

GUIA DE MANTENIMIENTO EINSPECCION DE MALACATE DE EQUIPOS DE PERFORACION TERRESTRE PETROLERA OPERANDO EN COLOMBIA.

WALTER ANDRADE VARGAS

YILMAR LUGO CASTRO



NEIVA-HUILA

2014



**GUIA DE MANTENIMIENTO E INSPECCION DE MALACATE
DE EQUIPOS DE PERFORACION TERRESTRE PETROLERA
OPERANDO EN COLOMBIA.**

WALTER ANDRADE VARGAS

YILMAR LUGO CASTRO

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE PETRÓLEOS

NEIVA

2014



**GUIA DE MANTENIMIENTO E INSPECCION DE MALACATE DE
EQUIPOS DE PERFORACION TERRESTRE PETROLERA
OPERANDO EN COLOMBIA.**

WALTER ANDRADE VARGAS

YILMAR LUGO CASTRO

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero de Petróleos

Directora:

CONSTANZA VARGAS CASTELLANOS

Ingeniera de Petróleos

Universidad Surcolombiana

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE PETRÓLEOS

NEIVA

2014

NOTA DE ACEPTACION

Director:

Ing. Constanza Vargas C.

Jurado:

Ing. Luis Humberto Orduz.

Jurado:

Ing. Jorge Orlando Mayorga B.

AGRADECIMIENTOS

Las autores expresan sus agradecimientos:

A la **UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA** por haber sido nuestra segunda casa en donde crecimos tanto académicamente como personalmente.

A **CONSTANZA VARGAS CASTELLANOS**, Ingeniera de Petróleos de la Universidad Surcolombiana, por su confianza, tiempo, dedicación, esmero y apoyo incondicional en la realización de este proyecto; gracias ala Ingeniera que desde un inicio recibió con gran simpatía y nos guio hacia los objetivos de este proyecto.

A **LUIS HUMBERTO ORDUZ** ,Ingeniero de Petróleos, profesor de la Universidad Surcolombiana, evaluador de este proyecto, por su colaboración y tiempo.

A **JORGE ORLANDO MAYORGA B**, Ingeniero Civil, profesor de la Universidad Surcolombiana, evaluador de este proyecto, por su colaboración y tiempo.

A **OSCAR BERNARDO SALAS**, Ingeniero Petróleos, Superintendente de Perforación del campo castilla la nueva (Ecopetrol), por su amabilidad y gentileza, nos colaboró con las visitas a los taladro de perforación del campo castilla la nueva.

A todas las personas que contribuyeron para que este proyecto se desarrollara de manera exitosa.

Contenido

1 RESUMEN. 10

Se define que es el mantenimiento, cuales son los tipos y se dejan establecidas las bases para aplicar en el equipo. 10

2 OBJETIVOS..... 11

3 INTRODUCCIÓN. 12

4 MARCO TEORICO. 13

4.1 EQUIPO DE PERFORACION TERRESTRE. 13

4.1.1 El Sistema de Potencia..... 14

4.1.2 Sistema de levantamiento. 16

4.1.3 Sistema de Rotación. 21

4.1.4 Sistema Circulante del Fluido de Perforación..... 24

4.1.5 Sistema para control del Pozo y Prevención de Reventones. 25

4.2 MANTENIMIENTO. 27

4.2.1 Objetivos del Mantenimiento. 27

4.2.2 Tipos de Mantenimiento. 27

4.2.2.1 Mantenimiento de conservación..... 27

4.2.2.2 Mantenimiento correctivo 28

4.2.2.3 Mantenimiento correctivo inmediato..... 28

4.2.2.5.2 Mantenimiento predictivo. 28

4.2.2.5.3 Mantenimiento de oportunidad..... 29

4.2.2.5.4 Mantenimiento de actualización 29

4.2.3 Lubricante..... 29

4.2.4 Grasas..... 31

4.2.4.3 Objetivos del análisis del aceite usado..... 32

4.2.4.4 Problemas que se presentan en un lubricante. 32

4.2.4.5 Puntos de las máquinas que requieren lubricación. 33

4.3 PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS (PND). 33

4.3.1 Inspección visual 34

4.3.2	Líquidos penetrantes	35
4.3.3	Pruebas magnéticas	35
4.3.4	Ultrasonido.	36
4.3.5	Radiografía.	36
4.3.6	Pruebas electromagnéticas.	37
4.3.7	Pruebas de fuga.	37
4.3.8	Emisión acústica.....	38
4.3.9	Rayos infrarrojos	38
4.4	EL MALACATE.	40
4.4.1	Los componentes del malacate de propulsión mecánica, que desarrolla las siguientes funciones:.....	40
4.4.2	COMPONENTES DEL MALACATE.	42
4.4.2.1	RODAMIENTOS.....	42
4.4.2.5	BLOQUES DE FRENOS.	45
4.4.2.6	BLOQUES DE FRENOS NO-METÁLICOS.....	45
4.4.2.7	BLOQUES DE FRENOS METÁLICOS.	45
4.4.2.8	BLOQUES LIMPIADORES.....	46
i.	INVENTARIO DE EQUIPOS USADOS EN COLOMBIA, PRINCIPALES MARCAS Y REFERENCIAS, CAPACIDADES Y CARACTERISTICAS GENERALES	46
a.	TALADROS OPERANDO EN COLOMBIA.....	47
i.	DISCOVERY.....	¡Error! Marcador no definido.
ii.	PETROWORKS.....	¡Error! Marcador no definido.
iii.	PETREX.	¡Error! Marcador no definido.
4.5	MANTENIMIENTO DEL MALACATE.....	48
4.5.1	Mantenimiento de los frenos.....	48
4.5.2	Mantenimiento de los rodamientos.....	48
4.5.2.1	Almacenamiento de los rodamientos de repuesto.....	49
4.5.2.2	Manejo correcto de los rodamientos.	49
4.5.2.3	Limpieza de los rodamientos.....	49
4.5.2.4	Lubricación correcta de los rodamientos.....	50
4.5.3	Cadenas de transmisión.....	52

4.5.3.1	Técnica aplicacional de transmisión.....	53
4.5.3.2	Instalación y mantenimiento de.....	54
4.5.4	Engranajes y reductores de velocidad.....	58
4.5.4.1	Lubricación de engranajes.....	58
4.5.4.2	Variables que determinan los requerimientos de lubricación.....	58
4.5.4.2.1	Tipos de lubricantes para engranajes.	58
4.5.4.3	Sistemas de lubricación para engranajes.....	60
4.5.4.4	Selección del lubricante y del método de lubricación.	60
4.5.4.5	Selección del lubricante.	60
4.5.4.7	Selección del sistema de lubricación.....	62
4.5.4.8	Fallas en los engranajes por defectos en la lubricación.	62
4.5.5	Mantenimiento de correas.	64
5	INSPECCIÓN DEL MALACATE DE LA TORRE DE PERFORACIÓN.....	66
b.	Desgaste de la línea de perforación por vibración.	69
	Componentes y especificaciones del cable de perforación.	70
i.	Cable de perforación.....	71
ii.	Ancla de la línea muerta.	71
iii.	Desgaste del cable de perforación.....	72
iv.	Cuidado del cable de perforación.	73
c.	Ángulo de esviaje del malacate.....	78
d.	Desgaste de las poleas.....	79
e.	Desgaste del tambor.....	79
i.	Criterios de inspección para el tambor.....	80
f.	Inspección de la transmisión.	81
i.	Frecuencia de inspección.	82
ii.	LISTA DE VERIFICACIÓN DEL MALACATE.	83
iii.	HOJA DE PELIGRO (EL MALACATE).....	87
a.	Que puede pasar.	87
b.	Que puede fallar.....	87
c.	Como evitar los accidentes.	88
d.	Que hacer sí algo falla.	88

e. Equipo de protección necesario..... 88

1 RESUMEN.

El mantenimiento e inspección de taladros ha marcado pautas en la industria petrolera, permitiendo adquirir cada día una posición más relevante en el plano internacional, debido a la importancia que representa en el qué hacer económico y en el trabajo seguro.

Esta práctica además de predecir fallas en el malacate, permite prolongar la vida del componente del sistema de izaje de una torre de perforación; efectuar mejoras, optimizar la calidad de los repuestos, realizar ajustes y finalmente aumentar el tiempo medio entre fallas.

En resumen los criterios para el mantenimiento e inspección de malacate del equipo de perforación petrolera" aparte de estar dirigido a prevenir paros o suspensiones, también contribuye a mejorar la seguridad y calidad del servicio que presta el malacate como sistema mecánico que permite soportar y subir el conjunto de tubería y herramientas.

Se realizó un manual de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo con inspección correlacionado y accionado de una manera activa en la conservación del equipo dando lugar a la disminución en las fallas y por ende una elevada confiabilidad del funcionamiento del mismo.

Se define que es el mantenimiento, cuales son los tipos y se dejan establecidas las bases para aplicar en el equipo.

Se realizó una compilación de marcas con sus respectivas características, especificaciones y muestra de unos de sus equipos; esto con el fin de dar al usuario del manual una visión general de malacates usados en Colombia.

Se realiza visita al Rig 338 de NABORS DRILLING COLOMBIA en donde se utiliza los conocimiento y hojas de inspección y mantenimiento del malacate realizados en la tesis de la cual se cuenta con evidencia fotográfica.

2 OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL.

Realizar una guía que suministre información oportuna, para llevar a cabo un programa de mantenimiento e inspección del malacate con el propósito de que éste, trabaje de forma confiable y segura dentro de los límites del diseño, con el menor número de fallas posibles.

OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- Especificar características de los programas de mantenimiento de malacates.
- Definir los tipos de mantenimiento e inspecciones que se le deben realizar a todas las partes que conforman el malacate.
- Diseñar formatos de mantenimiento e inspección que especifiquen cada una de las partes que conforman el malacate, así como también señalar la frecuencia de la inspección.
- Hacer revisión de campo de por lo menos dos taladros de una empresa, para confrontar la información entre lo documental y lo viable a realizar durante la operación.
- Dar la información esencial sobre los daños más comunes que se presentan en el malacate, sus posibles causas y soluciones.

3 INTRODUCCIÓN.

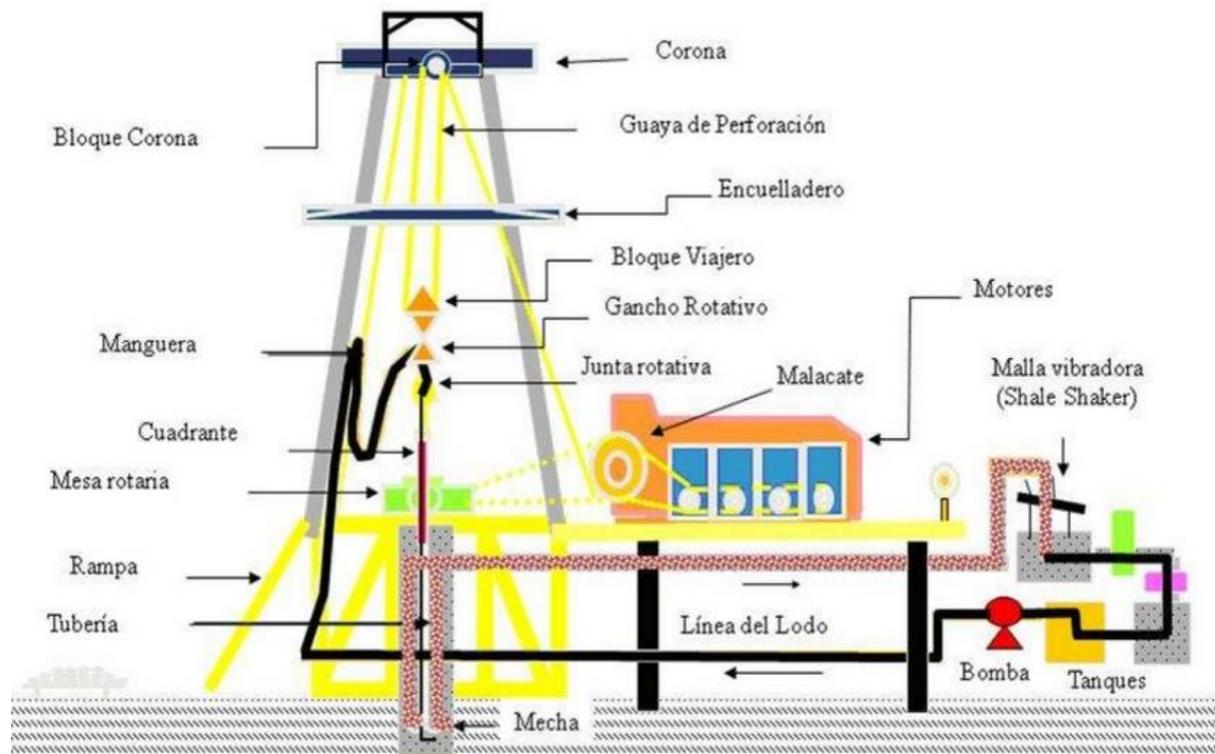
La elevada inversión al adquirir cualquier equipo que tenga que ver con la industria petrolera, así como también los altos costos por repuestos y mano de obra, juegan un importante papel dentro de la industria, ya que, el óptimo desempeño de sus funciones, garantiza el cumplimiento de las metas de producción establecidas. Es decir, cualquier falla del equipo o atraso genera grandes pérdidas económicas y a su vez pone en riesgo las operaciones y procedimientos, creando posibilidades de accidentes en los trabajadores, además de los perjuicios para la empresa.

Por estas razones todas las empresas se han visto obligadas a adoptar la aplicación de un mantenimiento e inspección que pueda garantizar el mejor desempeño de las funciones de los equipos requeridos, propiamente dicho en este caso a considerar, el equipo de perforación, sistema de izaje, componente: malacate.

4 MARCO TEORICO.

4.1 EQUIPO DE PERFORACION TERRESTRE.

Figura 1. Esquema general de un taladro terrestre



Fuente: Presentación; POINTER instrument Services Ltda.

El taladro de perforación es una máquina utilizada para perforar pozos de gran profundidad en el subsuelo, con el fin de drenar un yacimiento geológico de la manera más económica y rápida posible. Es usado de manera intermitente, ya que el funcionamiento del taladro mismo y las operaciones para realizar las perforaciones requieren hacer pausas durante el curso de los trabajos.

Un taladro de perforación rotatorio está compuesto básicamente por cinco sistemas:

- a) Sistema de Potencia.
- b) Sistema de Levantamiento de Cargas.

- c) Sistema de Rotación.
- d) Sistema Circulante de Fluidos.
- e) Sistema de Prevención de Reventones.

4.1.1 El Sistema de Potencia.

Constituido por motores de combustión interna, los cuales generan la fuerza o energía requerida para la operación de todos los componentes de un taladro de perforación. En un taladro de perforación se necesitan varios motores para promover esta energía, estos en su mayoría son del tipo diesel por la facilidad de conseguir el combustible; dependerá del tamaño y capacidad de la torre, el número de motores a utilizar, la energía producida es distribuida al taladro de dos formas: Mecánica o eléctrica.

Figura 2. Motor combustión interna.



Fuente: Presentación; POINTER instrument Services Ltda.

Se subdivide en dos partes:

- Transmisión de Potencia Mecánica.
- Transmisión de Potencia Eléctrica.

4.1.1.1 Transmisión de Potencia Eléctrica.

La mayoría de los equipos en la actualidad utilizan esta forma de transmisión de Potencia, Los generadores producen electricidad que es transmitida a través de cables al engranaje eléctrico “Unidades que transforman la corriente alterna en corriente continua y Variadores de frecuencia; controlan la velocidad de los motores eléctricos”. Desde este punto la electricidad fluye a través de cables adicionales hasta los motores eléctricos que están directamente conectados a diversos equipos como el malacate, bombas de lodo y mesa rotaria

Figura 3. Conmutadores de Control.



Fuente: Presentación; POINTER instrument Services Ltda.

Figura 4. Variadores de frecuencia.

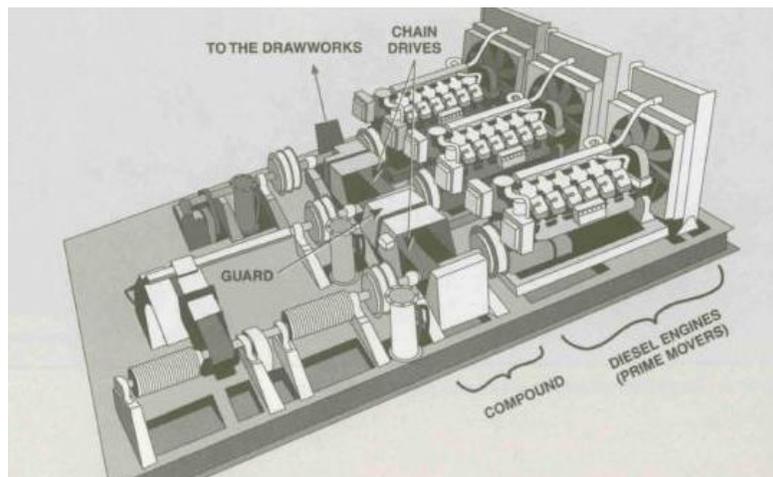


Fuente: Presentación; POINTER instrument Services Ltda.

4.1.1.2 Transmisión de Potencia Mecánica.

No es muy utilizada hoy día aunque todavía se emplea en algunos equipos viejos en donde la fuerza de los motores es transformados por convertidores de torsión, correas, cadenas, poleas, piñones dentados y engranajes las cuales igualizan la fuerza desarrollada por cada motor, también se le denomina Sistema de Transmisión Compuesta.

Figura 5. Esquema general de la Transmisión de potencia mecánica



Fuente: Sistema básicos del equipo de perforación.

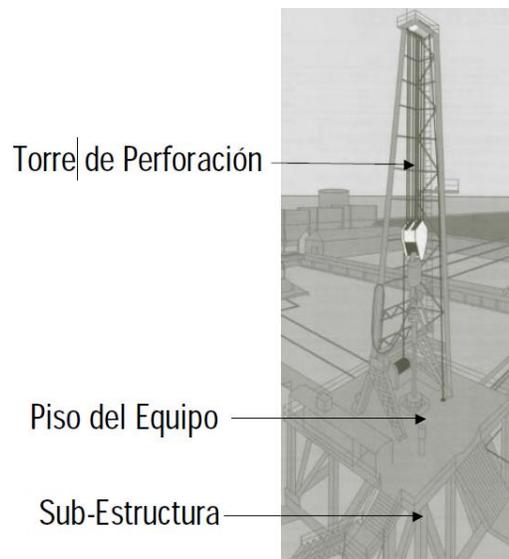
4.1.2 Sistema de levantamiento.

Su finalidad es proveer un medio para bajar o levantar sartas de perforación o de revestimiento y otros equipos de subsuelo. Los componentes del sistema de levantamiento se dividen en:

- Estructura Soportante.
- Equipo para el Izaje o Levantamiento de cargas.

4.1.2.1 Estructura Soportante:

Figura 6. Esquema general de la estructura soportante.



Fuente: Sistema básicos del equipo de perforación.

4.1.2.1.1 Torre de perforación.

Es la estructura que permite la manipulación de las tuberías que son usadas en la perforación, su capacidad de carga, altura y dimensiones son también factor importante en el momento de escoger un taladro para determinada operación.

4.1.2.1.2 Piso del equipo.

Es la estructura situada a una altura determinada para poder manipular la tubería en su parte superior, también sirve de soporte superior a la misma.

4.1.2.1.3 Subestructura.

Es el soporte general del taladro, sostiene el peso de todo el equipo y de los accesorios que están en operación, sus características son determinantes en la capacidad del taladro.

4.1.2.2 Equipo para el Izaje o Levantamiento de cargas.

Los principales componentes son:

4.1.2.2.1 Malacate.

Ubicado entre las dos patas traseras de la cabria, sirve de centro de distribución de potencia para el sistema de izaje y el sistema rotatorio.

Figura 5. Malacate de la torre de perforación petrolera.



Fuente: Sistema básicos del equipo de perforación.

4.1.2.2.2 Cable o Línea de Perforación.

El cable de perforación, que se devana y desenrolla del carrete del malacate, enlaza los otros componentes del sistema de izaje como son el cuadernal de poleas fijas ubicado en la cornisa de la cabria y el cuadernal del bloque viajero.

4.1.2.2.3 La cabria de perforación.

Se fabrican varios tipos de cabrias, portátil y autopropulsada, montadas en un vehículo adecuado; telescópico o trípodes que sirven para la perforación, para el acondicionamiento o limpieza de pozos.

4.1.2.2.4 Bloque Corona.

Es un ensamble de poleas montado sobre vigas en el tope del taladro.

Figura 6. Bloque corona.



Fuente: Sistema básicos del equipo de perforación

4.1.2.2.5 Encuelladero.

Es la plataforma de trabajo del encuellador desde donde organiza la tubería de perforación. Su altura depende del número de tubos conectados que se manejen en el taladro, por lo general tres (90 pies).

4.1.2.2.6 Bloque Viajero.

Es un arreglo de poleas a través del cual el cable de perforación es manejado y sube o baja en la torre.

Figura 7. Bloque viajero.



Fuente: Sistema básicos del equipo de perforación.

4.1.2.2.7 Dog House.

Es un pequeño cuarto ubicado en el piso del taladro, usado como oficina del perforador y como almacén para herramientas pequeñas.

Figura 8. Casa del perro



4.1.2.2.8 Rampa.

Rampa angular que sirve para arrastras y subir la tubería y herramientas hasta la plataforma y la mesa rotaria.

4.1.3 Sistema de Rotación.

Es el sistema que proporciona la rotación necesaria a la sarta para que la broca pueda penetrar la corteza terrestre hasta las profundidades donde se encuentran los yacimientos. Este sistema lo conforman: el ensamble rotatorio que puede ser convencional o Top drive, la sarta de perforación y las brocas de perforación. Se divide en:

- Ensamblaje de Mesa Rotaria y / ó Top Drive
- Sarta de Perforación
- Barrena.

4.1.3.1 Ensamblaje de Mesa Rotaria y / ó Top Drive.

4.1.3.1.1 Mesa rotaria o Colisa.

La colisa va instalada en el centro del piso de la cabria. Descansa sobre una base muy fuerte, constituida por vigas de acero que conforman el armazón del piso, reforzado con puntales adicionales.

4.1.3.1.2 Junta giratoria.

La junta giratoria tiene tres puntos importantes de contacto con tres de los sistemas componentes del taladro. Por medio de sus asa, cuelga del gancho del bloque viajero. Por medio del tubo conector encorvado, que lleva en su parte superior, se une a la manguera el fluido de perforación, y por medio del tubo que se proyecta de su base se enrosca a la junta Kelly.

4.1.3.1.3 Top drive.

Podemos definirlo como un motor eléctrico o hidráulico que se suspende encualquier tipo de mástil de un equipo de perforación. Esta herramienta se encarga de hacer rotar la sarta de perforación.

figura 9. top drive



4.1.3.2 Sarta de Perforación.

Es una columna de tubos de acero, de fabricación y especificaciones, en cuyo extremo va enroscada la sarta de la barrena y el extremo de esta se encuentra enroscada la barrena, pieza también de fabricación y especificaciones especiales, corta los estratos geológicos para hacer el hoyo que llega al yacimiento petrolífero.

Figura 10. Sarta de perforación.



Fuente: Oil and gas well driving and servicing etool.

4.1.3.3 Barrena.

Cada barrena tiene un diámetro específico que determina la apertura del hoyo que se intente hacer.

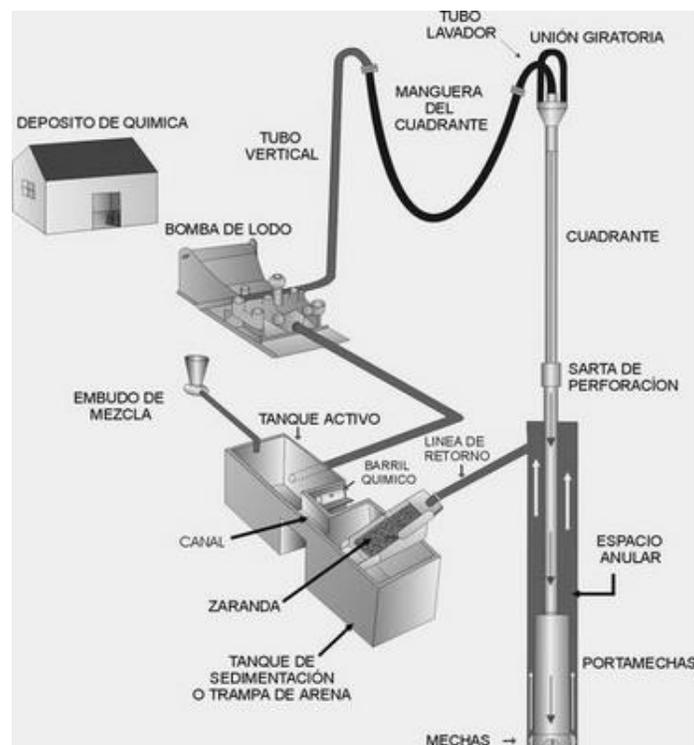
Figura 11. Barrena de perforación



Fuente: Oil and gas well driving and servicing etool.

4.1.4 Sistema Circulante del Fluido de Perforación.

Figura 12. Sistema Circulante del Fluido de Perforación.



Fuente: Sistema básicos del equipo de perforación.

Los 4 componentes principales de un sistema circulante son:

- El Fluido de Perforación
- El área de preparación y almacenaje
- El equipo para bombeo y circulación de fluidos
- El equipo y área para el acondicionamiento.

4.1.5 Sistema para control del Pozo y Prevención de Reventones.

Un reventón es un flujo incontrolado de fluidos de la formación a la superficie Comienza con un “brote” o “cabeceo” que es un flujo imprevisto de fluidos de la formación adentro del pozo el cual, si no se maneja apropiadamente se convierte en un Reventón.(L’Spoir, 2009)

El Sistema para control del Pozo tiene 3 funciones:

- Cerrar el pozo en caso de un Influjó imprevisto
- Colocar suficiente contra-presión sobre la formación
- Recuperar el Control Primario del Pozo.

Figura 13. Acumulador.



Fuente: Sistema básicos del equipo de perforación.

Figura 14. BOP.



Fuente: Sistema básicos del equipo de perforación.

4.2 MANTENIMIENTO.

Es un servicio que agrupa una serie de actividades cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos, máquinas, construcciones civiles, instalaciones.

4.2.1 Objetivos del Mantenimiento.

- Evitar, reducir, y en su caso, reparar, las fallas sobre los bienes precitados.
- Disminuir la gravedad de las fallas que no se lleguen a evitar.
- Evitar detenciones inútiles o para de máquinas.
- Evitar accidentes.
- Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.
- Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.
- Balancear el costo de mantenimiento con el correspondiente al lucro cesante.
- Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes.

El mantenimiento adecuado, tiende a prolongar la vida útil de los bienes, a obtener un rendimiento aceptable de los mismos durante más tiempo y a reducir el número de fallas. (L'Espoir, 2009)

Se dice que algo falla cuando deja de brindarnos el servicio que debía darnos o cuando aparecen efectos indeseables, según las especificaciones de diseño con las que fue construido o instalado el bien en cuestión.

4.2.2 Tipos de Mantenimiento.

4.2.2.1 Mantenimiento de conservación.

Es el destinado a compensar el deterioro sufrido por el uso, los agentes meteorológicos u otras causas. En el mantenimiento de conservación pueden diferenciarse:

4.2.2.2 Mantenimiento correctivo.

Corrige los defectos o averías observadas.

4.2.2.3 Mantenimiento correctivo inmediato.

Es el que se realiza inmediatamente de percibir la avería y defecto, con los medios disponibles, destinados a ese fin.

4.2.2.4 Mantenimiento correctivo diferido.

Al producirse la avería o defecto, se produce un paro de la instalación o equipamiento, para posteriormente afrontar la reparación, solicitándose los medios para ese fin.

4.2.2.5 Mantenimiento preventivo.

Es el destinado a garantizar la fiabilidad de equipos en funcionamiento antes de que pueda producirse un accidente o avería por deterioro.

En el mantenimiento preventivo podemos ver:

4.2.2.5.1 Mantenimiento programado.

Es el que se realiza por programa de revisiones, por tiempo de funcionamiento, kilometraje, etc.

4.2.2.5.2 Mantenimiento predictivo.

Realiza las intervenciones prediciendo el momento que el equipo quedara fuera de servicio mediante un seguimiento de su funcionamiento determinando su evolución, y por tanto el momento en el que las reparaciones deben efectuarse.

4.2.2.5.3 Mantenimiento de oportunidad.

Es el que aprovecha las paradas o periodos de no uso de los equipos para realizar las operaciones de mantenimiento, realizando las revisiones o reparaciones necesarias para garantizar el buen funcionamiento de los equipos en el nuevo periodo de utilización.

4.2.2.5.4 Mantenimiento de actualización.

Cuyo propósito es compensar la obsolescencia tecnológica, o las nuevas exigencias, que en el momento de construcción no existían o no fueron tenidas en cuenta pero que en la actualidad si tienen que serlo.

4.2.3 Lubricante.

Un lubricante es una sustancia que, colocada entre dos piezas móviles, no se degrada, y forma asimismo una película que impide su contacto, permitiendo su movimiento incluso a elevadas temperaturas y presiones.

4.2.3.1 Lubricación.

Es un procedimiento para reducir la fricción y el desgaste mediante la separación de las superficies en contacto con un lubricante. Lubricar no es agregar aceite por agregar, se debe saber qué lubricante, cuándo y cómo agregarlo, no es aconsejable ni dejar de lubricar ni sobre lubricar, ambos extremos son peligrosos para cualquier equipo.

4.2.3.2 Funciones de los lubricantes.

Una de ellas lo constituye el reducir la fricción que se produce cuando una pieza tiene contacto con otra que se pone en movimiento, evitando en consecuencia su desgaste.

Los lubricantes ejercen además otras funciones, como disipar el calor, impedir la suciedad, proteger las piezas metálicas la herrumbre y la corrosión y en la máquinas hidráulicas sirven como transmisores de fuerza. (Ver Tabla 1).

Estas funciones las pueden cumplir gracias a que la industria petrolera ha progresado a tal punto de satisfacer las necesidades de cualquier consumidor. En efecto, hoy en día se ha mejorado la estabilidad química, la fluidez y la viscosidad, a variadas temperaturas de los aceites, dándoles cualidades de antiespumantes, anticorrosivos, etc., mediante la adición a los aceites minerales puros de pequeñas cantidades de aditivos.

Naturalmente que los aceites con aditivos son más costosos y aunque, la mayoría de los aceites que se emplean contienen aditivos de alguna clase, sólo deben usarse cuando las necesidades de trabajo así lo requieran. El aditivo más conocido es el detergente-inhibidor, usado en los aceites para motores diesel de alta velocidad. (R.Xoy, 2009)

Función	Acción
Reducción de la fricción	Los lubricantes actúan como agentes deslizantes entre las piezas en contacto. Los lubricantes forman una capa que facilita el deslizamiento.
Reducción del desgaste	El desgaste es una consecuencia de la fricción, porque cuando es vencida la fuerza que se opone al movimiento de las piezas entrabadas muchas de las perturbaciones son desprendidas, lo cual no ocurre cuando hay un lubricante entre las piezas en movimiento.
Disipación del calor	Al ponerse en movimiento una máquina cualquiera, debido a la fricción, se produce calor en los puntos de contacto de sus piezas móviles, el cual es parcialmente absorbido por el lubricante. En algunos sistemas de circulación, el aceite caliente es llevado a enfriadores para retornar a otro ciclo.
Impiden la acumulación de Suciedad	El uso adecuado de un lubricante puede impedir en muchos casos la acumulación de suciedad, la cual en muchos casos puede dañar las Superficies lisas.
Transmisión de fuerza	Todos los equipos de tipo hidráulico que utilizan el aceite como transmisor de fuerza deben ser cuidados.

Tabla 1. FUNCIONES DE LOS LUBRICANTES

4.2.3.3 Características físicas y químicas de los lubricantes.

Se establecen para controlar la calidad de los lubricantes y determinar su comportamiento para una aplicación específica. Entre las más importantes están:

- **Viscosidad.**
- **Índice de viscosidad.**
- **Punto de inflamación.**
- **Punto de fluidez.**
- **Residuo carbonoso.**
- **Contenido de cenizas.**
- **Demulsibilidad.**
- **Punto de anilina.**
- **Formación de espuma.**
- **Número de neutralización.**

4.2.4 Grasas.

Son aceites minerales espesados con un agente generalmente llamado jabón y aditivos especiales. Los jabones más comúnmente utilizados son a base de calcio, de sodio, aluminio, litio o plomo cada uno de los cuales da a las grasas cualidades específicas. (Ver Tabla 3).

La utilización de grasas en vez de aceites se recomienda donde se requiere un lubricante que mantenga su posición original en un mecanismo, especialmente donde los tiempos de re lubricación son prolongados.

4.2.4.1 Características.

Dentro de las características más importantes para analizar son la Consistencia y penetración, y el punto de Goteo.

4.2.4.2 Análisis de los lubricantes utilizados, como herramienta en la ingeniería de mantenimiento.

Todos los aceites lubricantes utilizados en sistemas cerrados o de circulación, durante su servicio se oxidan y contaminan haciendo que los aditivos que posee se agoten.

El método más confiable para determinar si un aceite puede continuar en servicio o no, es por medio de un análisis de laboratorio. De esta manera se evalúan dos tipos de contaminantes que pueda tener la muestra.

4.2.4.3 Objetivos del análisis del aceite usado.

- Determinar la condición del aceite.
- Asegurar que el tipo de lubricante y la frecuencia de cambio sean adecuados para la aplicación en particular.
- Predecir fallas en los equipos para evitar reparaciones costosas.
- Reducir paradas innecesarias en los equipos.
- Incrementar la eficiencia en la maquinaria al extenderle sus períodos útiles.
- Reducir costos de mantenimiento, mano de obra y repuestos.

4.2.4.4 Problemas que se presentan en un lubricante.

Un aceite es inadecuado para seguir prestando un servicio normal debido a dos razones fundamentales:

- Contaminación.
- Degradación.

4.2.4.5 Puntos de las máquinas que requieren lubricación.

Es necesaria en todos los puntos donde una superficie roza con otra. Esto ocurre en los rodamientos que sostienen ejes en movimiento, en los engranajes que tienen encaje de dientes, entre los pistones y los cilindros donde estos funcionan.

4.3 PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS (PND).

Como su nombre lo indica, las PND son pruebas o ensayos de carácter NO destructivo, que se realizan a los materiales, ya sean éstos metales, plásticos (polímeros), cerámicos o compuestos. Este tipo de pruebas, generalmente se emplea para determinar cierta característica física o química del material en cuestión.(API, 1995)

Las principales PND se muestran en la siguiente Tabla.

Tipo de Prueba	Abreviación en español	Abreviación en Ingles
Inspección visual	IV	VI
Líquidos penetrantes	LP	PT
Pruebas Magnéticas, Principalmente Partículas Magnética	PM	MT
Ultrasonido	UT	UT
Pruebas Radiográficas	RX	RT
Pruebas Electromagnéticas, principalmente corrientes Eddy	PE	ET
Pruebas de fuga	PF	LT
Emisión Acústica	EA	AE
Pruebas Infrarrojas	PI	IT

Tabla 2. Tipos de Pruebas PND.

Las principales aplicaciones de las PND las encontramos en:

- Detección de discontinuidades (internas y superficiales).
- Determinación de composición química.
- Detección de fugas.
- Medición de espesores y monitoreo de corrosión.
- Adherencia entre materiales.
- Inspección de uniones soldadas.

Según L'Espoir (2009) las PND son sumamente importantes en el continuo desarrollo industrial. Gracias a ellas es posible, por ejemplo, determinar la presencia defectos en los materiales o en las soldaduras de equipos tales como recipientes a presión, en los cuales una falla catastrófica puede representar grandes pérdidas en dinero, vida humana y daño al medio ambiente.

4.3.1 Inspección visual

La inspección visual (IV), es sin duda una de las Pruebas No Destructivas (PND) más ampliamente utilizada, ya que gracias a esta, uno puede obtener información rápidamente, de la condición superficial de los materiales que se estén inspeccionando, con el simple uso del ojo humano.

Durante la inspección en muchas ocasiones, el ojo humano recibe ayuda de algún dispositivo óptico, ya sea para mejorar la percepción de las imágenes recibidas por el ojo humano (anteojos, lupas, etc.) o bien para proporcionar contacto visual en áreas de difícil acceso, tal es el caso de la IV del interior de tuberías de diámetro pequeño, en cuyo caso se pueden utilizar boroscopios, ya sean estos rígidos o flexibles, pequeñas videocámaras, etc.

4.3.2 Líquidos penetrantes

El método o prueba de líquidos penetrantes (LP), se basa en el principio físico conocido como "Capilaridad" y consiste en la aplicación de un líquido, con buenas características de penetración en pequeñas aberturas, sobre la superficie limpia del material a inspeccionar. Una vez que ha transcurrido un tiempo suficiente, como para que el líquido penetrante recién aplicado, penetre considerablemente en cualquier abertura superficial, se realiza una remoción o limpieza del exceso de líquido penetrante, mediante el uso de algún material absorbente (papel, trapo, etc.) y, a continuación se aplica un líquido absorbente, comúnmente llamado revelador, de color diferente al líquido penetrante, el cual absorberá el líquido que haya penetrado en las aberturas superficiales.(R. Xoy, 2006)

Por consiguiente, las áreas en las que se observe la presencia de líquido penetrante después de la aplicación del líquido absorbente, son áreas que contienen discontinuidades superficiales (grietas, perforaciones, etc.)

4.3.3 Pruebas magnéticas

Este método de Prueba No Destructiva, se basa en el principio físico conocido como Magnetismo, el cual exhiben principalmente los materiales ferrosos como el acero y, consiste en la capacidad o poder de atracción entre metales. Es decir, cuando un metal es magnético, atrae en sus extremos o polos a otros metales igualmente magnéticos o con capacidad para magnetizarse.(API, 1995)

De acuerdo con lo anterior, si un material magnético presenta discontinuidades en su superficie, éstas actuarán como polos, y por tal, atraerán cualquier material magnético o ferromagnético que esté cercano a las mismas. De esta forma, un metal magnético puede ser magnetizado local o globalmente y se le pueden esparcir sobre su superficie, pequeños trozos o diminutas Partículas Magnéticas y así observar cualquier acumulación de las mismas, lo cual es evidencia de la presencia de discontinuidades sub-superficiales y/o superficiales en el metal. Este mecanismo puede observarse en la siguiente figura:

4.3.4 Ultrasonido.

El método de Ultrasonido se basa en la generación, propagación y detección de ondas elásticas (sonido) a través de los materiales. En la figura de abajo, se muestra un sensor o transductor acústicamente acoplado en la superficie de un material. Este sensor, contiene un elemento piezoeléctrico, cuya función es convertir pulsos eléctricos en pequeños movimientos o vibraciones, las cuales a su vez generan sonido, con una frecuencia en el rango de los mega Hertz (inaudible al oído humano). El sonido o las vibraciones, en forma de ondas elásticas, se propaga a través del material hasta que pierde por completo su intensidad ó hasta que topa con una interface, es decir algún otro material tal como el aire o el agua y, como consecuencia, las ondas pueden sufrir reflexión, refracción, distorsión, etc. Lo cual puede traducirse en un cambio de intensidad, dirección y ángulo de propagación de las ondas originales.

De esta manera, es posible aplicar el método de ultrasonido para determinar ciertas características de los materiales tales como:

- Velocidad de propagación de ondas.
- Tamaño de grano en metales.
- Presencia de discontinuidades (grietas, poros, laminaciones, etc.)
- Adhesión entre materiales.
- Inspección de soldaduras.
- Medición de espesores de pared.

4.3.5 Radiografía.

La radiografía como método de prueba no destructivo, se basa en la capacidad de penetración que caracteriza principalmente a los Rayos X y a los Rayos Gama. Con este tipo de radiación es posible irradiar un material y, si internamente, este material presenta cambios internos considerables como para dejar pasar, o bien, retener dicha radiación, entonces es posible

determinar la presencia de dichas irregularidades internas, simplemente midiendo o caracterizando la radiación incidente contra la radiación retenida o liberada por el material.

4.3.6 Pruebas electromagnéticas.

Las pruebas electromagnéticas se basan en la medición o caracterización de uno o más campos magnéticos generados eléctricamente e inducidos en el material de prueba. Distintas condiciones, tales como discontinuidades o diferencias en conductividad eléctrica pueden ser las causantes de la distorsión o modificación del campo magnético inducido (ver figura abajo).

La técnica más utilizada en el método electromagnético es la de Corrientes de Eddy. Esta técnica puede ser empleada para identificar una amplia variedad de condiciones físicas, estructurales y metalúrgicas en materiales metálicos ferromagnéticos y en materiales no metálicos que sean eléctricamente conductores. De esta forma, la técnica se emplea principalmente en la detección de discontinuidades superficiales. Sus principales aplicaciones se encuentran en la medición o determinación de propiedades tales como la conductividad eléctrica, la permeabilidad magnética, el tamaño de grano, dureza, dimensiones físicas, etc., también sirve para detectar, traslapes, grietas, porosidades e inclusiones.(API, 1995)

4.3.7 Pruebas de fuga.

Las pruebas de detección de fugas son un tipo de prueba no destructiva que se utiliza en sistemas o componentes presurizados o que trabajan en vacío, para la detección, localización de fugas y la medición del fluido que escapa por éstas. Las fugas son orificios que pueden presentarse en forma de grietas, fisuras, hendiduras, etc., donde puede recluirse o escaparse algún fluido.

La detección de fugas es de gran importancia, ya que una fuga puede afectar la seguridad o desempeño de distintos componentes y reducen enormemente su confiabilidad. Generalmente, las pruebas de detección de fugas se realizan:

- Para prevenir fugas de materiales que puedan interferir con la operación de algún sistema.

- Para prevenir fuego, explosiones y contaminación ambiental, o daño al ser humano.
- Para detectar componentes no confiables o aquellos en donde el volumen de fuga exceda los estándares de aceptación.

4.3.8 Emisión acústica

Hoy en día, uno de los métodos de pruebas no destructivas más recientes y, que ha venido teniendo gran aplicación a nivel mundial en la inspección de una amplia variedad de materiales y componentes estructurales, es sin duda el método de Emisión Acústica (EA)(Geocities,s.f.).

La inspección de tanques atmosféricos de almacenamiento, recipientes a presión tuberías, puentes, reactores, transformadores, etc., son solo algunos ejemplos de las numerosas aplicaciones que tiene el método de EA a escala mundial.

Es importante mencionar que el método de EA, solamente indica áreas con actividad acústica asociada con la presencia de discontinuidades y no proporciona información acerca del tipo, dimensiones y orientación de la discontinuidad que genera dicha actividad acústica.(Instituto Americano de Petróleo, 2001). Por tal, este método en muchas ocasiones se utiliza complementariamente con otros métodos de inspección. Primero, con el método de EA se detectan aquellas áreas con actividad acústica significativa y, posteriormente se aplica algún otro método no destructivo como el ultrasonido o las partículas magnéticas y se obtiene el detalle de la discontinuidad que generó dicha actividad acústica. Actualmente, muchas investigaciones se están llevando a cabo con el objetivo de poder determinar no solamente áreas con actividad acústica sino también el tipo de discontinuidad que la está generando. Estas investigaciones incluyen estudios más avanzados acerca de la forma de onda de las señales, su procesamiento mediante algoritmos de redes neurológicas, modos de propagación de ondas, simulación mediante elementos finitos, etc.

4.3.9 Rayos infrarrojos

La principal técnica empleada en las pruebas infrarrojas es la Termografía Infrarroja (TI). Esta técnica se basa en la detección de áreas calientes o frías mediante el análisis de la parte

infrarroja del espectro electromagnético. La radiación infrarroja se transmite en forma de calor mediante ondas electromagnéticas a través del espacio. De esta forma, mediante el uso de instrumentos capaces de detectar la radiación infrarroja, es posible detectar discontinuidades superficiales y sub-superficiales en los materiales.

Generalmente, en la técnica de TI se emplean una o más cámaras que proporcionan una imagen infrarroja (termograma), en cual las áreas calientes se diferencian de las áreas frías por diferencias en tonalidades. Como ejemplo, podemos observar la termografía de abajo, en la cual los tonos amarillos y rojizos representan las áreas calientes y los tonos azules y violetas representan las áreas frías.

De esta forma uno puede obtener un termograma típico de una pieza o componente sin discontinuidades. Posteriormente, si hubiese alguna discontinuidad, ésta interrumpirá el flujo o gradiente térmico normal, lo cual será evidente en el termograma.

La técnica de TI ofrece grandes ventajas: no se requiere contacto físico, la prueba se efectúa con rapidez incluso en grandes áreas, los resultados de la prueba se obtienen en forma de una imagen o fotografía, lo cual agiliza la evaluación de los mismos.

En general, existen dos principales técnicas de TI: La termografía pasiva y la termografía activa.

4.4 EL MALACATE.

Ubicado entre las dos patas traseras de la torre, sirve de centro de distribución de potencia para el sistema de elevación y el sistema rotatorio. Su funcionamiento está a cargo del perforador, quien es el jefe inmediato de la cuadrilla de perforación.

El malacate consiste del carrete principal, de diámetro y longitud proporcionales según el modelo y especificaciones generales. El carrete sirve para devanar y mantener arrollados cientos de metros de cable de perforación. Por medio de adecuadas cadenas de transmisión, acoplamientos, embragues y mandos, la potencia que le transmite la planta de fuerza motriz puede ser aplicada al carrete principal o a los ejes que accionan los carretes auxiliares, utilizados para enroscar y desenroscar la tubería de perforación y las de revestimiento o para manejar tubos, herramientas pesadas u otros implementos que sean necesarios llevar al piso del taladro. De igual manera, la fuerza motriz puede ser dirigida y aplicada a la rotación de la sarta de perforación.(API, 1995)

La transmisión de fuerza la hace el malacate por medio de la disponibilidad de una serie de bajas y altas velocidades, que el perforador puede seleccionar según la magnitud de la carga que representa la tubería en un momento dado y también la ventaja mecánica de izaje representada por el número de cables que enlazan el conjunto de poleas fijas en la cornisa de la torre con las poleas del bloque viajero.

El malacate es una máquina cuyas dimensiones de longitud, ancho y altura varían, naturalmente, según su potencia. Su peso puede ser desde 4,5 hasta 35,5 toneladas, de acuerdo con la capacidad de perforación del taladro. (Instituto Americano de Petróleos)

4.4.1 Los componentes del malacate de propulsión mecánica, que desarrolla las siguientes funciones:

- Proporciona fuerza de transmisión de características apropiadas, para permitir que se levanten cargas de tubería de perforación y de revestimientos con las unidades motrices

del equipo. Transmite movimientos a la rotaria, en la mayoría de los equipos. Existen rotarias con fuentes de fuerza independientes como motores eléctricos.

- Transmite fuerza a los winches, para las maniobras de armar y desarmar la tubería de perforación y de revestimiento.
- Existen dos métodos para describir un malacate por lo que respecta a su potencia, uno es mencionando el caballaje de entrada y el otro es dando la profundidad aproximada a la que puede perforar.

De acuerdo con Dyke (1995) el malacate es la parte principal en el sistema de izaje en un equipo de perforación, por lo tanto se tiene que tener bastante cuidado en su mantenimiento, ya que esta unidad se somete a trabajo constante y pesado durante la perforación de un pozo, pues con este conjunto se da movimiento a la sarta de perforación, se introduce tubería de revestimiento y se ocupa para todas las maniobras que se requieren en la perforación de un pozo petrolero.

Figura 15 Malacate



Fuente: Sistema básicos del equipo de perforación.

4.4.2 COMPONENTES DEL MALACATE.

4.4.2.1 RODAMIENTOS.

Figura 16. Rodamientos malacate



Son unos elementos de máquinas relativamente robustos y de larga duración, especialmente si están montados correctamente y se cuidan bien. El mantenimiento de los rodamientos significa, protegerlos de la suciedad y humedad así como también vigilar que estén bien lubricados. La eficacia de la protección depende de la configuración, de la disposición, del estado de las obturaciones y del lubricante.

4.4.2.2 PERNOS Y TORNIL

Se deben apretar adecuadamente y para obtener un máximo de poder de sujeción y reducir el aflojamiento bajo cargas, los pernos se deben apretar en un grado mayor que el que habrá de producir las cargas impuestas.

Es deseable lubricar las roscas y las superficies que recibirán las tuercas antes de apretar, ya que roscas secas pueden requerir hasta el doble de torsión que necesite para producir una presión de perno dada. Todas las partes que hay que instalar por medio de contracción en los ejes de un equipo de esta clase que no sean cojinetes tendrán que estar provistas con huecos para extracción, donde el espacio lo permita.

Figura 17. Barraje del malacate



4.4.2.3 EJE DEL TAMBOR.

Figura 18. Eje del tambor del malacate.



El ensamble del eje del tambor consta de tambor, llanta de freno, cojinetes del eje principal, transmisiones del tambor alto y del tambor bajo con embragues de fricción de aire, y un anillo propulsor de dientes ranurados para el freno auxiliar.

Los juegos internos para todos los cojinetes están predeterminados para su ajuste al eje y sus respectivas cabezas de envolturas o cajas en sus diámetros internos. Cuando se está efectuando mantenimiento o una reparación mayor se deberán obtener ajustes de cojinetes y ajustes dados por el fabricante.

4.4.2.4 EJE SECUNDARIO DEL MALACATE.

Consta de embrague y ruedas dentadas de transmisión selectiva alta y baja, de rueda dentada propulsora de tambor alto, y de rueda dentada propulsora por eje de carretel de maniobras y tambor bajo. Un embrague para desconectar está provisto en la transmisión del carretel de maniobras y tambor bajo para permitir esta propulsión y para que el carretel de maniobras sea desconectado durante las operaciones de perforación, cuando su uso no es necesario.

Figura 19. Eje secundario del malacate.



4.4.2.5 BLOQUES DE FRENOS.

Figura 20. Cambio sunchos de frenos del malacate



Existen varios tipos de bloques de frenos, cada uno diseñado para una aplicación dada. En búsqueda de una mejor frenada y una más larga vida del bloque, se debe seleccionar el mejor bloque para cada tipo de servicio. Entre ellos se tienen:

4.4.2.6 BLOQUES DE FRENOS NO-METÁLICOS.

Son los bloques de asbesto tejido, usados en los taladros que utilizan frenos con enfriamiento de agua. Estos contienen alambre en el retroceso para darle resistencia adicional y son más elásticos que los bloques metálicos. Es uno de los más utilizados en los taladros de perforación.

4.4.2.7 BLOQUES DE FRENOS METÁLICOS.

Son los bloques tejidos, usados en los taladros que no poseen frenos con enfriamiento de agua, donde hay generación máxima de calor. Contienen alambre fino de bronce a través de todo

su espesor, lo cual provee mejor disipación del calor para resistencia adicional contra el daño y el debilitamiento producidos por el calor.

4.4.2.8 BLOQUES LIMPIADORES.

Son bloques moldeados que se montan en el extremo muerto para barrer películas metálicas del freno, evitando que estas se introduzcan en los otros bloques y hagan muescas en el mismo. También promueven un mejor desgaste. Los bloques limpiadores son más abrasivos y poseen menor coeficiente de fricción; es por esto que no se recomienda usar más un bloque limpiador por banda.

i. INVENTARIO DE EQUIPOS USADOS EN COLOMBIA, PRINCIPALES MARCAS Y REFERENCIAS, CAPACIDADES Y CARACTERISTICAS GENERALES

Se realiza una investigación mediante datos suministrados por personal de compañías de perforación y algunas operadoras las cuales facilitaron información de que empresas y que taladros han trabajado en sus campos.

Al recopilar la información tenemos las siguientes empresas prestadoras del servicio de perforación:

- Discovery
- Petrex
- Petroworks
- Nabors
- pioner

De estas empresas encontramos los siguientes taladros que operan en Colombia.

a. TALADROS OPERANDO EN COLOMBIA.

MARCAS	NABORS	PIONEER	PETROWORK	ESTRELLA	PETREX	TUSCANY	TOTAL
CONTINENTAL	X	X				X	3
IDECO			X	X	X	X	4
OILWELL		X			X		2
DRECO							0
NATIONAL	X	X	X	X		X	5
CARDWELL				X	X		2
DRILLMEC	X		X				2

REFERENCIAS	NABORS	PIONEER	PETROWORK	ESTRELLA	PETREX	TUSCANY
CONTINENTAL	A1100	A1500				C2
IDECO			ED2100	H2100	ED52100	H1200
OILWELL		E2000			M2000	
DRECO						
NATIONAL	ADS20-5E	1350MXE	1350M	800MXE		CD800MXE
CARDWELL				K200C	K210A	
DRILLMEC	HH350		HH102			

4.5 MANTENIMIENTO DEL MALACATE.

4.5.1 Mantenimiento de los frenos.

La mayoría de los problemas de los frenos se originan por una instalación inapropiada de los bloques, se recomienda dedicar el tiempo adicional y esfuerzos necesarios para tal fin.

Es importante remover las bandas cuidadosamente para evitar que se doblen.

Después que se sacan los bloques se deben inspeccionar las bandas. Si están dobladas, torcidas se deben reacondicionar por calentamiento y rodillos en un taller.

Se debe examinar la cara interna de la banda hasta que esté limpia y rugosa, sin herrumbre, escamas, aceite ni grasa. La banda debe ser sometida a chorro de arena si está lisa o herrumbrosa. Es buena práctica limpiar con cepillo de alambre. Nunca se debe pintar la cara interna de la banda.

Los materiales grasos pueden reducir enormemente la resistencia de los frenos.

Estos pueden introducirse por filtraciones desde el sistema de lubricación del malacate, salpique de lodo cuando se desconecta la tubería u otro líquido aceitoso usado en la limpieza, o por el mismo lubricante que utiliza el cable de perforación.

El cuidadoso manejo de estas sustancias y la frecuente inspección de los frenos evitarán que se empapen los bloques con sustancias que reducirán su coeficiente de fricción para que los bloques se mantengan efectivos.

4.5.2 Mantenimiento de los rodamientos.

Los rodamientos son piezas de precisión requieren que sean utilizados correctamente, manejados con cuidado, conservados siempre limpios, estas reglas hay que tenerlas en cuenta para rodamientos almacenados o en operación.

4.5.2.1 Almacenamiento de los rodamientos de repuesto.

Los rodamientos son tratados con un agente antioxidante antes de ser empacados, y en el envase original resiste el almacenamiento durante muchos años. Preferiblemente debe guardarse en un local en el cual la humedad del aire no sobrepase el 60% y la temperatura se mantenga más o menos uniforme. Rodamientos con placas de protección deben no obstante utilizarse en el curso de dos años, y los rodamientos con placas de obturación en tres años, puesto que la grasa con la cual están llenos sufre tras dicho tiempo un excesivo envejecimiento. Se debe tener en cuenta que los rodamientos que no conservan el empaque original, sean protegidos contra el polvo y la corrosión.(L'Espoir,2009)

4.5.2.2 Manejo correcto de los rodamientos.

El período crítico en la vida de un rodamiento es cuando sale del depósito hacia el ensamblaje, pues será sacado de su caja y se le quitará la capa protectora, gran parte de las fallas en los rodamientos se deben al sucio que entró en ellos, debido a descuidos antes odurante el ensamblaje. Las bolas de un rodamiento tienen contacto metal a metal con los canales del collar, el sucio está compuesto de gran cantidad de partículas durísimas que, cuando se mezclan con el lubricante, hacen de éste un compuesto abrasivo. De esta forma el movimiento de las bolas al rodar gradualmente esmerilará el ajuste apretado del rodamiento y destruirá la exactitud y la eficiencia.

4.5.2.3 Limpieza de los rodamientos.

Es una de las prácticas más importantes en el manejo de los mismos. Si se ensucian se deben sumergir en un solvente el tiempo necesario para que se les desprenda el sucio y la grasa.

Luego se deben enjuagar en otro solvente limpio. El rociado de aceite con pistola es muy efectivo, siempre que se use un filtro. Para secarlos se puede utilizar aire comprimido, el cual también se debe filtrar para que esté libre de humedad y de polvo. Luego hay que lubricarlos con una capa de grasa liviana, para después envolverlos en un papel a prueba de grasa y guardarlos en una caja o cartón.

4.5.2.4 Lubricación correcta de los rodamientos.

El lubricante a aplicarse depende de factores como: Tamaño del rodamiento, velocidades, cargas, y otras condiciones de funcionamiento, acceso del rodamiento, temperatura de operación, tipo de cierre, sistema de lubricación y otros similares. Las condiciones de servicio y de operación determinan la frecuencia de lubricación.

Para tener la seguridad de utilizar el lubricante correcto, lo mejor es consultar a los fabricantes de los rodamientos y los proveedores de los mismos. Por lo general, éstos suministran tablas de lubricación junto con su equipo. Estas tablas especifican la clase de aceite o grasa a aplicarse, también la cantidad y frecuencia, por ello se debe usar sólo el lubricante recomendado.

La lubricación por aceite de los rodamientos se puede realizar por baños, salpiques, goteos circulación forzada y lloviznas.

La grasa también es aplicada por medios convencionales. Los rodamientos pueden tener ajustes para pistolas de presión o copas para grasa. Se debe asegurar de quitar el tapón de descarga antes de engrasar con pistola.

Todos los rodamientos en principio pueden lubricarse con grasa o con aceite. Los rodamientos axiales de rodillos exigen normalmente lubricación por aceite; grasa puede usarse solamente a muy bajas velocidades. En cuanto a rodamientos con placas de protección o de obturación, se llenan de grasa al momento de la fabricación y no necesitan relubricarse nunca. Determinante para la elección de lubricante es en primer lugar el rango de temperaturas y la velocidad a la que trabaja. En condiciones normales de operación se puede emplear grasa, la cual

se mantiene mejor en el rodamiento que el aceite; la grasa contribuye también por sí misma a proteger el rodamiento contra la humedad e impurezas.(API, 1995)

La lubricación con aceite se emplea cuando las temperaturas de operación o las velocidades son elevadas, cuando interesa disipar calor de la aplicación y cuando los elementos adjuntos de la máquina están lubricados por aceite. En las tablas de rodamientos se especifican los límites de velocidad que rigen para lubricación por grasa y aceite. Se debe guardar siempre el lubricante en recipientes limpios y cerrados, el lugar de almacenamiento debe ser seco.

TIPOS DE FALLAS	POSIBLES CAUSAS
Ruido excesivo durante la marcha.	Juego interno insuficiente. Juego interno excesivo. Deterioro en las superficies de rodadura. Suciedades. Lubricantes de consistencia o viscosidad muy altas.
Variaciones en la intensidad del ruido.	Variación en el juego interno por oscilaciones en la temperatura. Deterioro en las superficies de rodadura ya sea por suciedad o por fatiga.
Marcha irregular.	Deterioro de los caminos de rodadura y elementos rodantes, suciedades, juego interno excesivo.
Temperatura de funcionamiento por encima de lo normal.	Juego interno insuficiente, lubricación deficiente o excesiva. Obturaciones o sellos de laberinto que rozan con los elementos del rodamiento.
Aumento repentino en la temperatura de funcionamiento.	Falta de lubricante. Iniciación de la fatiga.
Rotación difícil.	Rodamientos agarrotados. Cantidad excesiva de lubricante. Consistencia o viscosidad del lubricante mayor que la requerida. Sellos rozando con los elementos rodantes.
Funcionamiento con golpeteo.	Deterioros en los caminos de rodadura.

TABLA 4. FALLAS DE LOS RODAMIENTOS

4.5.3 Cadenas de transmisión.

Figura 21. Cadenas transmisión clockche de alta.



La cadena de rodillos de acero de precisión es un medio altamente eficiente y versátil de transmisión de potencia mecánica. Una cadena de rodillos de precisión está formada por una serie de piezas de revolución que actúan como cojinetes, estando situados cada conjunto a una distancia precisa del otro mediante otras piezas planas denominadas placas. El conjunto de cojinete está formado por un pasador y un casquillo sobre el que gira el rodillo de la cadena. El pasador y el casquillo son cementados para permitir bajo presiones elevadas y para soportar las presiones generadas por la carga y la acción de engrane impartida a través de los rodillos de cadena. Las placas exteriores e interiores se templean para dar mayor tenacidad.

Las cadenas se clasifican según la distancia entre los centros de pasadores adyacentes (paso), diámetro del rodillo y ancho entre placas interiores. En conjunto, estas dimensiones se denominan dimensiones de engrane, porque determinan la forma y el ancho de los dientes del piñón.

Además de las cadenas de rodillos, hay otros tipos de cadenas como las de transmisión especiales o adaptadas, las de rodillos de acero inoxidable, las de eslabones acodados, las de paso largo y las de casquillo.

4.5.3.1 Técnica aplicacional de transmisión.

Las notas que se dan a continuación son recomendaciones generales para seguir en la selección e instalación de un accionamiento de cadena, de modo que se asegure un funcionamiento y una duración satisfactoria.

4.5.3.1.1 Paso de cadena.

Las tablas de selección dan tamaños alternativos de cadenas que pueden usarse para transmitir la carga a una velocidad determinada. Cuando la potencia necesaria a una velocidad dada es superior a la capacidad de un sólo ramal de cadena, el uso de accionamiento de varios ramales permite transmitir potencias superiores.

4.5.3.1.2 Velocidades máximas de trabajo.

Estas velocidades, que se refieren a piñones motrices, se dan en tablas. Son válidos sólo si el método de lubricación provisto está en concordancia con las recomendaciones suministradas.

4.5.3.1.3 Números de dientes de los piñones.

El accionamiento por cadena depende directamente del número mínimo de dientes del piñón motriz.

Las ventajas son un flujo de potencia uniforme, regularidad de funcionamiento, alto rendimiento y larga duración. La razón de esta dependencia está en el hecho que la cadena forma

un polígono sobre el piñón. De hecho, cuando la velocidad del piñón es constante, la velocidad de la cadena está sujeta a una variación cíclica regular. Entonces el porcentaje de variación cíclica disminuye rápidamente a medida que aumenta el número de dientes.

4.5.3.2 Instalación y mantenimiento de alineación de la cadena.

Se debe asegurar que los ejes estén adecuadamente soportados por cojinetes. Los rodamientos del eje y las bases deben ser adecuados para mantener la alineación estática inicial. Los piñones se deben situar cerca de los rodamientos.

Una alineación precisa de ejes y caras del diente de piñón dan una distribución uniforme de la carga en todo el ancho de la cadena y contribuye a la máxima duración.

Para obtener una duración plena de la cadena debe proveerse un ajuste en longitud de la cadena, preferiblemente moviendo uno de los ejes. Si es posible mover el eje se recomienda situar un piñón loco que engrane con el ramal descargado de la cadena.

4.5.3.2.1 AJUSTE DE CADENA.

Se obtiene por el movimiento de uno de sus ejes, o bien utilizando un piñón tensor. La cantidad de ajuste debe ser suficiente para absorber un desgaste de cadena de dos pasos o bien 2% de alargamiento superior a la longitud nominal de la cadena, cualquiera que sea el más pequeño.

Cuando sea necesario pueden utilizarse varios piñones tensores en un mismo accionamiento, con el fin de asegurar todas las necesidades de ajuste. Los soportes de los piñones tensores deben ser rígidos y cuando se ajusten manualmente el elemento no móvil debe asegurarse en su posición después de realizado el ajuste.

4.5.3.2.2 ALTERACIONES EN LA LONGITUD DE CADENA.

Todos los accionamientos deben diseñarse, con ajuste total suficiente para asegurar el uso de un número par de eslabones en toda la vida útil de la cadena. No deben usarse nunca

eslabones acodados en accionamientos de cadena impulsivos, con carga elevada o alta velocidad. Una cadena tiene un número de eslabones impar incorpora un eslabón acodado que debe sacarse para efectuar la alteración de un paso.

Ningún componente que haya sido montado a presión debe usarse de nuevo después de sacado. Siempre debe utilizarse un nuevo componente.

4.5.3.2.3 MEDICIÓN DEL DESGASTE DE LA CADENA.

Una medida directa del desgaste de una cadena es el exceso de longitud sobre la longitud nominal de la misma, y el desgaste de la cadena puede determinarse por medidas de longitud en línea

FALLAS	CAUSAS	CORRECCIONES
Rodillos, bujes o pasadores con posibilidad de romperse.	<ul style="list-style-type: none"> - Cadena muy tensionada. - Velocidad de la cadena mayor que la que puede soportar en función del paso y del diámetro de cualquiera de los piñones. - Cargas de impacto súbitas. - Corrosión de la superficie de la cadena y de los dientes de los piñones. - Poca lubricación. - Piñones no alineados. 	<p>Destensionar la cadena y darle el juego adecuado. Reducir la velocidad o cambiar la cadena y los piñones por las que cumplan con estos requisitos de alta velocidad. Evitar este tipo de cargas o aplicar lubricantes con aditivos de E. P. Si el ataque no es crítico se limpian bien con un cepillo metálico, aplicar sustancias para curar las superficies de la corrosión y emplear lubricantes con aditivos anticorrosivos; si las superficies están muy corroídas, es necesario cambiar la cadena y los piñones y aplicarles lubricante con aditivos anticorrosivos. Realizar adecuados programas de lubricación y capacitar a los operarios encargados de ésta. Corregir el desalineamiento de los piñones. Si el desgaste no es crítico pueden seguir funcionando; sino se deben cambiar, al igual que la cadena, y alinearlos correctamente.</p>
Golpeteo de la	- Uno o varios pasadores están pegados.	Limpiar periódicamente la cadena y lubricarla

cadena	- Juego excesivo de la cadena.	adecuadamente. Aflojar y mover uno de los piñones y darle el juego preciso a la cadena.
--------	--------------------------------	--

FALLAS	CAUSAS	CORRECCIONES
Las chavetas se corren de su Posición	<ul style="list-style-type: none"> - Las chavetas no están en su posición correcta o el chavetero es demasiado grande para alojar la chaveta. - Vibración. 	<p>Se baja el piñón y se cambia la Chaveta por otra de dimensiones correctas. Se deben usar amortiguadores en la base donde están montados los elementos sobre los cuales gira la cadena.</p>
Ruido exagerado	<ul style="list-style-type: none"> - Juego excesivo o deficiente. - Piñones en diferentes planos. - Lubricación deficiente. - Rodamientos en mal estado o flojo. - El paso de la cadena y de los piñones es diferente. - Demasiado desgaste en la cadena y piñones. 	<p>Centrar los ejes donde van los piñones. Alinear los piñones.</p> <p>Revisar los dispositivos empleados en la lubricación. Cambiarlos o apretar los tornillos de la base de los rodamientos. Si los piñones están buenos, se cambia la cadena por otra que tenga el mismo paso de los piñones sino se cambian los dos.</p>
La cadena, al funcionar, se sube en los piñones	<ul style="list-style-type: none"> - La cadena está muy floja. - Cadena demasiado gastada. - Insuficiente envoltura de la cadena sobre el piñón de menor diámetro. - Acumulación de polvo y partículas extrañas en los dientes. 	<p>Tensionar la cadena. Cambiarla.</p> <p>Se debe aumentar la distancia entre los ejes de los piñones.</p> <p>Limpiar la raíz de los dientes con un cepillo metálico.</p>

TABLA 3. FALLAS EN LA CADENA.

4.5.3.3 LUBRICACIÓN.

Se debe realizar una buena lubricación para evitar el escoriamiento, la formación del grano y el pegue entre las superficies de rodamiento sobre todo el pasador y el buje. También para amortiguar el impacto entre los rodillos; de igual forma la lubricación permite enfriar la transmisión, lavar las materias extrañas y lubricar las superficies en contacto entre la cadena y el piñón. Se deben limpiar periódicamente las cadenas con el fin de remover de la superficie exterior, la mayor cantidad de contaminantes, los cuales en un momento dado, se pueden introducir en la parte interior causando el desgaste de los pasadores y de los bujes.

En los sistemas de lubricación por inmersión y por circulación, se hace necesario cambiar el aceite al menos una vez al año y limpiar el depósito con un disolvente. Si es posible bajar la cadena y limpiarla.

En el caso cuando el medio ambiente esté muy contaminado por polvo o por partículas abrasivas, no se debe aplicar ningún tipo de lubricante sobre la cadena ya que esto daría lugar a la formación de una pasta abrasiva que aumentaría el desgaste de la misma. Si la cadena va a permanecer almacenada durante largos períodos de tiempo, es necesario protegerla para prevenir la corrosión o la formación de herrumbre.

4.5.3.4 SELECCIÓN DE LA VISCOSIDAD DEL ACEITE.

Se debe seleccionar correctamente ya que un aceite de una viscosidad muy baja, aunque penetra fácilmente hasta los pasadores, es desplazado por la fuerza centrífuga de su superficie, por el contrario si es de una viscosidad muy alta, resiste la acción de la fuerza centrífuga pero no penetra completamente hasta los pasadores de la cadena. En la Tabla 5 se muestran tipos de

problemas que ocurren con mayor frecuencia en las cadenas, las causas que los originan y la posible forma de corregirlos.

4.5.4 Engranajes y reductores de velocidad.

Los reductores de velocidad son instrumentos mecánicos que se emplean para disminuir la velocidad entre una unidad motriz y otro mecanismo. En pocos casos se utilizan los engranajes para aumentar la velocidad, pero son poco eficientes debido a que las pérdidas por fricción aumentan considerablemente. El objetivo principal de una transmisión por medio de ruedas dentadas es transmitir un movimiento con relación constante de velocidades. Para lograrlo se puede dar a los perfiles de los dientes una forma tal que se garantice el cumplimiento de esta condición. Cualquiera que sea su diseño y el tipo de trabajo que realicen, los engranajes requieren de un buen mantenimiento y de una buena lubricación.

4.5.4.1 Lubricación de engranajes.

Estos son mecanismos empleados para la transmisión de fuerza y movimiento de una manera segura, sincronizada. Mediante la lubricación de engranajes se busca reducir el desgaste, la fricción, pérdidas de potencia y el calentamiento.

4.5.4.2 Variables que determinan los requerimientos de lubricación.

4.5.4.2.1 Tipos de lubricantes para engranajes.

Varían de acuerdo a las condiciones de operación de los engranajes, siendo los más comunes los aceites derivados del petróleo. También se emplean aceites animales, vegetales y sintéticos, pero para la mayoría de las aplicaciones los aceites y productos del petróleo proveen el mejor balance de propiedades físicas y químicas que cubren los requerimientos de un lubricante de engranaje.

4.5.4.2.1.1 Aceites.

Se usan para engranajes de cualquier velocidad de rotación pero especialmente los de diámetro pequeño y de precisión. Deben poseer propiedades anticorrosivas, antidesgaste, buena adhesividad y capacidad de mantener la película ante cargas de impacto (con aditivos de extrema presión). La viscosidad varía entre los grados ISO 22 e ISO 680.

Para altas velocidades de los engranajes el lubricante debe poder remover el calor generado y diluir la espuma formada con excelente resistencia a la oxidación.

4.5.4.2.1.2 Grasas.

Se emplean en engranajes que funcionan a baja velocidad (hasta 350 RPM). Las grasas con bisulfuro de molibdeno (MoS₂) de 1.5 a 3% y con jabón de litio, dan a los engranajes una excelente capacidad para soportar las cargas de impacto, y se adhieren firmemente a las superficies de los mismos.

4.5.4.2.1.3 Lubricantes de película sólida.

Se emplean cuando el calor generado por el funcionamiento es pequeño, o cuando no es práctico encerrar o sellar la transmisión. Los más utilizados son el grafito, bisulfuro de molibdeno, nylon y recubrimientos de metales dulces como el zinc, oro y plata para aplicaciones especiales.

4.5.4.2.1.4 Lubricantes asfálticos.

De bajo costo y alta adhesividad. Forman una película blanda de buen espesor que retiene partículas abrasivas sin que estas rayen las superficies de los dientes. Se emplean para engranajes lentos, de gran tamaño y a la intemperie.

4.5.4.3 Sistemas de lubricación para engranajes.

Se cuenta con varios sistemas de lubricación, dependiendo de las condiciones de funcionamiento, ambientales y demás, los cuales, son eficientes siempre y cuando hayan sido correctamente seleccionados e implantados. Entre estos sistemas se tienen:

- Lubricación manual.
- Lubricación por baño y salpique.
- Lubricación por sistemas de circulación.
- Sistemas a plena pérdida por neblina de aceite.
- Lubricación por sistema de depósito abierto.

4.5.4.4 Selección del lubricante y del método de lubricación.

Una vez realizado un estudio previo sobre la lubricación de engranajes, es necesario reunir los principios teóricos y proyectarlos hacia la selección del lubricante adecuado y el método de aplicación más eficiente, pues esta escogencia es la que al final influye directamente en el funcionamiento eficaz y en la preservación de una transmisión por engranajes.

Para una aplicación específica dicha selección consiste en determinar el tipo de lubricante y el tipo de viscosidad adecuada, esto a su vez implica la implantación de un sistema de lubricación apropiado, según las características del lubricante y las condiciones de funcionamiento.

4.5.4.5 Selección del lubricante.

Al seleccionar el lubricante apropiado para un conjunto de engranajes se debe tener en cuenta:

4.5.4.6 Protección del engranaje.

Por lo general los aceites para engranajes descubiertos necesitan la presencia de aditivos antioxidantes y anticorrosivos, debido a su contacto directo con el ambiente de trabajo. Para los engranajes cubiertos la influencia del medio ambiente no es tan determinante, sin embargo la condición de encerramiento provoca una concentración del calor que no se disipa con igual facilidad que en los descubiertos, lo cual hace necesario que se cuente con aditivos antioxidantes. También son deseables propiedades antiespumantes.

4.5.4.6.1 Velocidad.

A mayor velocidad de funcionamiento es mayor el calentamiento de la transmisión por lo tanto, el lubricante debe permitir la disipación del calor generado, mediante un aceite de menor viscosidad; la agitación del aceite es mayor haciendo necesario contar con aditivos antiespumantes y antioxidantes. Para velocidades altas debe lubricarse mediante niebla de aceite, mientras que para velocidades bajas se aconseja el sistema de inmersión.

4.5.4.6.2 Carga.

Si la carga transmitida es elevada, o su aplicación es intermitente o de impacto es necesario emplear aceites que contengan aditivos EP y anti desgaste. La viscosidad debe ser mayor para engranajes sometidos a cargas elevadas, permitiendo la adecuada resistencia de la película lubricante.

4.5.4.6.3 Temperatura.

Las mayores temperaturas ambientales obligan al empleo de lubricantes con una mayor viscosidad para que la película no se rompa por demasiada fluidez. Debe tenerse en cuenta que la mayor influencia en la temperatura se debe a la velocidad del engranaje.

4.5.4.7 Selección del sistema de lubricación.

Una vez escogido el lubricante para una transmisión de engranajes se debe seleccionar el método de lubricación; de la combinación de ambos depende la lubricación eficaz que asegura el funcionamiento óptimo y la conservación adecuada de la transmisión.

El factor de mayor influencia en la selección del sistema de lubricación es la velocidad en el círculo de paso; esta velocidad determina la permanencia y estabilidad de la película lubricante que tiende a ser desplazada por la fuerza centrífuga.

Debe tenerse en cuenta que algunos lubricantes exigen un método de lubricación particular; tal es el caso de los lubricantes asfálticos cuya aplicación puede llevarse a cabo únicamente en forma manual. Para otros mecanismos influyen las condiciones ambientales pero de todas formas es el tipo y la viscosidad del lubricante, el factor que más influye en la escogencia del sistema de lubricación.

4.5.4.8 Fallas en los engranajes por defectos en la lubricación.

Los efectos de mala lubricación de los engranajes se traducen en desgaste de los mismos de varias maneras, dependiendo de:

- Interrupción de la película lubricante entre los dientes y en la zona de contacto.
- Contaminación del aceite por partículas abrasivas.
- Variación de la composición química del aceite o ataque por acción de sus aditivos.

De acuerdo a lo anterior se presentan los siguientes tipos de desgaste en los engranajes:

- Desgaste normal.
- Desgaste pulimentado.
- Desgaste moderado y excesivo.
- Desgaste abrasivo.

- Arañado.
- Desgaste destructivo.
- Lomos y canaletas.
- Reblandecimiento plástico.
- Arrollamiento.
- Martilleo.
- Rizado.
- Soldadura.
- Rayado ligero.
- Picado inicial y destructivo.
- Fatiga de superficie.
- Descostrado.
- Desgaste corrosivo y adhesivo o escoriado.
- Quemado.
- Interferencia.
- Marcas de amoladura.

Según la descripción AGMA, puede detectarse la causa de las fallas de los engranajes según el aspecto que presenten.

TIPO	CAUSAS
Desgaste destructivo	Carga excesiva para el lubricante que se utiliza.
Rayado ligero o severo	Presión y temperatura suficiente para desalojar película de aceite.
Escoriación	Capacidad inadecuada de transporte de carga para el lubricante.
Desgaste corrosivo	Reacción química del lubricante o por contaminantes.
Quemaduras	Refrigeración inadecuada para un lubricante inadecuado

Tabla 4. RELACIÓN DE TIPOS DE FALLAS IMPUTABLES AL LUBRICANTE.

Tabla 5. RELACIÓN DE TIPOS DE FALLAS NO IMPUTABLES AL LUBRICANTE.

TIPO	CAUSAS
Desgaste abrasivo	Partículas extrañas que arrastra el lubricante.
Arañado	Etapa desgaste abrasivo partículas mayores.
Lomos y canaletas	Defecto de alineación generalmente.
Arrollamiento	Arrollamiento
Rizado	Fuertes cargas en aceros carburizados.
Picado inicial	Durante puesta en marcha inicial hasta eliminar puntos sobresalientes.
Picado destructivo	El que sigue progresando al picado inicial.
Descostrado	Estado avanzado del picado destructivo, conectándose unas picaduras con otras.
Interferencia	Mala alineación, contacto excesivo entre dientes.
Marcas de amoladura	Grietas finas causadas por el rectificado muela.
Rotura dientes	Sobrecarga o cheque repentino.
Rotura por fatigas	Por repetición de cargas se inicia una grieta y continúa extendiéndose.
Grietado	Deficiente control de fabricación, núcleo blando.
Grietas por inmersión	Defecto de tallado o mal tratamiento al calor.

- Unos serán imputables al lubricante y a su calidad. Tabla 6.
- Otros no serán imputables. Tabla 7.

4.5.5 Mantenimiento de correas.

Al inspeccionar y reemplazar correas y componentes de transmisión defectuosos antes de que fallen, se reduce el alto costo debido a la paralización del equipo y demoras en la producción.

Un programa completo y efectivo de mantenimiento preventivo reúne varios elementos, entre los cuales se tienen:

- Mantener la seguridad en los alrededores de trabajo.
- Conocimiento de las características de las correas.
- Seguir los procedimientos adecuados de instalación de correas.
- Seguir un programa de inspección rutinaria de la transmisión.
- Realizar evaluaciones de rendimiento de la transmisión.
- Conocer como localizar averías y corregirlas



PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DEL MALACATE		vesion:1
		Pagina 1 de 2
Modelo:	fecha:	N° de OT:

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

FRECUENCIA	PUNTO DE CHEQUEO	PROCEDIMIENTO
------------	------------------	---------------

DIARIO	INDICADOR DE NIVEL	CHEQUEAR NIVEL DE ACEITE
DIARIO	ROLINERAS DEL TAMBOR PRINCIPAL	LUBRICAR A TRAVES DE SUS GRIFOS
DIARIO	ROLINERAS DE LA CREMALLERA DEL TAMBOR PRINCIPAL	LUBRICAR A TRAVES DE SUS GRIFOS
DIARIO	LINEAS Y PUNTOS DE ENGRASE	CHEQUEAR Y REPARAR LINEAS DE ENGRASE SI ES NECESARIO
DIARIO	MECANISMO DEL FRENO	CHEQUEAR AJUSTE, TAMBOR PRINCIPAL, TAMBOR SECUNDARIO, POR DESGASTE O PARTES PÉRDIDAS, BANDAS, LUBRICAR A TRAVES DE SUS GRIFOS.
DIARIO	CONSOLA DE CONTROL	CHEQUEAR LAS PRESIONES DE AIRE, ACEITE Y DEL SISTEMA DEL CLUTH
DIARIO	STUFFING BOX	LUBRICAR A TRAVES DE SUS GRIFOS
DIARIO	FRENO ELECTRODINAMICO	LUBRICAR A TRAVES DE SUS GRIFOS
DIARIO	ROLINEAR PRINCIPAL DEL EJE DEL CABEZA DE GATO	LUBRICAR A TRAVES DE SUS GRIFOS
DIARIO	SOBRE CORRIDA DEL CLUTH (TALADROS MECANICOS)	CHEQUEAR DERRAME, COMO SEA NECESARIO (SOLAMENTE SI ESTA EQUIPADO CON ACEITE HIDROMATICO)
DIARIO	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	CHEQUEAR SISTEMA DE AGUA
DIARIO	LUBRICADOR DE LA LIENA DE AIRE	CHEQUEAR EL NIVEL DE ACEITE HIDRAULICO VISUALMENTE
DIARIO	MANIFOLD Y TANQUE DE AIRE DE LA CONSOLA	CHEQUEAR LA CONDENSACION
DIARIO	ROLINERAS DEL FRENO ELETRODINAMICO O HIDROMATICO	LUBRICAR A TRAVES DE SUS GRIFOS
DIARIO	RODILLOS (AMORTIGUADOR DE LA GUAYA DE PERFORACION)	LUBRICAR A TRAVES DE SUS GRIFOS
SEMANAL	ROTORSEALS	CHEQUEAR FUGA DE AIRE, ARREGLAR UNA TASA DE ACEITE SI ES NECESARIO
SEMANAL	COUPLING	LUBRICAR A TRAVES DE SUS GRIFOS

	<p>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DEL MALACATE</p>	<p>vesion:1</p>
		<p>Pagina 2 de 2</p>

SEMANTAL	SISTEMA DE AIRE	CHEQUEAR VALVULA DE ESCAPE, LINEAS Y CONEXIONES DE AIRE, OPERACIÓN DE VALVULA DE CONTROL, MEDIDOR DE AIRE, FILTRO Y TANQUE DE AIRE, CONSOLA DEL TANQUE DEL MANIFOLD, REGULADOR DE PRESION Y VALVULAS.
SEMANTAL	CARTER	ANALISIS DEL ACEITE USADO
SEMANTAL	SISTEMA DE FRENO DEL SANDREEL	LUBRICAR A TRAVES DE SU GRIFO
SEMANTAL	MECANISMO DEL FRENO	CHEQUEAR LAS CUPILLAS DE LOS PASADORES, AJUSTE DE LOS TORNILLOS Y TUERCAS, CONEXIONES FLOJAS
MENSUAL	BOMBA DE LUBRICACION	CHEQUEAR PRESION DE ACEITE, LAS BOQUILLAS DE LUBRICACION (QUE NO ESTEN TAPADAS)
MENSUAL	TORNILLOS Y TUERCAS	CHEQUEAR AJUSTE, FALTA DE ALAMBRE
MENSUAL	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	CHEQUEAR LINEAS DE MANGUERA DE AGUA, CENTRIFUGA, RETORNO DEL AGUA AL TAMBOR, VALVULAS Y FILTRO.
SEMESTRAL	CAMBIO DE VELOCIDAD DE ALTA Y BAJA	CHEQUEAR EL CLUTCHES POR DESGASTE, CUPILLAS PERDIDAS, AJUSTE
SEMESTRAL	SPROCKET	CHEQUEAR DESGASTE, DIENTES PARTIDOS
SEMESTRAL	ROLINERAS	CHEQUEAR DESGASTE, DAÑOS
SEMESTRAL	CADENAS	CHEQUEAR ESLABONES (SI FALTA ALGUNO O ROTO), AJUSTE
SEMESTRAL	CLUTCH	CHEQUEAR LA FRICCION DE LA ZAPATA, LEVANTAR O LIBERAR EL RESORTE Y FRICCION DE LA SUPERFICIE DEL TAMBOR
SEMESTRAL	CROWN-O-MATIC	CHEQUEAR FUNCIONAMIENTO
SEMESTRAL	ROTORSEALS	CHEQUEAR SELLOS
SEMESTRAL	CABEZA DE GATO (CATHEADS)	CHEQUEAR EL CARRETO, CUÑA, VIAJE DEL CARRETO
SEMESTRAL	CARTER	CAMBIO DE ACEITE

5 INSPECCIÓN DEL MALACATE DE LA TORRE DE PERFORACIÓN

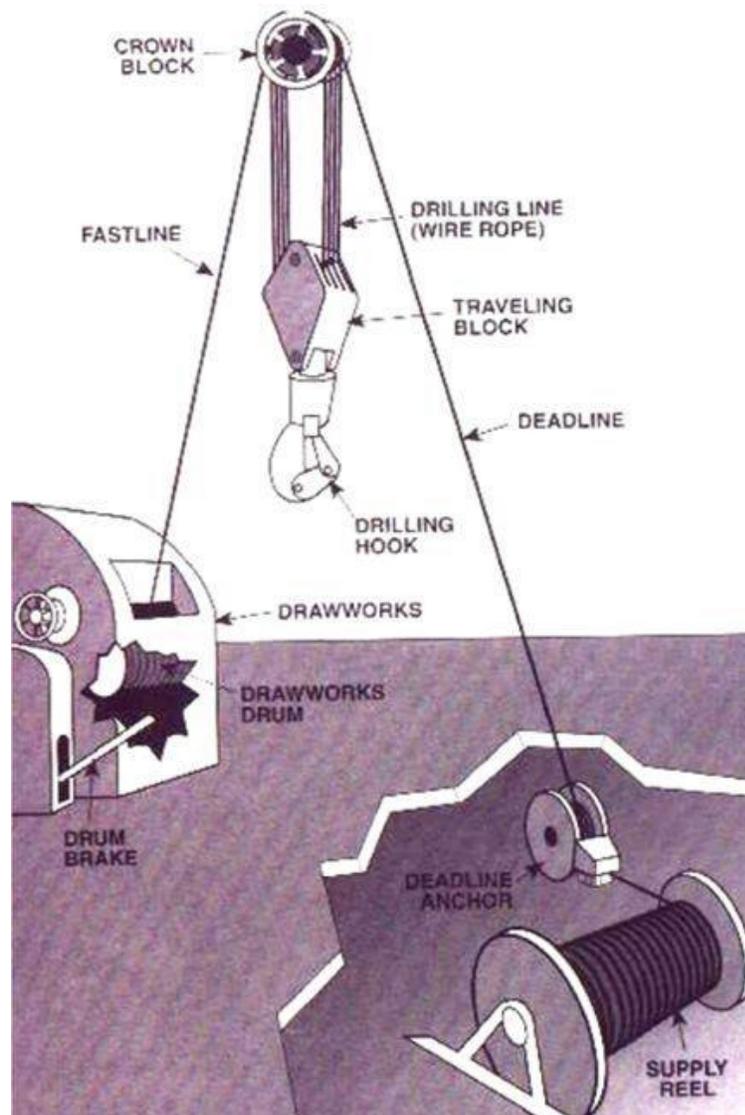


Imagen 21.

Configuración de

los componentes del malacate.

El malacate es uno de los elementos más importantes de toda la plataforma. En conjunto con el Top Drive (motor de la sarta de perforación), el motor de frecuencia variable (VFD, por sus siglas en inglés), las máquinas principales, las bombas de lodo y el BOP, el malacate se considera el equipo más importante de la plataforma. A menudo, las cuadrillas del taladro no entienden completamente la operación correcta de los componentes del malacate. Explicaremos los asuntos operativos principales.

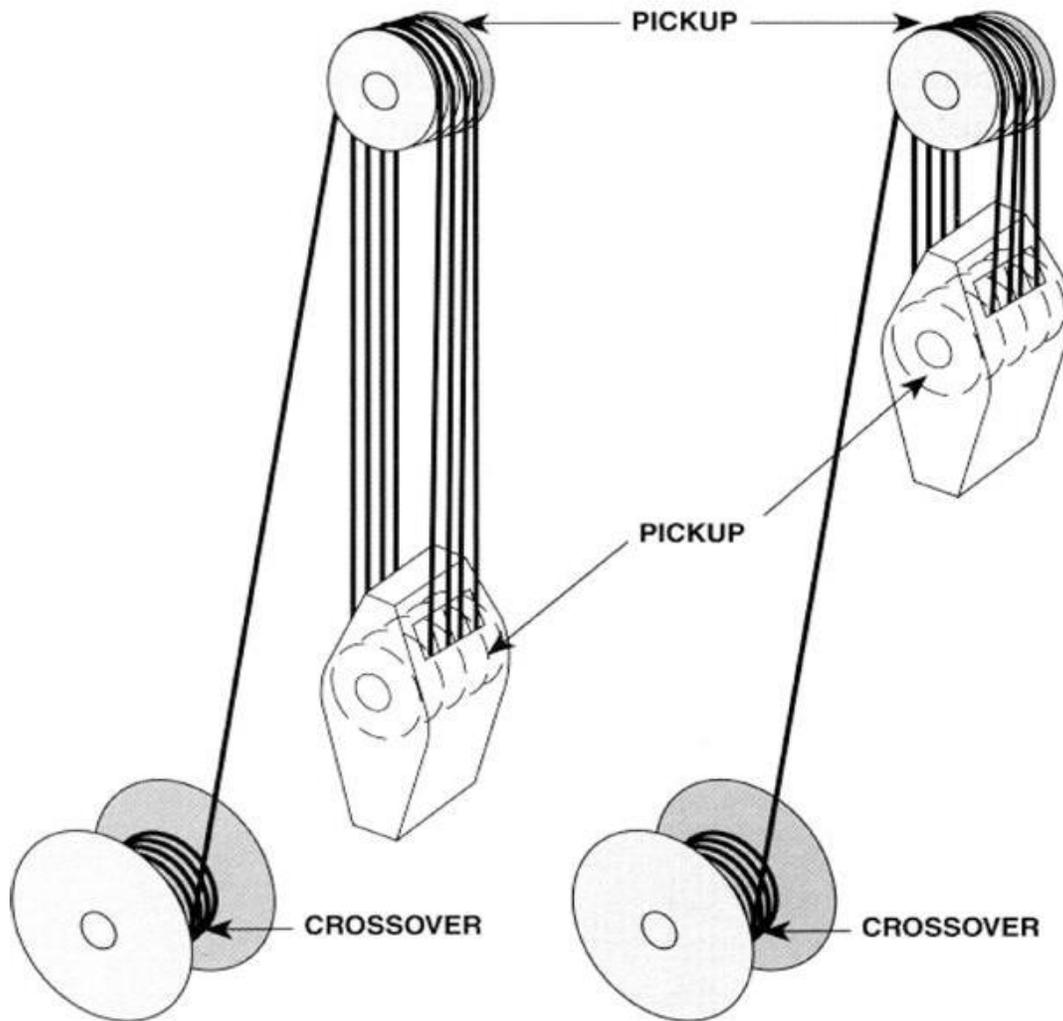


Figura 22. Puntos de desgaste en la línea de perforación.

Podemos encontrar las siguientes áreas de desgaste en el malacate:

- desgaste en la polea de la línea rápida
- desgaste de las poleas debido a un ángulo de esviaje demasiado grande
- desgaste en el perfil templado de la polea
- desgaste en las ranuras de LeBus del tambor

- desgaste de la línea de perforación causado cuando los cables tienen contacto en el tambor.

b. Desgaste de la línea de perforación por vibración.

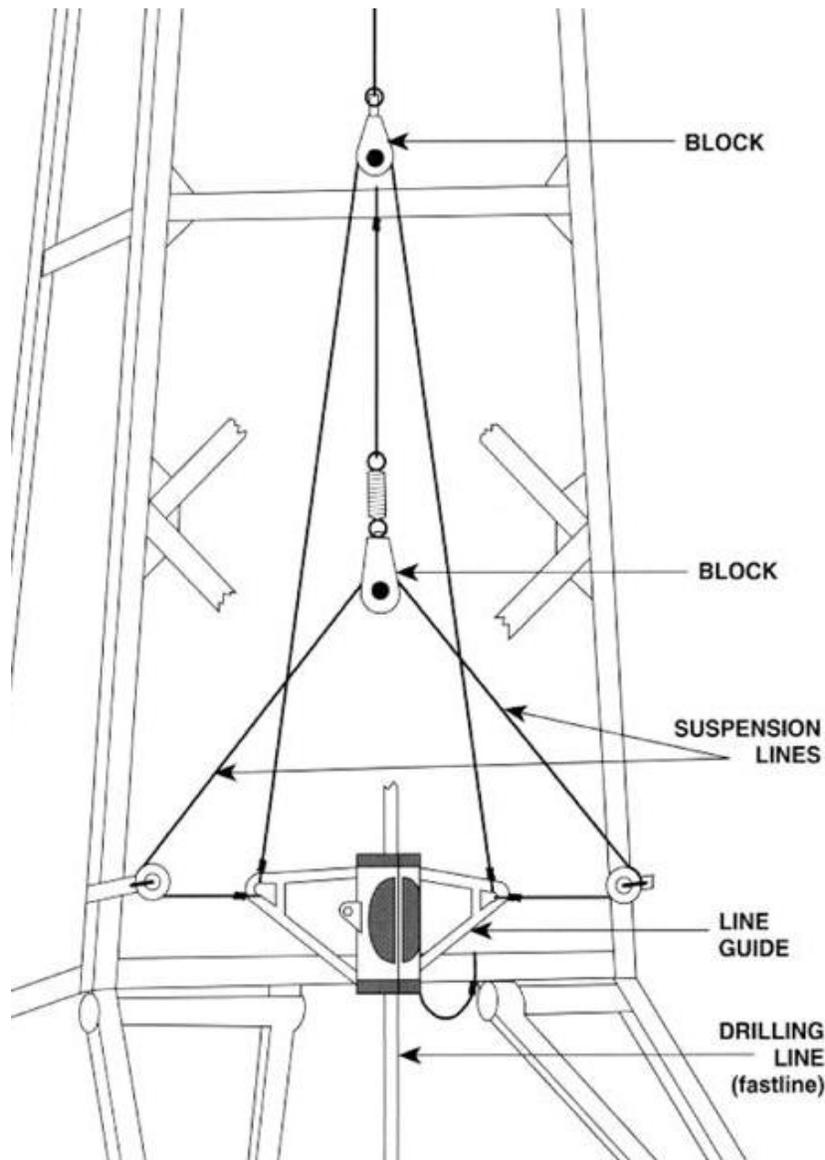


Figura 23. Desgaste de la línea de perforación por vibración.

Los latigazos y la vibración pueden causar fatiga del cable debido al pequeño movimiento entre los cables y las paradas de la línea de perforación (véase en las especificaciones del cable de perforación). Cuando las líneas tienen un movimiento de

latigazo dentro de la torre, esto puede causar un desgaste por abrasión. La vibración también puede provocar movimientos laterales de las poleas, también provocando desgaste por abrasión.

Componentes y especificaciones del cable de perforación.

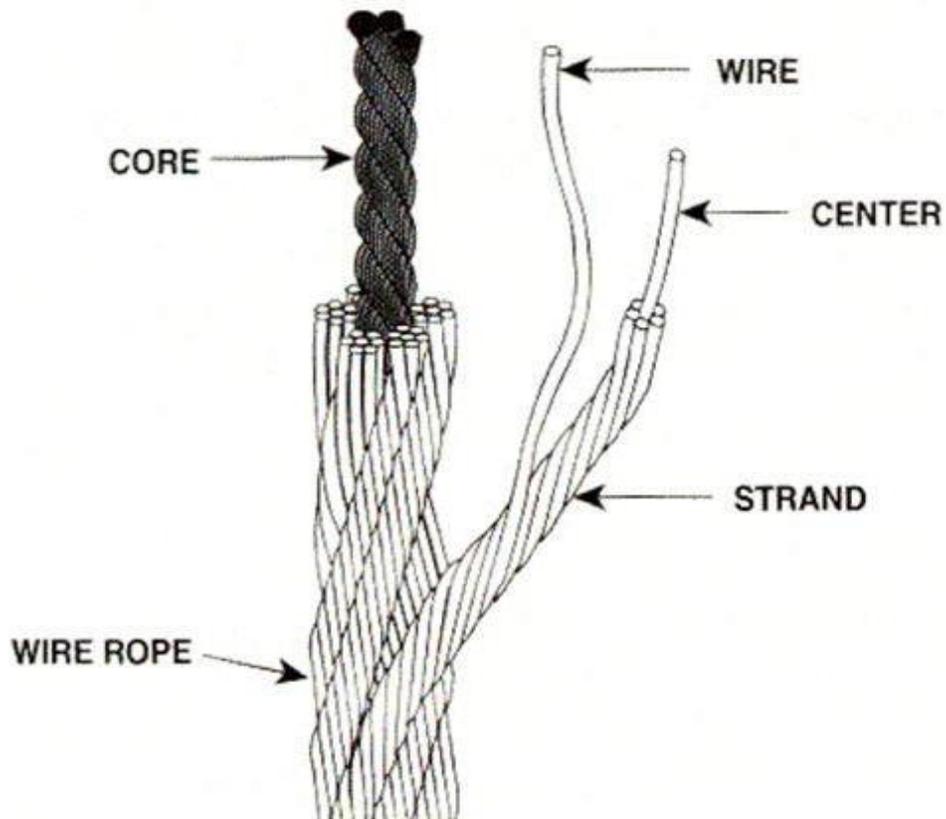


Imagen 24. Cable desenvuelto, mostrando sus diferentes componentes.

Ejemplo, el cable de línea que se está usando es: **1" x 5,000' 6x19 S PRF IPS IWRC.**

¿Qué significa eso?

Especificaciones del Cable

1" = diámetro de la línea (en pulgadas)

5,000' = longitud de la línea (en pies)

6 = número de hilos por línea

19 = número de alambres por hilo

S = patrón de sello

PRF = hilos preformados

RRL = Trama Corriente hacia la Derecha (Right Regular Lay, en ingles)

IPS = Acero Mejorado

IWRC = Núcleo Trenzado Independiente

i. Cable de perforación.

- A. Examine la apariencia general de las líneas del bloque viajero y todas las partes activas del cable.
- B. Solicite las certificaciones necesarias para confirmar que:
- C. El cable siempre ha sido usado de acuerdo con las especificaciones del fabricante?
- D. Tiene el certificado de origen del cable y la fecha de la instalación?
- E. Esta el registro de longitud corrida y cortada?
- F. Mida la longitud del cable remanente en el carrete, el cual debe ser lo suficientemente largo como para alcanzar a perforar el primer pozo.
- G. Revise que la longitud del cable que permanece en el carrete ha sido engrasada.

ii. Ancla de la línea muerta.

- A. Revise que la estructura esté debidamente atornillada a las vigas de la subestructura
- B. Revise que la polea de la línea muerta se mueve libremente.
- C. Revise que la ranura en el Bushing de bronce corresponde con el diámetro del cable.
- D. Asegúrese de que el censor de carga este adecuadamente instalado.
- E. Verifique el último reporte de inspección de MPI

iii. Desgaste del cable de perforación.

No puede eliminarse el desgaste del cable de perforación sólo se puede monitorearse y controlarse. Una Buena manera de gestionar el desgaste de la línea es mediante el uso de un programa de toneladas-milla. Las siguientes son las causas más comunes del desgaste de la línea:

- a) peso excesivo
- b) subir y bajar demasiado rápido
- c) detenerse demasiado rápido
- d) mal enrollado en el tambor
- e) contaminación con desengrasantes extremos como ácidos o salmuera pesada

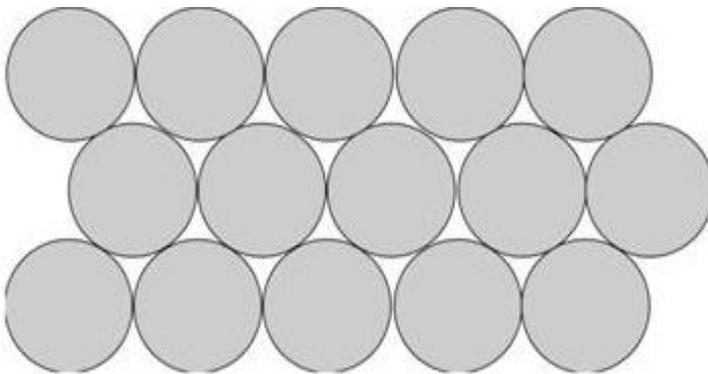


Figura 25. En un buen enrollado, la capa externa descansa en las ranuras de la capa inferior.

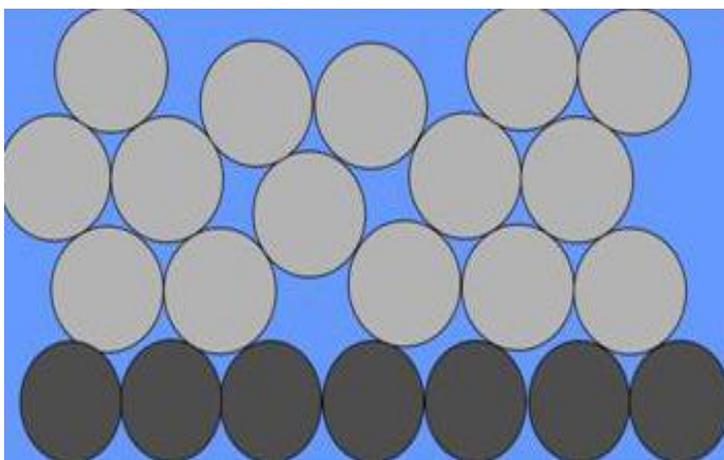


Figura 26. Un cable de perforación desgastado que quede en el tambor después de una operación de deslizar y cortar podría tener un diámetro menor (el color oscuro en la imagen). La línea de perforación nueva enrollada encima podría no encajar con las ranuras, causando un enrollado disparejo.

Al cortar el cable de perforación se pueden retirar las secciones desgastadas del sistema. No se recomienda deslizar únicamente, pues esto no mueve los puntos de cruce en el tambor. A medida que el diámetro de la línea de perforación se reduce por el desgaste, si queda línea de perforación desgastada (es decir, de un diámetro menor) en el tambor, se pueden tener problemas de enrollado, entre otros daños.

iv. Cuidado del cable de perforación.

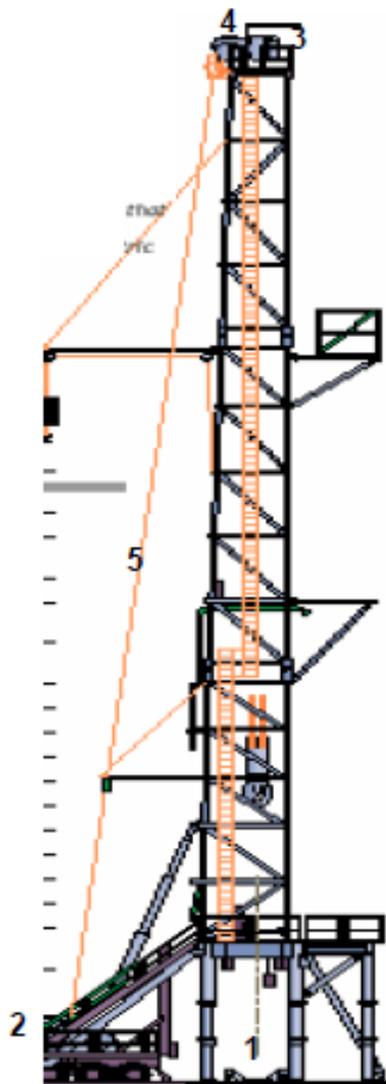
Las siguientes recomendaciones son las más apropiadas para el cuidado del cable de perforación:

- El principio que rige el cuidado del cable de perforación es el de mantener condiciones de trabajo seguras en tanto se obtiene el mayor número de toneladas-milla de servicio de cable.
- Cuando se transporte un carrete, se deben utilizar láminas protectoras con eslingas para impedir que se rompa el cable. Además de usar fajas de manera protectoras en el cable, se deben tomar otras precauciones, como la de atar la eslinga a través del orificio central en el carrete y el uso de una barra en el aro del carrete.
- Se debe evitar caer el carrete. Un carrete roto o estropeado daña el cable.
- El carrete no debe rodar sobre superficies donde atrape arena o sucio.
- Se debe tener un soporte sólido para devanar el cable.
- Se tiene que colocar el carrete en línea con el amarre del cable muerto para evitar el roce entre piezas de acero.

- Antes de mover el cable de perforación a través del sistema de arrollado, se debe colgar siempre el bloque viajero verticalmente con el cable de acero separado.
- Se debe revisar el estado de las poleas del bloque y la corona. Las poleas desgastadas pueden dañar el cable.
- Cuando se ensarta el cable, utilizar una agarradera de cable con la unión giratoria para impedir que se transfiera el dobléz al cable de perforación.
- No se debe desacelerar la rotación del carrete con ningún instrumento que entre en contacto con el cable. Un pedazo de madera que se coloque en la parte exterior del carrete es un buen freno.
- Se tienen que evitar la formación de torceduras en el cable de perforación.
- Cualquier nudo debe soltarse manualmente para evitar torceduras.
- No hay que dejar que el cable roce contra cualquier parte de la torre o del mástil. Se puede utilizar una polea de diámetro grande para guiar el cable.
- Se debe atar el cable de perforación al tambor, según la recomendación del fabricante del malacate.
- Hay que colocar suficientes vueltas muertas en el tambor.
- Se debe evitar golpear el cable con un martillo o cualquier instrumento que pueda producir abolladuras a los alambres.
- Hay que revisar la abrazadera en el amarre del cable muerto. El cable debe estar firmemente atado para evitar el deslizamiento. Si la abrazadera no está firme se triturará el cable.

- Se debe tener una cubierta protectora para el carrete del cable de perforación para protegerlo contra el lodo, los fluidos corrosivos, el agua y polvo.
- Hay que verificar el ángulo de desviación para asegurar que el centro del tambor está alineado con la polea de la corona. Esto promueve el arrollado uniforme y reduce el desgaste de la polea fija.
- Se debe utilizar un cable guía para amortiguar el latigazo de la línea fija y lograr un mejor arrollado.
- Hay que utilizar rodillos de regreso a cada lado del tambor para reducir fricción en aquellos puntos en donde se empiezan nuevas capas de cable.
- El exceso de velocidad es la causa principal del desgaste del cable. Esto se convierte en un problema cuando se levanta el bloque descargado.
- Al levantar el bloque sin carga, se tiene que soltar el embrague y dejar que la polea suba los últimos pies. Así se logrará un mejor arrollado y se mejora el desgaste del cable.
- Cuando el bloque está subiendo o bajando, las partes del cable que están en contacto con las poleas están sujetas a fuertes torceduras y esfuerzos por fatigas.
- El esfuerzo es más severo en el cable que toca la polea de la corona muerta y el amarre del cable muerto. Estas partes del cable no se mueven en el proceso continuo de carga y descarga. La vibración del cable muerto es otra fuente de esfuerzo por fatiga.
- El desgaste por lavado, es intenso en los puntos de retorno, al lado de las bridas del tambor. El cable roza contra la brida y parte del cable que está en el tambor.
- En un tambor ranurado desbalanceado, se produce cierto desgaste en donde el cable cruza cada sopladura de la capa inferior.

- El arrollado flojo en el tambor produce cortes en el cable de perforación. Esto produce un grave desgaste por lavado y trituración de partes del cable.
- El cable de perforación se debe deslizar de tres a cinco veces entre cortes para eliminar las partes desgastadas del cable. El deslizamiento no elimina los puntos de desgaste del tambor.
- La longitud del corte se debe calcular y medir cuidadosamente. Para eliminar los puntos desgastados.
- Tal vez sea necesaria la lubricación en el campo si el cable está seco. Utilizar el lubricante recomendado.
- Periódicamente, se debe hacer una inspección visual del cable de perforación a medida que se enrolla o desenrolla del tambor. Los puntos débiles que acusen alambres rotos o desgastados, o una distorsión del cable se pueden eliminar del sistema mediante deslizamiento y corte del cable. Cuando se hacen trabajos con tubería atascada o de pesca se producen sobrecargas o cargas de impacto que hacen aconsejable una inspección.



CABLE DE PERFORACIÓN
PUNTOS CRÍTICOS EN EL
GUARNIDO DE UN MASTIL

1. GRAPA DE SUJECIÓN DEL ANCLA
2. GRAPA DEL TAMBOR PRINCIPAL DEL MALACATE
3. CURVATURA EN EL PERÍMETRO DE LA POLEA DE LINEA MUERTA
4. CURVATURA EN EL PERÍMETRO DEL RESTO DE LAS POLEAS DE LA CORONA Y POLEA VIAJERA
5. LINEA VIVA DE LA POLEA LOCA AL TAMBOR PRINCIPAL DEL MALACATE

Figura 27. Puntos críticos del cable de perforación en el mástil.

c. Ángulo de esviaje del malacate.

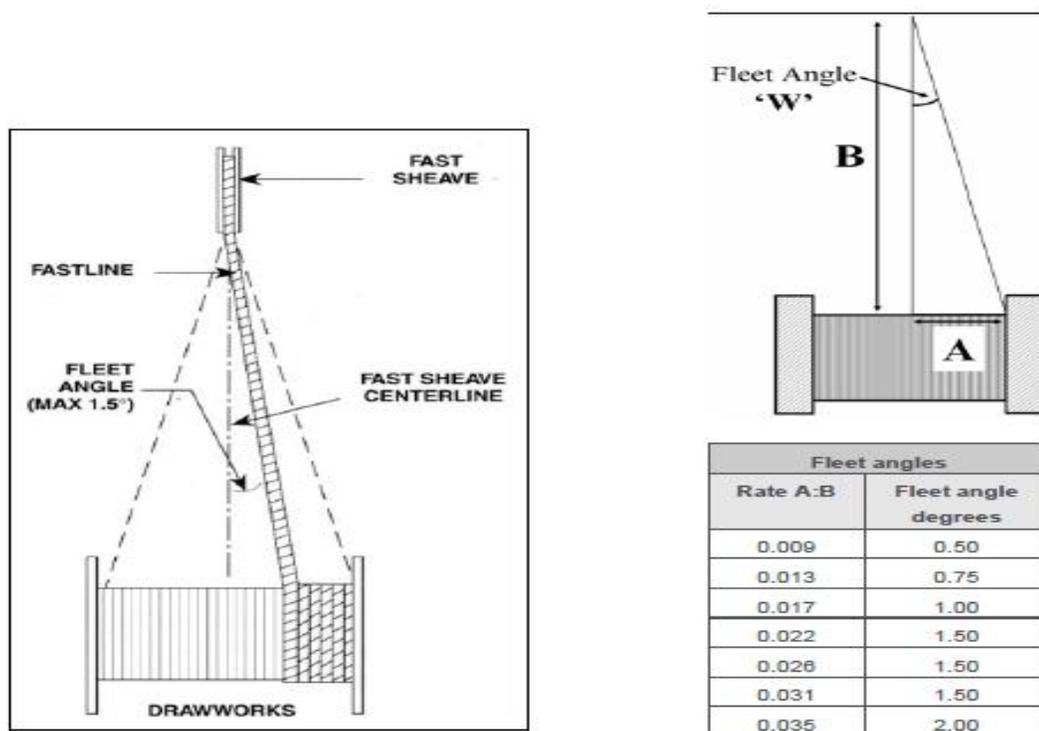


Figura 28. Ángulo de esviaje del malacate y la tabla que muestra cómo calcular el ángulo de esviaje.

La línea rápida debería alinearse con el centro del tambor del malacate. El ángulo del cable con relación a la línea central se llama el ángulo de esviaje. Un ángulo de esviaje excesivamente grande causará desgaste en el lado de la línea de perforación.

Pregunta: ¿Cómo calculamos el ángulo de esviaje? (véase la tabla en la Imagen 25)

Asumamos que la distancia B = 150 pies y la distancia A = 3 pies. Esto significa que la relación entre A y B es $A:B = 3 : 150 = 0.02$. Como esto está más cerca de 0.022, implica un ángulo de esviaje de 1.5 grados.

El ángulo de esviaje máximo para tambores lisos es de 1.5 grados.

El ángulo de esviaje máximo para tambores estriados es de 2.0 grados.

El cálculo matemático para el ángulo de esviaje es $\tan W = A:B$.

d. Desgaste de las poleas.

Las causas principales del desgaste de las poleas:

- a) cargas extremadamente pesadas
- b) detención o arranque muy rápido del malacate
- c) vibraciones y latigazos
- d) ángulo de esviaje incorrecto
- e) diferencias en los diámetros del cable y las poleas
- f) rodamientos desgastados en las poleas

Las causas a, b y c se deben a estándares incorrectos de aprobación. Las causas d, e y f se deben a estándares incorrectos de diseño y mantenimiento. Un ángulo de esviaje excesivo creará un desgaste abrasivo tanto de la polea como de la línea de perforación, dando como resultado un desgaste excesivo y disparejo del radio de la ranura.

e. Desgaste del tambor.

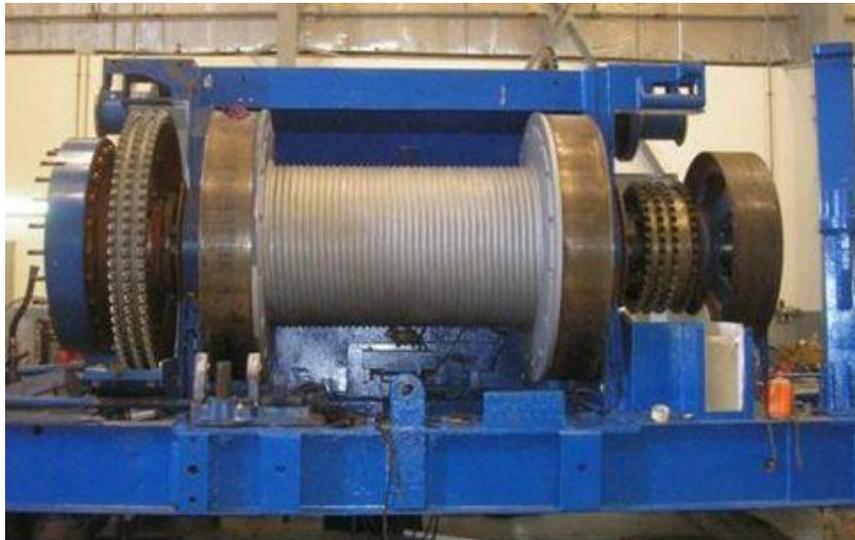


Figura 29. Malacate sin línea de perforación instalada (las ranuras de LeBus pueden verse claramente).

i. Criterios de inspección para el tambor.

- a) Inspeccionar la condición y el ajuste de los rodillos de rebote.
- b) Revisar el desgaste de las almohadillas a los lados del tambor.
- c) Revisar la ranura de LeBus usando un calibrador.

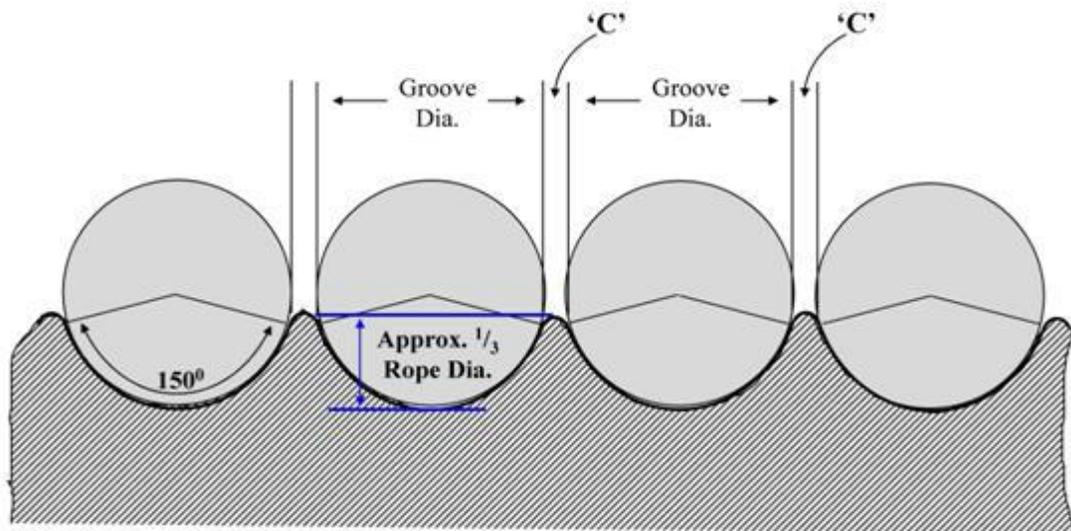


Figura 30. Ranura de LeBus con la línea de perforación instalada según las recomendaciones.

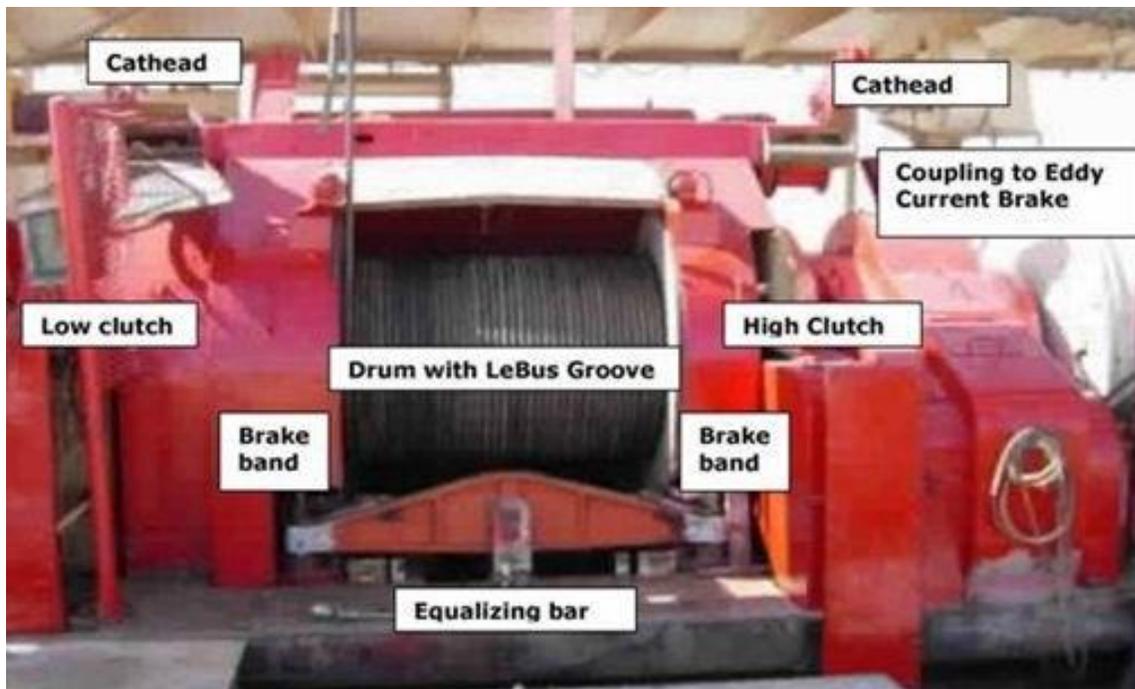


Figura 31. Malacate convencional y sus principales componentes.

f. Inspección de la transmisión.

Una buena forma de comenzar el mantenimiento preventivo es con una inspección rutinaria de la transmisión como una parte integral del mantenimiento. Se debe estar atento ante cualquier vibración o sonido anormal mientras se revisa el funcionamiento de la transmisión protegida. Una transmisión bien diseñada y atendida funcionará en forma suave y silenciosa. Se debe inspeccionar el resguardo para determinar si está flojo o dañado. Además se debe mantener libre de desperdicios o acumulación de polvo y de suciedad. Cualquier acumulación de material sobre el resguardo actúa como aislante y podría causar que la transmisión funcione a mayores temperaturas.(API, 1995)

Es importante reconocer que la temperatura afecta la duración de la correa, un pequeño aumento podría acortar su vida útil hasta en la mitad.

Se tiene que revisar si existen filtraciones de aceite o grasa por el resguardo. Esto puede indicar cojinetes sobre lubricados. Si este aceite o grasa toca la correa, puede hincharse o torcerse, causando fallas prematuras de la correa.

Además es recomendable inspeccionar el montaje del motor para asegurar un ajuste adecuado. Revisar las ranuras de compensación o rieles que deben estar limpios y ligeramente lubricados.

i. Frecuencia de inspección.

Los siguientes factores influyen en la frecuencia con la que se debe inspeccionar un sistema de transmisión:

- Velocidad de operación de la transmisión.
- Ciclo de operación de la transmisión.
- Importancia del equipo.
- Temperaturas extremas del ambiente.
- Factores ambientales.
- Accesibilidad del equipo.

La experiencia con el equipo es la mejor guía en cuanto a la frecuencia de las inspecciones de transmisiones de correas. Requieren inspecciones frecuentes las transmisiones que funcionan a altas velocidades, con cargas pesadas, en condiciones de paradas y arranques continuos y con temperaturas extremas o en equipo especial.

ii. LISTA DE VERIFICACIÓN DEL MALACATE.

<p>Rodamientos:</p> <p>Compruebe que todos los rodamientos del malacate estén engrasados o aceptan grasa.</p>	<p>APIRP7L:A.2.3.1</p>
<p>Diámetro del Cable:</p> <p>Se debe medir el diámetro de los canales de poleas a fin de verificar si presentan desgaste con respecto al diámetro original especificado para poleas y tambores nuevos o reacondicionados, como también el diámetro especificado para poleas en uso.</p>	<p>APIRP9B:4.8.2</p>
<p>Desgaste en Canales:</p> <p>Se deben medir las tolerancias mínimas y máximas del diámetro de los canales, son: Tolerancias mínimas y máximas del diámetro de los canales de las poleas.</p> <p>Forma de medir el diámetro de la ranura</p> <p>NOTA: En caso de existir diferencias entre el diámetro del cable y el diámetro de la ranura en las poleas deben reemplazarse alguno de estos dos (2) componentes siguiendo la alternativa más viable, sin afectar las condiciones de diseño del equipo o limitar su capacidad.</p>	<p>APIRP9B</p> <p>APIRP09B</p>
<p>Diámetro del Cable Vs Ranura:</p> <p>El canal o ranura de una polea deberá tener una profundidad equivalente a al menos 1,75 veces su diámetro y las paredes o caras laterales correspondientes no deberán formar un ángulo mayor que 15°, respecto a la vertical.</p> <p>Los canales de las poleas para cables deberán ser lo suficientemente grandes para permitir que un cable nuevo encaje con facilidad con un arco de soporte entre 120° a 150° de la circunferencia del mismo. Las caras del canal deben ser tangentes a dicho arco.</p>	<p>APIRP9B:4.8.2</p>

<p>Condiciones de las ranuras:</p> <p>Verificar que las canales en poleas y tambores se encuentren lisos y uniformes, ya que la presencia de corrugaciones o marcas realizadas por los cables de acero puede ejercer un efecto erosivo sobre estos. Si se presentan estas condiciones, las poleas o tambores deben ser reemplazadas o reparadas.</p>	<p>NOAPLICA</p>
<p>Condición de cadenas y piñones:</p> <p>En la mayoría de las unidades de rodillos de la cadena, la cadena se considera agotada cuando se ha alcanzado el 3% de elongación desgaste. Con el desgaste del 3%, la cadena no se une a la rueda dentada o piñón y puede o la rotura del piñón. En las unidades con ruedas dentadas de gran tamaño (más de 66 dientes), el desgaste admisible será de $200 / N$ ($N = \text{No. De dientes de corona más grande}$) y puede ser sustancialmente inferior al 3%. En las unidades no ajustables, el alargamiento desgaste admisible se limita a aproximadamente la mitad de un paso de la cadena.</p>	
<p>Inspecciones NDT del sistema de frenos ,barra reguladora y uniones principales / Registro de mantenimiento del sistema de frenos:</p> <p>“El propietario o usuario del equipo debe desarrollar su propio programa de inspecciones sobre la base de la experiencia, las recomendaciones del fabricante, y la consideración de uno o más de los siguientes factores: medio ambiente, los ciclos de carga, los requisitos reglamentarios, el tiempo de funcionamiento, ensayos, reparación y remanufactura”.</p>	<p>APIRP7L:4.2</p>
<p>Calibración del sistema de instrumentación:</p> <p>El sistema de instrumentación que evidencia el funcionamiento, presión y tensión en el malacate debe estar calibrado</p>	<p>API RP 7L: 4.2</p>
<p>Cables de Acero:</p> <p>Los cables de acero de los equipos de Izaje no podrán rozar la torre, éste deberá correr por el bloque de corona, poleas y boque viajero.</p>	<p>API RP 54 9.6.7</p>

<p><i>Inspección Visual de Partes Móviles:</i> Se debe efectuar una inspección visual (una vez al día), del malacate, para verificar el Funcionamiento de las partes móviles.</p>	<p>API RP 54 9.4.1</p>
<p><i>Crow o Matico ó Twin Stop:</i> El equipo debe estar equipado con un dispositivo de seguridad el cual debe estar diseñado para evitar que la polea viajera pueda golpear el bloque de corona. El dispositivo debe ser probado antes de cada viaje y después de cada ejercicio-linea deslizamiento / la operación de corte. Los resultados de la prueba de funcionamiento deben ser inscritos en las operaciones de registro.</p>	<p>API RP 54 9.4.8</p>
<p><i>Cubiertas y guardas de protección:</i> Todo eje en movimiento, debe estar protegido para evitar que los trabajadores de forma accidental puedan tener contacto con ellos.</p>	<p>OSHA: 1910.212(a) y 1910.219(i)(2)</p>
<p><i>Verificación del desgaste en bandas y funcionamiento del freno:</i> El sistema de freno en el malacate debe inspeccionarse y efectuársele mantenimiento adecuado de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. <i>Nota:</i> El desgaste en las bandas de freno, deberá ser corroborado con el recomendado por el fabricante.</p>	<p>API RP 54 9.4.6</p>
<p><i>Corte y Corrida de Cables de Acero:</i> No se podrá correr ni cortar el cable hasta tanto el bloque viajero este sobre la plataforma, piso o un lugar suspendido por otra guaya independiente.</p>	<p>API RP 54 9.6.2 y 9.6.6</p>
<p><i>Identificación de controles en consola del perforador:</i> Todos los controles deberán estar identificados claramente en el idioma del país donde se Realiza el trabajo.</p>	<p>NO APLICA</p>
<p><i>Nivelación del malacate, barra reguladora y pivote:</i> Verifique la alineación de la barra pivote, los tensores o reguladores y las bandas, esto es de gran importancia ya que si no existe una buena alineación, las cargas pueden generar mayor fuerza en uno de los elementos debido a la mala distribución de las fuerzas.</p>	<p>Manual de Fabricante de Malacate ENSCO, IDECO y NATIONAL</p>

<p><i>Desgaste en Placa de Sacrificio y Rodillo de Rebote:</i></p> <p>Verifique que no exista desgaste excesivo en una de las placas de sacrificio, si esto se Presenta, es evidencia de la falta de alineación entre las poleas de la corona y el centro del malacate.</p>	<p>Manual de Fabricante de Malacate ENSCO, IDECO y NATIONAL</p>
<p><i>Adicional</i></p> <p>Verificar que los cojinetes en las poleas y tambores estén recibiendo una lubricación adecuada y permanente. Así mismo, verificar que la rotación de las mismas sea uniforme y no se origine vibración axial, lo cual es indicativo de desgaste u holgura excesiva en cojinetes de deslizamiento o bujes, daños en cojinetes de rodamiento y/o daños por de formación o desgaste en los pasadores correspondientes.</p> <p>Verificar, en lo que sea posible, el cuerpo de poleas o tambores mientras se encuentran instalados para detectar la presencia de grietas, las cuales deben ser reparadas o removidas de inmediato. Por su parte, cuando las mismas son desacopladas, deberán inspeccionarse con ensayos de partículas magnéticas o líquidos penetrantes.</p> <p>Nunca se deberán utilizar sogas de fibra en poleas que se han operado con cables de acero o utilizar cables de acero en equipos diseñados para sogas de fibra.</p> <p>Un tambor debe estar diseñado para enrollar un máximo de tres capas de cable de acero Dispuestas uniformemente. Sin embargo, no es recomendable sobrepasar su capacidad ya que se pueden originar daños severos por aplastamiento en la capa inferior.</p> <p>Determinación de la capacidad de cable en un tambor.</p>	<p>OSHA 1910.172</p>

iii. HOJA DE PELIGRO (EL MALACATE).

a. Que puede pasar.

1. El Malacate es la pieza más importante de la maquinaria de perforación.
2. Proporciona un sistema de elevación único y completo para colocar herramientas y equipos en el hueco.
3. El Malacate debe usarse cuidadosamente y recibir buen mantenimiento para que preste un servicio seguro.
4. El Malacate tiene tres controles principales: la patecabra, el freno del malacate, y el pedal del acelerador.
5. Los frenos detienen o permiten la rotación del tambor del Malacate; el acelerador controla la velocidad de arrastre.
6. El incidente más común que involucra al Malacate es el uso incorrecto.
7. La sobrecarga del Malacate, como la descarga durante el choque producto de la percusión puede causar un daño tal al Malacate que éste podría frenar o fallar en ese momento o más tarde.
8. La operación de frenado del Malacate se ve afectada por el sobrecalentamiento de las bandas y la humedad.

b. Que puede fallar.

1. Operación incorrecta del Malacate.
2. Sobrecarga del Malacate.
3. Falla de una pieza del Malacate.
4. Sobrecalentamiento y humedecimiento de las bandas del freno del Malacate.

c. Como evitar los accidentes.

Unicamente el Toolpusher, el Supervisor, el Perforador están autorizados para operar el Malacate.

1. Unicamente la cuadrilla entrenada de los mecanicos está autorizada para inspeccionar, dar mantenimiento o reparar el Malacate.
2. Las guardas y cubiertas no deben retirarse del Malacate mientras éste se encuentre en operación. Todas las guardas deben volverse a colocar en su lugar antes que el Malacate reanude su operación.
3. Procedimientos:
 - a) El Perforador debe encadenar la patecabra cada vez que se retire de la consola del perforador.
 - b) No distraiga al Perforador mientras él esté operando el Malacate.
 - c) No obstaculize la visión de el perforador con respecto al bloque o de la sarta de perforación mientras él esté operando el Malacate.
 - d) Nunca rocíe agua sobre el tambor del freno cuando lave el Malacate.
 - e) Nunca se pare sobre el Malacate mientras el tambor esté en movimiento.

d. Que hacer sí algo falla.

1. Suministre Primeros Auxilios inmediatamente.
2. Obtenga ayuda del Personal Médico del equipo.

e. Equipo de protección necesario.

1. Guantes.
2. Botas de seguridad.
3. Cascos.
4. Gafas protectoras.
5. Protector auditivo.
6. Cinturón antihernia.

	LISTA DE INPECCION DEL MALACATE	Versión: 1
		Pagina 1 de 1
EQUIPO:	FECHA:	N° DE OT:

<u>NOTA: SEGÚN EL TIPO DE MANTENIMIENTO A EJECUTAR, DILIGENCIE LA CASILLA SOMBREADA</u>	SEMANA 1			SEMANA 2			SEMANA 3			MENSUAL			ANUAL		
	OK	NO	N/A	OK	NO	N/A	OK	NO	N/A	OK	NO	N/A	OK	NO	N/A
Revisar Tensión de Cadena, verificar la cantidad de aceite (Según el manual del fabricante) en el alojamiento y estado del aceite															
Aplicar grasa en las graseras del malacate, hasta observar que la grasa empieza a salir por las uniones y por los rodamientos															
Verificar que toda carcaza esté en su lugar y aseguradas sin fugas															
Revisar el flujo de agua de refrigeración de las bandas y la presión (Según el manual del fabricante)															
Verificar el estado de los brake rims y de las bandas del freno, si estas sobrepasan las guías de los tornillos, es necesario cambiarlas															
Verifique que las contratuercas del sistema de ajuste de los frenos, se encuentren bien ajustadas															
Verificar que las tuercas de los tornillos que sostienen las bandas de freno se encuentren bien apretadas, si estas se sueltan muy seguido, es necesario golpear los hilos del tornillo hacia la cabeza de este, con el fin de que las tuercas no se puedan soltar															
Con los frenos aplicados, verifique las tolerancias en las bandas de frenado															
Verifique que el sistema de freno, tenga el balance apropiado formando un ángulo de 90 Grados															
Revisar el varillaje de los frenos, uniones soldadas															
Revisar detalladamente estado de pasadores y chavetas del tren de frenado															
Revisar detalladamente estado de pines de todo el sistema de palancaje del malacate															
Verificar la Operación del cown-o-matic y calibrarlo															
Verificar el suministro de aire (100 a 120 PSI)															
Verificar el estado y apriete de los perros que sujetan al cable															
Inspeccione los anclajes del malacate y torque															
Revisar el varillaje de los frenos, uniones soldadas															
Cambiar pasadores y chavetas del tren de frenado															
Cambiar pines de todo el sistema de palancaje del malacate															
Inspeccionar con partículas magnéticas el tambor, sunchos y varillaje															
Inspeccionar con ultrasonido el eje principal del malacate															
Revisar discos de fricción y diafragma															
Drenar filtros y Tanques de aire															
Realice pruebas															

OBSERVACIONES:

PERSONAL QUE EJECUTA	JEFE DE EQUIPO-AREA / SUPERVISOR
----------------------	----------------------------------

6 CONCLUSIONES

Para mantener una maquina en un excelente estado operativo no hay que escatimar tiempo ni recursos en su mantenimiento, los programas de verificación y mantenimiento son la vida de los equipos.

El éxito de mantener en óptimas condiciones de operatividad el malacate es un buen programa de mantenimiento en donde se inspeccione periódicamente el estado de los rodamientos y se mida la tolerancia de estos mismos, ya que un cambio de rodamientos no planeado puede costar mucho tiempo de perdida para el equipo.

Con las listas de chequeo se logra familiarizar y agilizar el proceso de inspección del equipo del malacate y así garantizar el óptimo desempeño del equipo y evitar downtime (Perdida de Tiempo) o fallas que puedan traer resultados no complacientes.

Con el trabajo de campo y el análisis de datos utilizados para realizar la lista de mantenimiento y de inspección, pudimos encontrar que en algunas las listas de verificación y mantenimiento del malacate no toman el ángulo de esviaje el cual influye en la posición del malacate respecto a la mesa, un ángulo de esviaje muy grande influye en el desgaste del cable de perforación y en el desgaste y eficiencia del malacate.

La importancia para una compañía que se emplea a la perforación llevar y ejecutar en su departamento de mantenimiento las lista de mantenimiento y verificación, ya que en ello podemos evitar pérdidas humanas, daños en equipos que nos llevan a pérdida de tiempo (Dinero), perdidas contractuales.

7 RECOMENDACIONES

Es de suma importancia en el taladro la adecuada operación del malacate pero las fallas humanas están presentes siempre debido a ello se deben hacer las pruebas de confiabilidad del dispositivo anti-golpe (protector de bloque de corona):

Los frenos detienen o permiten la rotación del tambor del Malacate; por esta razón las bandas de freno se deben mantener según el espesor recomendado por el fabricante la única forma de servirse de esto es mediante la inspección de las bandas del freno.

La toma regular de parámetros del agua de refrigeración del malacate previene la corrosión acelerada de las líneas de refrigeración debido a cambios de los parámetros del agua por contaminación o por la antigüedad del agua.

Diariamente, se debe hacer una inspección visual del cable de perforación a medida que se enrolla o desenrolla del tambor. Los puntos débiles que acusen alambres rotos o desgastados, o una distorsión del cable se pueden eliminar del sistema mediante deslizamiento y corte del cable. Cuando se hacen trabajos con tubería atascada o de pesca se producen sobrecargas o cargas de impacto que hacen aconsejable una inspección.

REFERENCIAS

1. Universidad de Texas, Petex, (1980). *Equipo rotatorio componentes*. Tercera Edición. USA. 140pp.
2. American Petroleum Institute (API). (2009). *Procedures for inspection, maintenance, repair, and remanufacture of drilling equipment*.
3. Instituto Americano de Petróleo (2001). *Manual de fluidos de perforación*. Dallas, Texas.
4. Dyke K.V. (1995). *Drawworks and the compound*. Petroleum extension service the university of Texas at Austin (Petex)
5. L'Espoir J. (2009). *Transfer of technology*. Water Well Journal- Expandel series.
6. *Guidance of regulation and testing applicable to drawworks equipment* (2007). Recuperado de: [http/ hse.gov.uk](http://hse.gov.uk)
7. Oil and gas well driving and servicing etool (2009). Recuperado de: [http/ hse.gov.uk](http://hse.gov.uk)
8. Xoy R.G. (2006) *Tesis Mantenimiento preventivo y correctivo para torres de perforación de pozos*. Universidad de San Carlos, Guatemala.
9. IADC Drilling Manual (V 11).
10. NABORS DRILLING. *Rig Manager System*, Tomo V.
11. Discovery Energy Services “Completions and Workover Rig – Rig 1 ”. Specifications Brochure. Ficha Técnica.

12. Discovery Energy Services “Completions and Workover Rig – Rig 3 ”. Specifications Brochure. Ficha Técnica.
13. Discovery Energy Services “Completions and Workover Rig – Rig 6 ”. Specifications Brochure. Ficha Técnica.
14. Discovery Energy Services “Drilling Rig – Rig Discovery 8”. Specifications Brochure. Ficha Técnica.
15. Pointer Instrument Services Ltda. (2013) *Capacitaciones en las áreas técnica y operativa.*