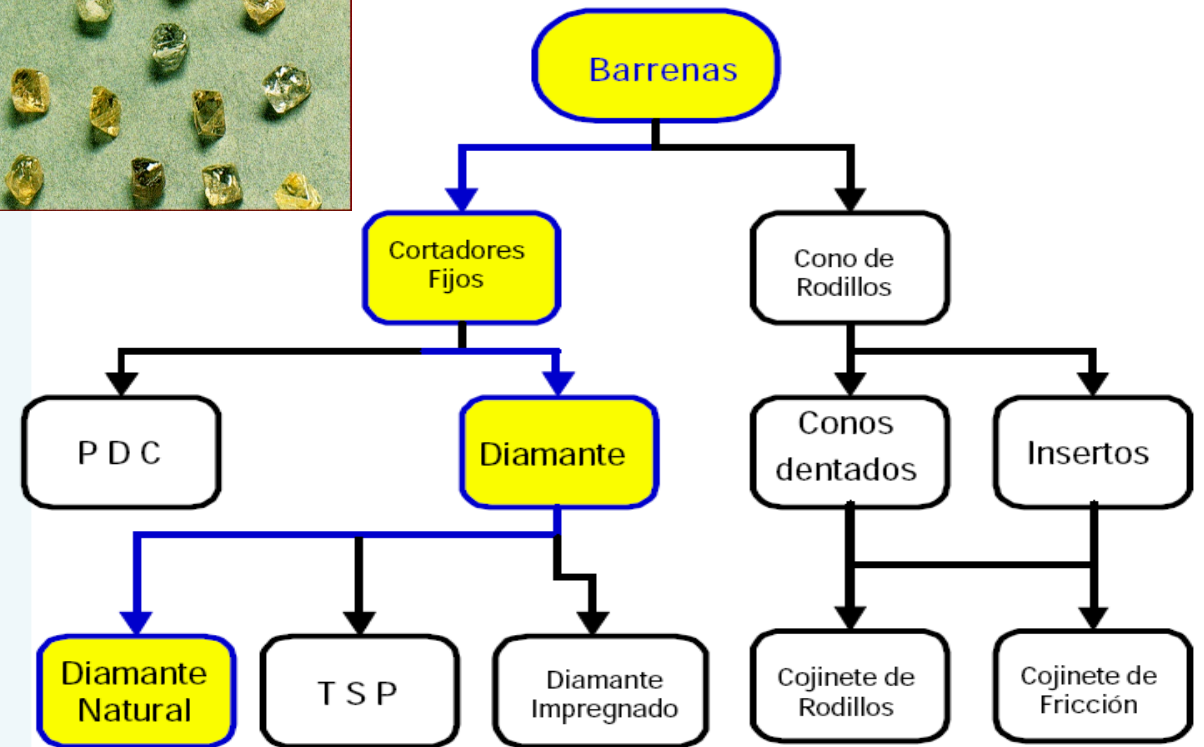


Elementos de corte de las barrenas PDC

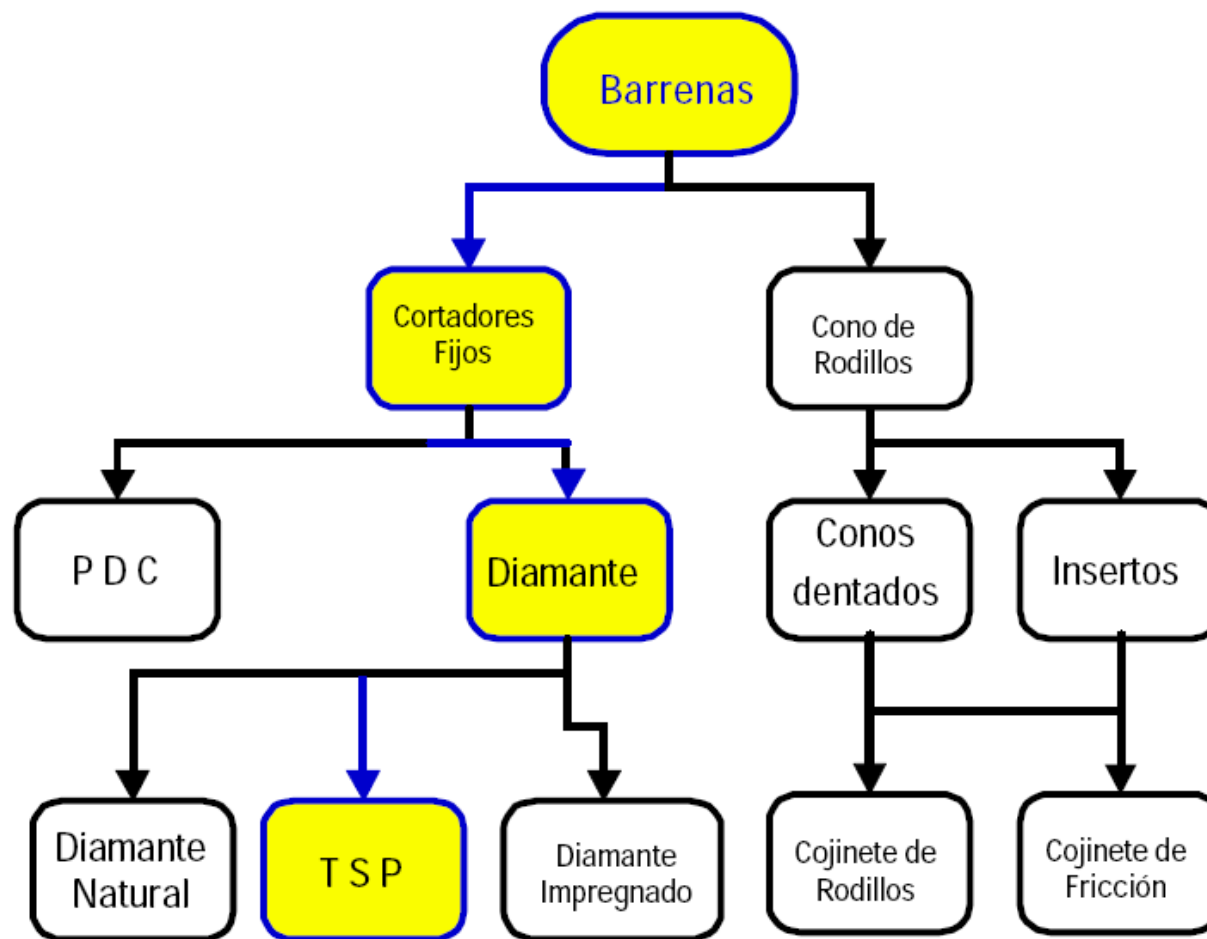


Diamante natural

- Elementos de corte: diamantes naturales
 - Tamaño
 - Forma
 - Calidad

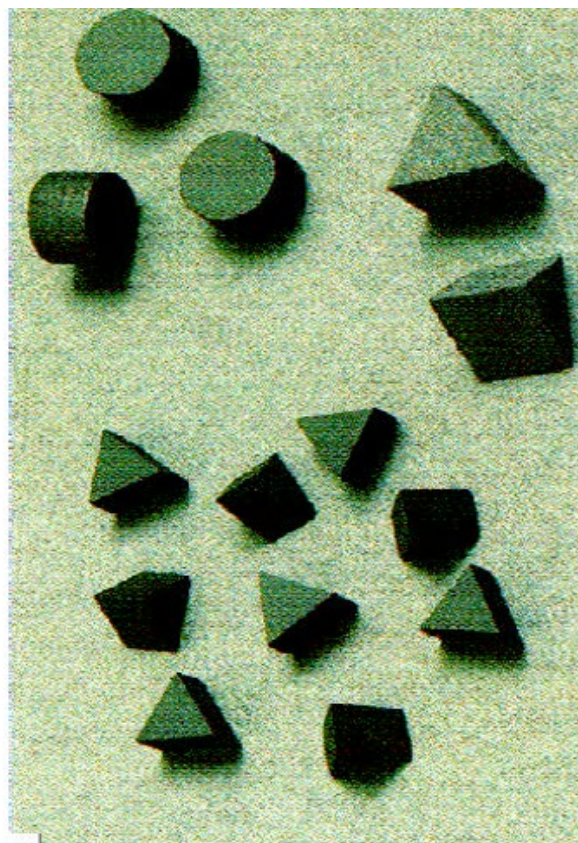


TSP - Thermally Stable Polycrystalline (Policristalino Térmicamente Estable)

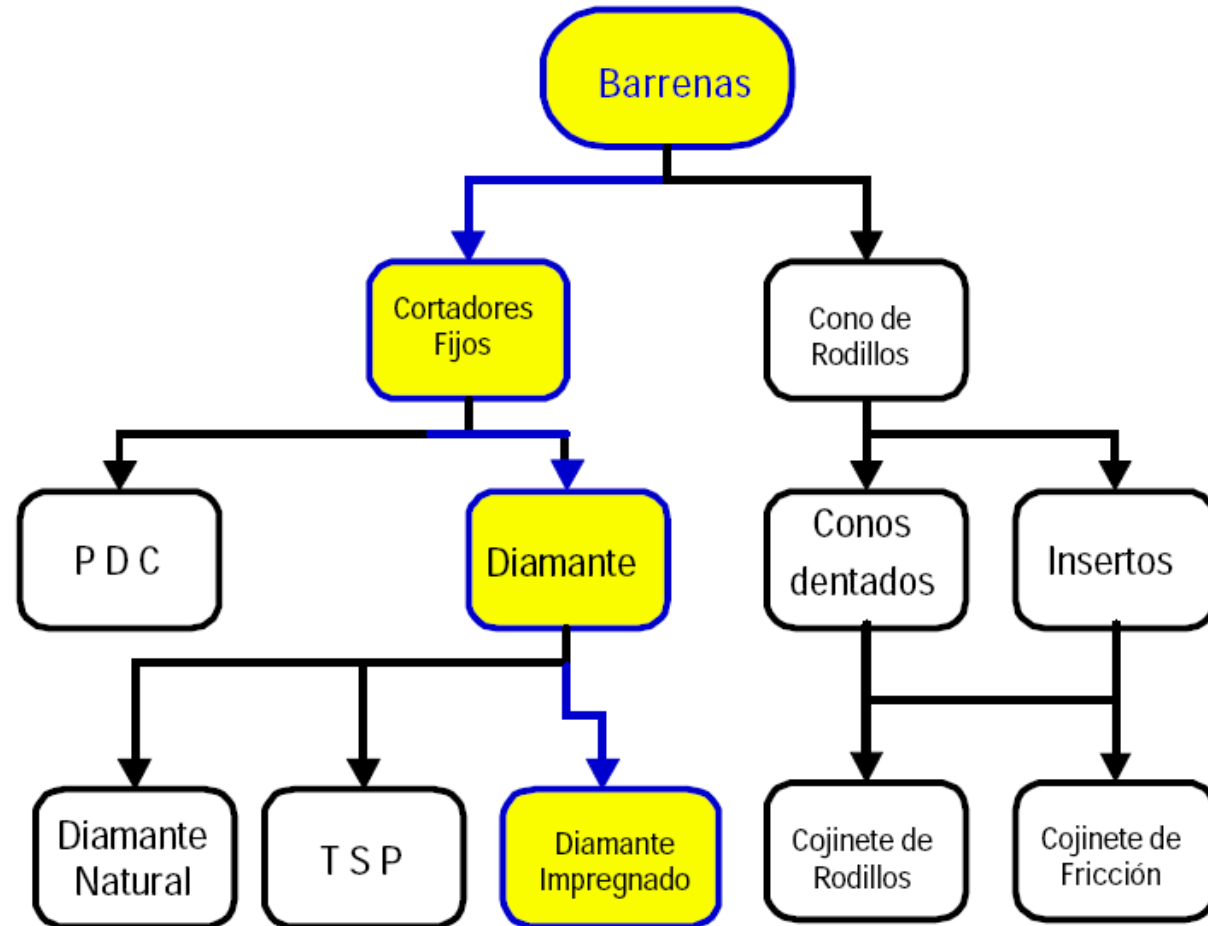


Elementos de corte de las barrenas TSP

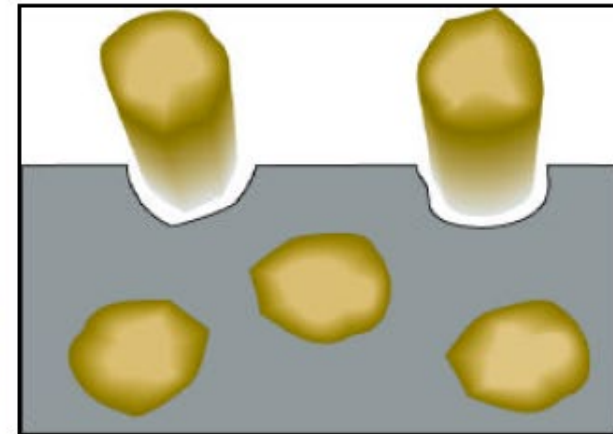
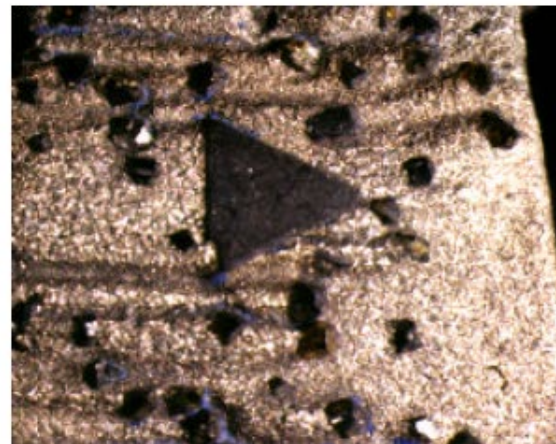
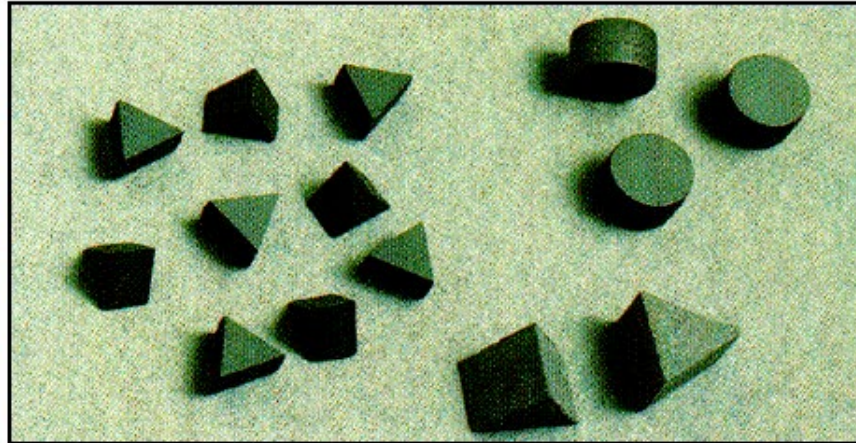
- TSP cutting elements



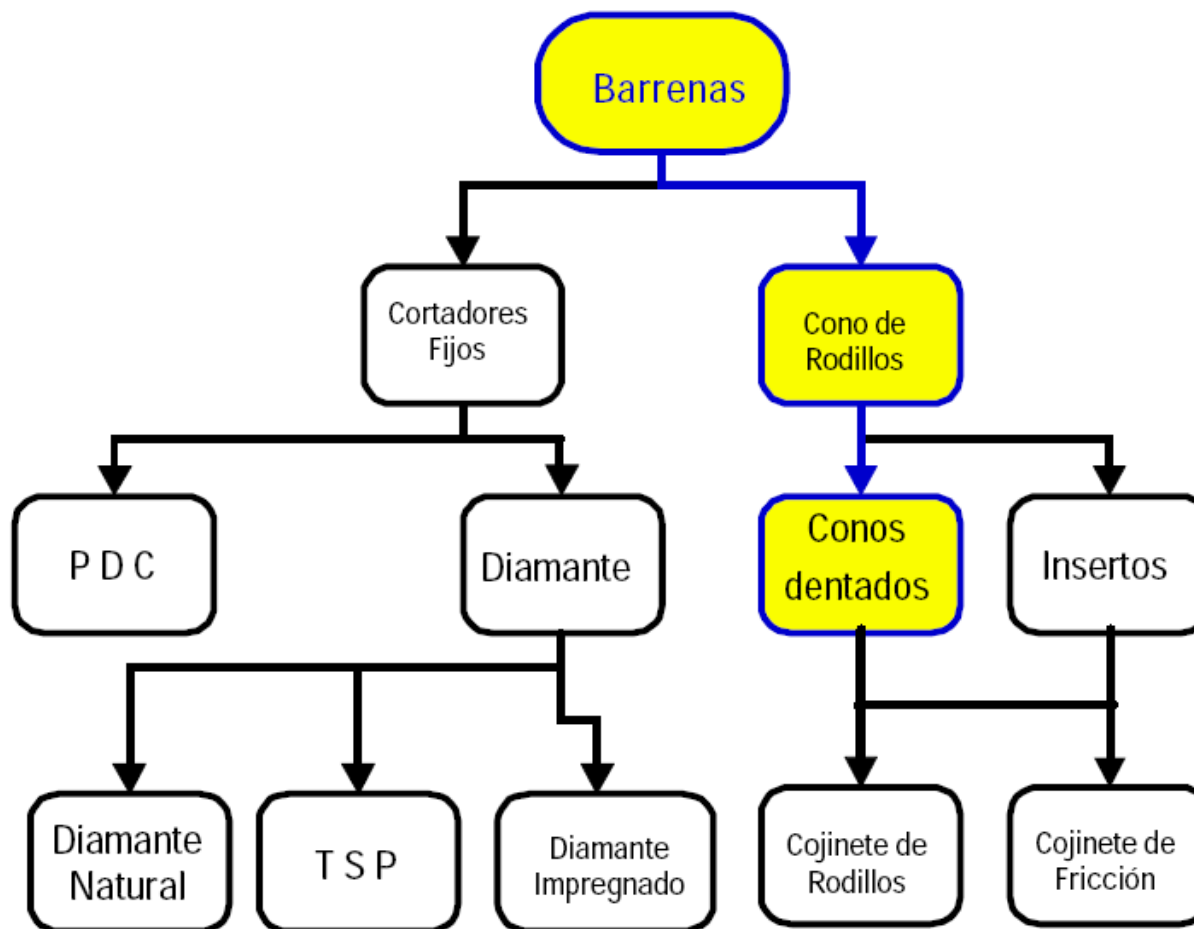
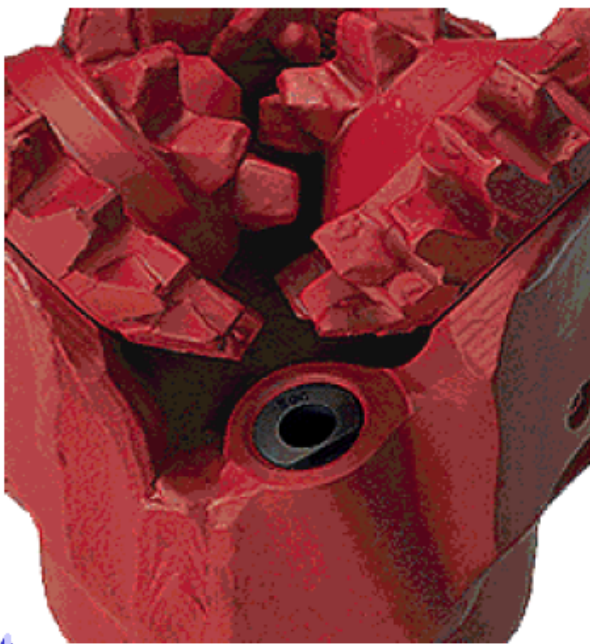
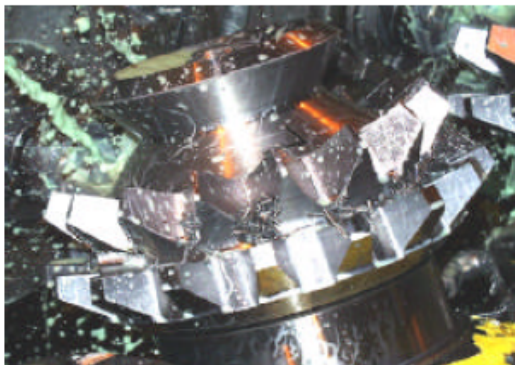
Diamante impregnado



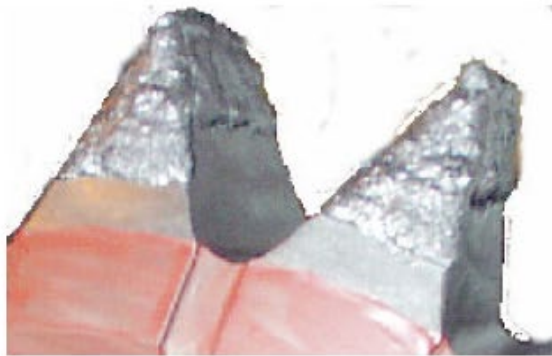
Elementos de corte de las barrenas de diamante impregnado



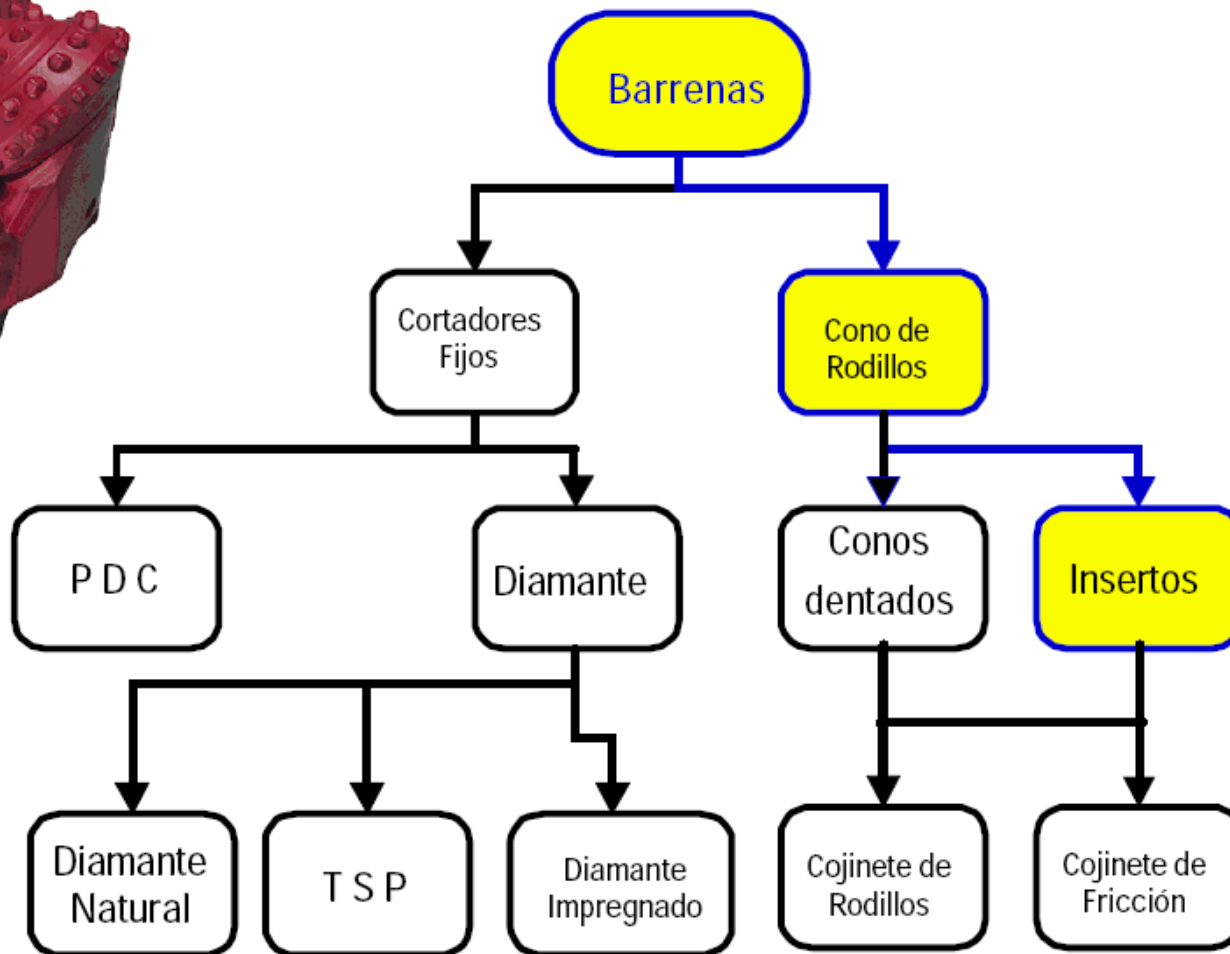
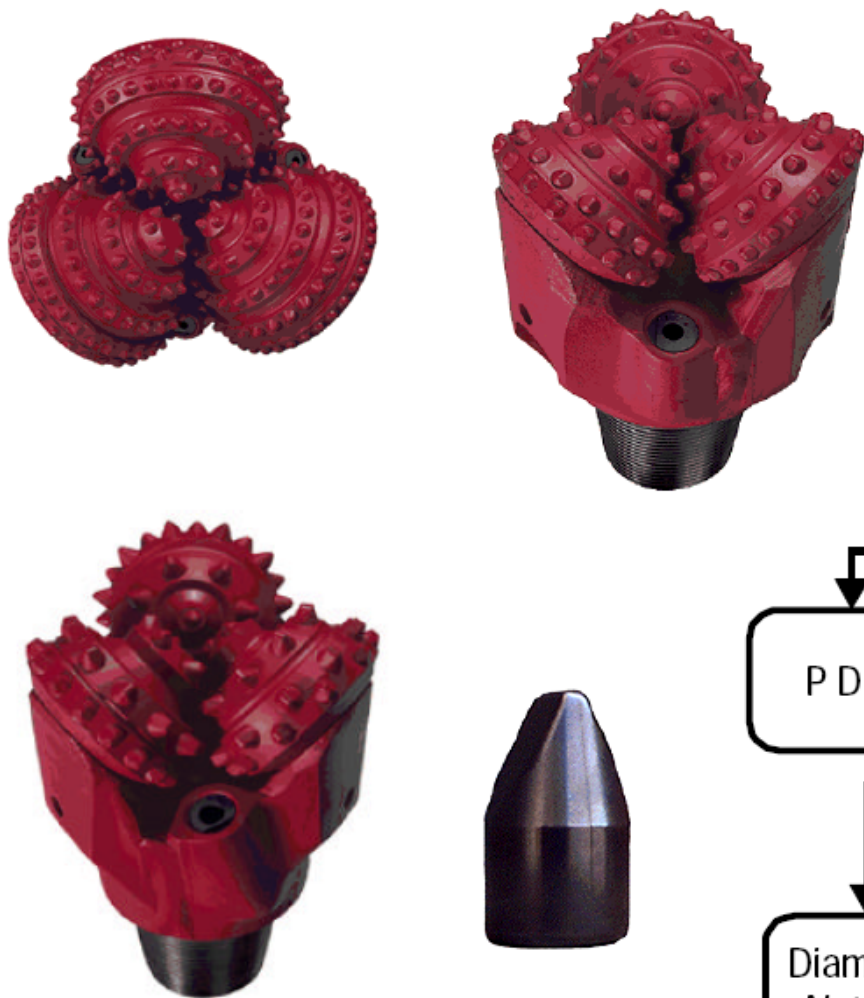
Barrenas de conos dentados



Elementos de corte de un tricono – cono dentado



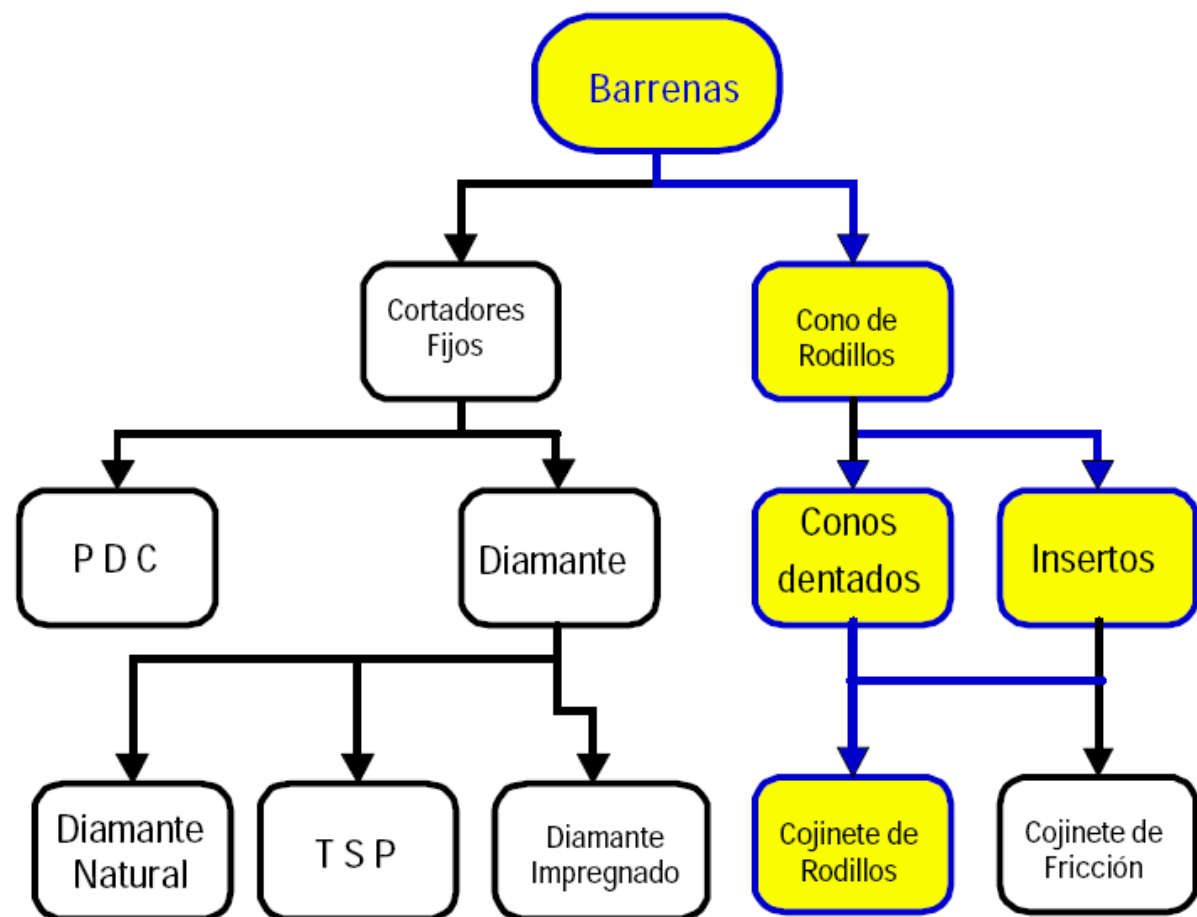
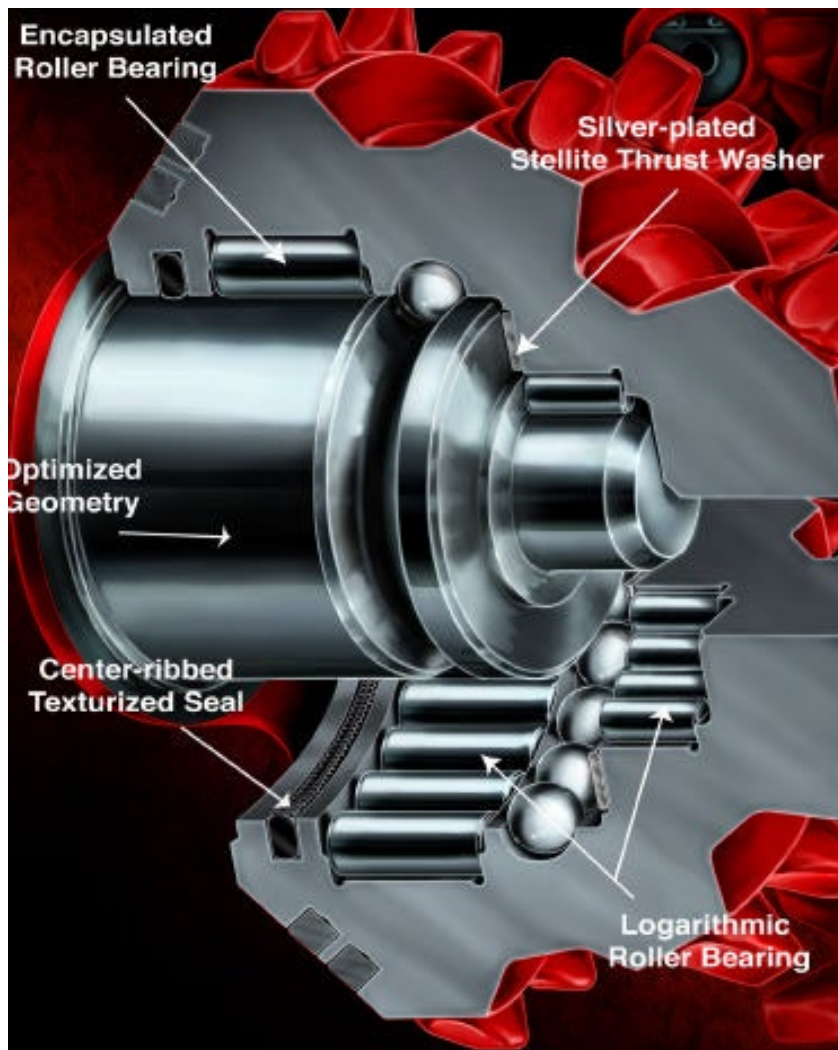
Barrenas de insertos



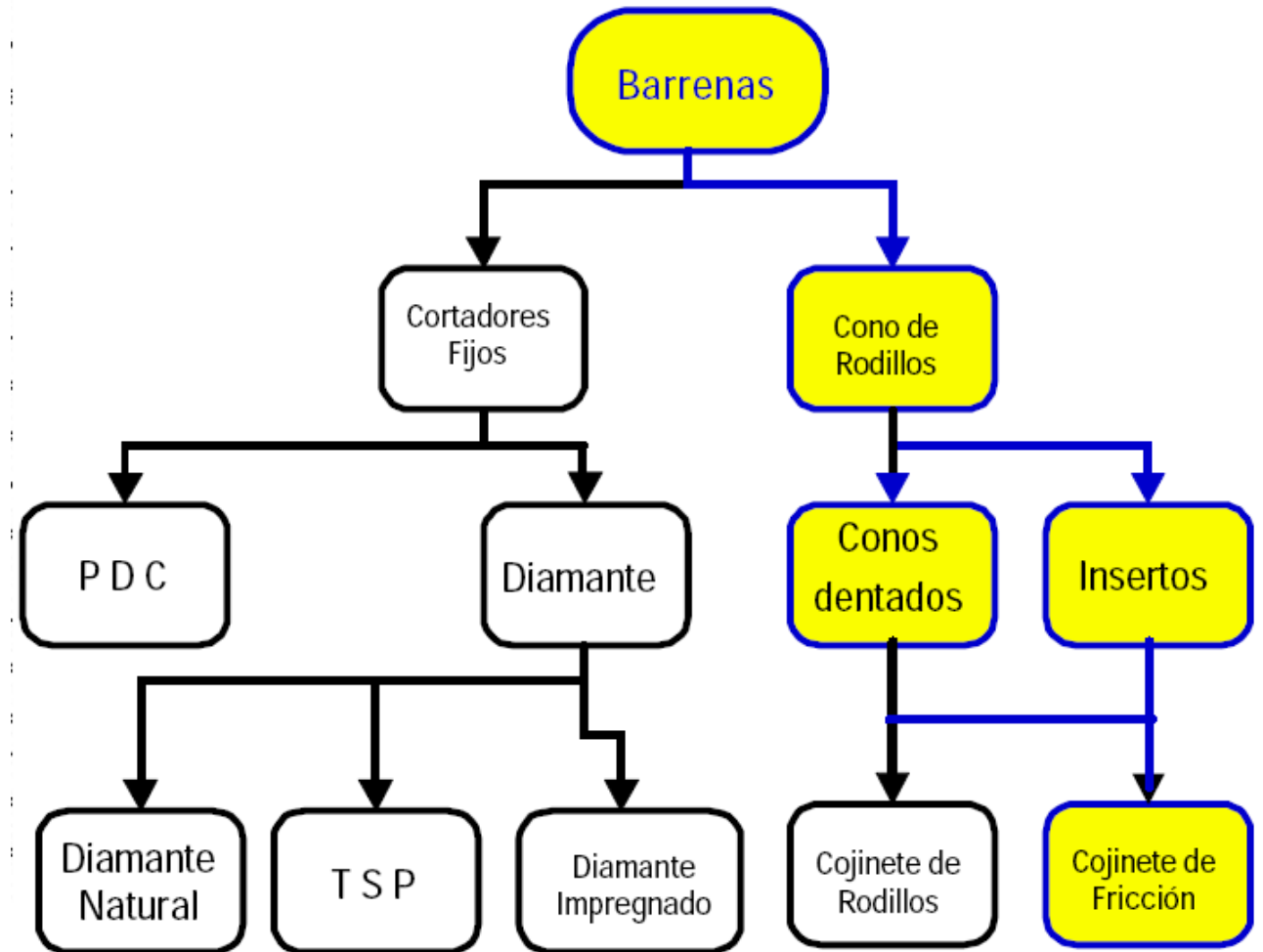
Elementos de corte: insertos de carburo de tungsteno



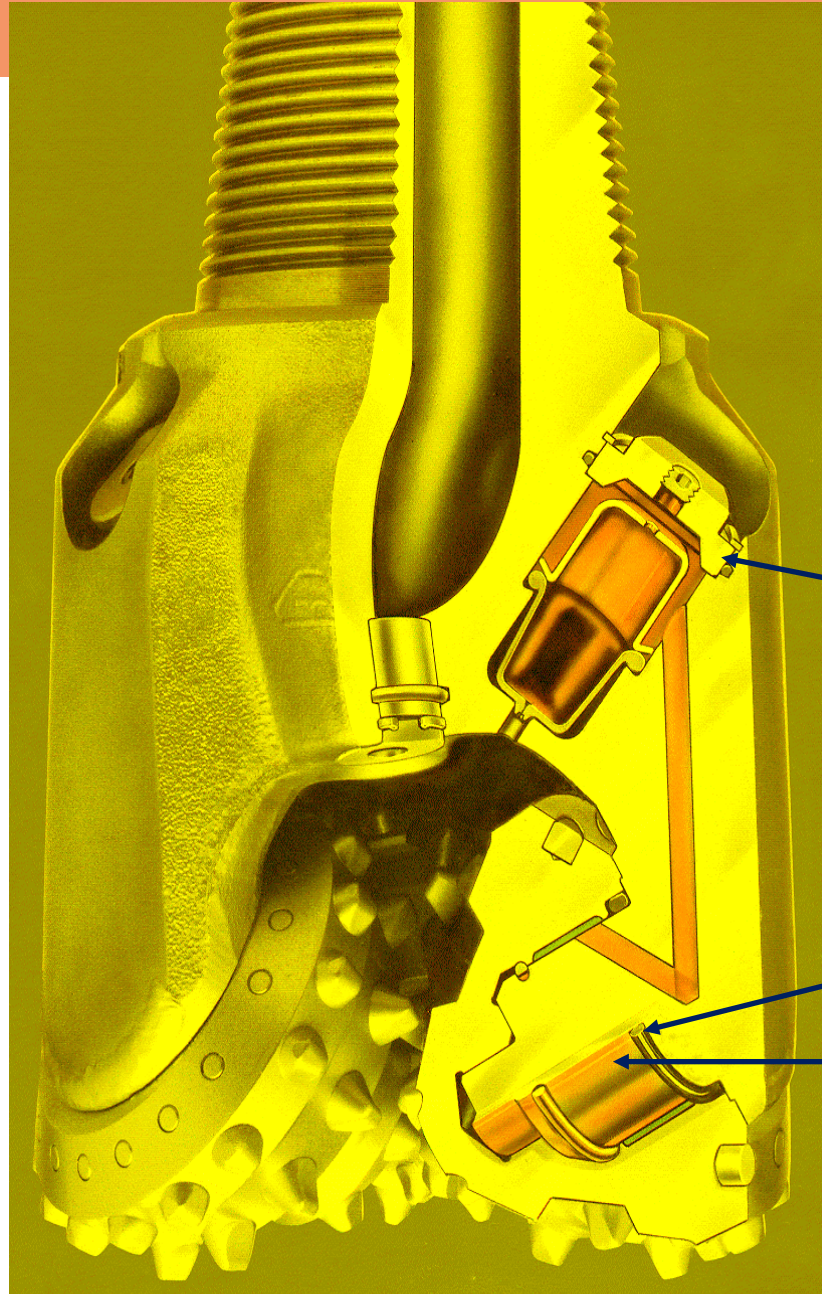
Conos dentados - cojinete de rodillos



Cono dentado/inserto – cojinete de muñón



Tricono sellado para lodo

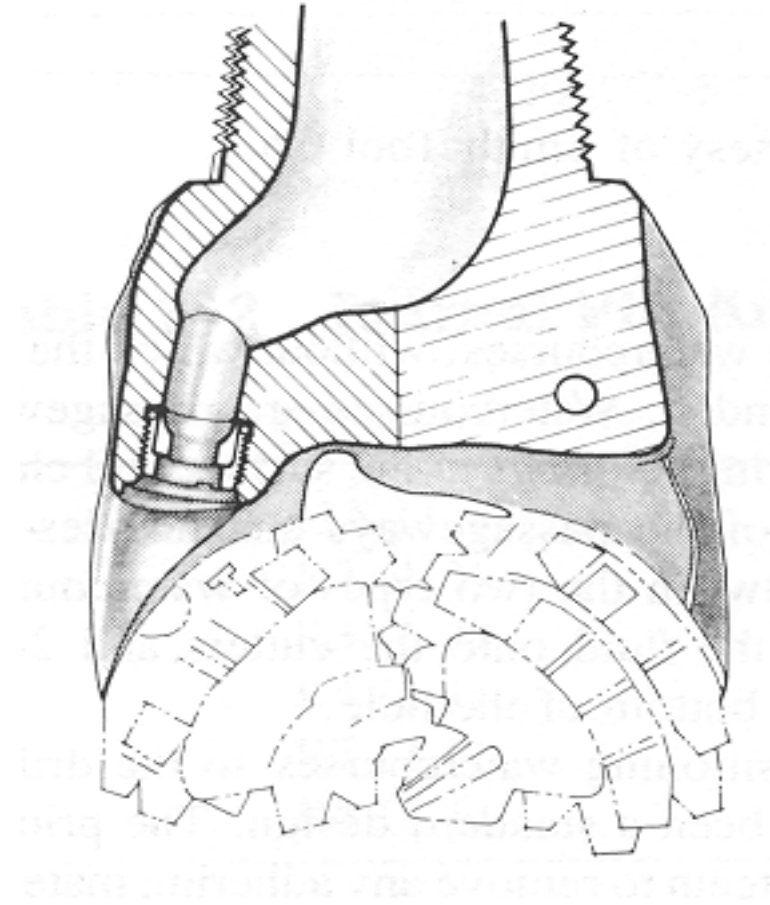


Depósito de grasa

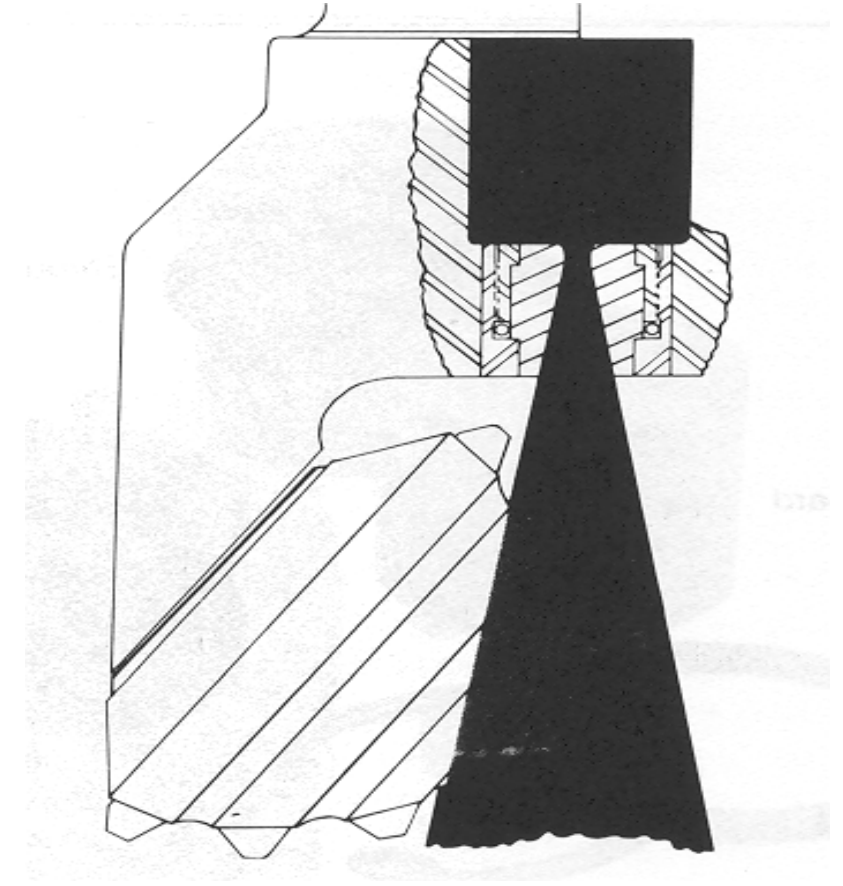
Anillo de cierre

**Rodamiento de fricción
(journal bearing)**

Salida del lodo en el tricono



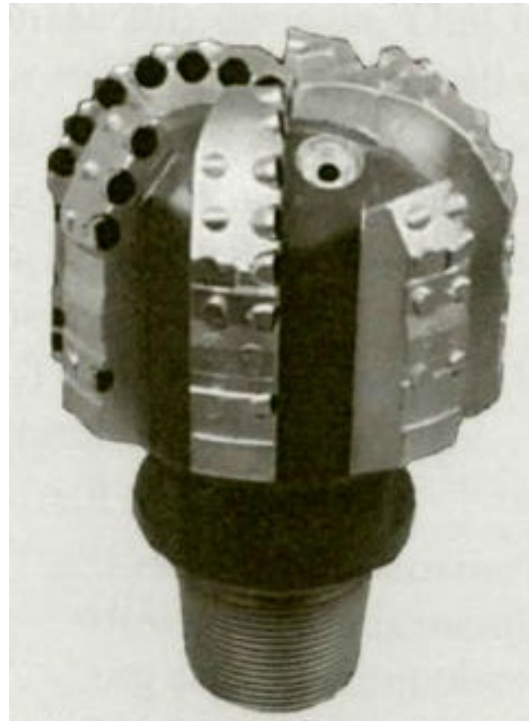
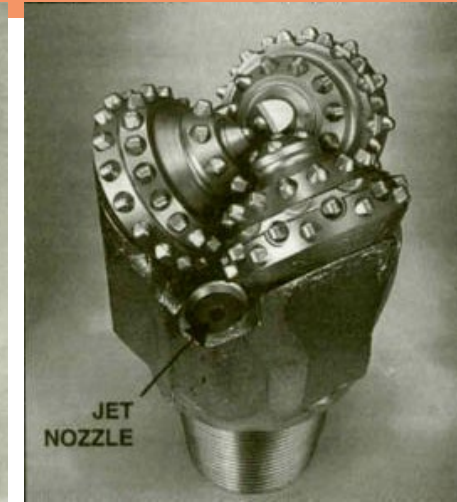
TIPO JET



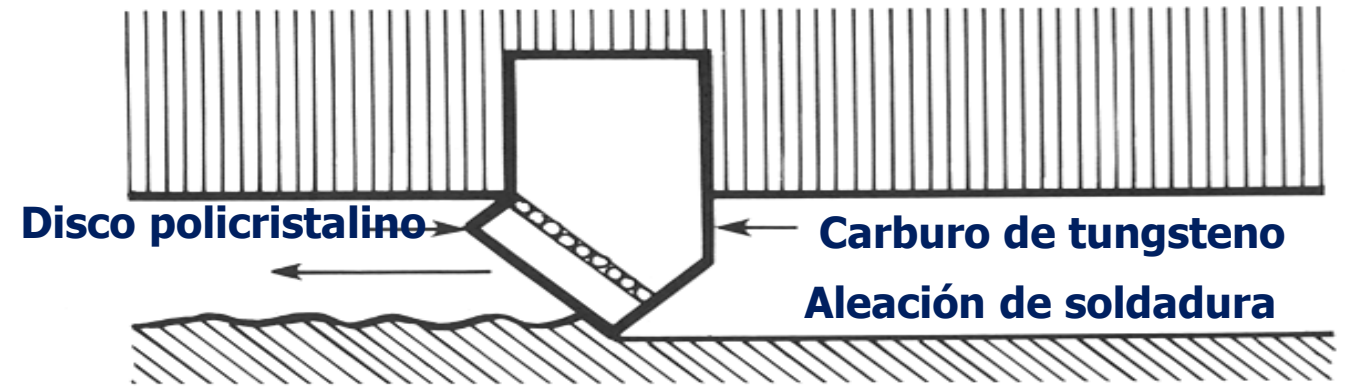
TIPO REGULAR

Barrena

- Barrenas tricónicas (Rock Bits)
- Barrenas de cortadores fijos (Drag Bits)

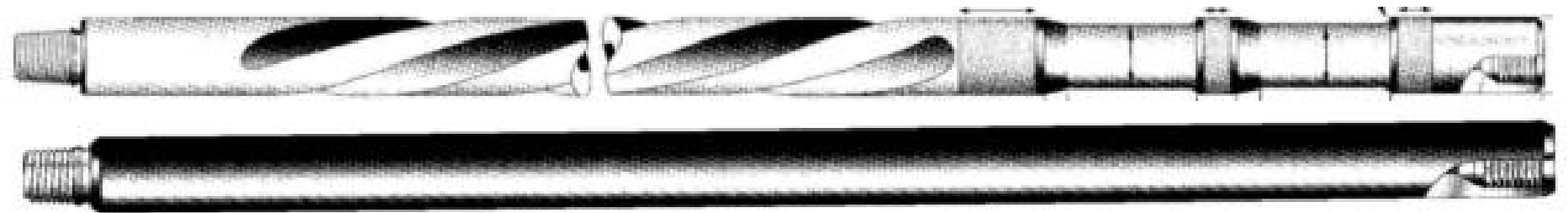


Brocas policristalinas

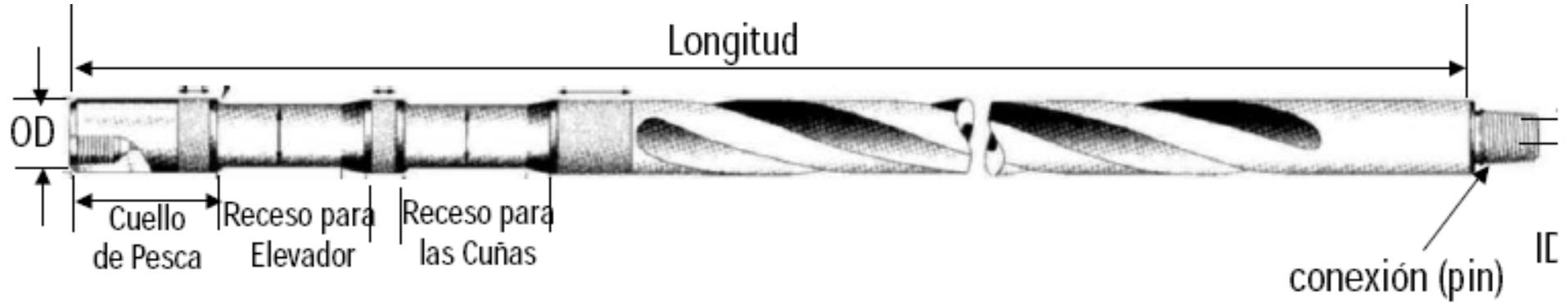


Drilling Collars (Lastrabarrenas)

- Descripción:
 - Son tubulares metálicos de gran espesor de pared
 - Los extremos tienen roscas maquinadas en el torno (caja y perno)
- Funciones:
 - Proveer el peso a aplicar sobre la barrena (WOB)
 - Mantener la tubería de perforación en tensión y así prevenir (evitar) el combamiento o pandeo de la sarta de perforación
 - Proveer el efecto de Péndulo para la perforación de agujeros rectos
- Tipos:
 - Se fabrican en variedad de tamaños de diámetro externo e interno: Diámetros Externos OD típicos van de 4 3/4" to 9 1/2"
 - Por lo general en longitudes de 30 a 31 pies
 - Pueden tener forma de barra cuadrada para perforar en zonas con alta tendencia natural a la desviación del agujero.
 - Espiralados para perforar en zonas con tendencia al atrapamiento de la sarta
 - Pueden tener recesiones para instalar elevadores y cuñas rotarias



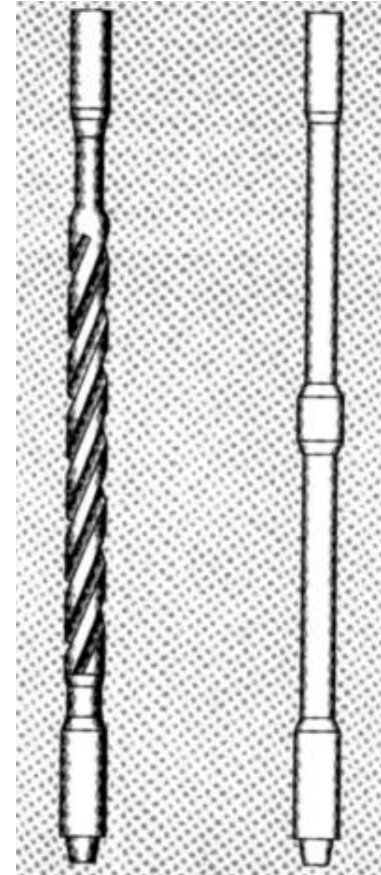
Medición de los Lastrabarrenas



| Well# | TRG 1 | Schlumberger | | | | | Bit # | 1 |
|---------------------|-----------|---------------------|--------|------|----------|---------|--------|----------|
| Date: | 28-Jul-03 | | | | | | SI # | 1234 |
| Rig: | IDPT | | | | | | Type | atm 234 |
| BHA#: | 1 | | | | | | Manuf | Hughes |
| Hole Size | 26" | | | | | | Jets | 20-20-20 |
| Item | SI # | ID | OD | FN | Pin | Box | Length | Remarks |
| Bit | 1234 | | 26" | | 7 5/8" R | | 0.75 | New |
| Bit Sub | SL 235 | 3 1/8" | 9 1/2" | | | 7 5/8 R | 1.01 | |
| 9 1/2" Drill Collar | 9548 | 3 1/8" | 9 1/2" | 0.67 | 7 5/8" R | 7 5/8 R | 8.96 | |
| Stab | 237689 | 3 1/8" | 9 1/2" | 0.93 | 7 5/8" R | 7 5/8 R | 2.36 | |
| 9 1/2" Drill Collar | 9503 | 3 1/8" | 9 1/2" | 0.78 | 7 5/8" R | 7 5/8 R | 9.01 | |
| 9 1/2" Drill Collar | 9521 | 3 1/8" | 9 1/2" | 0.95 | 7 5/8" R | 7 5/8 R | 9.04 | |
| 9 1/2" Drill Collar | 9520 | 3 1/8" | 9 1/2" | 1.03 | 7 5/8" R | 7 5/8 R | 8.99 | |

Tubería de Perforación Pesada – HWDP

- Diseño:
 - Con mayor espesor de pared y acoples más largos que la TP regular
 - Con refuerzo metálico externo en el centro del cuerpo del tubo
 - También disponible con diseño exterior espiralado
- Funciones:
 - Como elemento de transición entre los collars de perforación (DC) y la tubería de perforación (TP)
 - Esto previene el pandeo o combamiento de la TP
 - Puede trabajarse en compresión sin sufrir daño en los acoples
 - Empleada extensamente en Perforación Direccional
 - En ocasiones se utiliza en sustitución de los DC (drilling collars).
 - Mantiene la Tubería de Perforación rotando en tensión
 - No se debe usar para proporcionar peso sobre la barrena en condiciones normales



Varillaje pesado

Bandas
antidesgaste

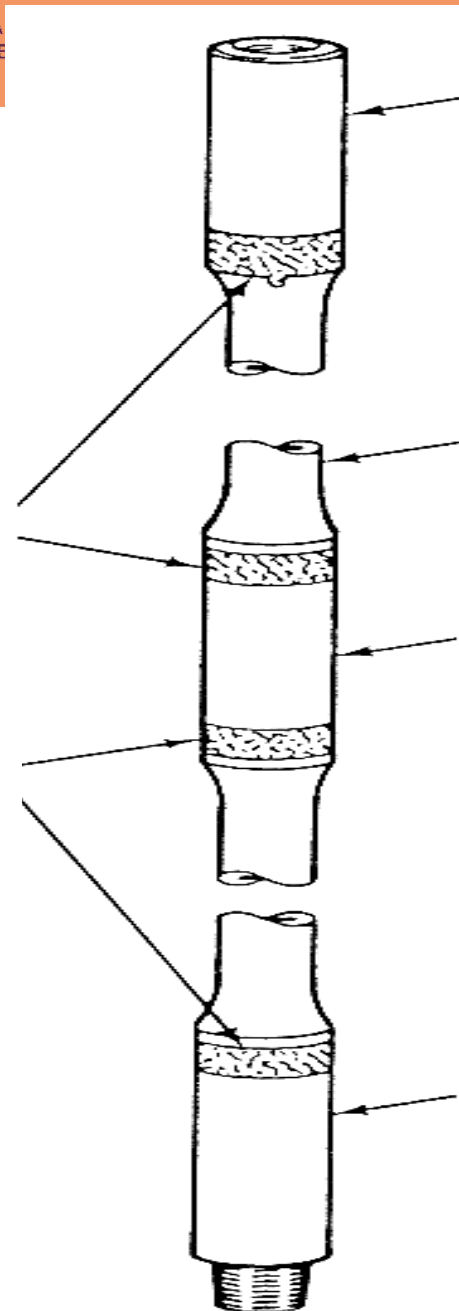
Bandas
antidesgaste

Tool joint extralargo

Tubo de pared gruesa
(más pesado)

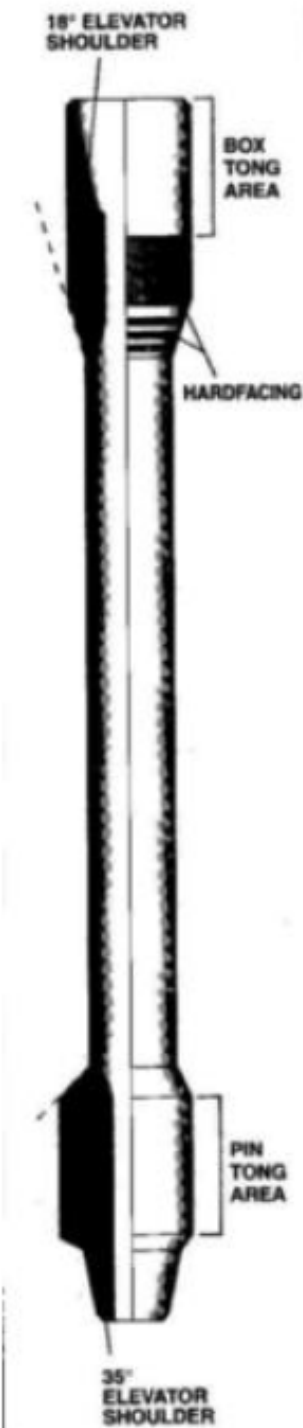
Cuerpo central de mayor diámetro

Tool joint extralargo



Tubería de perforación (Drill pipe – DP)

- Funciones:
 - Servir como conducto para la circulación del fluido de perforación.
 - Transmitir la rotación desde la superficie hasta la barrena en el fondo.
- Componentes:
 - Un tubo cilíndrico sin costura exterior y conducto central fabricado de acero fundido o de aluminio extruído.
 - Conectores de rosca acoplados en los extremos del cuerpo tubular sin costura.
- Conectores de Rosca:
 - Proporcionan la conexión entre los componentes de la sarta de perforación.
 - Son piezas metálicas soldadas al cuerpo tubular sin costuras.
 - Suficientemente gruesos y fuertes para cortar en ellos roscas de pin y de caja.



Tubería de perforación

- Las tuberías que se ensamblan tienen una longitud de 30 metros (100 pies).
- A medida que el pozo va profundizando, el peso de la sarta de perforación se incrementa notablemente y puede llegar a pesar unas 500 toneladas métricas para un pozo de 3.000 metro de profundidad.
- El control del peso sobre la boca debe ser muy cuidadoso, de manera que el trépano de perforación no resulte dañado o destruido.
- Son valores típicos de esfuerzos sobre la misma los siguientes: 50 kN de fuerza sobre el trépano y un par de 1 o 1,5 kNm a 40 – 80 rpm para un cono de 8 pulgadas.
- La ROP (Rate of Penetration) depende mucho de la profundidad y puede ser como mucho de 20 m por hora para una arenisca o una dolomita, y tan baja como 1 m/hora para un esquisto profundo o un granito.

Los racks de tuberías



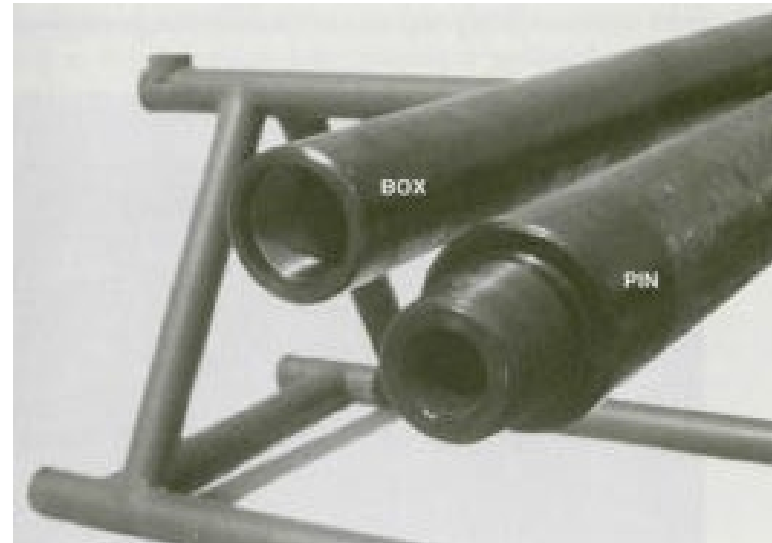
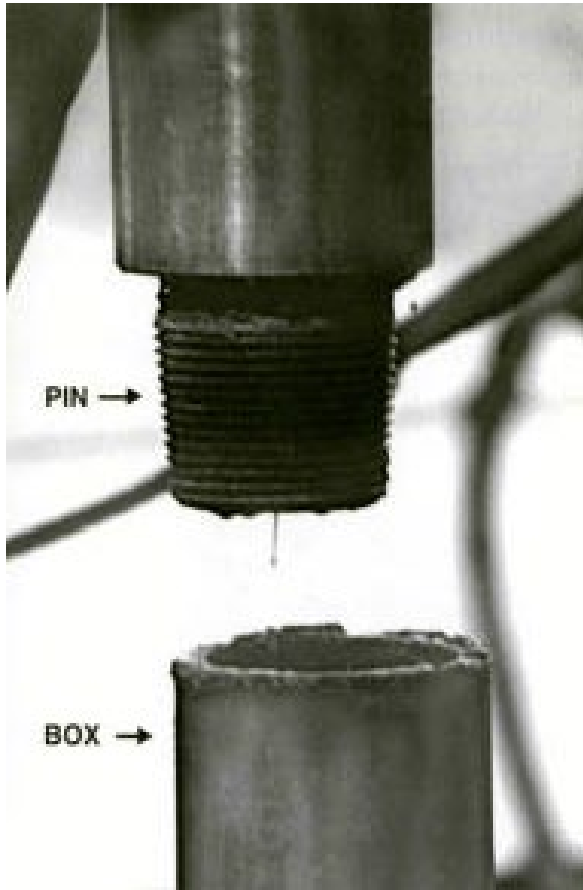
Clasificación de la tubería de perforación

- 1. Tamaño:
 - de 2-3/8" a 6-5/8" (Diámetro Externo del Cuerpo)
- 2. Rangos de Longitud:
 - R-1 de 18 a 22 pies,
 - R-2 de 27 a 30,
 - R-3 de 38 a 45
- 3. Grado del Acero:
 - E – 75, X – 95, G – 105, S – 135
 - (Nota: los números indican la mínima resistencia a la cedencia en 1000 libras)
- 4. Peso Nominal:
 - Depende de los diversos rangos de tamaño y peso

- Ejemplo: una TP puede ser: 5", R-2, G-105, 19.5Lpp (Libras por pie)

Acoplamiento de tubulares

- Se fabrican en muchos tamaños y en una amplia variedad de formas de rosca:



Caja (Box)

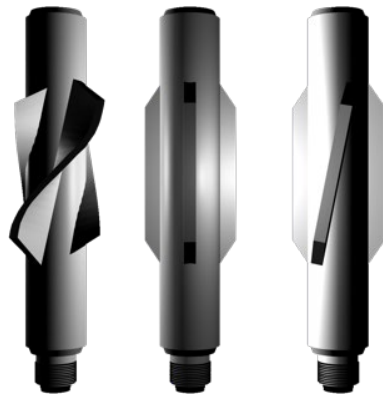


Perno
(Pin, macho)

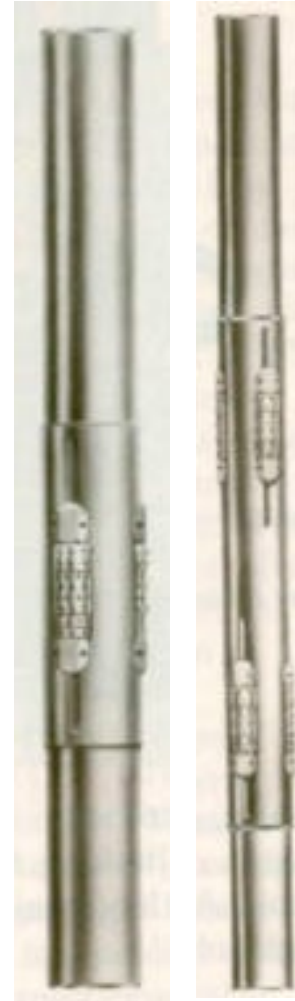


Elementos auxiliares / accesorios de la sarta

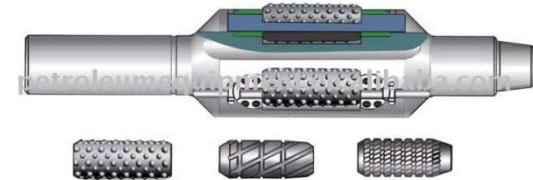
Conector de Barrena



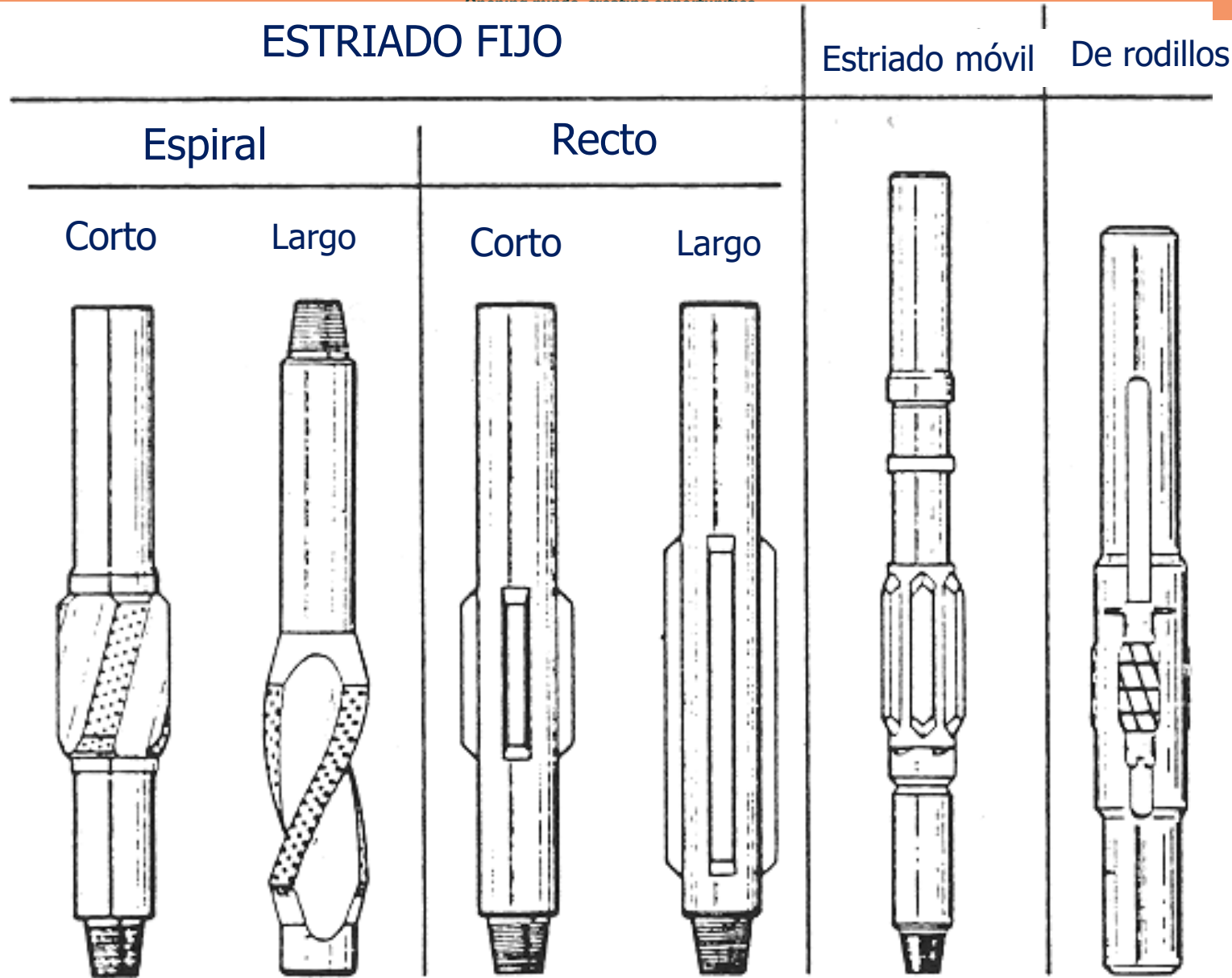
Estabilizador de Sarta



Escariador de Rodillos



TIPOS DE ESTABILIZADORES



Elementos auxiliares / accesorios de la sarta

Sustitutos de Combinación de Roscas



Box x Pin

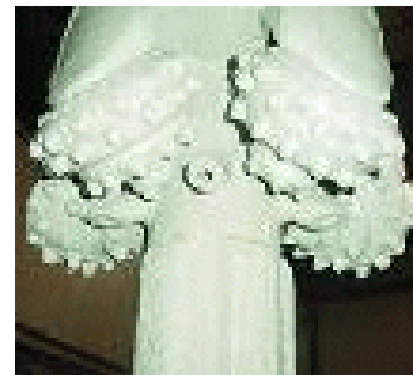


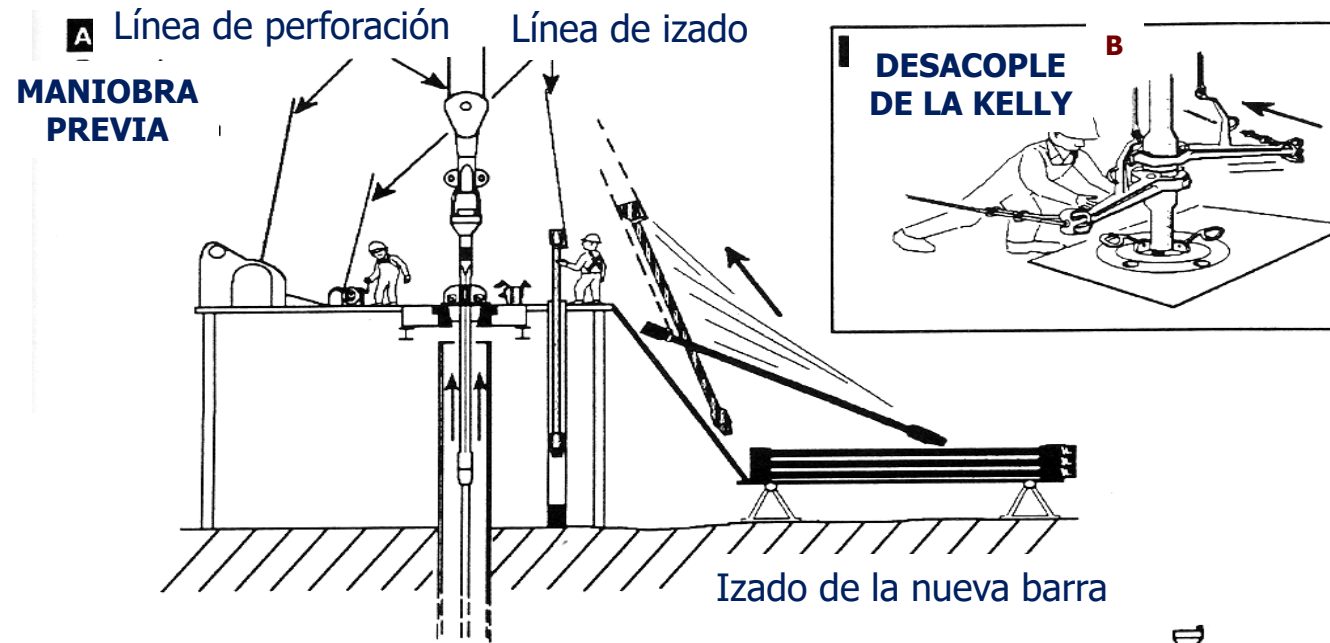
Pin x Pin



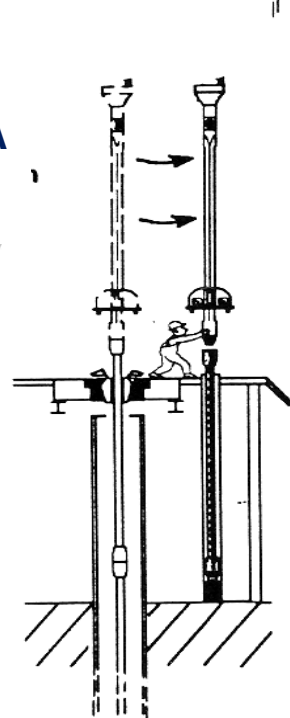
Box x Box

Ensanchador

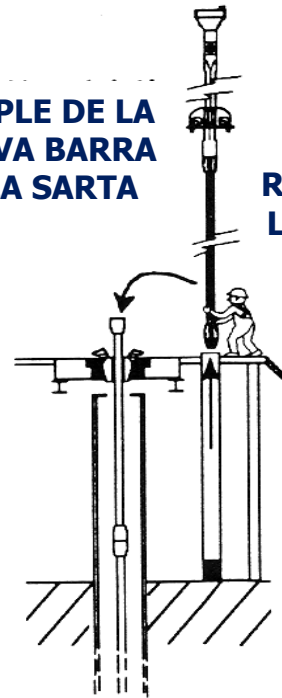




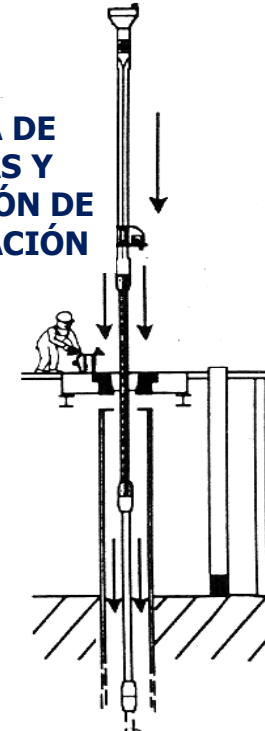
C
ACOPLE DE LA NUEVA BARRA A LA KELLY

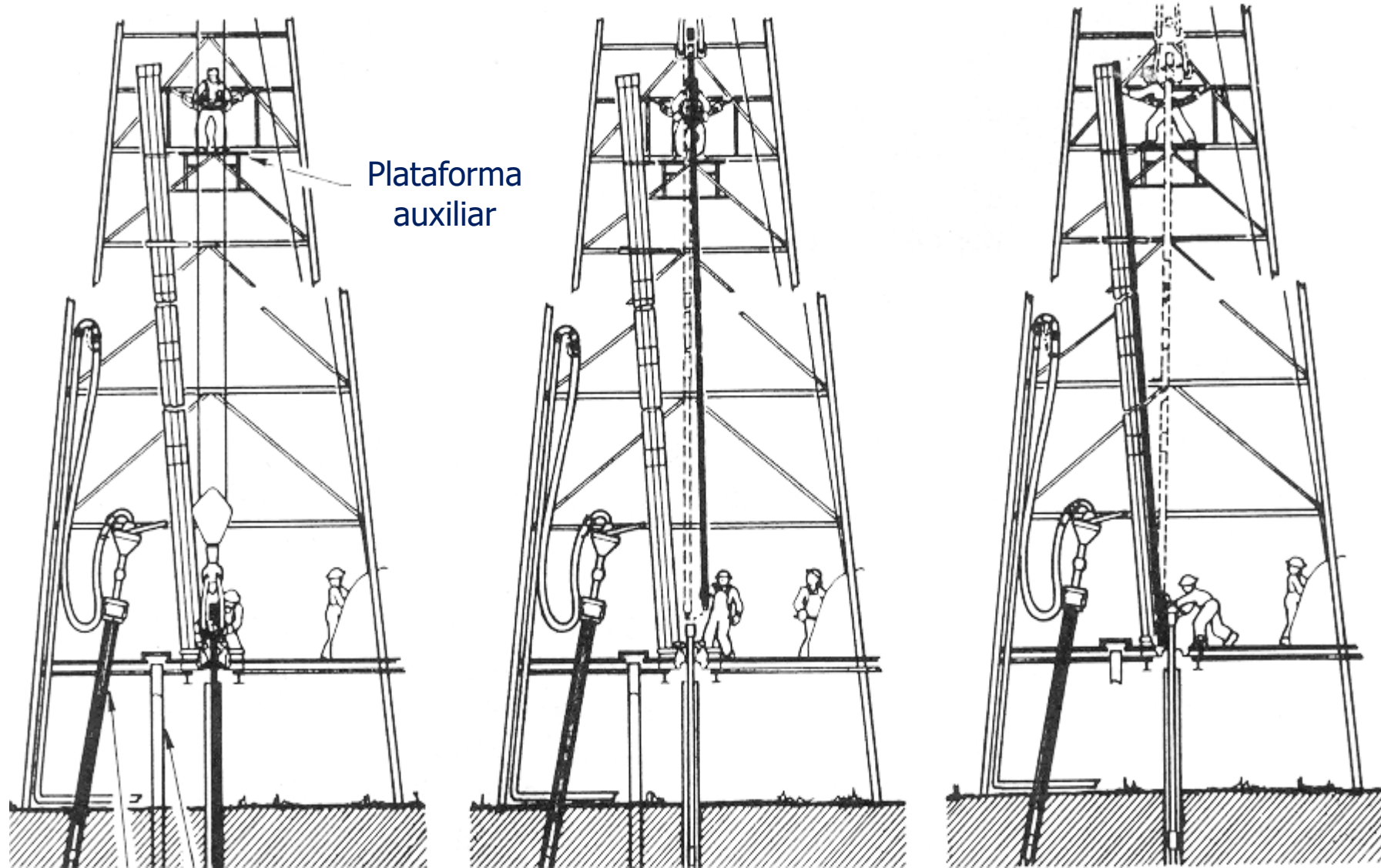


D
ACOPLE DE LA NUEVA BARRA A LA SARTA



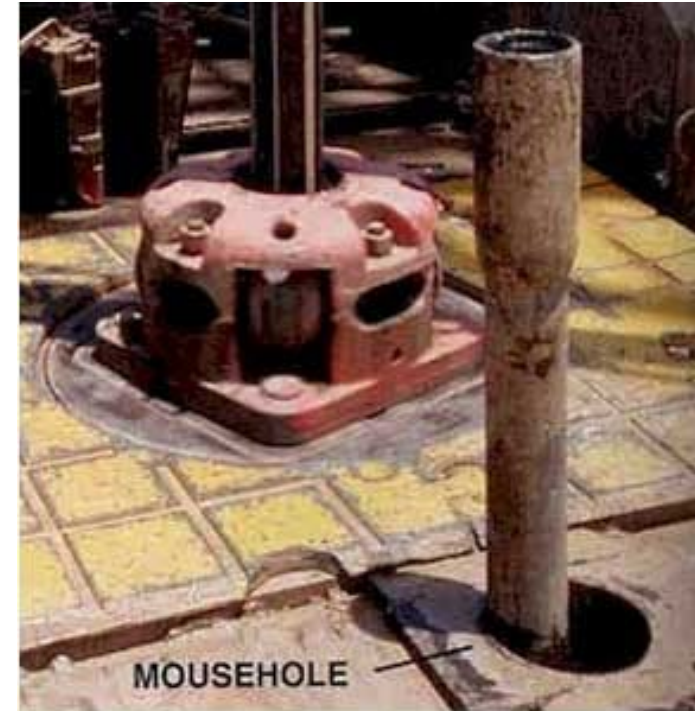
E
RETIRADA DE MORDAZAS Y REANUDACIÓN DE LA PERFORACIÓN

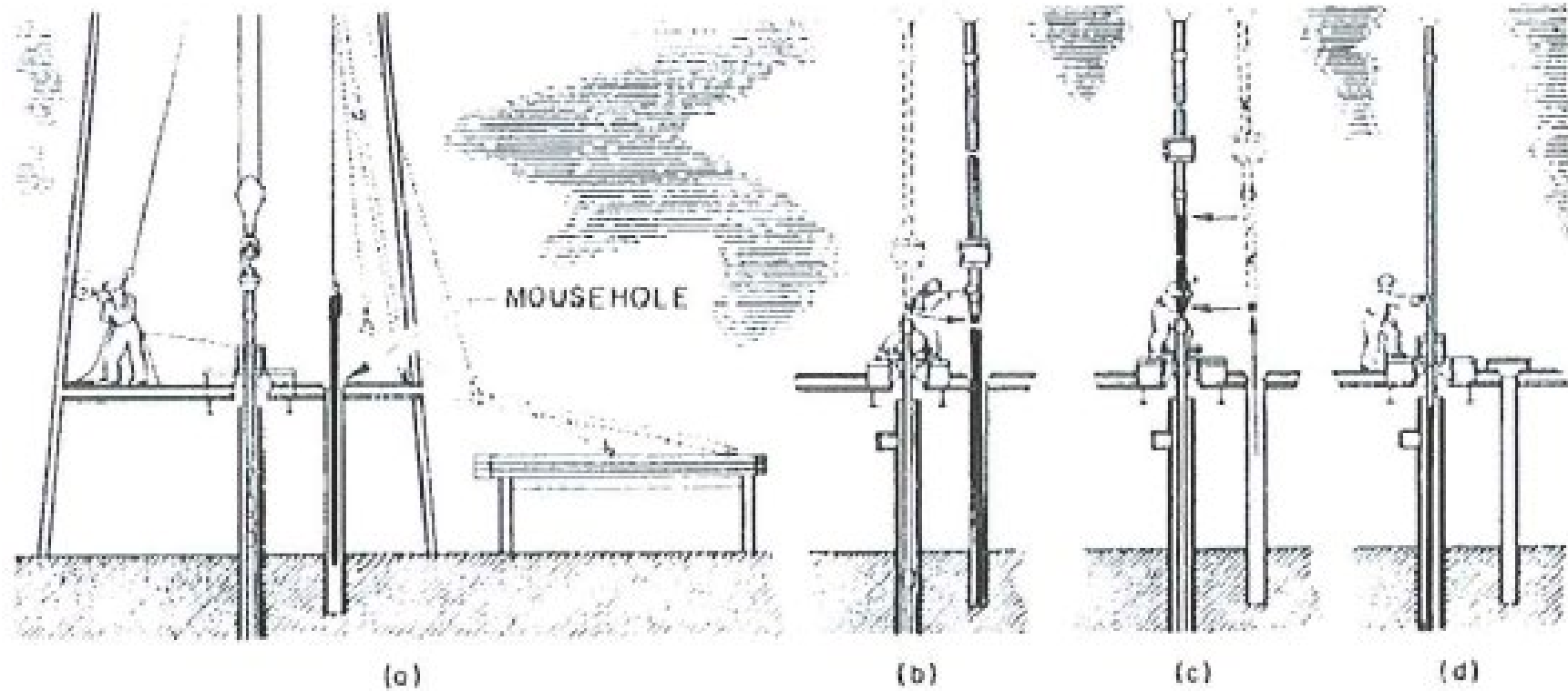




Plataforma
auxiliar

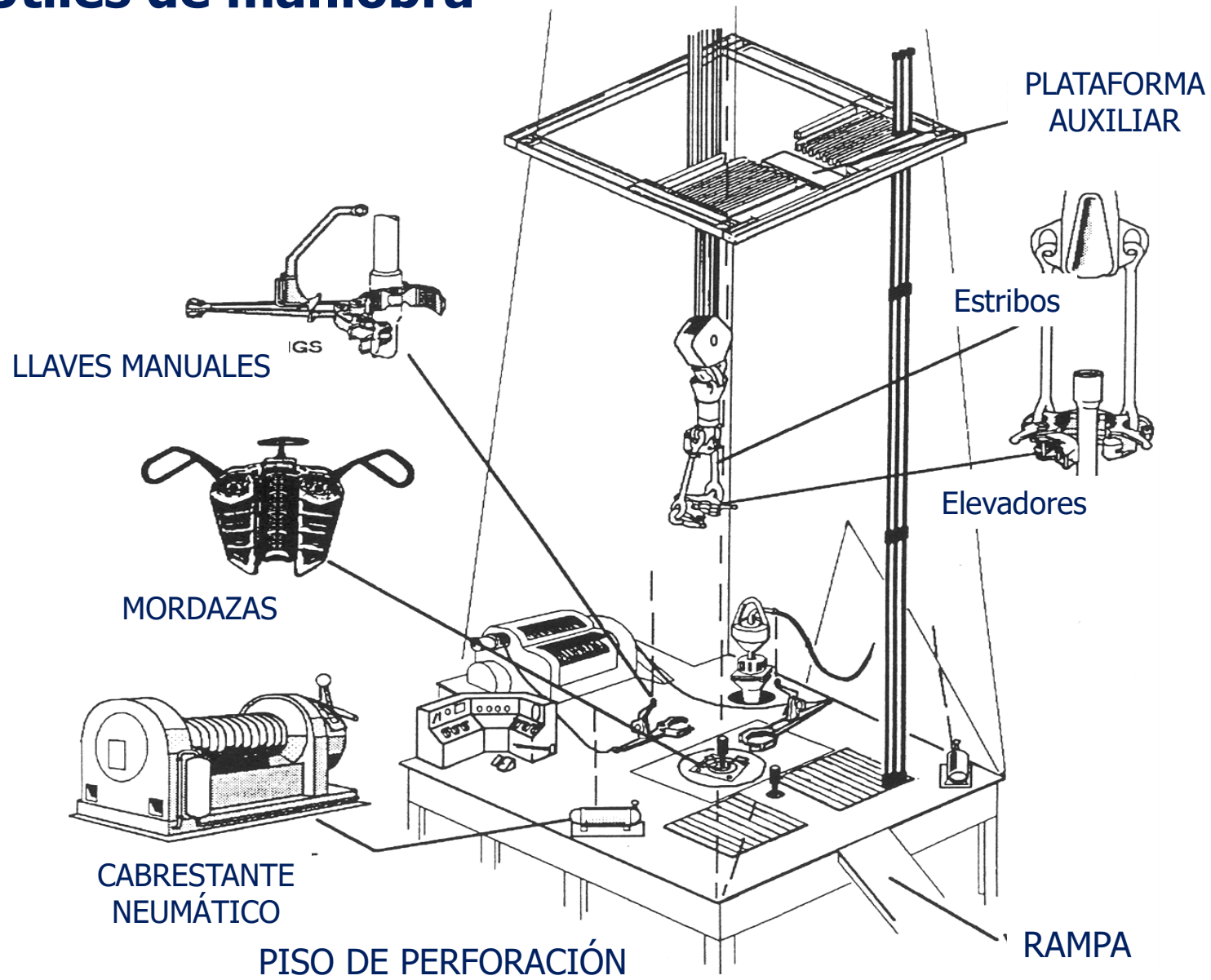
Rat hole Mouse hole

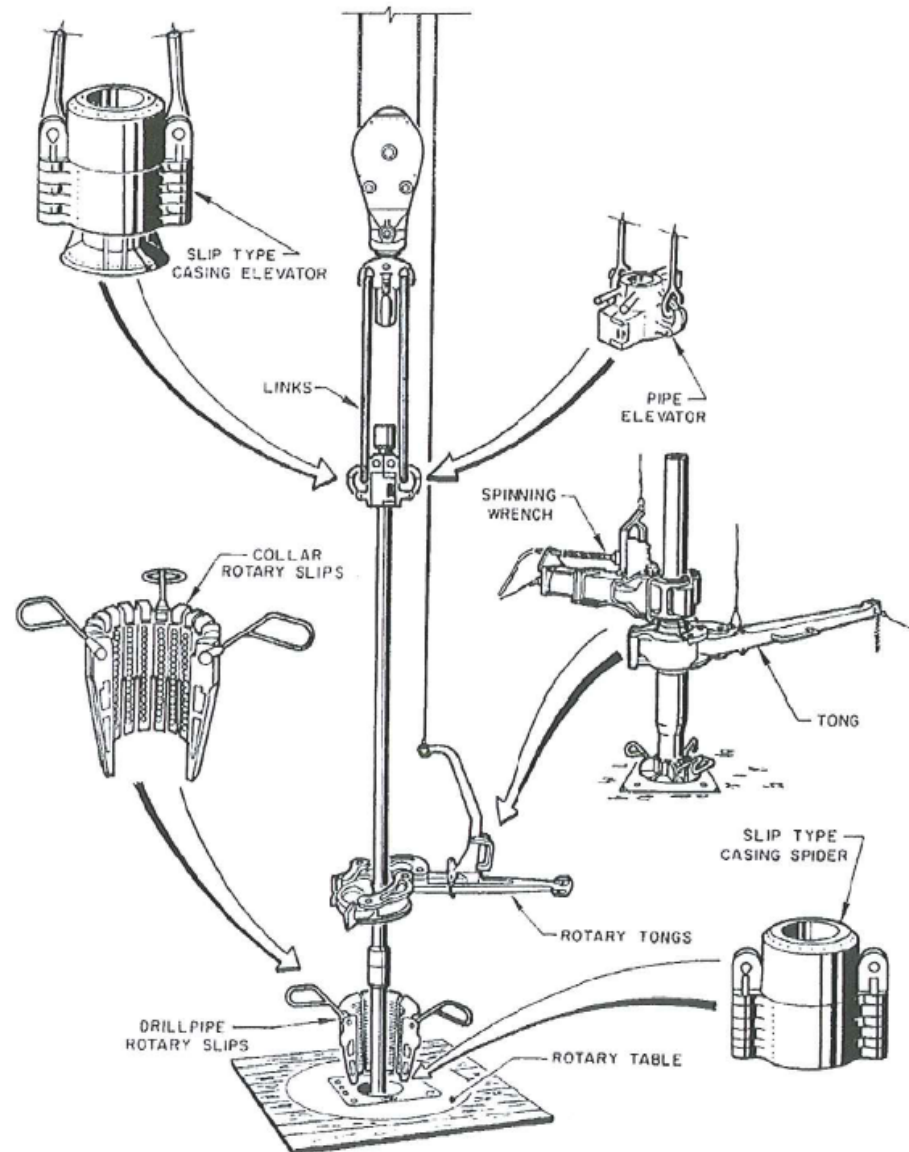




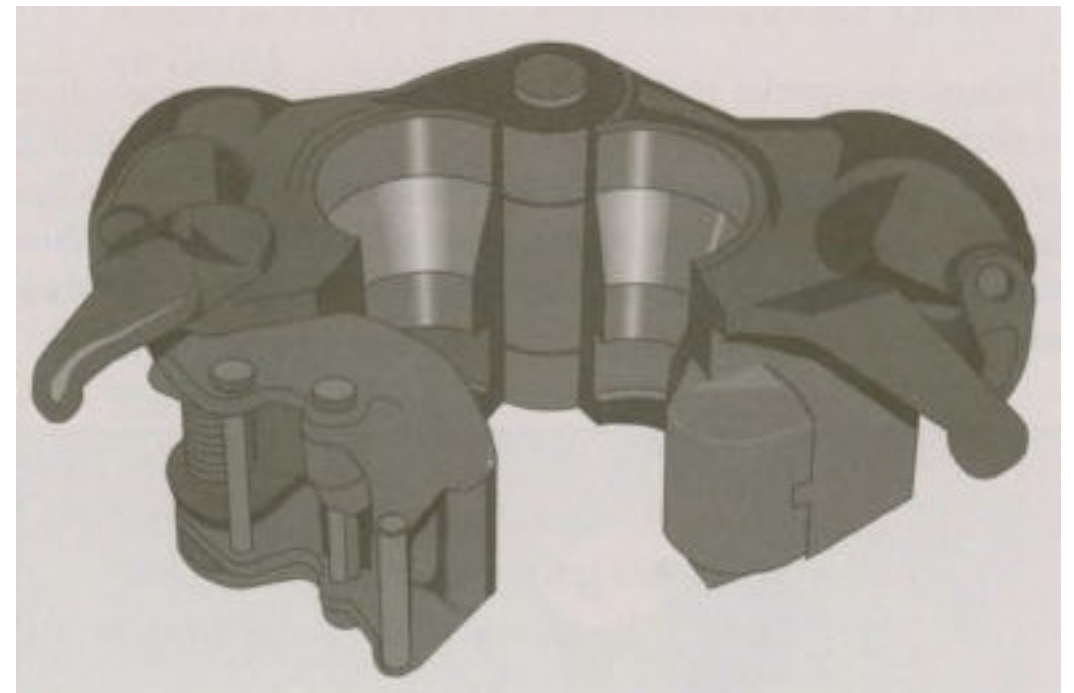
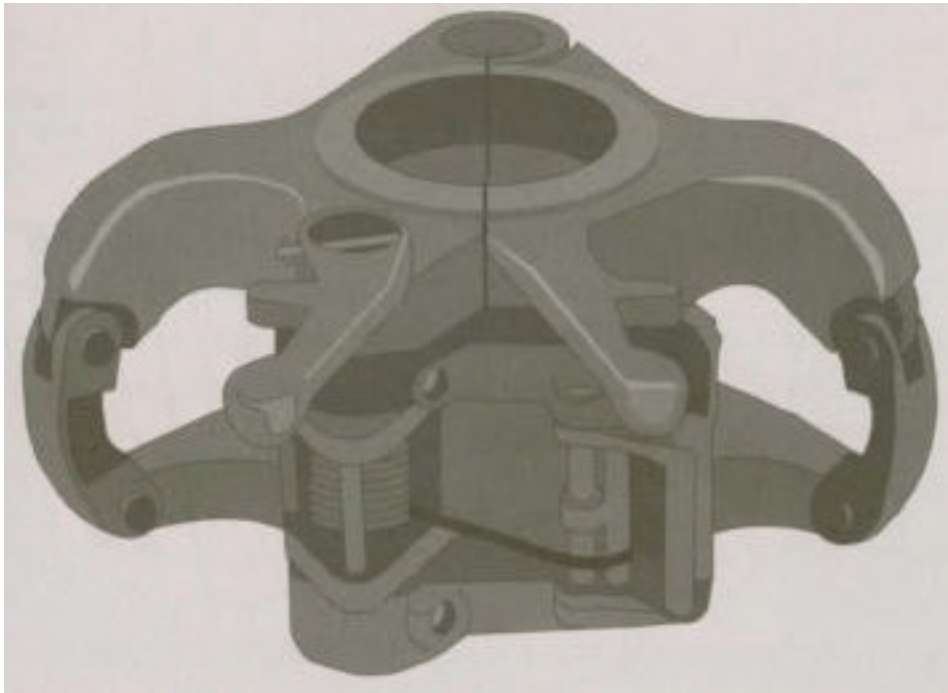


Útiles de maniobra



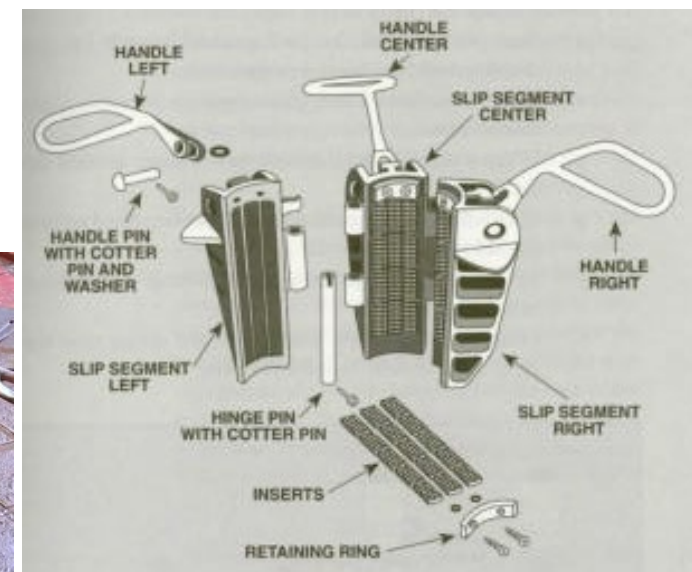
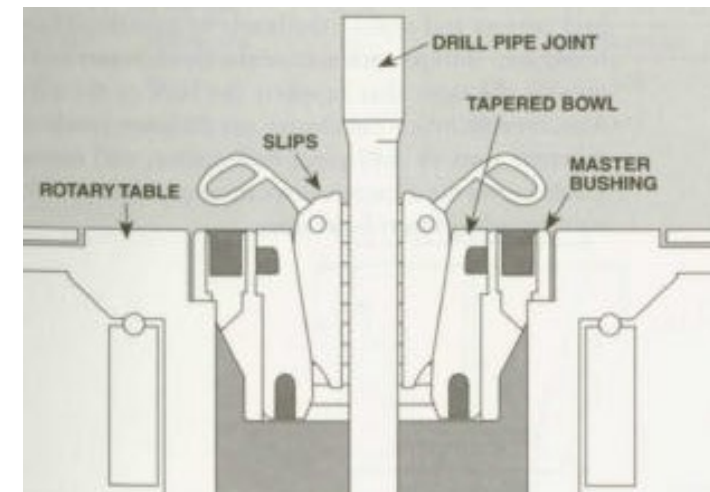
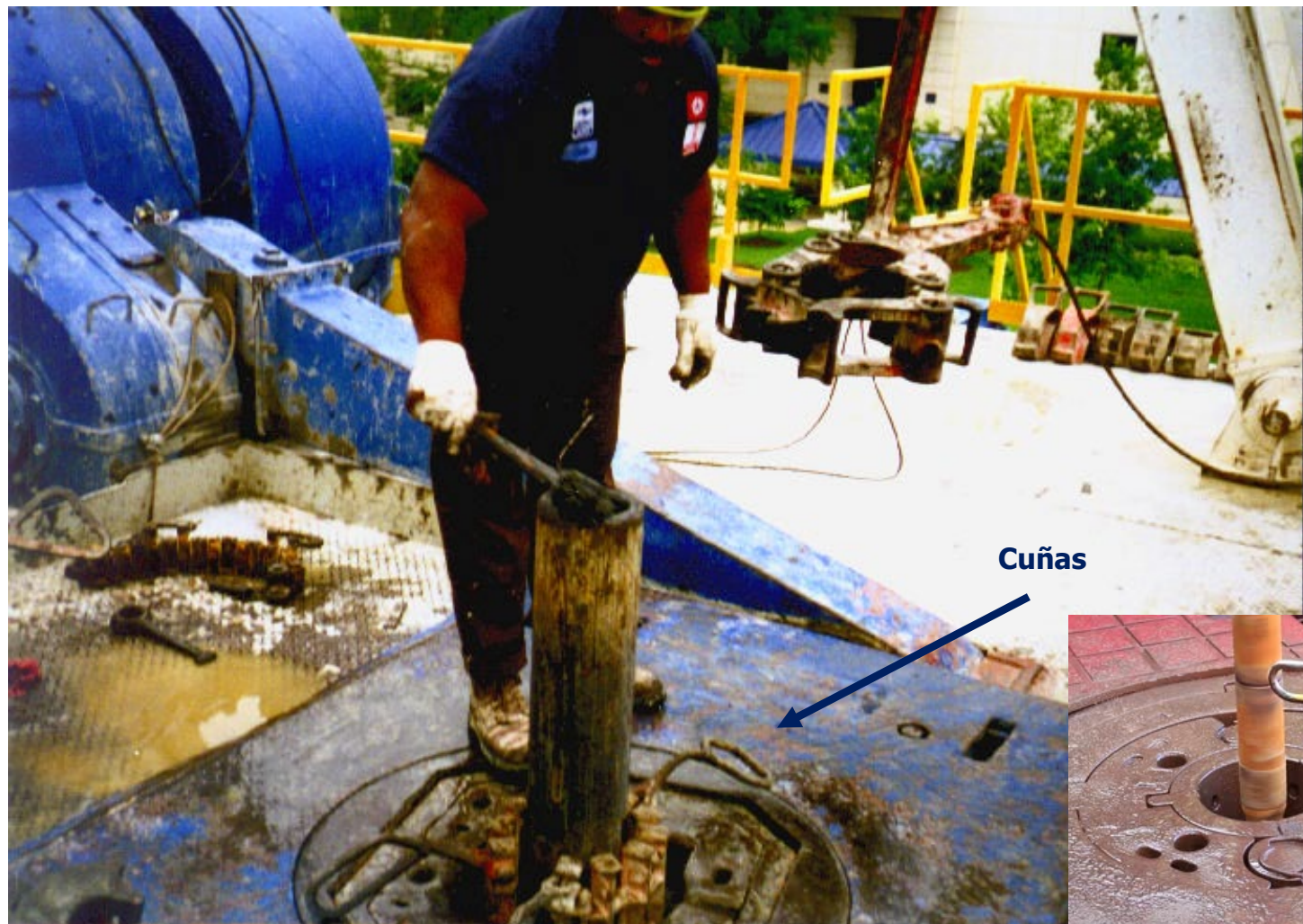


Herramientas de manipulación. Elevadores

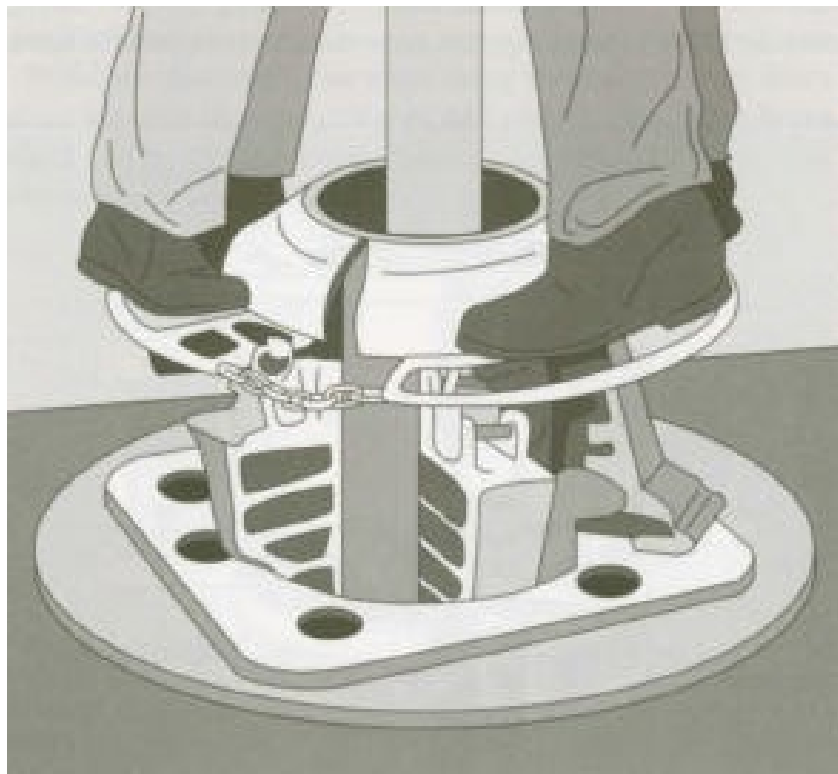


Haga clic para cambiar el estilo de título

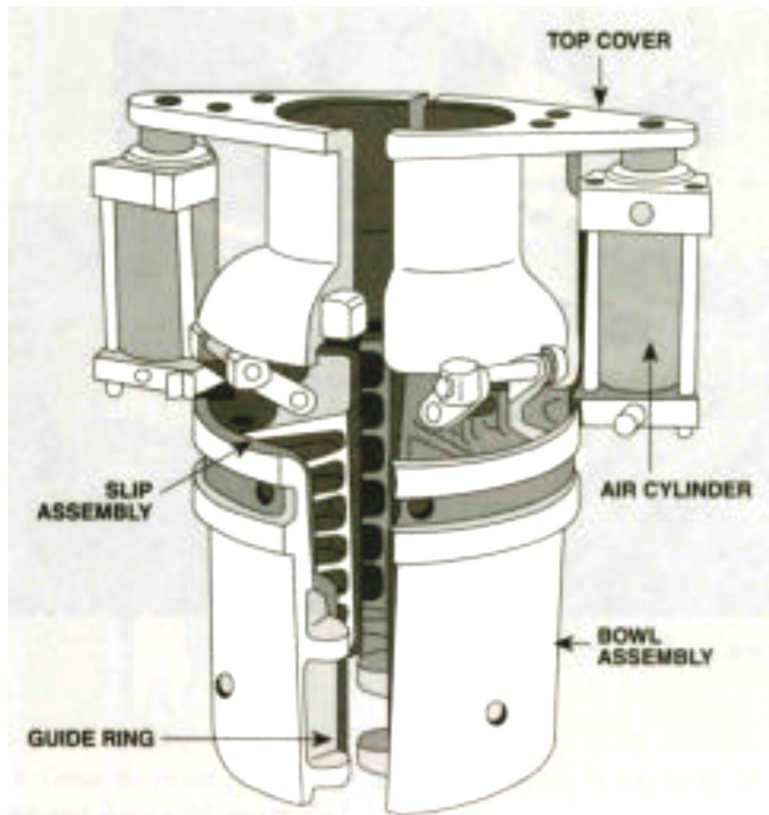
Aplicación del lubricante de rosca en la caja de acoplamiento



Haga clic para cambiar el estilo de título



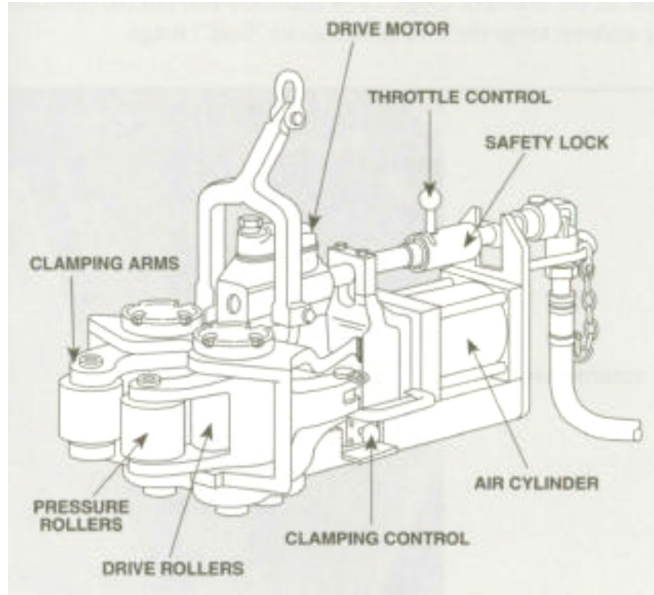
Cuñas de Pié



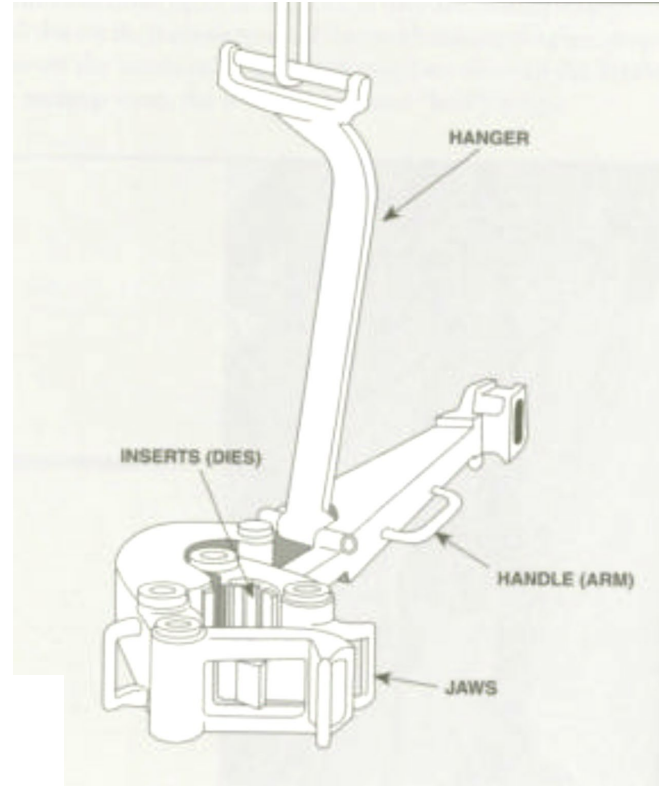
Cuñas operadas con aire



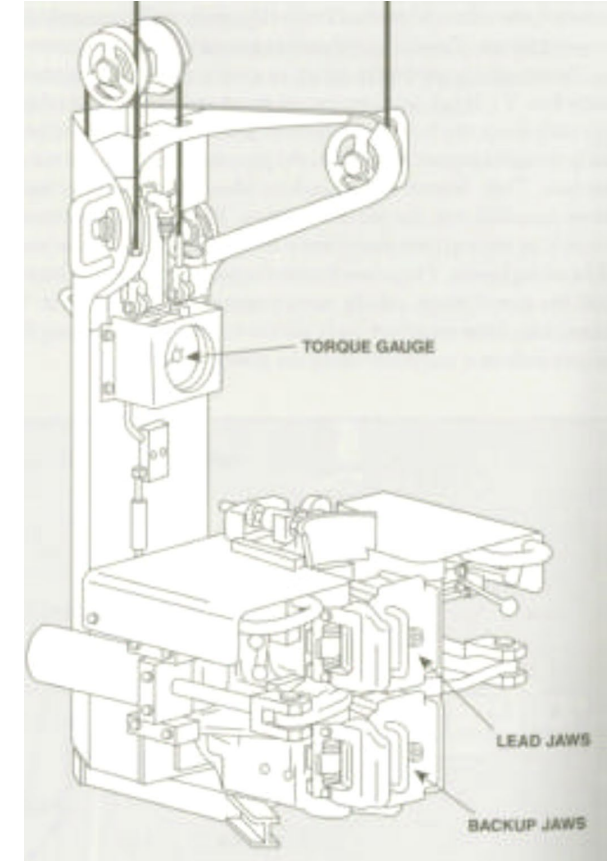
Llaves de ajuste y aflojado de conexiones



**EnrosCADOR Rápido
de Tubería**



Llaves Manuales



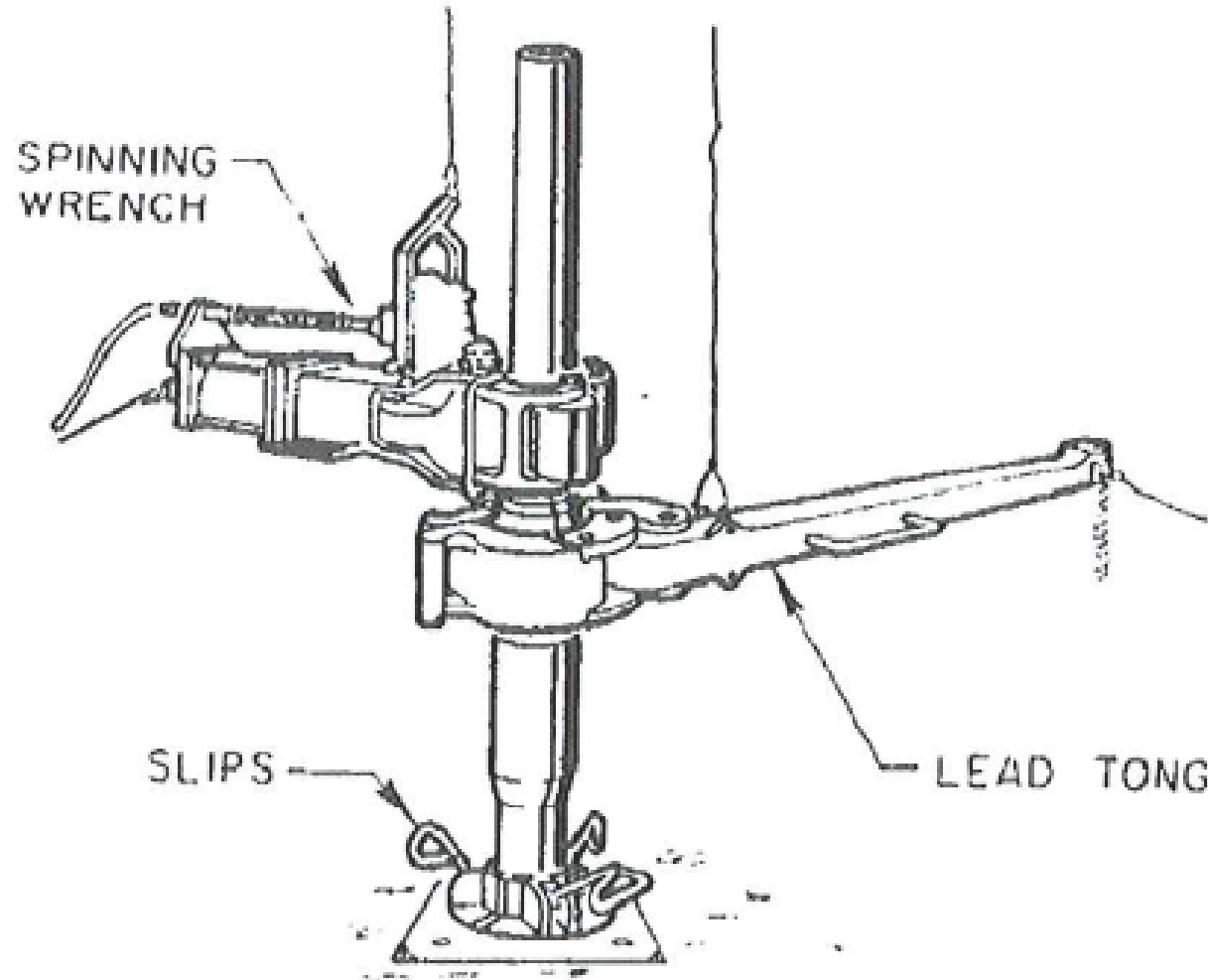
**Llave Hidráulica
de Torque y Ruptura**



Enrosque de "estocada" alineada



Posición de las llaves manuales para apretar la unión enroscada

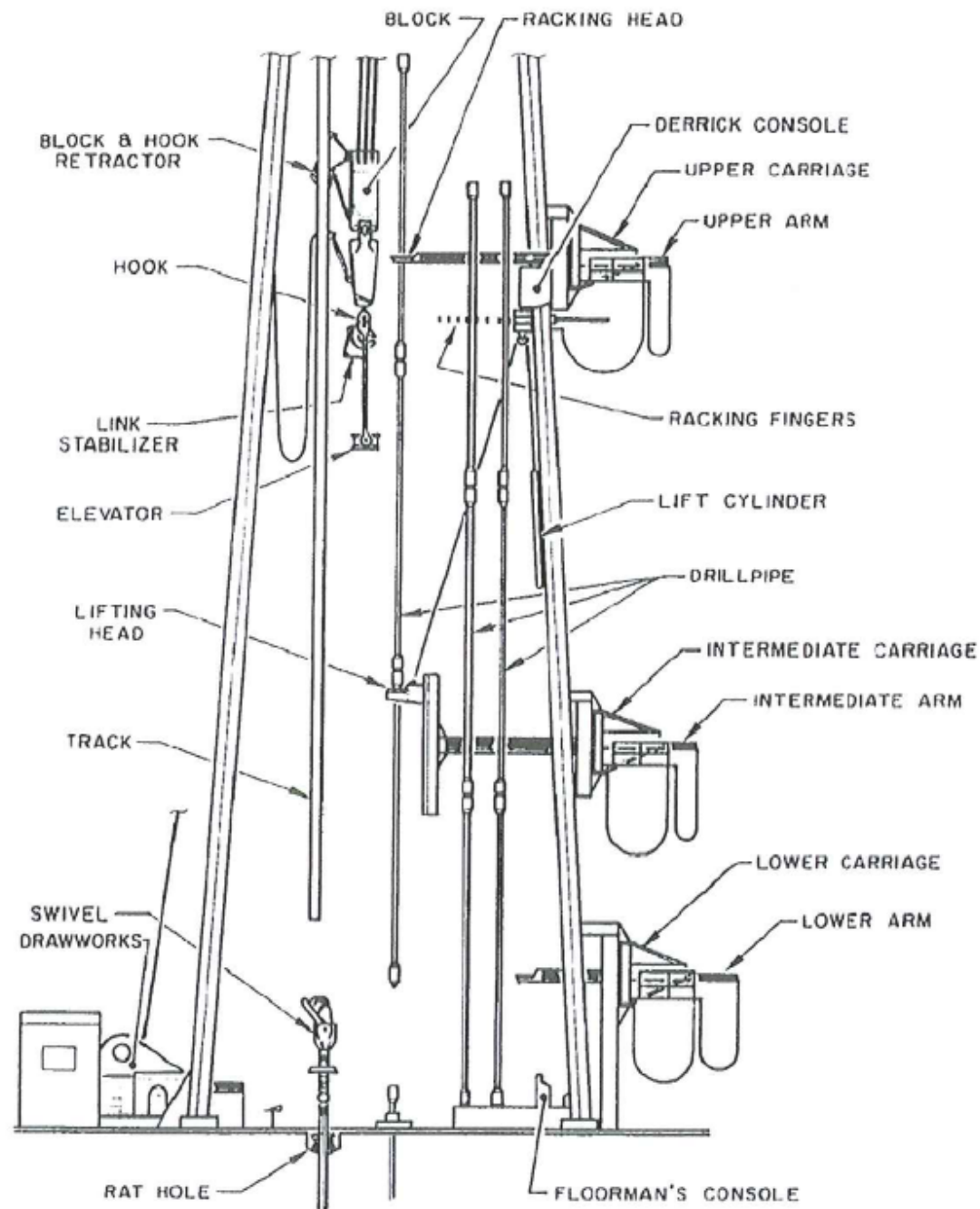




**Llaves en posición para ajustar
la unión con par de apriete**



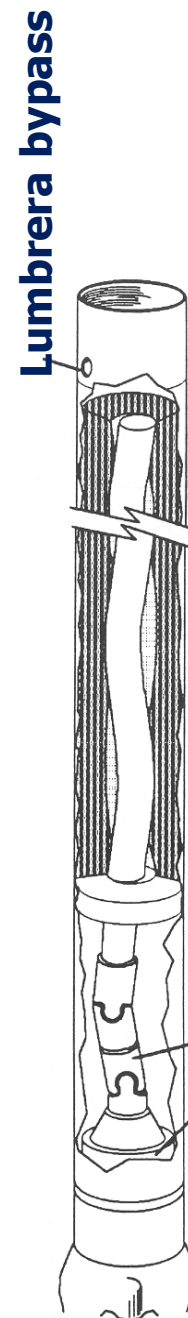
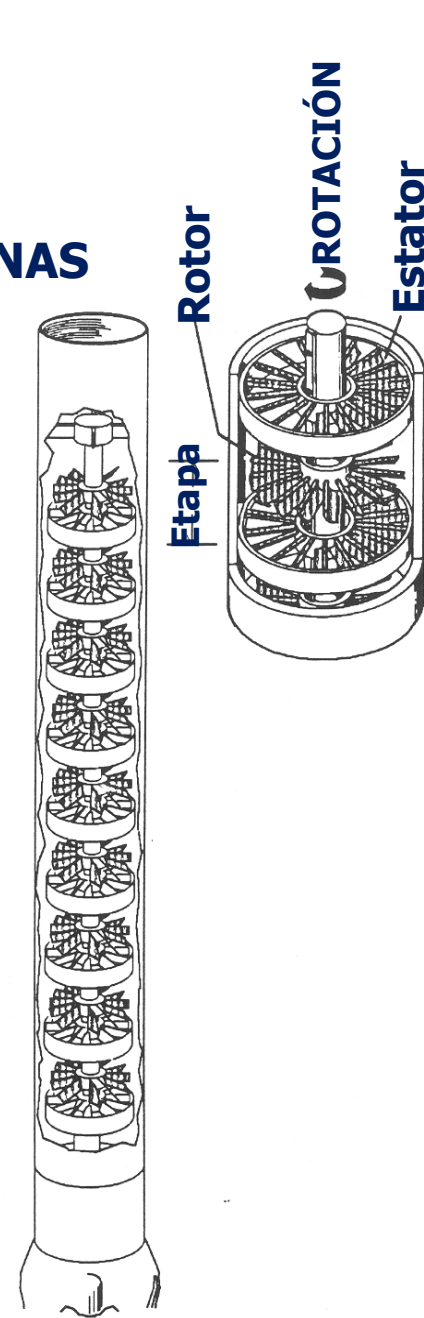
Aplicando el par de apriete a la unión



Motor de fondo (Mud motor)



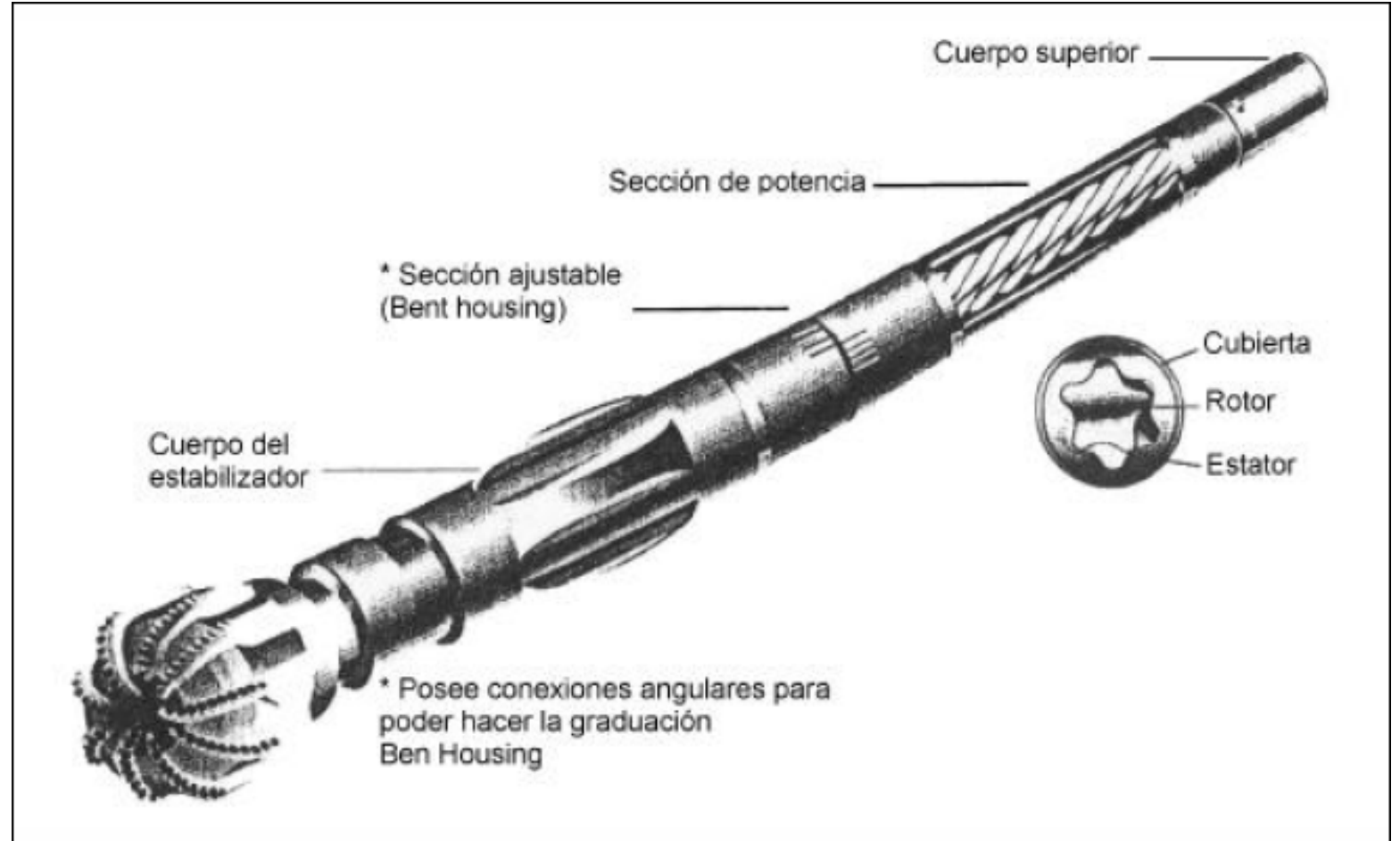
MOTOR DE TURBINAS

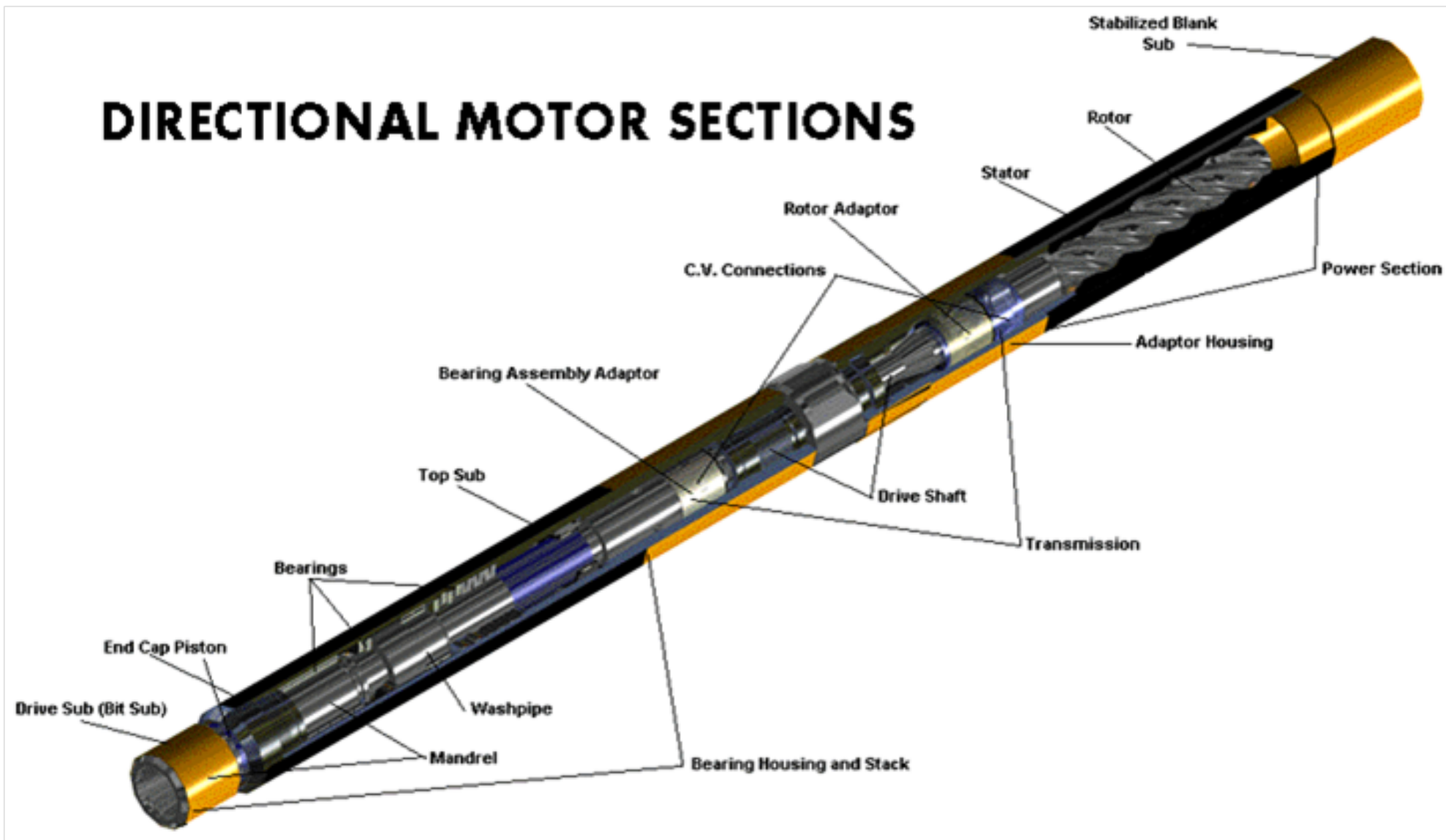


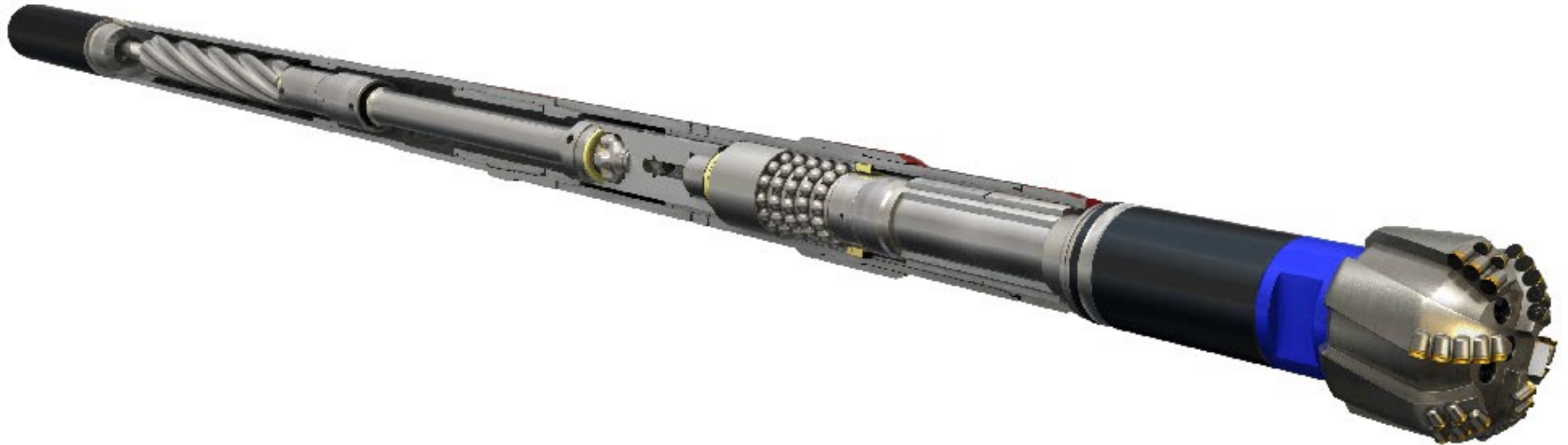
MOTOR DE HUSILLO



Conexión flexible
Eje motriz y
rodamientos







Peso de la sarta de perforación

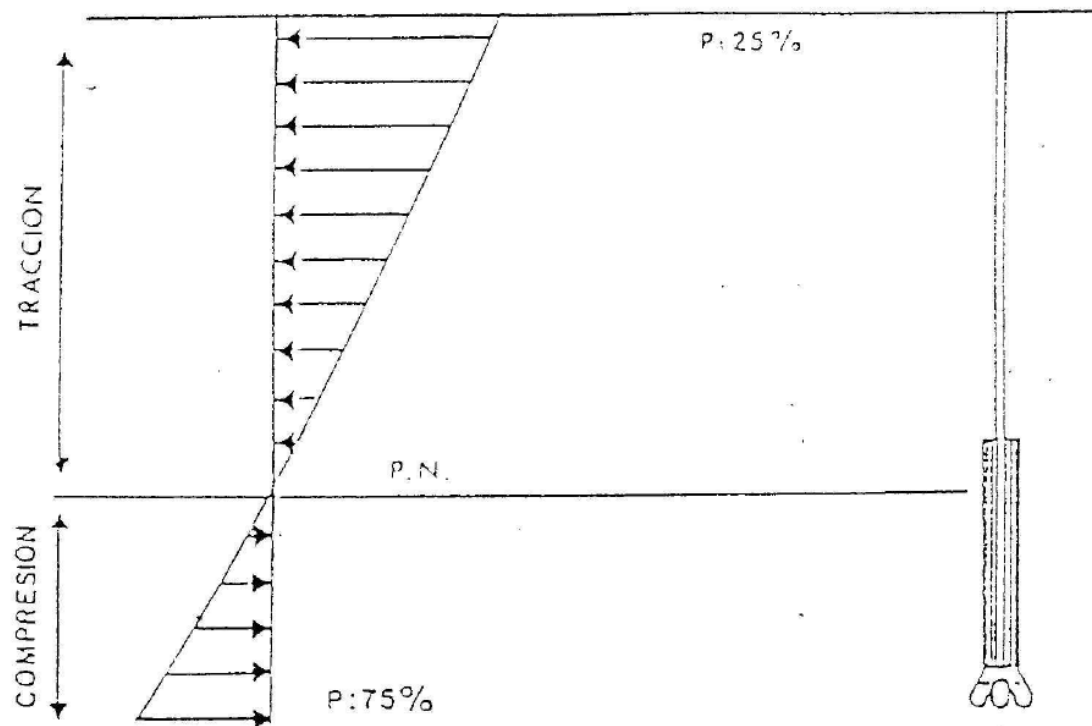
- Peso Nominal (en libras por pie) para el cuerpo del tubo
 - Ejemplo: 19.5 lbs/pie para tubería de perforación de 5" y 15.5 lb/pie para TP de 3 1/2"
- Peso Aproximado (Ajustado) incluyendo la masa de los acoples
 - Para las TP de arriba será: 22 lb/pie para TP de 5" y 17.0 lb/pie para TP de 3 1/2"
- Peso Flotado o Sumergido:
 - Se encuentra multiplicando el peso en el aire por el **Factor de Flotación (BF)**, el cual depende de la densidad del fluido dentro del pozo
 - BF se calcula así:

$$\text{BF} = \frac{\text{Peso de Acero (lb/gal)} - \text{Peso del lodo (lb/gal)}}{\text{Peso del Acero (lbs/gal)}} = \frac{65.44 - \text{MW}}{65.44}$$

Punto neutro de la sarta de perforación

■ Definición:

- Es el punto en la sarta de perforación en donde se pasa del estado de compresión al de tensión.
- Tal punto debería estar siempre dentro de los Collares de Perforación o "Drill Collars"
- La tubería de perforación debería estar siempre en condiciones de tensión



Dudas y preguntas



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE MINAS Y ENERGIA
LABORATORIO DE TECNOLOGÍAS MINERAS

TECHNICAL UNIVERSITY OF MADRID
HIGHER TECHNICAL SCHOOL OF MINING AND ENERGY ENGINEERING
MINING TECHNOLOGIES LABORATORY