



INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL

PROYECTO:

**DIAGNÓSTICO DE REPARACIÓN DE FALLAS EN MALACATES ACTIVADOS
NEUMÁTICA Y ELÉCTRICAMENTE DE DIVERSAS POTENCIAS (1000-3000 HP) PARA
EQUIPOS DE PERFORACIÓN DE POZOS PETROLÍFEROS (PARA UN LOTE DE 5
MALACATES DE DIVERSAS MARCAS)**

EMPRESA:

INDUSTRIAL PERFORADORA DE CAMPECHE S.A. DE C.V.

RESIDENTE:

NOE MORALES VELASCO

NO. DE CONTROL:

10270245

CARRERA:

INGENIERÍA MECÁNICA

PERIODO DE RESIDENCIA:

ENERO-JUNIO 2014

TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS, JUNIO 2014

Índice

1. Introducción	4
2. Justificación del proyecto	6
3. Objetivos	7
4. Caracterización del área en que participó.....	8
4.1. Organigrama.....	9
4.2. Misión	10
4.3. Visión	10
4.4. Política	10
5. Problemas a resolver con su respectiva priorización	11
6. Alcances y limitaciones.....	12
7. Fundamento teórico.....	13
7.1. Mantenimiento.....	13
7.1.1. Correctivo.....	13
7.1.2. Preventivo.....	13
7.1.3. Predictivo.....	14
7.2. Malacate.....	14
7.3. Sistemas de operación del malacate de:.....	15
7.3.1. Enfriamiento.....	15
7.3.2. Frenado principal y auxiliar.....	16
7.3.3. Embragues.....	17
7.3.4. Neumático.....	18
7.3.5. Protección de corona (CROWN-O-MATIC).....	19
7.3.6. Lubricación.....	20
7.3.7. Transmisión.....	21
7.3.7.1. Tipos de desgaste.....	21
7.3.7.2. Rodamientos.....	22
7.3.7.3. Coples.....	23
7.3.7.4. Cadenas.....	24
8. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas en malacate:.....	26
8.1. NATIONAL 1625 UE (3000 HP).....	27
8.2. NATIONAL 1320-E (2000 HP).....	31
8.3. IDECO H-1200 EQ. 610 (1200 HP).....	34

8.4. IDECO HYDRAIR 7-11 (1000 HP)	38
8.5. IDECO 2100 EQ. 514 (2000 HP)	43
9. Resultados de análisis de averías del sistema de frenado principal	44
9.1. Antecedentes	44
9.2. Objeto y alcance del informe.....	45
9.3. Limitaciones	45
9.4. Descripción del desgaste de tambores	46
9.4.1. Descripción de los hechos	46
9.4.2. Sistemas observados.....	46
9.5. Análisis de causa de averías.....	47
9.5.1. Inmediatas.....	47
9.5.2. Remotas.....	47
9.5.3. Más probable.....	49
9.5.4. Sucesión de eventos.....	50
9.6. Diagnóstico de fallas	51
10. Conclusiones y recomendaciones	52
11. Fuentes de información.....	58
12. Anexos	59

1. Introducción

El “monstruo” del petróleo como así le dicen muchos es un conjunto de ciencias aplicadas en el área de perforación y extracción del petróleo. Ciencias aplicadas como la Mecánica de Fluidos, Mecánica de Materiales, Diseño, Hidráulica, Neumática, Eléctrica, Termodinámica, Química, Geología, Geofísica, entre otras.

Mi ubicación es en el área de perforación, en campo (tierra) donde se necesitan dispositivos mecánicos para llevar a cabo esta tarea, la perforación; tales como Top Drive, malacate, bombas de lodo (de pistones), bombas centrifugas, maquinas de combustión interna (con su respectivo generador eléctrico), motores eléctricos de CD y CA, preventores (compuertas hidráulicas), llaves VARCO con sus unidades de potencia hidráulica.

Uno de los dispositivos mecánicos importantes es el malacate que será el tema principal de esta residencia. Existen distintas marcas de malacates pero en Industria Perforadora de Campeche (IPC) se utilizan estas marcas:

- ▲ IDECO
- ▲ NATIONAL
- ▲ CONTINENTAL EMSCO
- ▲ GARDNER DENVER

El interés de los malacates en su clasificación no es en la marca sino en la entrada de potencia (“caballaje”, HP) o la profundidad aproximada a la que puede perforar el equipo con la tubería de perforación dependiendo del diámetro y el peso por pie dado.

Por eso el mantenimiento de este es de gran importancia debido a que cuenta con varios sistemas en los que puede llegar a fallar, de:

- ▲ Enfriamiento
- ▲ Frenado principal y auxiliar
- ▲ Neumático
- ▲ Embragues
- ▲ Protección de corona (CROWN-O-MATIC)
- ▲ Lubricación
- ▲ Transmisión

El malacate es un dispositivo mecánico, rodillo o cilindro giratorio, impulsado por una máquina de combustión interna o un motor eléctrico, con un cable sobre el cilindro, que sirve para arrastrar, levantar y/o desplazar objetos muy pesados.

Anteriormente todo era muy rústico pero eficiente para la necesidades de ese tiempo, un ejemplo claro, es la grúa de Herón, que con simples palos, cuerdas, polea y algo de ingenio para el diseño podían levantar pesos de aproximadamente 25 kilos donde se necesitaba el esfuerzo humano.

Hoy en día las necesidades son demasiado exigentes, como el malacate compuesto de componente mecánicos como coples, engranes, catarinas, cadenas, embragues, frenos y todo esto con una transmisión de motores de corriente directa, que reemplaza al esfuerzo humano para cumplir las exigencias de la industria.

Se hablara también sobre los componentes mecánicos en el fundamento teórico, de lo que está compuesto el malacate y dar a conocer más sobres estos componentes de un punto de vista de ingeniería, basada en una materia, Diseño Mecánico.

2. Justificación del proyecto

El diagnóstico de las fallas de los malacates es una solución porque nos provee un conocimiento profundo sobre las fallas frecuentes, el correcto funcionamiento del mantenimiento preventivo y correctivo de los malacates para uso en la perforación de pozos petrolíferos. También nos proporciona la actualización del historial de fallas frecuentes y un análisis profundo sobre el malacate.

Es fundamental dar a conocer los componentes mecánicos del malacate de forma técnica y de Ingeniería para que los conozcan con mayor profundidad como los frenos, embragues, coples, y cadenas.

Industrial Perforadora de Campeche tiene un personal preparado para realizar mantenimiento a sus equipos mecánicos, y necesita personal preparado para generar un informe sobre las fallas más frecuentes, al igual que conocimiento de ingeniería para describir la raíz de las fallas de sus componentes mecánicos.

Para conocer íntimamente las causas se realizó el mantenimiento, según sea el caso, preventivo, predictivo o correctivo, y así conocer a fondo el problema de interés en los malacates.

Entonces se realizó el mantenimiento a los malacates de diferentes características y gracias a los distintos problemas, pero muy relacionados, se identificaron las posibles causas, que esto conlleva a un análisis de cada causa para poder definir precisamente los motivos de estos problemas.

El análisis de las causas se concluye con un diagnóstico que es la explicación del problema en términos de ingeniería. Con lo que se define en el diagnóstico, se utiliza para proporcionar soluciones y así elegir una para poner en marcha ese plan solución.

Claro es una posible solución a menos que la empresa quiera llevarla a cabo, debió a que entran otros factores que no están tomados en cuenta como costos, herramientas, personal capacitado y materiales para dar inicio a la solución planeada.

El análisis de averías conlleva a la explicación de cada causa del problema y después se dicta un diagnóstico de lo que está ocurriendo, y de este, se parte para generar una solución y así resolver el problema.

3. Objetivos

3.1 Generales

- ⤴ Realizar mantenimiento ya sea preventivo, predictivo y/o correctivo a los componentes mecánicos de malacate a través de un programa de mantenimiento.
- ⤴ Realizar análisis de elementos mecánicos con mayor prioridad en funcionamiento y de manera financiera.
- ⤴ A través de esto, diagnosticar fallas y disminuir costos por reparaciones repetitivas.

3.2 Específicos

- ⤴ Identificar y diagnosticar los elementos de fallas en los malacates para su reparación.
- ⤴ Analizar cada una de ellas para encontrar la causa raíz.
- ⤴ Elaborar un documento (análisis de averías) que contenga problemas, causas y soluciones para facilitar la labor del equipo de mantenimiento y operación.
- ⤴ Obtener continuidad en las operaciones y evitar paros ociosos de equipos.

4. Caracterización del área en que participó

La residencia con nombre “Diagnostico de reparación de fallas en malacates activados neumática y eléctricamente de diversas potencias (1000-3000 HP) para equipos de perforación de pozos petrolíferos (para un lote de 5 malacates de diversas marcas)” es realizado en Industrial Perforadora de Campeche S.A. de C.V. encargada de realizar la perforación, terminación y mantenimiento en pozos petrolíferos.

I.P.C. es una empresa 100 por ciento mexicana, líder en servicio de perforación y terminación de pozos petroleros costa afuera (plataforma) y en tierra. Actualmente IPC opera más de 20 equipo de perforación terrestre de diversas capacidades y además tiene equipos adicionales en disposición para cualquier inconveniente.

El 20 de junio de 2007, Industrial Perforadora de Campeche, S. A. de C. V. (IPC) firmó un contrato por cinco años con Pemex Exploración y Producción para el arrendamiento de una plataforma semi-sumergible de perforación para operar en tirantes de agua de 10,000 pies (3,048 metros). Este arrendamiento inició a finales del año 2010.

El área en que se participó es en la perforación terrestre y cuando estos están en operación se aplica mantenimiento preventivo lo que genera obtener una continuidad en la operación y evitar algún inconveniente por alguna falla.

En caso de que el mantenimiento preventivo ya no sea necesario este tendrá una reparación mayor (mantenimiento correctivo) donde este se lleva a cabo en la base Cárdenas, Tabasco, además se realizara un análisis dando un diagnóstico claro de lo que ocurre y las posibles soluciones de los componentes más importantes.

El mantenimiento en esta empresa es muy importante debido que nuestro cliente principal es PEMEX y en algún paro de maquinas esto con lleva a multas debido al tiempo perdido, entonces el punto principal en la industria es “cero fallas”, en los malacates que es una maquina principal en la operación de la perforación de pozos petroleros.

4.1 Organigrama

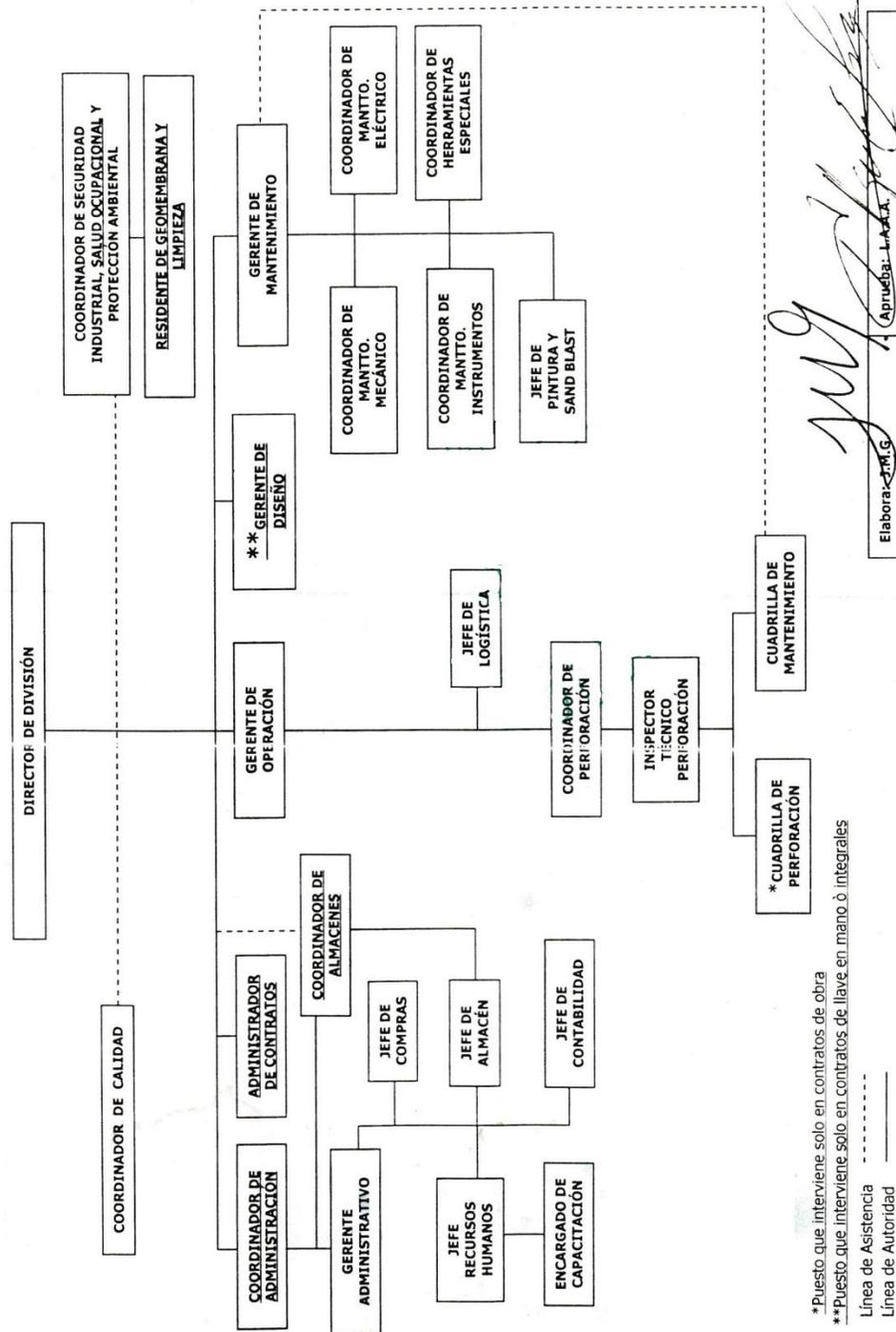


Fig. 4.1. Organigrama de I.P.C.

4.2 Misión

Industrial Perforadora de Campeche, S.A. de C.V., efectúa la perforación, terminación y mantenimiento de pozos petroleros, cuidando la calidad, la salud e integridad física de los trabajadores y de sus instalaciones, respetando el entorno ecológico.

4.3 Visión

Industrial Perforadora de Campeche, S.A. de C.V., tiene como propósito principal ser una empresa líder en la perforación, terminación y mantenimiento de pozos petroleros, cumpliendo con la calidad, seguridad, salud y protección ambiental en toda su organización.

4.4 Política

Industrial Perforadora de Campeche, S.A. de C.V., se distingue por su esfuerzo y compromiso con la calidad, la seguridad, la salud en el trabajo y la protección ambiental, aplicando la mejora continua en sus procesos, cumpliendo con la normatividad aplicable y con los requisitos del cliente.

5. Problemas a resolver con su respectiva priorización

Principalmente disminuir costos de reparaciones constantes aplicando un mantenimiento preventivo a los distintos tipos de malacates y tal sea el fallo de que este tipo de mantenimiento ya no corresponda, aplicaríamos un mantenimiento correctivo, sustituyendo el componente y mantenimiento predictivo a la vez.

Se indagó sobre los componentes y sistemas con el que cuenta el malacate. Se realizó la tarea de explicar y conocer las características y funciones de los distintos sistemas con que cuenta el malacate. Esta actividad sirvió para conocer los problemas más frecuentes y dar solución a los de mayor interés para poder disminuir costos de mantenimiento de alguna manera.

Además de conocer las características y funciones del malacate de manera técnica, se detectaron las fallas, por medio del mantenimiento correctivo, preventivo, predictivo y de la operación de este mismo, realizando un documento (análisis de averías) que contenga problemas, causas y soluciones para facilitar la labor de los trabajadores de mantenimiento y la operación del malacate en el pozo de perforación.

Se observaron varios problemas de bajo interés, pero otros con mayor, como es el desgaste excesivo de los tambores de frenado principal.

6. Alcances y limitaciones

♦ Alcance

Realizar el mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo dependiendo del motivo, por el cual se realiza y la urgencia que tenga cada malacate para poder cumplir con su correcto funcionamiento y así producir servicio que brinda la empresa, como la terminación y perforación de pozos petrolíferos.

Se indagó para realizar un análisis de averías a los componentes mecánicos de mayor importancia tanto en el funcionamiento como económicamente para evitar paros ociosos y disminuir los gastos mayores del mantenimiento correctivo.

Por medio del mantenimiento que se realiza y en análisis de averías se seleccionaron los componentes de mayor importancia en funcionamiento y costos, como los tambores de frenado principal, observando todas las fallas, relacionarlas con otro sistema que ayuda al desgaste de estos, lo que conlleva a generar un diagnóstico del desgaste de los tambores y proponiendo una solución que satisface todas las características de la falla.

♦ Limitaciones

La única limitante que se detecta en este proyecto es que no se pueda generar el mantenimiento, ya sea preventivo o correctivo, debido a tales razones como no obtener las piezas o herramientas necesarias por parte del personal.

Se pretendió ampliar el tema de cada sistema del malacate debido a que el diseño de estas máquinas es un tema muy importante y que deberían de conocer más a fondo el diseño de sus partes como el tipo de material, el tamaño, la forma, la resistencia, la cantidad de componentes en la máquina, etc., debido a que esto ayuda al mantenimiento, porque se conocen con más profundidad sus características de funcionamiento pero el proyecto se basa en el diagnóstico del mantenimiento de los sistemas del malacate y un análisis de estos mismos. Entonces el enfoque solo se trata en el mantenimiento de los componentes de los sistemas del malacate.

Se realiza un enfoque en unos de tantos componentes que existe en el malacate, debido a su interés drástico que se tiene en los posibles problemas que llegaran a conocer si su funcionamiento no es correcto y también por el interés económico que tiene este componente.

7. Fundamento teórico

7.1 Mantenimiento

Es el conjunto de acciones necesarias para conservar ó restablecer un sistema en un estado que permita garantizar su funcionamiento a un coste mínimo, por medio de reparación y revisión del funcionamiento regular de los componentes del sistema. Conforme a la definición anterior se derivan estas actividades:

- ⤴ Prevenir y/ó corregir averías
- ⤴ Cuantificar y/ó evaluar el estado de las instalaciones
- ⤴ Aspecto económico (costes)
- ⤴ Evitar detenciones inútiles o paros de máquina
- ⤴ Evitar accidentes
- ⤴ Reducir costes
- ⤴ Prolongar la vida útil de los bienes

Anteriormente desde la revolución Industrial era solo el cambio de componente que fallaba en el sistema y punto, pero el mantenimiento industrial ha evolucionado demasiado que hoy en día se preocupan por la seguridad e higiene del trabajador y el cuidado del medio ambiente, que uno en particular dictaría, y a todo esto, ¿que tiene que ver con el mantenimiento?. Este es el gran paso del mantenimiento que entrelazan las actividades antes mencionadas, que dan lugar a la evolución del mantenimiento.

7.1.1 Mantenimiento correctivo

Conjunto de actividades de reparación y sustitución de elementos deteriorados, que se realiza cuando aparece el fallo.

Es el primer concepto de mantenimiento que se planteo, y el único hasta la primera guerra mundial, dada la simplicidad de las maquinas, equipamientos e instalaciones de la época, mantenimiento era sinónimo de reparar aquello que estaba averiado.

7.1.2 Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo se define como la programación de actividades de inspección de los equipos, tanto de funcionamiento como de limpieza y calibración, que

deben llevarse a cabo en forma periódica con base en un plan de aseguramiento y control de calidad. Su propósito es prevenir las fallas, manteniendo los equipos en óptima operación.

La característica principal de este tipo de mantenimiento es la de inspeccionar los equipos, detectar las fallas en su fase inicial y corregirlas en el momento oportuno.

Con un buen mantenimiento preventivo se obtiene experiencia en diagnóstico de fallas y del tiempo de operación seguro de un equipo.

7.1.3 Mantenimiento predictivo

Conjunto de técnicas que, debidamente seleccionadas, permiten el seguimiento y examen de ciertos parámetros característicos del equipo en estudio, que manifiestan algún tipo de modificación al aparecer una anomalía en el mismo.

Que más que un tipo de mantenimiento, se refiere a las técnicas de detección precoz de síntomas para ordenar la intervención antes de la aparición del fallo tales como:

- ▲ Inspección Visual
- ▲ Líquidos penetrantes
- ▲ Partículas magnéticas
- ▲ Inspección radiográfica
- ▲ Ultrasonidos
- ▲ Análisis de lubricantes
- ▲ Análisis de vibraciones
- ▲ Medida de la presión
- ▲ Medida de temperatura
- ▲ Termografía
- ▲ Impulsos de choque

7.2 Malacate

Es un conjunto de componentes mecánicos dentro de una estructura compacta que permite la ejecución de las operaciones básicas durante la perforación de un pozo:

- ▲ Proporcionar fuerza de transmisión de características apropiadas para permitir que se introduzcan y levanten del pozo las sargas de tubería de perforación y de revestimiento.
- ▲ Transmitir movimiento a la mesa rotaria (encargada de dar el giro para perforar)

- ✦ Transmitir fuerza a los cabrestantes para las maniobras de armar y desarmar la tubería de perforación.

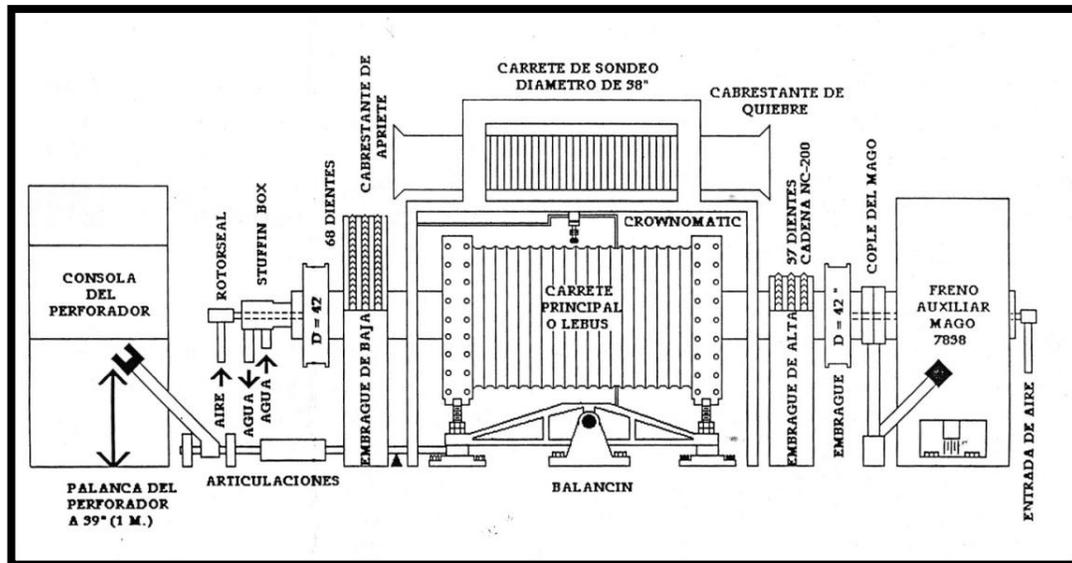


Fig. 7.1. Vista frontal de un malacate IDECO

7.3 Sistemas de operación del malacate

7.3.1 Sistema de enfriamiento

Este sistema es el encargado de retirar el calor (enfriar) generado por la fricción que se genera entre los embrague neumáticos y los tambores de embragues, al igual que los tambores principales con los cinchos, con sus correspondientes balatas (ubicados a sus lados del carrete principal).

Este sistema de gran importancia debido a que su función es la de enfriar los tambores de frenado principal y los tambores de embrague de alta y baja, en dado caso de que este sistema no estén funcionando los tambores se calientan exageradamente llegando al grado de estar al “rojo vivo”, obviamente el daño en los tambores es de tal atención debido a varias razones:

- ✦ Desgaste excesivo de los tambores y balatas
- ✦ Perdidas en los costos
- ✦ Posibles accidentes, debido a que no hay freno.
- ✦ Problemas con el cliente principal, PEMEX.

Cuando se detiene el movimiento de elementos rotatorios de una máquina mediante un freno, éste absorbe energía cinética de la rotación. Tal energía aparece en el freno en forma de calor.

De igual manera ocurre en los embragues. Se absorbe energía cinética durante el resbalamiento y dicha energía se transforma en calor.

La siguiente tabla muestra algunas propiedades a la fricción, térmicas y mecánicas de algunos materiales para recubrimientos a la fricción.

Tabla 1.2. Coeficientes. Presiones y temperaturas máximas

Material de fricción contra acero o hierro fundido	Coeficiente dinámico de fricción		Presión máxima Psi	Temperatura máxima	
	Seco	En aceite		°F	°C
Moldeado	0.25–0.45	0.06-0.09	150-300	400-500	204-260
Tejido	0.25-0.45	0.08-0.10	50-100	400-500	204-260
Metal sinterizado	0.15-0.45	0.05-0.08	150-300	450-1250	232-677
Hierro fundido o acero endurecido	0.15-0.25	0.03-0.06	100-250	500	260

7.3.2 Sistema de frenado principal y auxiliar

♦ Frenado principal

El frenado del malacate es impresionante debido a que con una simple palanca llega a sostener grandes cantidades de peso, un perforador que pese de 65 a 70 kg llega a sostener cientos de miles de libras (cientos de toneladas).

Las bandas (cinchos) con balatas están conectadas por medio de un balancín igualador, que divide la fuerza aplicada entre las dos bandas, este opera eficientemente solo en una dirección.

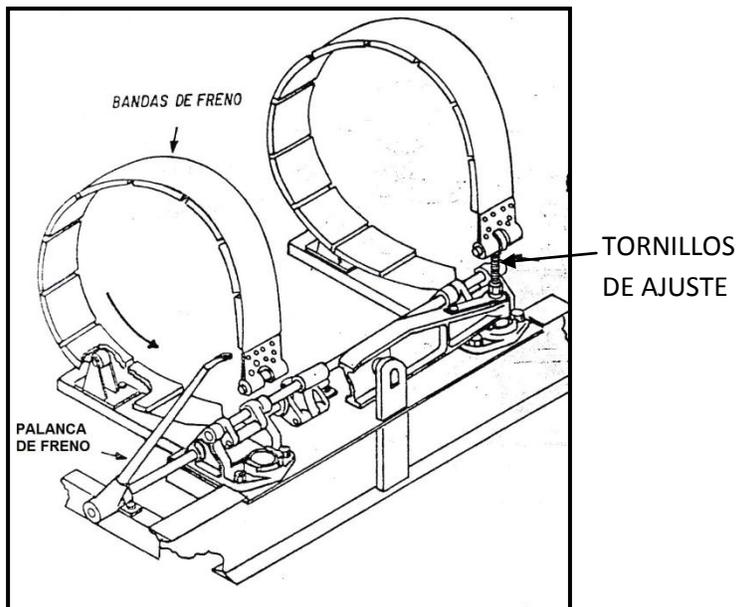


Fig. 7.2. Freno Principal

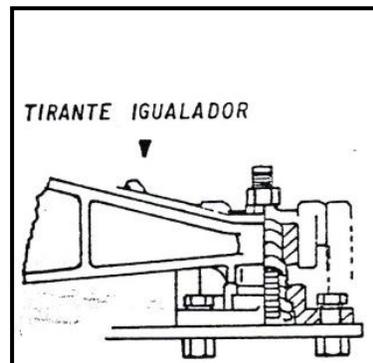


Fig. 7.3. Tornillos ajuste, vista frontal

Este sistema funciona para sostener demasiado peso, siempre y cuando este peso no esté en movimiento para poder evitar el desgaste por deslizamiento, ya sea de los tambores o de las balatas.

- **Frenado auxiliar**

El frenado auxiliar es un motor eléctrico de corriente directa que genera una fuerza electromagnética, se encuentra conectado por un cople del lado del embrague de alta y en el eje principal, donde se encuentra el carrete. Este tiene la finalidad de disminuir la velocidad de toda la tubería cuando va en sentido hacia abajo.

Anteriormente este freno era hidromántico, funcionaba con agua para poder realizar la misma función de generar movimiento angular en sentido contrario al giro del malacate cuando este bajando un peso (sarta de tuberías).

7.3.3 Sistema de embragues

Los embragues son dispositivos de fricción utilizados para conectar ejes (acelerando los cuerpos conducidos hasta que alcancen la misma velocidad angular que el impulsor).

Los sistemas mecánicos necesitan controlarse siempre que exista la necesidad de cambiar el sentido del movimiento de uno o más de sus componentes. Los elementos mecánicos que más se utilizan para controlar el movimiento son el embrague y el freno.

Existen distintos tipos de embragues: mecánicos, hidráulicos, neumáticos y eléctricos; o también clasificados por su transferencia de energía: de contacto positivo y de fricción. Los distintos tipos de malacates manejan embragues neumáticos y mecánicos, pero la mayor parte son neumáticos, y son de contacto positivo:

- ▲ Zapata externa sobre el tambor
- ▲ Zapata interna sobre tambor
- ▲ Disco sobre disco



Fig. 7.4. Embrague neumático

7.3.4 Sistema neumático

Este sistema cumple la función de alimentar con aire los diafragmas de los embragues, para así poder cumplir su función de transmitir movimiento, también el aire es participe en la activación del sistema de protección de corona.

El sistema de aire es importante debido a que si, en sus tuberías no está fluyendo el aire correctamente, o sea, esta obstruido, nunca embragara los componentes que pretende unir.

Un factor muy importante que uno tiene que tomar en cuenta es la presión con la que se alimenta, que debe de ser entre 100 a 120 psi, porque si es menor de 100 psi puede llegar a tener conflictos con la fricción del diafragma con los tambores de embragues.

No hay que olvidar que la lubricación en los sistemas neumáticos es indispensable debido a que sirve por varias razones:

- ▲ Lubricar y limpiar los contaminantes que se adhieren en la conductos
- ▲ Evitar la humedad en los conductos
- ▲ Lubricar los componentes para tener un mejor marcha

Algunos componentes del sistema neumático son las líneas (de alimentación), diagramas, conexiones, válvulas de control, roto seal mismo que sirve para la entrada de aire, puede

observarlo en el anexo fig.2 parte 26, y los últimos dos de los se hablara en el siguiente sistema son la válvula de relevo (válvula toggle) y un actuador neumático.

7.3.5 Sistema de protección de corona (CROWN-O-MATIC)

Todos los malacates en IPC cuentan con sistemas de seguridad en el sistema neumático para proteger los embragues y un posible accidente de contacto entre la polea viajera contra la corona.

Algunos malacates cuentan con una válvula de control que al bajar la presión a una magnitud fuera de lo normal, cortan el suministro de aire en todo el sistema, protegiendo en esta forma a todos los embragues que estén en función y pudieran quemarse por operar con presión baja de aire.

En el caso de la protección de la polea contra impactos en el sistema neumático opera de la siguiente manera:

En el momento en que la polea viajera va subiendo, poco antes de que golpee contra la corona, una válvula de operación neumática (válvula toggle) es accionada por la gran cantidad de cable enrollado en el carrete principal; el accionamiento de esta válvula, en forma automática, detiene toda la operación del malacate y frena al tambor principal, por medio de un cilindro neumático que es accionando por la válvula toggle, también válvula de seguridad.

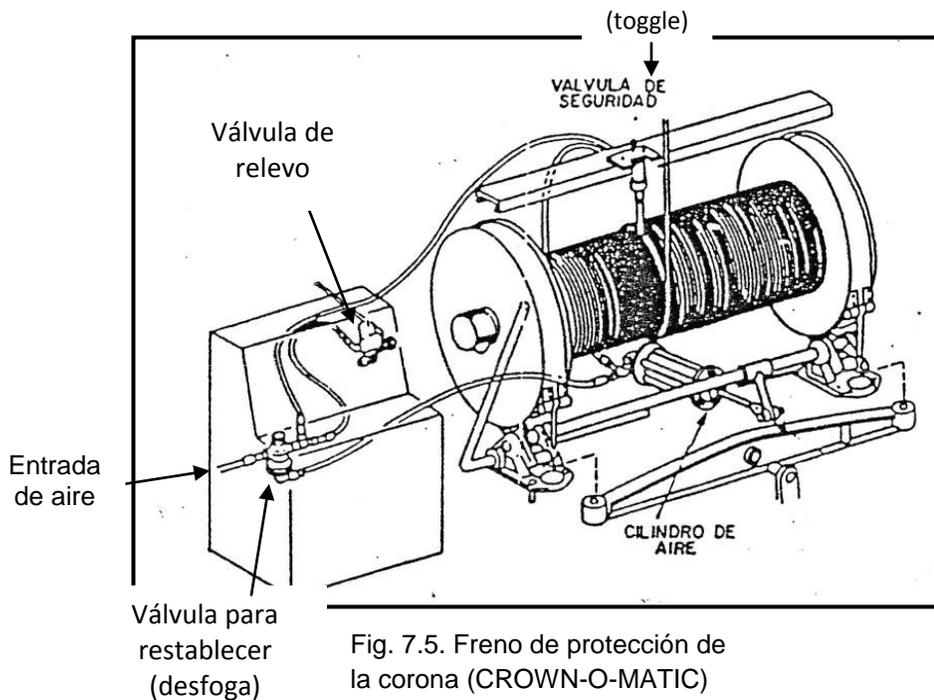


Fig. 7.5. Freno de protección de la corona (CROWN-O-MATIC)

7.3.6 Sistema de lubricación

La lubricación es de extremo interés para el ingeniero de mantenimiento, porque tiene una marcada influencia en los costos que tiene que cargar al servicio de mantenimiento. Cualquier máquina trabajará con mayor seguridad si está correctamente lubricada.

A todo el equipo se le exige producir enormes tonelajes y operar bajo cargas cada vez más pesadas. Al dar mantenimiento a éste equipo, el objetivo es conservarlo en operación durante el mayor tiempo posible sin desgaste excesivo ni descomposturas.

El sistema de lubricación en el malacate cuenta con tuberías con orificios y pequeñas toberas para poder lubricar de una manera correcta:

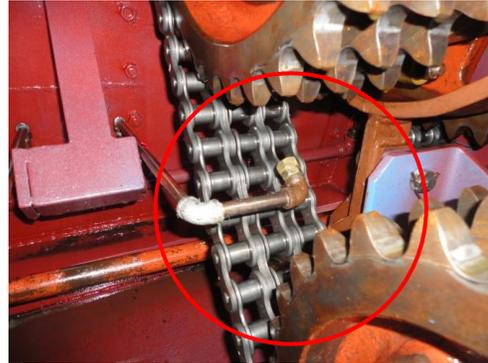


Fig. 7.6. Toberas de lubricación

- ▲ Cadenas
- ▲ Rodamientos de agujas
- ▲ Rodamientos autolineables
- ▲ Rodamientos de bolas
- ▲ Catarinas

Funciones de un lubricante:

- | | |
|-----------------------------|--|
| ▲ Control de la fricción | ▲ Transmisión de potencia (hidráulica) |
| ▲ Control del desgaste | ▲ Amortiguador |
| ▲ Control de la temperatura | ▲ Removedor de contaminantes |
| ▲ Control de la corrosión | ▲ Formación de sellos |
| ▲ Aislante eléctrico | |

Un ejemplo de cómo se maneja el tipo de lubricación por aspersión:

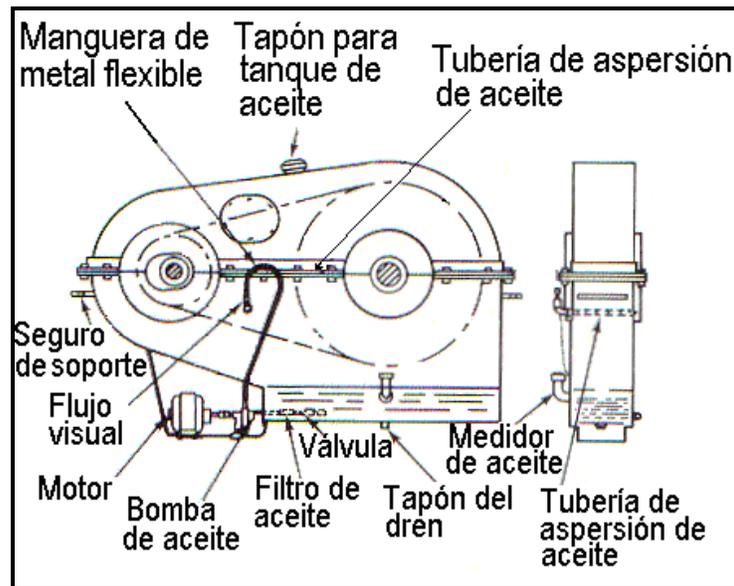


Fig. 7.7. Lubricación por aspersión

7.3.7 Sistema de transmisión

7.3.7.1 Tipos de desgaste

En el desgaste adhesivo la adhesión de las dos superficies en contacto es superior a la que hay entre las capas superficiales del propio material. Se produce así un progresivo arranque de material:

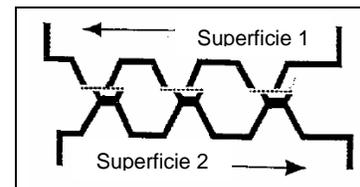


Fig. 7.8. Desgaste adhesivo

En el desgaste abrasivo, partículas extra duras presentes entre las dos superficies en contacto abren surcos y arrancan material de una o de las dos superficies.

El desgaste erosivo es causado por corriente de líquido a alta velocidad conteniendo partículas abrasivas.

La fatiga superficial es el resultado de elevadas tensiones de compresión en los puntos o líneas de contacto. Estas tensiones elevadas y repetitivas en las mismas áreas produce fisuras superficiales que eventualmente se propagan originando partículas que se desprenden de la superficie.

La corrosión está presente siempre que hay un ataque de la superficie metálica con pérdida de metal, ya sea por oxidación o ataque químico.

7.3.7.2 Rodamientos

Los cojinetes de contacto giratorio (Rodamientos) son elementos que utilizan bolas o algún tipo de rodamiento entre las piezas fijas y móviles. El tipo más común de cojinete soporta una flecha giratoria, que resiste cargas radiales simples o una combinación de cargas radiales y axiales o de empuje. Los componentes de un cojinete de contacto giratorio se muestran en la siguiente figura:

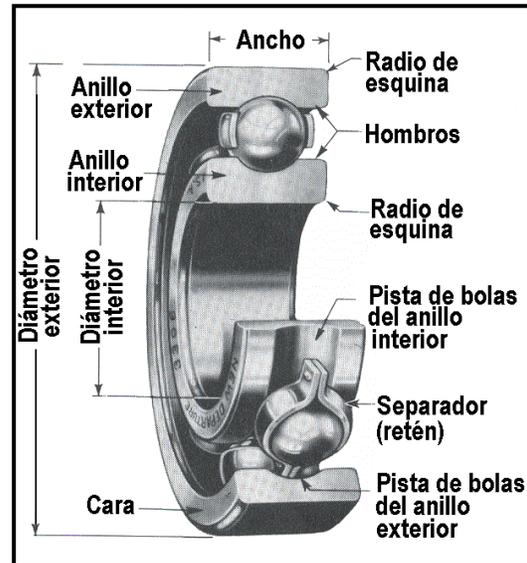


Fig. 7.9. Características de un rodamiento

Por lo regular, la pista de rodamientos externa es fija y se sostiene mediante la carcasa de la máquina. La pista de rodamientos interna es presionada contra la flecha giratoria y por lo tanto gira junto con ésta. La trayectoria de la carga es a partir de la flecha, hacia la pista de rodamientos interna, hacia las bolas, hacia la pista externa, y, por último, hacia la carcasa.

El coeficiente de fricción típico para un cojinete de contacto giratorio está entre 0.001 y 0.005 pulgadas aproximadamente. Ejemplos de algunos cojinetes que se utilizan:

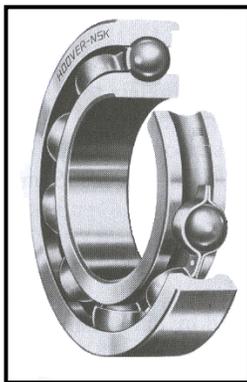


Fig. 7.10 Cojinete de esfera

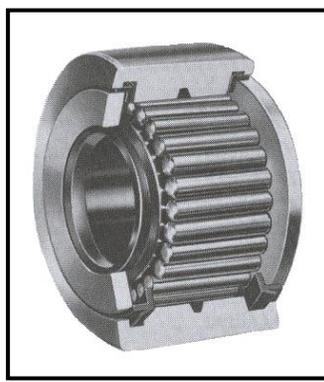


Fig. 7.11. Cojinete de aguja



Fig. 7.12. Cojinete autolineable

7.3.7.3 Coples

El término cople se refiere a un dispositivo que se utiliza para unir dos ejes en sus extremos con el fin de transmitir potencia.

Existen dos tipos generales de coples:

- a) Rígidos.
- b) Flexibles.

♦ Coples rígidos

Los coples rígidos se diseñan para unir firmemente a dos ejes de tal manera que no se pueda generar un movimiento relativo entre ellos. Este diseño es deseable para ciertos equipos en donde se requiere una alineación muy precisa entre ejes, donde su aplicación está en la transmisión del malacate, con sus respectivos motores de corriente directa.

En la siguiente figura se muestra un cople rígido común, en el cual los bordes o pestañas se montan en los extremos de cada eje y se unen por una serie de tornillos.

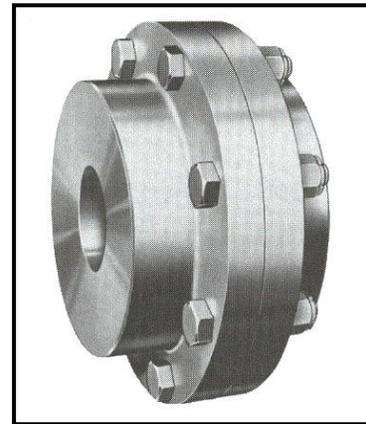


Fig. 7.13. Cople rígido

♦ Coples flexibles

Los coples flexibles se diseñan de tal forma que sean capaces de transmitir torque con suavidad en tanto permiten cierta desalineación axial, radial y angular. La flexibilidad es tal que, cuando ocurre desalineación, las piezas del cople se mueven sin ninguna o una mínima resistencia. En consecuencia no se desarrollan tensiones significativas por flexión en el eje.

Algunos tipos de coples flexibles son:

- a).- Cople de cadena. Este tipo de cople transmite el torque mediante una cadena de rodamiento doble. Los espaciamientos entre la cadena y los dientes de la rueda dentada en las dos mitades del cople compensan la desalineación.

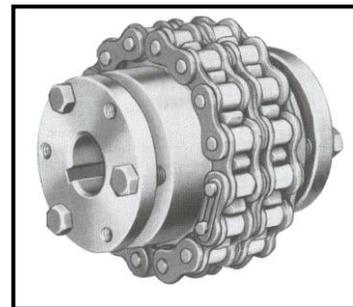


Fig. 7.14. Cople de cadena

b).- Cople Grid-flex.- En este cople el torque se transmite mediante una rejilla de acero flexible con resorte. La flexión de la rejilla permite desalineación y es torsionalmente elástica para resistir cargas de choque.

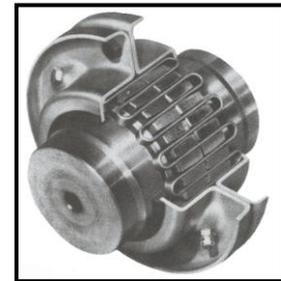


Fig. 7.15. Cople Grid-flex

7.3.7.4 Cadenas

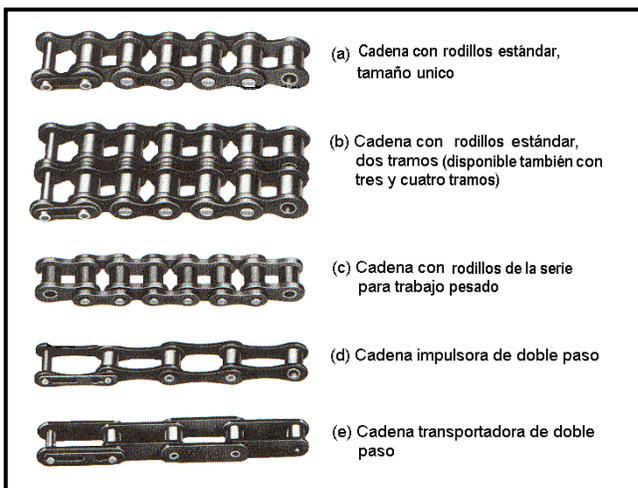


Fig. 7.16. Tipos de cadenas

El tipo más común de cadena es la cadena de rodillos, en la que el rodillo de cada perno proporciona una fricción excepcionalmente baja entre la cadena y las ruedas dentadas. Otros tipos incluyen una variedad de diseños extendidos de eslabones que casi siempre se emplean en transportadores. La figura siguiente muestra algunos de estos elementos:

Las cadenas de rodillos se clasifican con base en su paso p , que es la distancia entre partes correspondientes de dos eslabones adyacentes. El paso se ejemplifica, por lo regular, como la distancia entre pernos adyacentes. La figura que se indica a continuación nos muestra las características básicas de una cadena de rodillos.

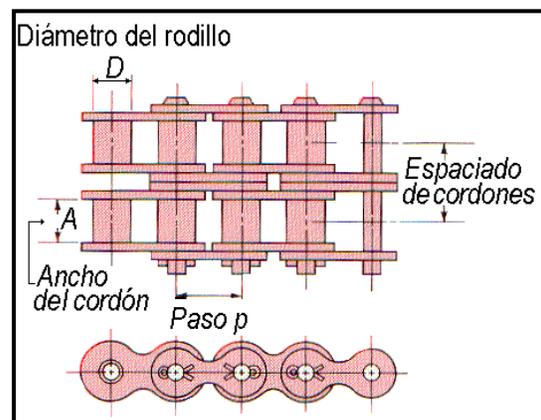


Fig. 7.17. Características de cadena

En la tabla siguiente se dan las dimensiones de cadenas de transmisión de rodillo estándar.

Tabla 2. Datos técnicos de cadenas

Número de Cadena ANSI.	Paso, p , pulgadas.	Diámetro del rodillo, D , en pulgadas.	Ancho del rodillo, A , en pulgadas.	Diámetro del pasador, d , en pulgadas.	Espesor de la placa eslabón, a , en pulgadas.	Resistencia última mínima en libras.
25	1/4	0.130	1/8	0.0905	0.030	780
35	3/8	0.200	3/16	0.141	0.050	1760
41	1/2	0.306	1/4	0.141	0.050	1500
40	1/2	5/16	5/16	0.156	0.060	3125
50	5/8	0.400	3/8	0.200	0.080	4480
60	3/4	15/32	1/2	0.234	0.094	7030
80	1	5/8	5/8	0.312	0.125	12500
100	1 1/4	3/4	3/4	0.375	0.156	19530
120	1 1/2	7/8	1	0.437	0.187	28125
140	1 3/4	1	1	0.500	0.219	38280
160	2	1 1/8	1 1/4	0.562	0.250	50000
180	2 1/4	1 13/32	1 13/32	0.687	0.2811	63280
200	2 1/2	1 9/16	1 1/2	0.781	0.312	78125
240	3	1 7/8	1 7/8	0.937	0.375	112500

8 Procedimiento y descripción de las actividades realizadas

Existen diferentes tipos y modelos de malacates con los que cuenta en funcionamiento la empresa Industrial Perforadora de Campeche S.A de C.V., con distintas potencias tales como:

- ▲ NATIONAL 1625
- ▲ NATIONAL 1320
- ▲ NATIONAL 110-UE
- ▲ NATIONAL 80-B
- ▲ IDECO H-1200
- ▲ IDECO 2100
- ▲ IDECO H 7-11

Se estuvo llevando a cabo mantenimiento a 5 de estos malacates algunos mantenimiento correctivo y predictivo y a otros solo mantenimiento preventivo, debido a que no solo en la base Cárdenas sino también en los pozos de perforación, o sea, se realizó el mantenimiento general (predictivo y correctivo) en base y cuando estaba en operación se realizó mantenimiento preventivo, observando las posibles causas del tema de interés que se da a conocer más adelante.

Fue muy grato estar observando la operación del malacate en el pozo de perforación, al momento de realizar mantenimiento preventivo; realmente se le está muy agradecido a la empresa Industrial perforadora de Campeche S.A. de C.V., debido a que no es solo realizar mantenimiento cuando el equipo está parado, claro no deja de ser importante, pero cuando uno ve operando al malacate uno observa que tanto sufren la piezas, obviamente están diseñadas para eso pero uno detecta cuales pueden llegar a ser la fallas porque en ese momento se ve, se escucha, hasta se inhalan los olores que es lo que puede estar sucediendo cuando este está operando.

Para poder realizar un análisis de averías y generar un diagnóstico se tuvo que realizar el mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo. Conociendo a fondo las fallas más frecuentes, de mayor importancia refiriéndose al funcionamiento y en los costos, por medio de estos mantenimientos se detectaron los componentes con esas características, sus causas, su correcto funcionamiento del que no está disponiendo, pero sobre todo sus posibles soluciones, porque si realmente se requiere que se aplique una solución se requiere de estudios con mayor enfoque a esas fallas y por supuesto especialistas dedicados a esas fallas que queremos solucionar. Claro un ingeniero de mantenimiento

detecta las fallas observando las causas y proponiendo una posible solución para dar acción a esta.

Entonces para detectar las fallas de mayor interés se realizó mantenimiento a un lote de 5 malacates distintos, donde se describen las actividades realizadas:

8.1 Malacate NATIONAL 1625 UE (3000 HP)

Desarmado



Fig. 8.1 Retirando tolvas

- ✦ Se desencadenó la transmisión de la flecha principal con herramientas adecuadas para poder empezar el mantenimiento general.

- ✦ Se verificó con aire las condiciones de los embragues para detectar fugas o daños en válvulas y líneas con una presión de 120 psi.

- ✦ Se desmanteló guardas (tolvas) de protección (fig.8.1).

- ✦ Se desmanteló el sistema de frenado principal, articulaciones, cinchos y freno de la corona (crown-o-matic).
- ✦ Se desinstaló el freno auxiliar y acoplamiento.
- ✦ Se desmanteló el sistema de embrague de alta y baja para poder evaluar las piezas de desgaste y corroborar su correcto funcionamiento.
- ✦ Una vez desarmado todo, se le realiza limpieza general con diesel y líquido bio-desengrasante a los componentes que se les puede aplicar.



Fig. 8.2. Disco de fricción de embrague

Evaluación

- ✦ Se realizó inspección al sistema de lubricación (bombas, líneas y aspersores), por lo que se diagnosticó que se encontraban en perfecto estado.
- ✦ Se revisó y evaluó el sistema neumático (líneas, conexiones, válvulas, freno de corona). Como no se disponía de la consola de mando se instaló una válvula mecánica 3/2 vías, para poder corroborar que no existen fugas.
- ✦ Se inspeccionó el sistema de enfriamiento (líneas, mangueras, conexiones y stuffing box), aplicando un flujo de agua por la entrada del stuffing box y comprobando que este circulara correctamente por el circuito interno de enfriamiento.
- ✦ Se revisó y evaluó las articulaciones de frenos (bujes, pernos) y sprockets de flechas de la transmisión con técnicas de mantenimiento predictivo como líquidos penetrantes y partículas magnéticas, donde no se halló alguna anomalía, sus características son correctas y no fue necesario ninguna corrección.



Fig. 8.3. Verificando espesor



Fig. 8.4. Prueba de dureza al plato de presión

- ✦ Se realizó inspección a los cinchos de frenado principal, tambores de frenado principal, tambor de embrague de alta, plato de presión del disco de embrague de baja (fig. 8.4) y sprockets de flechas de la transmisión con pruebas de dureza, donde se diagnosticó que las propiedades de los componentes estaban cumpliendo con la dureza adecuada por lo que no se corrigió nada.

-
-
- ✦ Se revisó y evaluó embragues de alta y baja, diafragmas, discos de fricción, válvulas, donde se tuvieron que cambiar los discos de fricción debido al desgaste de dientes, verificando con pruebas de dureza las balatas nuevas y corroborando que su grado de dureza es correcto (fig.8.5).



Fig. 8.5. Prueba de dureza disco de fricción

- ✦ Se verificó con la fig.5 del anexo las condiciones de los tambores de frenado principal, dado que el espesor del tambor se encontraba dentro de la tolerancia de desgaste permisible (fig. 8.3), no se realizó ninguna corrección. También se verificó el espesor de las balatas de los cinchos de frenado principal y basándose en el anexo fig. 1 aun se encuentra en la zona de desgaste normal.

- ✦ Se corroboraron las condiciones de funcionamiento por medio de la inspección visual a las bobinas, baleros, sellos, acoplamientos y conexiones del freno auxiliar, verificando su correcto aspecto, por lo regular a este componente no se le aplica mantenimientos grandes en periodos pequeños.

Armado

- ✦ Se recibieron los materiales, refacciones y partes solicitadas al almacén, maquinas y herramientas.
- ✦ Se rectificaron los tambores principales, de embrague de baja y alta, para quitar el cristalizado a los tambores con una piedra alineada a la superficie del tambor, para que no pierda su circunferencia.



Fig. 8.6. Cinchos de balatas

- ✦ Se procedió a la instalación del sistema de freno principal (articulaciones, cinchos y balatas) con la grúa como se muestra en la fig. 8.6, donde se tiene mucho cuidado de no deformar los cinchos.

-
-
- ✦ Después se realiza la instalación del sistema neumático (freno de corona y líneas). Se instalan platos de embrague de baja nuevos, sistema de embrague de baja y alta (fig.8.8)
 - ✦ Se instalaron las guardas de protección (tolvas fig. 8.7).
 - ✦ Por último se instaló sistema de enfriamiento (stuffing box- mangueras, líneas, bombas, válvulas). Y también se hizo limpieza a las superficies de las tolvas para dar presentación, con bio-desengrasante.



Fig. 8.7. Instalación de guardas



Fig. 8.8. Instalación de embrague de baja

8.2 Malacate NATIONAL 1320-E (2000 HP)

Desarmado

- ✦ Se desencadenó la transmisión de la flecha principal.
- ✦ Se verificó con aire las condiciones de los embragues para detectar fugas o daños en válvulas por inspección visual.
- ✦ Se desmanteló guardas (tolvas) de protección.
- ✦ Se desmanteló sistema de frenado principal,



articulaciones, cinchos (fig. 8.9) y Fig.8.9. Lebus sin el cincho de balatas freno de la corona (crown-o-matic) con cuidado para no deformar los cinchos.



- ✦ Se desmanteló freno auxiliar y acoplamiento.
- ✦ Se procedió a desmantelar el sistema de embrague de alta y baja para evaluar su desgaste y dureza de los componentes, por medio un pistón neumático se extrajo una parte del embrague (fig.8.10).
- ✦ Una vez desarmado todo se le dedica limpieza general con diesel y liquido bio-desengrasante.

Fig. 8.10. Embrague de baja desmantelado

Evaluación

- ✦ Se revisó y evaluó el sistema de lubricación (bombas, líneas y aspersores) por medio de inspección visual para definir que la bomba y líneas se encontraba en correcto estado pero algunos aspersores estaban bloqueados.
- ✦ Se procedió a la revisión y evaluación del sistema neumático (líneas, conexiones, válvulas, freno de corona) con una presión de 120 psi para verificar que no existan fugas.
- ✦ Luego se revisó y evaluó el sistema de enfriamiento (líneas, mangueras, conexiones y stuffing box) para definir que no existiera alguna fuga pero en este caso los o-rings estaban desgastados y tuvo que generarse un cambio de estos.
- ✦ Se corroboró las articulaciones de frenos (bujes, pernos), sprockets de flechas de la transmisión, con técnicas de mantenimiento predictivo como líquidos penetrantes y partículas magnéticas, donde no se encontró ninguna anomalía, sus características como la dureza son correctas y no fue necesario ninguna corrección.
- ✦ Después se realizó inspección a los cinchos de frenado principal, tambores de frenado principal, tambor de embrague de alta, plato de disco de embrague de baja con pruebas de dureza, definiendo correctas sus características.
- ✦ Se revisó y evaluó embragues de alta y baja, diafragmas, balatas de discos, válvulas, donde se tuvo que analizar los dientes del embrague mecánico de baja encontrando un desgaste severo (fig.8.11), después se rellenaron de metal los dientes y se rectificaron estos en una máquina para su reparación total.



Fig.8.11. Desgaste de
dientes de embrague de baja



Fig.8.12. Reparación de
dientes

- ✦ Se verificó las condiciones de los tambores de frenado principal, se realizó un ultrasonido para definir que el espesor del tambor y dictar que aun no se ha llegado al desgaste permisible de $\frac{1}{2}$ in (anexo fig.5), pero si se tuvieron que rectificar los tambores de frenado principal, debido a que están cristalizados, o sea, existiría deslizamiento por eso para poder tener nuevamente su coeficiente de fricción se rectifican con el esmeril (fig. 8.13).
- ✦ También se verificaron las balatas de los cinchos de frenado principal y basándome en el anexo fig.1, se verificó que se encuentra dentro de la tolerancia del desgaste permitido.



Fig.8.13. Rectificado de tambores

- ✦ Se corroboró las condiciones por medio de la inspección visual las bobinas, baleros, sellos, acoplamientos y conexiones del freno auxiliar, evaluando un correcto aspecto.

Armado

- ✦ Se recibieron los materiales, refacciones y partes solicitadas al almacén, maquinas y herramientas.
- ✦ Se procedió a instalar el sistema de freno principal (articulaciones, cinchos y balatas), los cinchos con cuidado porque la grúa nunca define con que fuerza esta levantándose, por eso se cuida el procedimiento para que no se deformaran estos.

- ✦ Se instaló el sistema neumático (freno de corona, vehículos y líneas). Después se instalan platos de embrague de baja y diafragma nuevos (fig.8.14), sistema de embrague de baja y alta.



Fig.8.14.Instalación de embrague de baja

- ✦ Se instalaron las guardas (tolvas) y al sistema de lubricación se le realizó el cambio a un aspersor y a otro se le hizo limpieza, verificando un correcto estado.
- ✦ Por último se instaló sistema de enfriamiento (stuffing box- mangueras, líneas, bombas, válvulas) donde se comprobó que no existe alguna fuga. Y se realiza limpieza en la superficie de las tolvas para dar presentación.

A este malacate no se le realizó ningún mantenimiento correctivo solo se le hizo mantenimiento predictivo se verificó que el espesor de los tambores de embragues y el tambor principal estuviesen entre la tolerancia de desgaste permitida.. Para poder designar si estos componentes todavía tienen más uso tienen que basarse en una condición. Pero para predecir el desgaste permitido en función de la carga que reciben los tambores se tendría que realizar estudios de fiabilidad para generar menos costos y hacer más precisa la duración de vida de estos componentes.

8.3 Malacate IDECO H-1200 EQ. 610 (1200 HP)

Desarmado

- ✦ Se desencadenó la transmisión de la flecha principal para poder desinstalar sus componentes internos, verificarlos y corregirlos.
- ✦ Se verificó con aire las condiciones de los embragues para detectar fugas o daños en válvulas y líneas, donde se dictaminó que no se realizara algún cambio a estos componentes.
- ✦ Se desmanteló las guardas (tolvas) de protección (fig. 8.15).
- ✦ Después se procedió a desinstalar el sistema de frenado principal, articulaciones, cinchos y freno de la corona (crown-omatic), cuidando los cinchos.
- ✦ Se desmanteló el sistema de enfriamiento (stuffing box), que contenía demasiada suciedad (fig. 8.16).
- ✦ Luego se desinstaló el freno auxiliar y



Fig.8.15. Desmantelado de guardas



Fig. 8.16. Desmantelado de stuffing box

acoplamiento y los sistemas de embrague de alta y baja.

- ✦ Antes que se desmantelara la flecha principal se tenía noción de que este malacate ya tenía mucho tiempo con los mismos tambores de frenado principal así que se realizaría un ultrasonido a los tambores de frenado principal.



Fig.8.17. Flecha principal

- ✦ Se desmanteló flecha principal, retirando otras guardas que dividen la lubricación de las cadenas y los baleros de la flecha principal. Se desinstaló un tambor de embrague de baja velocidad donde se le aplicó ultrasonidos y su espesor ya no era apto para la función que cumpliría. Una vez que la flecha se retira del malacate se procedió a desinstalar los tambores de frenado principal y las líneas de agua del sistema de enfriamiento para poder retirar los tambores (fig. 8.18)

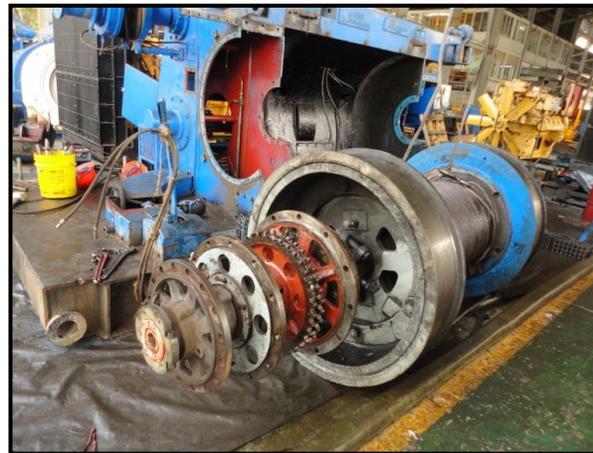


Fig.8.18. Desmantelado de flecha principal

- ✦ Una vez desarmado todo se le dedica limpieza general con diesel y líquido bio-desengrasante.

Evaluación

- ✦ Se revisó el sistema de lubricación (bombas, líneas y aspersores) para verificar que no existen fugas y se diagnosticó que la bomba presenta un correcto funcionamiento, igual que los aspersores.
- ✦ Se diagnosticó que el sistema neumático (líneas, conexiones, válvulas, freno de corona) se encontraba en correcto funcionamiento al probarlo con una presión de 120 psi.

-
-
- ✦ Se revisó sistema de enfriamiento (líneas, mangueras, conexiones y stuffing box) donde las líneas, manguera y conexiones se evaluaron con un correcto funcionamiento. El stuffing box se verificó debido a que se comentó que no ya no estaba realizando su funcionamiento así que le cambiaron los o-rings y se probó con una flujo de agua para comprobar que este cumple con su funcionamiento.
 - ✦ Se realizó inspección a los cinchos de frenado principal, tambor de embrague de alta y baja, tambores de frenado principal, sprockets de flechas de la transmisión con pruebas de dureza.
 - ✦ Se verificó las condiciones de los tambores de frenado principal, y se verificó que el desgaste ya no está dentro de la zona permisible y es mayor que 5/8 in (ver en anexo fig.5) así que se dio la orden de cambiar los tambores de frenado principal y el tambor de embrague de baja.
 - ✦ También se verificaron las balatas de los cinchos de frenado principal y basándome en el anexo fig.1 estos exceden el desgaste permitido, están dentro de la zona de alerta pero como para ese malacate había un contrato de 8 meses aproximadamente, se hizo el cambio debido. Así que también se sustituyen las balatas debido al desgaste permisible y a los cinchos.
 - ✦ Se verificó condiciones por medio de la inspección visual las bobinas, baleros, sellos, acoplamientos y conexiones del freno auxiliar, definiendo un correcto aspecto.
 - ✦ Al embrague de alta se le realizó pruebas con líquidos penetrantes y partículas magnéticas se identificó que tiene una fractura y solicito un soldador para rellenar el tambor y después rectificar los sobrantes (fig.8.19). El espesor del tambor de embrague de alta aun estaba dentro de la tolerancia de desgaste permisible.



Fig.8.19. Fractura en tambor de embrague de alta

Armado

- ✦ Se recibieron los materiales, refacciones y partes solicitadas al almacén, maquinas, herramienta. Materiales como tambores de frenado principal y un tambor de embrague de baja. Se Instaló sistema de freno principal (articulaciones, cinchos y balatas).
- ✦ Se instaló sistema neumático (freno de corona, vehículos y líneas). Se instalo tambor de embrague de alta y tambor de frenado principal nuevos, sistema de embrague de baja y alta (fig. 8.21). Se instalaron las guardas (tolvas).



Fig.8.21. Flecha principal con tambores nuevos

- ✦ Una vez instalada la flecha principal se realizan ultrasonidos y pruebas de partículas magnéticas para verificar que el espesor y la dureza sean correctos para los cuatro tambores de embrague y de frenado (fig. 8.22).
- ✦ Se instaló sistema de enfriamiento (stuffing box-mangueras, líneas, bombas, válvulas). Por último se realizó limpieza en la superficie de las tolvas para dar presentación.



Fig.8.22. comprobando espesor

8.4 Malacate IDECO HYDRAIR 7-11 (1000 HP)

Desarmado

- ✦ Se verificó con aire las condiciones de los embragues para detectar fugas o daños en válvulas y líneas.
- ✦ Se desmanteló las guardas (tolvas) de protección.
- ✦ Se desmanteló el sistema de frenado principal, articulaciones, cinchos y freno de la corona (crown-o-matic) para poder verificar y corroborar la dureza y espesor de estos.
- ✦ Se desmanteló freno auxiliar y acoplamiento.
- ✦ Se desmanteló el sistema de embrague, este tipo de malacate no tiene embrague de alta y baja debido a que toda la velocidad se controla a partir de la transmisión, o sea que solo cuenta con un solo embrague en la flecha principal por lo que el mantenimiento se facilitó.
- ✦ Se desinstaló la flecha principal para poder verificar la dureza y espesor de sus componentes correspondientes (fig. 8.23).



Fig.8.23. Flecha principal

- ✦ Se procedió a desmantelar la flecha de entrada debido a que tenía más de un año sin realizarse mantenimiento a sus componentes, y para verificar el espesor de los tambores de embrague y verificar la dureza de sus demás componentes.
- ✦ Se retira la corona que se encuentra en flecha principal para evaluar algunos componentes del embrague y de la corona (fig. 8.24).



- ✦ Una vez desarmado todo se le dedica limpieza general con diesel y liquido biodesengrante.

Evaluación

- ✦ Se revisó y evaluó el sistema de lubricación (líneas, conexiones, válvulas, freno de corona, bombas y aspersores) y se encontró que los componentes se encontraban en correcto estado.
- ✦ Se verificó por medio de inspección visual y con un flujo constante el sistema de enfriamiento (líneas, mangueras, conexiones y stuffing box) corroborando que todo se encuentra en correcto funcionamiento.
- ✦ También se inspeccionó cinchos, pernos, tornillos de ajuste y articulaciones de freno por medio de pruebas de dureza, partículas magnéticas y líquidos penetrantes (fig. 8.26 y 8.27) donde se encontró fisuras en los cinchos, lo que dio lugar a rellenar con soldadura y rectificar, dejando todos los componentes mencionados aptos para la operación del malacate.
- ✦ Se revisó y evaluó el embrague en la flecha principal y en la flecha de entrada, diafragmas, balatas y válvulas; donde se encontraban muy deteriorados los embragues neumáticos (fig. 7.4) de la flecha de entrada, así que se dictó que se necesitaba cambiar todos; a las válvulas y balatas no se les detectó alguna anomalía.
- ✦ Se inspeccionó con pruebas de partículas magnéticas y líquidos penetrantes la flecha principal, tambores de frenado principal, tambores de embragues y sprockets de flechas de la transmisión y se verificó que se encontraban en correcto estado.



Fig.8.25. Embrague de flecha principal



Fig.8.26. Pernos de cinchos



Fig.8.27. Tornillos de ajuste

-
-
- ✦ Se verificó las condiciones de los tambores de frenado principal y de embrague de la flecha de entrada, donde estos aun se encuentra dentro de la tolerancia de desgaste permisible de 7/8", ver anexo fig. 5, donde solo se rectificaron estos debido a la cristalización que estos presentan, alineando un esmeril en la superficie de los tambores (fig. 8.28).



- ✦ Se inspeccionó las condiciones de bobinas, baleros, sellos, acoplamientos y conexiones del freno auxiliar, donde se corroboró que aun cumplen con su funcionamiento.

- ✦ Se verificó y evaluó consola (válvulas, líneas, conexiones y manómetros) verificando que sus componentes no presentan alguna anomalía.

Fig.8.28. Rectificado de tambores

Armado

- ✦ Se recibieron los materiales, refacciones y partes solicitadas al almacén, maquinas y herramientas.
- ✦ Se armó y ensambló la flecha principal, después de retirar la cristalización con el esmeril.
- ✦ Se instalaron los embragues neumáticos en la flecha de entrada (fig. 8.29) y después se introdujo en su lugar correspondiente.



Fig.8.29. Flecha de entrada

- ✦ Después de procedió a instalar el sistema de

freno principal (articulaciones, cinchos y balatas), el sistema neumático (freno de corona, vehículos y líneas) y el sistema de enfriamiento (stuffing box- mangueras, líneas, bombas, válvulas) quedando listos para la operación del malacate.

Para realizar mantenimiento a estos malacates me base en este plan de mantenimiento:

Mantenimiento general del malacate principal

1.1. Desarmado

- 1.1.1. Desencadenar la transmisión de la flecha principal para verificar con micrómetro la tolerancia de los rodamientos de la flecha principal
- 1.1.2. Verificar con aire las condiciones de los embragues para detectar fugas o daños en válvulas y líneas.
- 1.1.3. Se desmanteló:
 - 1.1.3.1. Guardas (tolvas) de protección.
 - 1.1.3.2. Sistema de frenado principal, articulaciones, cinchos y freno de la corona (crown-o-matic).
 - 1.1.3.3. Sistema de lubricación - neumático y enfriamiento.
 - 1.1.3.4. Freno auxiliar y acoplamiento.
 - 1.1.3.5. Sistema de embrague de alta y baja.
 - 1.1.3.6. Flecha principal.
 - 1.1.3.7. Flecha intermedia.
 - 1.1.3.8. Flecha de entrada
 - 1.1.3.9. Flecha auxiliar

1.2. Evaluación

- 1.2.1. Enviar a los departamento de pailería y soldadura, y sand blast, la estructura del malacate y tolvas para su reacondicionamiento y protección anticorrosivo.
- 1.2.2. Revisar y evaluar:
 - 1.2.2.1. Sistema de lubricación (bombas, líneas y aspersores).
 - 1.2.2.2. Sistema de lubricación (líneas, conexiones, válvulas, freno de corona).
 - 1.2.2.3. Sistema de enfriamiento (líneas, mangueras, conexiones y stuffing box).

-
-
- 1.2.2.4. Articulaciones de frenos (bujes, pernos), enviar a taller de maquinas herramientas para su reacondicionamiento, inspeccionar con pruebas no destructivas (PND).
 - 1.2.3. Inspeccionar cinchos de frenado con PND, rolar si se requiere y cambiar balatas.
 - 1.2.4. Revisar y evaluar embragues de alta y baja, diafragmas, balatas resintos, discos, válvulas; cambiar si se requiere
 - 1.2.5. Inspeccionar con PND flecha principal, tambores de frenado principal, tambores de embragues y sprockets de flechas de la transmisión
 - 1.2.6. Verificar las condiciones de:
 - 1.2.6.1. Tambores de carrete principal.
 - 1.2.6.2. Tambores de frenado principal, (la profundidad permisible para desgaste no debe exceder el máximo, anexo Fig. 5), rectificarse o cambiarlos si se requiere.
 - 1.2.6.3. Bobinas, baleros, sellos, acoplamientos y conexiones del freno auxiliar, cambiar de ser necesario.
 - 1.2.6.4. Consola (válvulas, líneas, conexiones y manómetros).
 - 1.2.7. Elaborar durante de este proceso las solicitudes correspondientes de materiales, refacciones, unidades de taller y apoyos necesarios.

1.3. Armado

- 1.3.1. Recepcionar los materiales, refaccionamiento y partes solicitadas al almacén, maquinas, herramientas, pailería y soldadura, sand blast y pintura.
- 1.3.2. Armar y ensamblar:
 - 1.3.2.1. Flecha principal.
 - 1.3.2.2. Flecha intermedia.
 - 1.3.2.3. Flecha de entrada.
- 1.3.3. Instalar sistema de:
 - 1.3.3.1. Lubricación (bombas, líneas y aspersores).
 - 1.3.3.2. Freno principal (articulaciones, cinchos y balatas).
 - 1.3.3.3. Neumático (freno de corona, vehículos y líneas).
 - 1.3.3.4. Enfriamiento (stuffing box- mangueras, líneas, bombas, válvulas).
 - 1.3.3.5. Cadenas y gualdas.
- 1.3.4. Acondicionar consola mecánica.
- 1.3.5. Resanar y aplicar acabado de pintura en la unidad.

1.3.6. Probar finalmente la unidad.

Nota: para la realización de estas actividades el personal debe de contar con el equipo de protección adecuado, cumplir con los lineamientos de seguridad industrial y protección ambiental.

8.5 Malacate IDECO 2100 (2000 HP)

Mantenimiento preventivo del malacate principal

Rutina de Mantenimiento

- 1.1.1. Verificar el nivel de aceite del cárter, agregar si es necesario (mobil 40 SAE).
- 1.1.2. Engrasar articulaciones, mecanismos, coples en general (grasa litrex EP-2 o similar).
- 1.1.3. Verificar que no existan fugas de aceite, agua y aire en la unidad manteniendo los siguiente parámetros:
 - Presión de aire: 120 lbs/in²
 - Presión de aceite: 30-40 lbs/in²
 - Presión de agua: 10-15 lbs/in²
- 1.1.4. Lubricar todas las articulaciones y levas de control.
- 1.1.5. Verificar el funcionamiento de los embragues y freno principal.
- 1.1.6. Verificar el funcionamiento del freno de seguridad de la corona (crown-o-matic) operando la válvula toggle y relevando el aire para liberar el mecanismo del freno.
- 1.1.7. Verificar que todos los puntos de engrase estén lubricados.
- 1.1.8. Verificar que la bomba de aceite opere al poner en funcionamiento el malacate y que los aspersores distribuyan el aceite adecuadamente, abriendo las tapas de registro.
- 1.1.9. Revisar el estado físico de las cadenas (eslabones, pernos, seguros) así como el tensado de las mismas, ajustar o cambiar si lo requiere.
- 1.1.10. Cambiar el aceite lubricante, limpiar perfectamente deposito y filtro de la bomba de aceite, revisar corona y cadena de la bomba (aceite mobil H.D. 40 o similar).

-
-
- 1.1.11. Revisar desgaste permisible de las balatas de frenado del tambor principal, el desgaste no debe ser mayor del permisible, según el anexo fig.1, si se requiere cambiar o embalatar.
 - 1.1.12. Revisar el diámetro de los tambores de frenado de la flecha principal, el desgaste permisible no debe ser mayor al desgaste permisible, ver anexo fig. 5, si se requiere cambiar.
 - 1.1.13. Inspeccionar con pruebas no destructivas mecanismos del frenado principal (orquillas, balancín, pernos) y del frenado auxiliar (acoplamiento-articulación), cambiar lo que requiera.
 - 1.1.14. Verificar que el ajuste de los rodamientos de carga de la flecha principal sea entre 0.003"-0.007", cambiar si se requiere.
 - 1.1.15. Verificar operación de los cabrestantes.
 - 1.1.16. Verificar operación de los embragues de alta y baja potencia, cambiar los diafragmas si existen fugas de aire.
 - 1.1.17. Revisar las válvulas de relevo, remplazadas en caso necesario.

9 Resultados de análisis de averías del sistema de frenado principal

9.1 Antecedentes

La empresa IPC ha tenido problemas con distintos elementos del malacate y sobre todo en los costos para poder definir cuáles serán otras soluciones distintas a la de cambiar el elemento por uno nuevo. Así que este análisis es para dar una solución distinta a la mencionada antes.

Anteriormente los tambores de frenado principal no se les hacía un mantenimiento predictivo pero a partir de que los tambores se desgastaban muy rápido entonces se empezó a predecir su espesor en un periodo de tiempo, pero no era suficiente, por lo que hoy en día se mide el espesor cuando llega a la base para poder predecir cuando tienen que cambiarlo.

9.2 Objeto y alcance del informe

♦ Objeto

El sistema de frenado principal es el objeto de este análisis debido a la importancia en funcionamiento como en costos por la reposición de sus componentes. Si llegase a fallar este sistema llegaría a suceder una catástrofe, es por eso que enfatice en estos componentes.

♦ Alcance del informe

Se realizara un análisis al sistema de frenado principal con otros sistemas dando a conocer sus causas y sus soluciones para afrontar y disminuir el problema.

El informe define las causas más influyentes del problema y ataca con una solución interesante e innovadora para el mantenimiento de los tambores de frenado principal del malacate.

9.3 Limitaciones

Se dedicara un enfoque al sistema de frenado principal que aunque algunos problemas de este mismo, se derivan de otros componentes o sistemas que se tomaran en cuenta, siempre y cuando el problema relacionado sea de mucha relación e importancia.

9.4 Descripción del desgaste de los tambores

9.4.1 Descripción de los hechos

Como se ha mencionado desde el principio el objeto de análisis es el sistema de frenado principal, pero los componentes a los que se le da una atención especial son los tambores de frenado.

Los tambores de frenado principal son unos de los varios componentes en el equipo de perforación que están sujetos a cargas de fatiga demasiado elevadas debido a la función que realiza, en el frenado.

Estos tambores resisten cargas de cientos toneladas, dependiendo del modelo del malacate, el frenado que este ejerce ante la carga que sostiene, provoca un rozamiento donde existe fricción y obviamente desgaste de material (desgaste adhesivo) de tambores de frenado y balatas, todo esto sucede antes del frenado absoluto.

El rozamiento entre balata y tambor provoca calor y obviamente el desgaste mencionado, por lo tanto si existe calor el desgaste es más rápido, debido a que se modifican sus propiedades, por eso se realiza un enfoque al sistema de enfriamiento.

El interés sobre los tambores surgió cuando se realizó mantenimiento correctivo al malacate IDECO 1200 (1200 HP) cuando note que cada tambor tiene un precio demasiado elevado y el desgaste de este es inevitable, entonces me dedique a investigar que se puede hacer para aumentar la vida de este componente, cumpliendo con los objetivos del proyecto de disminuir los costos por mantenimiento de uno de los equipos de perforación.

9.4.2 Sistemas observados

El sistema de frenado principal es el objetivo de este análisis que como había mencionado antes el rozamiento entre balata y tambor provoca desgaste y ante esa fricción se genera un calentamiento por lo que el sistema de enfriamiento se relaciona con el sistema de frenado principal.

No podemos pasar desapercibidos ante las articulaciones de frenado aunque no generan mucho desgaste se incluyen en un mantenimiento predictivo con un análisis de partículas magnéticas, de líquidos penetrantes y de dureza.

Los dos sistemas en análisis serán:

Sistema de frenado principal:

- ▲ Articulaciones de frenado (lubricación)
- ▲ Cinchos y balatas
- ▲ Calibración de tornillos de apriete
- ▲ Lubricación

Sistema de enfriamiento:

- ▲ Stuffing Box
- ▲ Tuberías
- ▲ Flujo de bomba centrífuga
- ▲ Limpieza del fluido

9.5 Análisis de causas de averías

9.5.1 Causas inmediatas

En el sistema de frenado principal existen varias causas que conllevan al desgaste inmediato. Las más importantes se reflejan en la instalación incorrecta de varios componentes del sistema:

- ▲ En el momento que se desinstalan los cinchos, son deformados por la grúa, y estos pierden su forma circular, donde ambos ejes tanto del cincho como el del tambor no están centrados.
- ▲ No calibrar correctamente los resortes y rodillos que provocan un contacto inmediato entre balata y tambor, no existe un claro (espacio entre los dos).
- ▲ No se calibran correctamente los tornillos de ajuste lo que provoca que las primeras balatas se desgasten rápido y provoca que proporcione un calentamiento en el tambor.

9.5.2 Causas remotas

El malacate cuenta con un sistema de enfriamiento debido a que el calor generado por la fricción entre balatas y tambor de frenado es constante, cuando, este está introduciendo

y retirando tubería del pozo. El enfriamiento debería de estar funcionando constantemente y, si no es constante puede llegar a ocurrir una elevación de temperatura. Llega a suceder que los depósitos de entrada y salida contienen agua pero uno con mas nivel que el otro y se tienen que balancear para no tirar el agua, lo que provoca derrame y por lo tanto no habría agua para hacer circular el calor generado por el tambor, dirigiendo la causa al descuido de la mala manipulación de las bombas centrifugas.

Otro componente que se relaciona con el sistema de enfriamiento son las tuberías, que hay que destacar, existen casos especiales en los que las tuberías se obstruyen debido a que el agua que se proporciona para el enfriamiento del malacate es tratada desde el pantano hacia el malacate (esto se da en zonas pantanosas de tabasco), provocando obstrucción. Por supuesto evitando la circulación del agua y posteriormente no existiría un extracción de calor en los tambores, causando problemas.

El enfriamiento es un factor muy importante en el tambor de frenado principal debido a la función que cumple.

Es interesante la relación que existe entre desgaste y enfriamiento, porque si existe desgaste el espesor del tambor va reduciendo y por supuesto el enfriamiento es mayor esto se basa en la convección de un fluido, o sea la transferencia de calor es mayor cuando existe un espesor pequeño, pero independientemente del desgaste del espesor del tambor el sistema de enfriamiento debe de estar funcionando correctamente por lo que las causas encontradas son estas:

El stuffing box puede detectarle fallo debido al desgaste de los o-rings, ya sea por partículas extrañas en el agua o ya sea por que acaba de llegar al fin de su vida útil. Se notan rápidamente en el anexo 2, parte núm. 11. Estos son barreras para no mezclar en agua de entrada y la de salida.

Otra es el circuito de enfriamiento debe estar correctamente regulado, se detectaron problemas como la mala regulación de las válvulas de los tanques, esto provoca que no exista el enfriamiento correcto. Se han dado casos en el que se estaba derramando agua en el tanque 2, existiendo escases de agua en el tanque 1 por lo que no existe el enfriamiento de los tambores principales, como en la figura. En los anexos 3 y 4 se encuentran los circuitos dentro del malacate del sistema de enfriamiento, para conocerlos más a detalle.

Otro factor interesante que puede llegar a dañar el sistema de enfriamiento es el tipo de fluido, ya que en algunos pozos se trata el agua que rodea el área donde optan por ahorrar, pero a veces ese ahorro suele ser contraproducente, que por lo regular esa agua contiene partículas extrañas provocando obstrucción de tuberías.

Otro fluido que se utiliza en plataformas es el agua de mar que provocan la oxidación de una manera más frecuente en las tuberías y un desgaste de estas mismas.

9.5.3 Causa más probable

Todas las causas conllevan a la misma falla, pero todas en diferente porcentaje. Una de las causas que causan gran interés y que es el objeto de este análisis es el inevitable desgaste excesivo entre tambor y balata. Se realizó una selección de las piezas de desgaste excesivo, importancia de funcionamiento y costos elevados, por eso se selecciona los tambores de frenado principal.

El desgaste es generado por la fricción entre balata y tambor, esto es causado por accionar el freno principal cuando el malacate está girando a altas revoluciones, lo que no es correcto, para eso está el freno auxiliar (freno electromagnético) que reduce la velocidad hasta ciertas revoluciones convenientes para accionar el freno principal.

Hay que aclarar que estos componentes balata-tambor principal están diseñados para el desgaste inminente debido a que estos reciben fuertes tensiones y cargas fluctuantes que provocan el desgaste adhesivo.

Por lo tanto la causa principal del desgaste adhesivo severo es provocado por el mal uso del operador del malacate (perforador), al igual que no tiene un conocimiento de este para poder operarlo de manera correcta y obviamente el desgaste normal al que está sometido el tambor principal cuando este está operando y por supuesto cuando se está perforando a grandes profundidades esto genera grandes fuerzas de aplastamiento entre balata y tambor.

Otra causa importante para el desgaste severo es que, no esté funcionando correctamente las bombas centrifugas de avance y retroceso lo que provocaría que no exista enfriamiento en los tambores y aumentarían su temperatura, obviamente perdiendo sus propiedades y halla un desgaste severo, lo que significa que las bombas centrifugas deben de recibir un mantenimiento preventivo, para fiar en su funcionamiento.

9.5.4 Sucesión de eventos

Por lo regular el desgaste es a diario cuando el malacate esta en operación, obviamente por las cargas a las que los tambores se someten, este desgaste siempre será inevitable. Se investigó en la empresa cada cuanto se cambian los tambores de frenado principal y el personal de mantenimiento mencionaba que la perforación de un pozo exploratorio (“virgen”) por lo regular tarda aproximadamente un año, aunque a veces se llevan más por los contratiempos, pero el dato importante es que el malacate dura ese tiempo trabajando y cuando se termina la operación se lleva a la base para realizarle mantenimiento, donde le realizan pruebas de durezas, partículas magnéticas, líquidos penetrantes y ultrasonidos para observar el desgaste que tiene y ahí determinar la clase de mantenimiento que se debe realizar.

En algunos casos suelen suceder otros eventos o causas inesperados que disminuyen el periodo de vida del componente donde esas causas se mencionan más adelante.

9.6 Diagnóstico

El problema a resolver es el severo desgaste adhesivo que existe entre el tambor principal y las balatas de frenado. Entonces se analizaron todas las causas que provocan este fenómeno y se diagnosticó que las anomalías del stuffing box, las tuberías, el tipo de fluido utilizado, el funcionamiento de la bomba son factores para que el problema de desgaste aumente su presencia.

El fenómeno que ocurre entre el tambor y las balatas se llama fricción, este sistema es un freno y este provoca un calentamiento excesivo; cuando los dos materiales están en contacto, por lo regular existe calentamiento, esto depende de los tipos de materiales que se utilicen, porque existen materiales que tienen un coeficiente de fricción muy grande que aumentan la fricción y por supuesto el calentamiento.

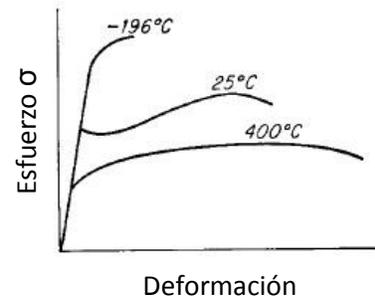


Fig.1 Grafica esfuerzo-deformación

La influencia de la alta temperatura (calor) en materiales provoca que se modifique su estructura cristalina, con lo que se modifican algunas de propiedades mecánicas, principalmente la de su resistencia (esfuerzo). Como se expresa en la grafica esfuerzo-deformación.

La grafica expresa que entre mayor temperatura menor será la resistencia del material. La resistencia se observa en la ordenada por el símbolo σ , y se identifica como se va reduciendo con el aumento de temperatura.

Las cargas a las que está expuesto el tambor principal son fluctuantes lo que conlleva a una fatiga por lo que se da un desgaste fuera de lo normal con el calentamiento y disminuye la resistencia a la fatiga.

Los sistemas de enfriamiento y frenado principal están íntimamente relacionados ya que si existe calentamiento distinto de lo normal indica que el sistema de enfriamiento no está funcionando correctamente; y el sistema de frenado principal se calentara más de lo debido y producirá alteraciones en sus propiedades mecánicas, que no benefician al tambor como un desgaste inoportuno y a la vez disminuyendo la vida del tambor.

10 Conclusiones y recomendaciones

♦ Conclusión

El mantenimiento es una de muchas ramas de la mecánica encargada de dar servicios y aplicar técnicas para el mejoramiento de maquinas térmicas, eléctricas y mecánicas.

El proyecto va mas allá de dar mantenimiento a un grupo de malacates, lo interesante del mantenimiento de distintos tipos y modelos de malacates es que logras notar algunos pequeños detalles especiales que son un pequeño problema en ese momento pero cuando se pospone y prolonga este afecta en gran parte el funcionamiento de la maquina mecánica y por supuesto aumentan los costos para la empresa.

Se destaca que el mantenimiento ya no es solo corregir el error sino hacer un análisis y proponer nuevas ideas para ir mejorando día a día, para el bien de la maquina y sobre todo disminuir los gastos de la empresa.

Aunque a veces se hacen inversiones fuertes para beneficios a largo plazo, los al igual costos disminuyen a largo plazo.

El mantenimiento de los diferentes tipos de malacates se llevo a cabo detectando la falla y aplicado el mantenimiento correctivo, predictivo o preventivo, tal sea el caso. Gracias a estos tipos de mantenimiento se encontró muchas causas con interés hacia los tambores de frenado, mismas que se describen en el análisis de averías. Con este tipos de causas que se encontraron se relacionaron con otros sistemas del malacate lo que conllevaba al mismo problema.

El análisis de todas las causas nos demuestra que existe una relación entre dos tipos de sistemas y que a veces no hay que visualizar desde un solo enfoque, así podríamos notar otros problemas.

Con el diagnóstico que se definió y con base a las causas descritas se propuso una solución para alcanzar uno de los objetivos descritos, la cual es el tratamiento térmico para superficies llamado Implantación Iónica.

Al principio se buscaba una solución que pudiera suplir el metal desgastado, así que se investigó y se encontraron técnicas de tratamiento superficial como recargue de material.

Los procesos de recargue de material son adecuados para suplir material removido de una pieza, por lo que estos procesos son buena opción y añadiría metal cada vez que se requiera, solo que en este tipo de opciones se analizaron las características necesarias para definir si es solución a nuestro problema como:

- ⤴ El grado de adherencia entre el material base y el material aportado que se identifica también como dilución.
- ⤴ La distorsión del material, o sea la calidad de trabajo.
- ⤴ El espesor que se puede aportar.

Tabla 4. Características de los procedimientos de recargue

PROCESO	ESPEJOR DEL RECARGUE(m m)	DILUCIÓN	CALOR SOBRE LA PIEZA	DISTORSIÓN DE LA PIEZA
OXI-ACETILÉNICO	1,6-4,8	Hasta 5%	Alto y local	Alto
ELÉCTRICA MANUAL	6,6	10-25%	Alto y local	Alto
PROCESO TIG	1,6-4,8	Hasta 10%	Medio	Medio
ARCO SUMERGIDO	6,6	15-35%	Bajo	Bajo
SOLDADURA CON POLVO	1,6-4,8	Hasta 5%	Alto y local	Alto
THERMO-SPRAY	0,8-2,4	Ninguna	Alto uniforme	Bajo
PLASMA TRANSFERIDO	Hasta 8	Hasta 4%	Medio	Medio
PLASMA-SPRAY	Hasta 0,5	Ninguna	Muy bajo	Ninguna
CAÑÓN DE DETONACIÓN	Hasta 0,3	Ninguna	Muy bajo	Ninguna

Aunque se definen características muy favorables de estos dos procedimientos, no podemos descartar que la dilución del material base con el material aportado, ya sea baja o alta no deja de causar cierta aflicción debido a la gran presión que se ejercen en los tambores por la gran carga que se sujeta en ellos, entonces se tendrían que hacer

pruebas si el material aportado resistiría la presión que se ejerce debido a su baja dilución y a la cantidad de material aportado (espesor).

Debido los puntos malos que se le dan a estos dos procesos se investigó otras técnicas de tratamientos superficiales que se relacionaran lo más posible con el problema encontrado, se partió de la información de un libro para ver que otros tratamientos están disponibles, por lo que se encontró en la red información muy interesante que cumplía con muchas características solicitadas por el problema.

La **implantación iónica**, tratamiento superficial donde los iones de un material son proyectados en otro material para modificar sus propiedades físicas y químicas, todo este procedimiento en vacío.

Este tratamiento es un gran avance en la Ingeniería de superficies por lo que contiene suficientes ventajas para la solución de nuestro problema.

Existen otros tratamientos superficiales novedosos pero el que más características tenía para la solución de nuestro problema era la Implantación Iónica que aunque la Deposición Física de Vapor (PVD) y Deposición Química de Vapor (CVD) tienen características y aplicaciones distintas a la implantación no dejan de ser tomadas en cuenta para otros usos.

La implantación iónica no es un revestimiento sino un tratamiento en la superficie, así que el espesor que no se ve reflejado después del proceso que se le aplica.

Bueno, aquí la incógnita, se supone que lo que se requiere es más material para seguir reutilizando el mismo tambor de frenado, ¿por qué este tratamiento es el adecuado para la solución?

La implantación tiene una serie de ventajas:

- ⤴ Endurecimiento de la superficie del material, que se hace muy resistente al desgaste, particularmente al desgaste por adherencia; esto favorece a mejorar la dureza, o sea cambia su estructura cristalina en la superficie.
- ⤴ Reducción de la fricción; lo que disminuye el desgaste entre la superficie del tambor y las balatas.

- ⤴ Aumento del límite de fatiga de hasta en un 30%; los tambores de frenado están expuestos a fatiga lo que esta característica genera puntos a favor para tomar en cuenta este tratamiento.
- ⤴ Tratamiento superficial sin aumento de temperatura (metalurgia en frío); este es un aspecto importante porque no aumenta la temperatura, causa posible para no perder sus propiedades mecánicas, como interés esencial, la dureza.
- ⤴ Sin distorsión geométrica; como no se genera aumento de temperatura durante el proceso los tambores no se distorsionaran.
- ⤴ Sin pelado (no es un revestimiento); o sea si analizamos la fuerza de aplastamiento a la que están sujetos los tambores de frenado, no habría inconveniente de que se desprenda el material añadido porque no se agrega material.
- ⤴ Resistencia a la corrosión significativamente mejorada; en lugares húmedos como la zona de Tabasco existe la posibilidad afectar al tambor pero con este tratamiento no se ve algún problema con la corrosión.

Tabla 5. Características de los procedimientos avanzados

	IMPLANTACIÓN IÓNICA	PVD	CVD
VENTAJAS	Temperatura de proceso baja (<150°C) No afecta al temple-revenido	Temperatura baja (200-500°C) Normalmente no afecta al temple-revenido	
	No precisa tratamiento posterior	Normalmente no requiere post-tratamiento	
	No afecta al acabado superficial	Poca influencia en acabado superficial	
	Forma y dimensiones inalterados	Poca influencia en forma y dimensión	
	Sin posibilidad de desprendimiento		Muy buena adhesión
INCONVENIENTES	No adecuado para herramientas que trabajan a alta temperatura (>300°C)	La temperatura del tratamiento puede afectar a aceros revenidos a baja temperatura	Temperatura del proceso alcanza 1000°C. Puede causar deformaciones
	Capa implantada no muy profunda (<0,5 micras)	Añade de 2 a 3 micras. Riesgo de desprendimiento	Añade de 3 a 10 micras. Altera acabado superficial
	No adecuado para desgaste abrasivo severo	Puede no ser suficiente para desgaste abrasivo severo	Puede ser necesario pulir después del recubrimiento
APLICACIONES	Desgaste adhesivo a alta carga Desgaste abrasivo medio Corrosión	Desgaste adhesivo carga alta Desgaste abrasivo fuerte Corrosión (con limitaciones)	Desgaste abrasivo severo Herramientas con grandes esfuerzos
EJEMPLOS TÍPICOS	Punzones, Troqueles, Matrices Moldes Inyección Plásticos Herramientas de corte y Mecanizados especiales	Brocas, Fresas y herramientas de mecanizado (plaquitas) Matrices de estirado Componentes de moldes de plástico	Plaquitas de mecanizado Pequeños punzones y troqueles

El desgaste de balatas y freno principal es inevitable pero podemos reducir ese desgaste cuidando que operen correctamente el malacate y aumentar el periodo de vida.

El desgaste se veía difícil de suplir con algunos otros tratamientos aunque fue buena la idea de agregar material después del desgaste y volver a recargar cada vez que fuese necesario no se estaban tomando en cuenta otros aspectos como la dilución entre material base y agregado, por la aplicación a la que están sujetas los tambores.

La solución adecuada para el desgaste de los tambores de frenado principal es la implantación iónica debido a sus ventajas incomparables con la de los tratamientos de superficie, este tratamiento aumenta la vida útil de 5 a 10 veces, según la aplicación. Por lo que se ve necesario escoger este tipo de tratamiento.

La aplicación de este tratamiento sería aplicado cada vez que llegue a la base de la empresa, o sea se tendría que verificar primero si cuenta con el espesor suficiente y así designar si es recomendable que el tambor regrese a operación o sustituir por otro nuevo.

Una situación importante, cuando se tenga un tambor nuevo realizar el tratamiento para poder aprovechar desde el principio su mayor periodo de vida. Sería muy interesante notar los cambios que se generan el periodo de vida, en tambores con tratamiento y sin tratamiento.

La empresa se ve en la necesidad de utilizar este tipo de tratamiento para disminuir los costos de mantenimiento, pero eso sí, se debería de hacer un análisis de costos para verificar que esta inversión sea de factible para la empresa. Aunque note que los costos de los tambores son muy elevado sería una muy buena inversión para aumentar la vida de los tambores.

♦ Recomendación

- ✦ Una de recomendación interesante que si tendrán mucho en que trabajar es realizar un análisis de fiabilidad a todos los componentes del malacate, por supuesto, siempre y cuando generen interés como desgaste, fallas repetitivas y costos de las fallas (costo de pieza). Se tiene un conocimiento de cuando se tienen que cambiar los tambores de freno principal, o sea se conocen sus desgastes permisibles de cada tambor de hecho el diseñador del malacate da ese dato en los manuales, pero el interés a partir de hoy es un análisis de fiabilidad a estos, ya que en cada pozo no es la misma carga debido a que todos son perforados a diferentes profundidades, por eso es necesario conocer la fiabilidad de los tambores.
- ✦ Automatizar el circuito de enfriamiento, se diseñaría un simple circuito que regule los niveles de cada tanque para que estos nunca se derramen y por su puesto para que el sistema de enfriamiento del malacate este funcionando correctamente durante la operación; por medio del control de la velocidad de los motores eléctricos de corriente alterna.
- ✦ Realizar análisis de lubricantes, esta es una actividad muy interesante, debido que a partir de estos, análisis se diagnostica que está pasando internamente en el malacate o sea como que clase de componentes se están desgastando y cuáles son los que mayor lo hacen, con solo estudiar el aceite se puede describir quienes fallan y si la lubricación es adecuada. También nos proporciona la actualización del historial de fallas frecuentes lo que procede a un análisis y detección de las piezas que generan demasiados gastos en su mantenimiento.
- ✦ Una situación interesante es disponer de los manuales de mantenimiento, aunque observe que hay personas que saben realizar el mantenimiento y llevan años haciendo el mismo trabajo pero habrán ocasiones en que desconozcan algún dato o actividad para realizar, por lo que se ve la necesidad de compartir la información (manuales) a disposición de cualquier personal para generar un mantenimiento eficaz y efectivo.

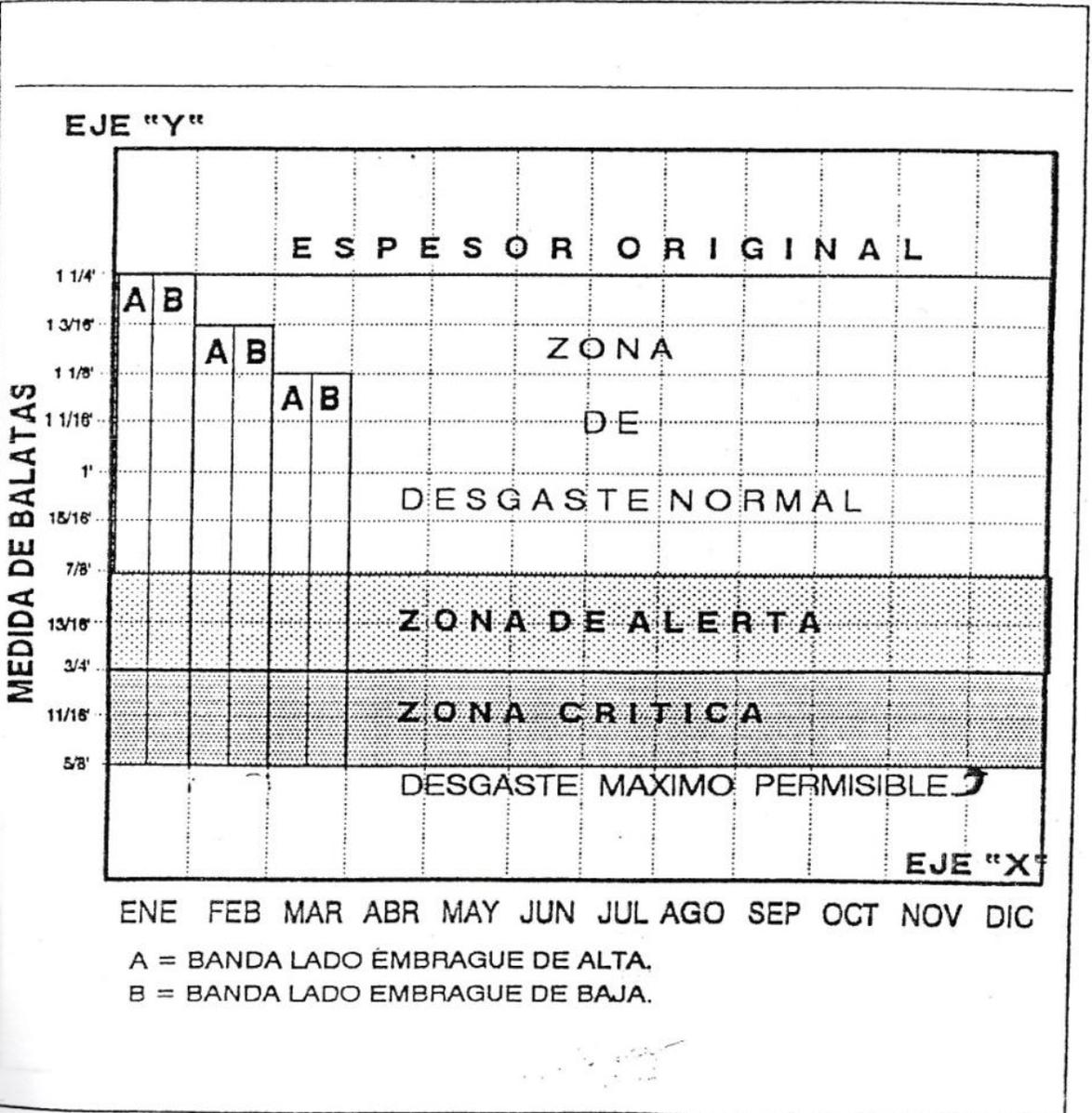
11 Fuentes de información

- L.C. Morrow
Manual de Mantenimiento Industrial
Tomo II
Cia. Editorial Continental S.A. de C.V.
México
- Porritt Y Titton
Mantenimiento y Reconstrucción de Maquinaria
Editorial Hispano Europea S.A.
México D.F.
- Teresita Robert N.
Influencia de la temperatura en el comportamiento mecánico de los metales
Procesos de Conformado Mecánico
- Félix Casareo Gómez DE León
Tecnología de Mantenimiento Industrial
- <http://www.bodycote.com/es-ES/services/heat-treatment/ion-implantation.aspx?keyword=implantaci%C3%B3n%20ionica>
- Gerardo Barran Lastra
Curso de Operación y Mantenimiento de malacates de izaje en equipos de perforación
Centro de capacitación mecánica

Fig. 1

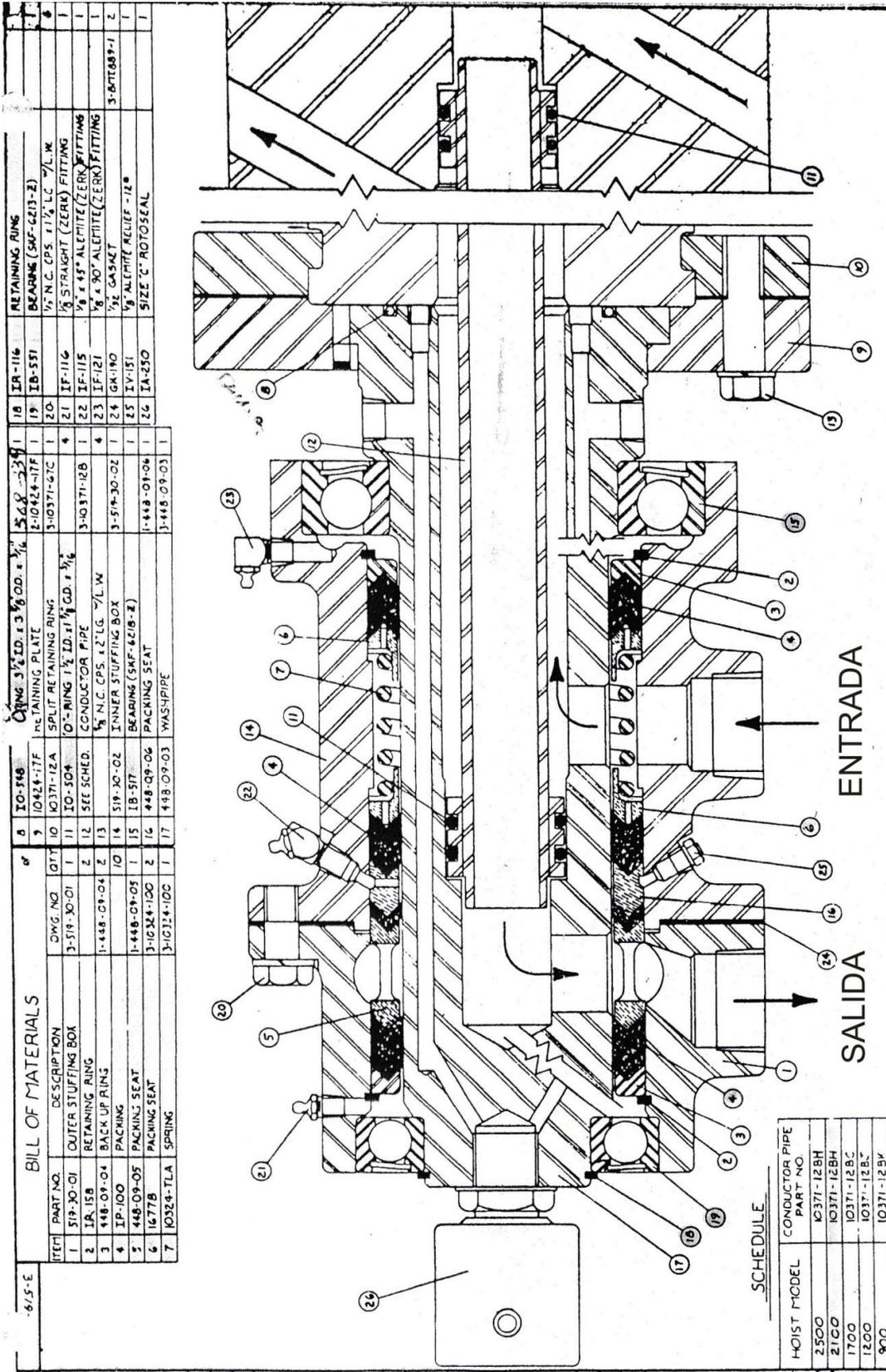
	SUPTCIA. DE PERF'N. MARINA DIVISION DE MANTENIMIENTO GRUPO MECANICA DE PISO	MANUAL DE PROCEDIMIENTO
---	---	--------------------------------

GRAFICO DE CONTROL PARA DESGASTE DE BALATAS



Stuffing Box de malacate IDECO

Fig. 2



BILL OF MATERIALS		QTY		QTY		QTY	
ITEM	PART NO.	DESCRIPTION	DWG. NO.	QTY	QTY	QTY	QTY
1	519-30-01	OUTER STUFFING BOX	3-519-30-01	1	1	1	1
2	1A-15B	RETAINING RING	10-504	2	2	2	2
3	448-09-04	BACK UP RING	1-448-09-04	2	2	2	2
4	1P-100	PACKING	1-448-09-05	10	10	10	10
5	448-09-05	PACKING SEAT	1-448-09-05	1	1	1	1
6	1677B	PACKING SEAT	3-16324-100	2	2	2	2
7	10324-TLA	SPRING	3-10324-100	1	1	1	1
8	IO-548	CONG. 3/8" I.D. x 3/8" O.D. x 1/16"	10424-17F	1	1	1	1
9	IO424-17F	1/16" TRAINING PLATE	10371-12A	1	1	1	1
10	10371-12A	SPLIT RETAINING RING	IO-504	1	1	1	1
11	IO-504	O-RING 1 1/2" I.D. x 1 1/8" O.D. x 1/16"	SEE SCHED.	2	2	2	2
12	SEE SCHED.	CONDUCTOR PIPE	1/2" N.C. CPS. x 2' LG. - 1/2" L.W.	1	1	1	1
13	1/2" N.C. CPS. x 2' LG. - 1/2" L.W.	INNER STUFFING BOX	519-30-02	1	1	1	1
14	519-30-02	INNER STUFFING BOX	1-448-09-06	1	1	1	1
15	1B-517	BEARING (SAF-6218-Z)	448-09-06	1	1	1	1
16	448-09-06	PACKING SEAT	448-09-06	1	1	1	1
17	448-09-03	WASHPIPE	10324-TLA	1	1	1	1
18	IR-116	RETAINING RING	IR-116	1	1	1	1
19	IB-557	BEARING (SAF-6213-Z)	IB-557	1	1	1	1
20	1/2" N.C. CPS. x 1 1/2" LG. - 1/2" L.W.	1/2" N.C. CPS. x 1 1/2" LG. - 1/2" L.W.	548-09-03	1	1	1	1
21	IF-116	1/8" STRAIGHT (ZERK) FITTING	10371-67C	1	1	1	1
22	IF-115	1/8" x 45° ALUMITE (ZERK) FITTING	3-10371-67C	1	1	1	1
23	IF-121	1/8" x 90° ALUMITE (ZERK) FITTING	3-10371-12B	1	1	1	1
24	GA-190	1/2" GAS ALET	3-519-30-02	1	1	1	1
25	1V-151	1/2" ALUMITE RELIEF - 12°	1-448-09-06	1	1	1	1
26	IA-250	SIZE C° ROTOSEAL	3-448-09-03	1	1	1	1

SCHEDULE	
HOIST MODEL	CONDUCTOR PIPE PART NO.
2500	10371-12BH
2100	10371-12BH
1700	10371-12BC
1200	10371-12B*
900	10371-12BV

Tabla para verificar el desgaste permisible de los tambores de frenado principal, de distintas marcas y modelos.

Fig. 5

DESGASTE PERMISIBLE DE TAMBORES PRICIPALES			
MALACATE PRINCIPAL	A	B	C
NATIONAL 1625-DE	62"	1/2"	61"
NATIONAL 1320-UE	54"	1/2"	53"
NATIONAL 110-UE	50"	1/2"	49"
NATIONAL 80-B	46"	7/16"	45 1/8"
IDECO E-2100	58"	5/8"	56 3/4"
IDECO H-1200	46"	7/8"	44 3/4"
IDECO HYDRAIR 7-11	40"	7/8"	38 1/4"

