

**SOFTWARE DISEÑO Y ORGANIZACIÓN DE RUTAS DE TRIBOLOGIA
PARA EQUIPOS ROTATIVO**

CARLOS JOSE GARRIDO H

JUAN CAMILO ZARCO R.

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLIVAR

PROGRAMA DE INGENIERIA MECANICA

MINOR EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

CARTAGENA-BOLIVAR

2009

**SOFTWARE DISEÑO Y ORGANIZACIÓN DE RUTAS DE TRIBOLOGIA
PARA EQUIPOS ROTATIVOS**

CARLOS JOSE GARRIDO H.

JUAN CAMILO ZARCO R.

**Monografía presentada como requisito para obtener el título de
ingeniero mecánico**

DIRECTOR DE PROYECTO

ALFONSO NUÑEZ

INGENIERO MECANICO

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLIVAR

PROGRAMA DE INGENIERIA MECANICA

MINOR EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

CARTAGENA-BOLIVAR

2009

Cartagena de indias, D.T y C de 2009:

Señores

COMITÉ DE EVALUACION

PROGRAMA DE INGENIERIA MECANICA

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLIVAR

Ciudad

Cordial saludo

La presente tiene como objetivo presentar a ustedes la monografía titulada:

“DISEÑO Y ORGANIZACIÓN DE RUTAS TRIBOLÓGICAS PARA EQUIPOS ROTATIVOS PROPILCO PLANTA 1 SECTOR PELETIZADO”

elaborada por los estudiantes, **CARLOS JOSE GARRIDO HERNANDEZ Y JUAN CAMILO ZARCO RIVERO**, para obtener el título de Ingeniero

Mecánico.

De ante mano manifiesto mi participación en la orientación y mi aprobación con el resultado obtenido.

Atentamente;

ALFONSO NUÑEZ

Director del proyecto

Cartagena de indias, D.T y C de 2009:

Señores

COMITÉ DE EVALUACION

PROGRAMA DE INGENIERIA MECANICA

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLIVAR

Ciudad

Cordial saludo

A continuación presentamos a consideración la monografía titulada como:
“DISEÑO Y ORGANIZACIÓN DE RUTAS TRIBOLÓGICAS PARA
EQUIPOS ROTATIVOS PROPILCO PLANTA 1 SECTOR PELETIZADO”,
como requisito para obtener el título de Ingeniero Mecánico otorgado por la
Universidad Tecnológica de Bolívar

Atentamente;

CARLOS JOSE GARRIDO H.

JUAN C. ZARCO RIVERO

Nota de aceptación:

Presidente jurado

Jurado

Jurado

Brindamos todos nuestros agradecimientos a Dios por facilitarnos
El entendimiento y aprendizaje de todos los nuevos conceptos que se ilustraron durante este trabajo, a
todas aquellas personas que con su apoyo nos permitieron llevar acabo nuestra labor, y unos
agradecimientos especiales a nuestros padres, hermanos y profesores que nos brindaron constantemente
esa ayuda vital para desarrollar con éxito nuestro proyecto de grado. También agradecemos a todas
aquellas personas de la Empresa Propilco S.A que nos brindaron su tiempo y su trabajo.

Al Ingeniero Alfonso Núñez por brindarnos todo su conocimiento del tema
y a todos los compañeros y amigos que de alguna forma contribuyeron al desarrollo de este logro

¡Muchas gracias!

CARLOS JOSE GARRIDO HERNANDEZ

JUAN CAMILO ZARCO

TABLA DE CONTENIDO

Introducción	11
Descripción del problema	15
Justificación	16
1. Objetivo general y específico	17
2. Lubricación productiva	18
2.1 lubricación del sistema productivo.....	18
2.2 Requerimientos de lubricación.....	30
2.3 Plan de lubricación.....	31
2.4 Aspectos que se deben tener en cuenta en la Lubricación de una planta.....	37
2.5 Consecuencias de la no lubricación.....	40
2.5.1 Fricción.....	41
2.5.2 Desgaste.....	42
3. Relación mantenimiento preventivo y predictivo en un Proceso tribológico	30
3.1 Rutas de tribología.....	46
4. Propilco	51
4.1 Departamento de mantenimiento de propilco.....	52
4.2 Planta 1.....	54
4.3 Peletizado.....	55
4.4 Aceites y grasas utilizados en los equipos	

Propilco planta 1 sector de peletizado	67
4.5 Elección del nivel de criticidad utilizados en los equipos propilco planta 1 sector peletizado.....	69
4.6 Ubicación de equipos propilco planta 1 aérea de peletizado.....	81
4.7 Ubicación activos peletizado.....	83
4.8 Análisis de lubricantes para equipos de propilco planta 1 sector peletizado.....	84
4.9 Evaluación del mantenimiento preventivo y predictivo propilco planta 1 peletizado.....	86
5. Análisis económico propilco planta 1/ peletizado.....	88
6. Software diseño y organización de rutas tribológicas para equipos rotativos planta 1 área de peletizado.....	96
Conclusiones.....	102
Recomendaciones.....	103
Bibliografía.....	104

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Comportamiento tribológico de un equipo.....	24
Figura 2. Principales tipos de desgaste que se Encuentran en la industria.....	26
Figura 3. Ejemplo mixer.....	71
Figura 4. Manual de usuario.....	96
Figura 5. Plan de mantenimiento preventivo.....	97
Figura 6. Rutas de tribología.....	98
Figura 7. Criterio de organización de ruta.....	99
Figura 8. Resultado de una ruta seleccionada.....	99
Figura 9. Indicador de eficacia.....	100
Figura 10. Indicador de disponibilidad.....	101

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Equivalencias para lubricantes de diferentes Fabricantes.....	33
Tabla 2. Análisis de aceites según el equipo.....	36
Tabla 3. Equipos planta 1 sector peletizado.....	56
Tabla 4. Mantenimiento preventivo planta 1 sector peletizado	57
Tabla 5. Aceites y grasas utilizados en planta 1 sector peletizado...	68
Tabla 6. Criticidad del equipo.....	69
Tabla 7. Efecto de no hacer la tarea.....	70
Tabla 8. Criticidad equipo vs realización de la O.T.....	70
Tabla 9. Actividades de mantenimiento según su criticidad.....	72
Tabla 10. Ubicación equipos planta1 peletizado.....	83
Tabla 11. Equipos de análisis periódico de aceite.....	85
Tabla 12. Horas mantenimiento preventivo y correctivo año 2008.....	89
Tabla 13. Números de fallas anuales por equipos.....	90
Tabla 14. Calculo del factor de disponibilidad global propilco planta 1 /peletizado.....	92

INTRODUCCION

La industria día a día debe ser más competitiva, esto conlleva a mejorar la organización para ser más eficiente y productiva. Lograr este objetivo implica, entre otras cosas, la utilización adecuada de nuevas tecnologías.

El mantenimiento como parte integral de la organización en cualquier industria no es ajeno a la presente necesidad, para llevar a cabo sus objetivos:

- Maximizar la disponibilidad de los equipos para la producción.
- Preservar el valor de las instalaciones minimizando el deterioro.
- Conseguir estas metas en la forma más económica posible y a largo plazo.

El mantenimiento preventivo es primordial en la conservación de todo tipo de maquinaria. La lubricación en una planta esta asociada con este tipo de mantenimiento. Por lo tanto un buen plan de lubricación es fundamental para la reducción de la fricción y el desgaste de los equipos como consecuencia del funcionamiento de los mismos.

Como la lubricación juega un papel importante en el mantenimiento de los equipos, esto deriva en el desarrollo de herramientas que faciliten y mejoren este tipo de tareas. Un programa de lubricación sistematizado es una herramienta adecuada para responder a esta necesidad teniendo en cuenta que su confiabilidad depende de:

- El lubricante asignado a cada mecanismo sea el correcto.
- El mecanismo esté programado en la semana que le corresponde de acuerdo con su frecuencia asignada. Y durante las 52 semanas laborables del año.
- La cantidad de lubricante asignada a cada mecanismo sea la adecuada.
- Contemple los equipos existentes en la planta, relacionando su ubicación.
- Se realice para cada máquina independientemente de las demás.

- Tenga en cuenta los reportes de los lubricadores, porque esto permite controlar y dirigir su trabajo.
- El personal encargado de la lubricación esté bien capacitado en esta área y que tenga una preparación en el mantenimiento de cada uno de los equipos.

Todo esto se debe tener en cuenta al hacer el programa de lubricación si se desea obtener buenos resultados. Llevarlo a cabo en forma manual requiere un trabajo arduo y con alto riesgo de cometer errores que pueden resultar costosos; su automatización garantiza minimizar errores y una alta productividad, siempre que el programa de lubricación sea cumplido en su totalidad. Diseñar y desarrollar un sistema de información automática que permita a la organización del mantenimiento en forma clara y oportuna, planear y controlar la programación de la lubricación de la planta.

El Software, ayuda a la organización del mantenimiento para que en forma clara y oportuna, planea y controle actividades tales como la programación de la lubricación en los equipos, rutas de lubricación, así como la frecuencia y la tarea a realizar en la máquina y sus respectivos puntos de lubricación; algunos indicadores de gestión y reportes necesarios para

llevar el respectivo control de las tareas realizadas. Todas las tareas que realiza el Software, se desarrollaron bajo un plan que incluyó:

- Documentación, recopilación y análisis
- Elaboración del software
- Análisis de las necesidades del software
- Diseño del software
- Desarrollo del software
- Elaboración del manual del usuario

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En la empresa propilco planta 1 sector peletizado a diario se realizan actividades de mantenimiento, dichas actividades estas destinadas a evitar fallas en los diferentes equipos, pero a un así en el año 2008 se presentaron numerosas fallas y todas ellas relacionadas con desgastes y fricción, por este motivo se vio en la obligación de crear una herramienta que sirviera como complemento de su software mantenimiento y planear mejor las rutas de tribología destinadas al sector de peletizado planta 1.

JUSTIFICACION

En el año 2008 el sector de peletizado planta 1 Propilco tuvo un total de 80 fallas en los diferentes equipos del sector. La descripción común de estas fallas siempre estaban en caminadas hacia fugas, desgastes, altas temperaturas de rodamiento y vibraciones. Todas estas fallas de algún modo u otro están relacionadas con la tribología, estas 80 fallas de equipos representaron en horas de trabajo adicional alrededor de 273 horas lo que representa casi un 7% de las horas pactadas de operación de la planta y sin contar las 1110,96 horas por parada por diferentes motivos entre ellas producción, las cuales representan un 18 % de las horas pactadas de operación.

El proyecto diseño y organización de rutas de tribología para quipos rotativos planta 1 Propilco sector peletizado nos permitirá planear de manera mas adecuada las rutas correspondiente a los equipos identificando las necesidades de cada uno, además nos permitirá elevar el factor de disponibilidad a través de la disminución de falla y tiempos de paradas, mejorara el rendimiento o eficiencia de la planta aumentando el tiempo de operación del sector y mejorara la calidad del producto a través de la disminución y estudio del desgastes de componente mecánicos que tenga consecuencias en la calidad del producto.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVOS GENERALES.

Diseñar un software que se pueda utilizar como herramienta para la planeación, organización y evaluación de rutas tribológicas para equipos rotativos de Propilco Planta 1 sector peletizado.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Mejorar el mantenimiento en propilco planta 1 sector peletizado a través de una herramienta que mejore la planeación de las actividades de mantenimiento.
- Realizar un análisis de criticidad para Clasificar los equipos y sus respectivas actividades de mantenimiento.
- Realizar una codificación de los equipos en la planta de acuerdo a su ubicación en la misma. En Propilco planta 1 sector peletizado.
- Crear una metodología para la evaluación de la eficiencia en la realización de las actividades, y la evaluación de la disponibilidad de cada uno de los activos.

1. LUBRICACION PRODUCTIVA

2.1 LUBRICACION DEL SISTEMA PRODUCTIVO

El lubricante es la sangre vital para el funcionamiento de las máquinas y es el responsable de mantener con vida el proceso productivo de la empresa. Una falla del lubricante puede generar traumatismos graves que se manifiestan, entre otras, en costosas reparaciones, paradas improductivas, elevación en los costos de mano de obra, cambio de repuestos o necesidad de reposiciones de las máquinas y pérdida de calidad del producto.

Todo equipo industrial tiene una vida útil durante la cual la empresa obtiene una producción determinada. Un papel importante del lubricante es ayudar a la máquina a alcanzar el límite de vida útil o, en el mejor de los casos, superarlo. Desafortunadamente en la industria poca atención se le presta a estos hechos y se mira el proceso de lubricación como la simple labor de “echar aceite y grasa a las máquinas”, dejando de lado todas aquellas consideraciones que pueden convertirlo en un factor importante para mejorar la productividad de la organización.

Para analizar estas consideraciones se puede comenzar diciendo que lubricar es encontrar la mejor manera de aplicar el lubricante apropiado, en el lugar requerido,

en la cantidad correcta, en el momento preciso, al menor costo y con el mayor valor agregado posible. Ahora tomaremos estas definiciones por partes para un análisis más detallado de lo que significa lubricación productiva y sus repercusiones en la productividad y viabilidad de las plantas.

Encontrar la mejor manera de aplicar el lubricante apropiado: Cuando se habla de “la mejor manera de aplicar el lubricante” se hace referencias al sistema de lubricación y “el lubricante apropiado” se refiere al proceso de selección del lubricante, luego la definición está indicando que el proceso de lubricación debe iniciarse escogiendo el lubricante apropiado y el sistema de lubricación, de acuerdo con las condiciones de trabajo del equipo.

Es aquí donde entra a jugar papel importante la tribología, una ciencia interdisciplinaria que estudia los fenómenos relacionados con el transporte de carga a través de dos superficies en movimiento relativo. Estos fenómenos se traducen en fricción o deslizamiento en superficies móviles generando calor, pérdidas de energía y de material (desgaste), y para contrarrestarlos se acude al uso de lubricantes. La tribología nos conduce a hablar de Ingeniería de Lubricación que proporciona los métodos para minimizar los efectos negativos de la fricción y el desgaste. Se puede afirmar que la tribología estudia los fenómenos que limitan la vida de los equipos, por eso es parte integral de cualquier desarrollo industrial.

El acelerado avance en el uso de materiales de mejor calidad y la aplicación de tecnologías que permitan una fabricación cada vez más precisa ha conducido a la reducción de dimensiones, aumento de las velocidades de trabajo, aumento de temperaturas y presiones unitarias, reducción de tolerancias y precisión de ajustes, factores que obran como incrementadores de la fatiga del metal, lo cual exige que los lubricantes utilizados en las máquinas deban ser aptos para absorber condiciones más severas de operación las que también van a producir una “fatiga del lubricante”.

Así pues, la conservación y mantenimiento de los equipos no se puede reducir al simple ejercicio de “aplicar un lubricante”; por el contrario se exige tomar en serio el resultado de la Ingeniería de Lubricación si es que aspiramos a que nuestra industria logre sobrevivir o ser competitiva ante el mundo. La eficiencia y la competitividad se basan hoy en el mejoramiento de los procesos y servicios y el proceso de lubricación, por ser el que suministra la sangre vital para el funcionamiento de los equipos merece la máxima atención.

La tribología brinda herramientas matemáticas y gráficas que permiten seleccionar el sistema de lubricación y las características que debe poseer el lubricante para proteger en forma adecuada un equipo o elemento mecánico. Hay procedimientos de selección diferentes para cada equipo (Motor eléctrico, motor de combustión interna, compresor, turbina, reductor de velocidades) y elemento mecánico (cojinetes, rodamientos, cables, correas, cadenas, acoples, engranajes) que

fundamentalmente tienen en cuenta las condiciones de trabajo a que van a estar sometidas (velocidades, cargas, temperaturas, potencias, medio ambiente) y los tipos de materiales y superficies que van a estar en contacto.

Aplicar el lubricante en el lugar requerido, en la cantidad correcta y en el momento requerido: Para cada equipo o elemento mecánico, la tribología dice en donde es conveniente aplicar el lubricante y la cantidad precisa para cada caso, definiendo así el “nivel de lubricante”.

Un alto nivel puede generar exceso de fricción fluida, que ocasiona su calentamiento y pérdida de su viscosidad, Un bajo nivel puede ocasionar una película de lubricante insuficiente para separar las superficies en contacto, permitiendo el contacto metal-metal; el resultado es alta fricción, calentamiento, desgaste de las superficies, desajustes de las máquinas. También aquí hay disminución de la viscosidad del lubricante con lo cual se agrava el problema convirtiéndose en un círculo vicioso que se autoalimenta hasta conducir a la falla catastrófica del equipo.

El “momento preciso” para aplicar el lubricante hace referencia al período de tiempo transcurrido entre cada cambio de aceite, el cual es diferente para el período de asentamiento o para el período de funcionamiento normal.

Período de asentamiento: Es una etapa de acondicionamiento inicial de todas las piezas componentes de un equipo, en cada una de ellas se presenta una serie de irregularidades (rugosidad superficial) dejadas por el proceso de fabricación. En las primeras horas de funcionamiento se produce un desgaste o “asentamiento” de las partes, en un proceso de pulimento en que las irregularidades más grandes se van gastando y dan lugar a una superficie más pulida. El proceso se debe controlar en forma cuidadosa. Dentro de este período se lleva la máquina a sus máximas condiciones de carga y velocidad, pero en una forma gradual y controlada para evitar males irreparables y catastróficos.

Funcionamiento normal: El fabricante del equipo normalmente dice cuando efectuar el primero y los sucesivos cambios de aceite. Vale la pena anotar que el primer cambio es muy importante porque, aunque aparentemente el aceite está limpio, contiene todas las limaduras que se han desprendido en el proceso de desgaste inicial. En equipos estacionarios se aconseja hacer el primer cambio entre las 240 y las 500 horas de servicio y en los vehículos a los primeros 1500 kilómetros. Este cambio debe ir acompañado del cambio o limpieza de los filtros y del sistema de lubricación en general. Lo más probable es que este proceso de asentamiento no haya terminado al momento de hacer este primer cambio, luego el segundo cambio también es muy importante y exigente tener las mismas precauciones, aunque pueda ser más espaciado en el tiempo (1500 horas o 3000-4000 kilómetros). Los sucesivos cambios se realizan de acuerdo con las

recomendaciones del fabricante, o en su defecto se recurre al análisis de aceite para determinar el período óptimo de cambio.

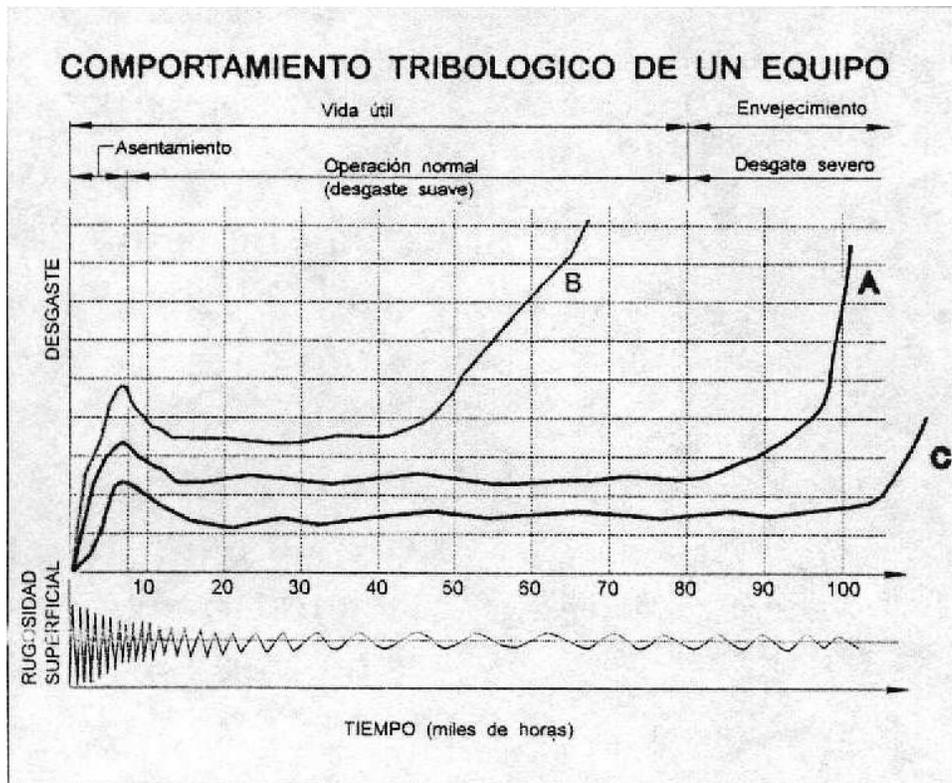
Aplicar el lubricante al menor costo y con el mayor valor agregado posible: para explicar este punto, como primer paso lo ideal sería introducir todos los equipos del sistema productivo en un proceso tribológico, sin embargo para establecer sus bondades puede hacerse una prueba piloto en un grupo de equipos en una línea de producción o en un proceso determinado y luego extenderlo a toda la planta.

Un equipo esta en un proceso tribológico cuando al menos el 90% de sus elementos alcanza la vida a la fatiga o vida útil calculada. El fabricante del equipo debe suministrar las curvas tribológicas o curvas de desgaste de los elementos, (en caso contrario se pueden construir).

En la figura 1 se muestran tres curvas tribológicas que corresponden a situaciones diferentes. La curva A representa un comportamiento tribológico normal del equipo en donde se alcanza la vida útil del diseño que entrega el fabricante, (en este caso 80000 horas), la curva B indica un proceso tribológico negativo, donde no se alcanza esa vida (solo llega a 40000 horas), obsérvese que los niveles de desgaste durante las primeras 6000 horas de trabajo son más altos que en la curva A; la curva C corresponde a un proceso tribológico positivo, donde se excede la vida del diseño o vida útil del equipo (se alcanzan 100000 horas). En

este caso las primeras 6000 horas de trabajo los niveles de desgaste son más bajos.

Figura 1. Comportamiento tribológico de un equipo.

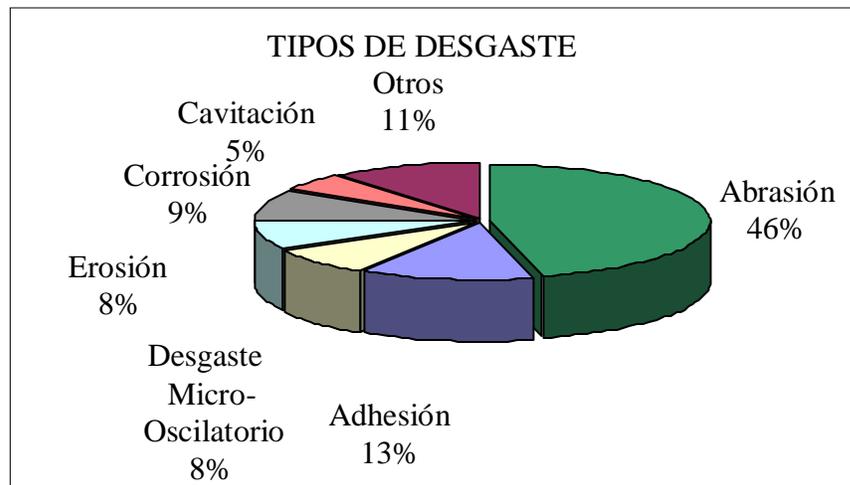


¿De que depende que los equipos se ubiquen en una de estas curvas? Hay varios factores que inciden en su mayor o menor duración, los más importantes son:

1. **Período de asentamiento:** un buen período de asentamiento puede conducir a trabajar con las curvas A o C, por el contrario cualquier descuido en este proceso lleva a la curva B, con los irremediables daños en el equipo que tienen como consecuencia una vida útil más corta y un nivel de gastos más elevado. Este tipo de ineficiencias lamentablemente se ven traducidas en sobrecostos para el producto final y en disminución de competitividad en el mercado.
2. **Selección del lubricante:** se siguen las recomendaciones del fabricante del equipo o se acude a los fabricantes de lubricantes para aplicar el lubricante adecuado, pero en la mayoría de los casos el usuario del equipo se ve enfrentado a la necesidad de hacer la selección el mismo. El estudio de la tribología ha conducido a métodos precisos para seleccionar el lubricante adecuado de cualquier equipo.
3. **Uso de lubricantes especiales:** los aceites sintéticos brindan una excelente alternativa para mejorar el comportamiento y alargar la vida útil del equipo. A pesar del mayor costo de estos lubricantes, es una inversión que se paga muy rápidamente por todas las ventajas que ofrecen: Menor desgaste, períodos de cambio más prolongados, disminución de las paradas improductivas, menor consumo de energía y algo muy importante es la reducción de los daños al medio ambiente.

- Control del desgaste: ningún equipo esta exento de desgaste, no importa sus uso (Ver figura 2). El análisis del aceite, realizado en forma periódica, permite conocer los niveles de desgaste de los elementos del equipo y a la vez se convierte en una herramienta muy valiosa para el mantenimiento predictivo.

Figura 2. Principales tipos de desgaste que se encuentran en la industria



- Control de temperatura: es básico cuando se trata de conservar el equipo. Cundo las temperaturas de trabajo superan los 50°C, el aceite comienza a presentar problemas y se degrada muy rápidamente, lo cual imposibilita su buen desempeño en la protección del equipo.
- Manejo del equipo: en su afán por aumentar la producción muchas veces se someten los equipos a sobrecargas para las cuales no han sido

diseñados, contribuyendo así a disminuir su vida útil y generando costos de mantenimiento, repuestos y paradas improductivas frecuentes.

7. Nivel de capacitación y educación: este es el factor fundamental para implementar un proceso tribológico. Es necesario darle la importancia que merece la educación a nivel técnico y profesional para que la lubricación se haga en forma consciente, con un compromiso total con los objetivos de la organización y del equipo directivo.

Otro aspecto importante en la lubricación es que con su aplicación se pretende crear valor agregado al producto que se ofrece al cliente interno o externo. Los clientes internos del proceso tribológico son los usuarios de los equipos y el valor agregado que se les entrega consiste en retardar el proceso de envejecimiento de la máquina, disminuir el tiempo improductivo, bajar los costos del mantenimiento, disminuir el deterioro del medio ambiente debido a la degradación de los lubricantes y aumentar el número de unidades producidas durante su período de vida útil.

Cuando se calcula el precio final de un producto o servicio que se ofrece al mercado (cliente externo), se analizan otros factores como: costos del desgaste o envejecimiento de los equipos, del mantenimiento, mano de obra y de las paradas improductivas; estos costos representan un nivel de pérdidas dentro del proceso productivo. Si por medio de un buen proceso tribológico se disminuyen estas

pérdidas, el equipo mejor conservado va a entregar productos de mejor calidad y más bajo costo permitiendo a la organización ser competitiva en el mercado.

Hacia allí pueden enfocar los directivos de la organización sus esfuerzos para mejorar la productividad, ser más competitivos y posicionarse mejor en la mente de su consumidor final.

Desde el ingeniero hasta el técnico (lubricador) deben convertirse en autogestores del proceso, con mayor autonomía y herramientas para aplicarla. Esas herramientas se obtienen con la capacitación; si al lubricador se le enseña como funciona cada equipo, podrá entender porque requiere una lubricación especial para sus condiciones de trabajo, de lo contrario se corre el riesgo que pretenda aplicar el mismo lubricante a todos los equipos o que no tenga las precauciones necesarias para evitar contaminaciones, o no le dé importancia al correcto nivel del lubricante. Estos y otros errores pueden ser fatales para la máquina y en general causan traumas en el proceso productivo.

La decisión de tener en cuenta los anteriores conceptos deben partir de la alta dirección y puede adoptarse con la seguridad de que los resultados van a ser compatibles con cualquier estrategia. La sugerencia es simple: dedicar parte de los esfuerzos de mejora de la productividad en bajar el nivel de pérdidas dentro de los procesos productivos. Algunos de los beneficios alcanzados al involucrar los recursos (humanos y técnicos) de la empresa en un proceso tribológico son:

- ✓ Menor consumo de energía.
- ✓ Menor desgaste de las máquinas y equipos.
- ✓ Mayor vida útil de las máquinas y equipos.
- ✓ Tiempos más largos para reposición de equipos.
- ✓ Disminución de las paradas improductivas.
- ✓ Disminución de costos por repuestos y mano de obra para mantenimiento.
- ✓ Un medio ambiente más puro que genere mayor bienestar y una mejor calidad de vida trabajando en función de un desarrollo sostenible.
- ✓ Mayor calidad de los productos.
- ✓ Menos reprocesos ocasionados por errores en el proceso productivo.
- ✓ Mejoría en el nivel de la cultura técnica y organizacional.
- ✓ Mayor motivación y compromiso del personal.

Estos beneficios se verán reflejados en el aumento de la productividad de la empresa, pero es claro que las decisiones no las pueden tomar los niveles bajos de la organización, por el contrario, deben hacer parte de las estrategias adoptadas por la alta dirección para mejorar su posicionamiento en la mente del consumidor de sus productos.

2.2 LOS REQUERIMIENTOS DE LUBRICACION

Los requerimientos de lubricación de los equipos es una de las primeras y principales labores que se deben emprender dentro del mantenimiento preventivo de los equipos para determinar los lubricantes adecuados y la frecuencia de lubricación.

Los elementos principales para la determinación de los requerimientos de lubricación son los siguientes:

- Reconocimiento de los puntos de lubricación: para seleccionar los mejores lubricantes y su frecuencia de aplicación.
- Reducción del número de lubricantes a unos pocos de buena calidad.
- Inspeccionar los dispositivos y sistemas de lubricación: Para asegurar de que están en buenas condiciones de operación.
- Desarrollar un sistema para programar la lubricación: el programa se debe adaptar a las características de la planta para que los lubricantes se apliquen debida y oportunamente.

- Evitar la contaminación de los lubricantes: dentro de su almacenamiento y manipulación.

- Capacitación del personal: para que quienes realicen la tarea de lubricación lo hagan de una manera correcta y cumplan con el plan establecido por el programa de lubricación.

- Disponer de herramientas o equipo apropiado para asegurar que la tarea de la lubricación se haga de la mejor manera y sin complicaciones técnicas.

- Contar con una organización eficiente: todo lo anterior no funcionaria si toda la organización no se compromete con el plan definido.

2.3 EL PLAN DE LUBRICACION

Para establecer un programa de lubricación lo primero que hay que hacer es tramitar las “Hojas de Lubricación” de cada equipo, en las cuales se recopila la siguiente información:

- Descripción del equipo: utilizando las listas de los equipos que han sido previamente elaboradas, se hace la anotación de todos los equipos que requieren lubricación.
- Parte a lubricar: aquí se colocan las partes a lubricar sin que haya que hacer una lista de cada una de las partes sino agrupando las partes iguales bajo una misma designación como en la gráfica 3.
- Sistema de lubricación: se refiere a la forma en que dicha parte de la máquina es lubricada.

1. Lubricación por aceitera de mano
2. Engrase por engrasadora de mano o graseras
3. Alimentación por goteo
4. Salpique o baño
5. Lubricación por anillos, cadena o collar
6. Lubricación por herramienta neumática
7. Lubricación por neblina de aceite
8. Lubricación por alimentación forzada
9. Lubricación por sistema centralizado, etc.

Lubricante recomendado: se anota el nombre del lubricante recomendado por el fabricante de equipo. En hoja separada se anotan las características del aceite o grasa para posteriormente hacer las correspondencias con otros fabricantes de lubricantes (ver tabla 1).

Tabla 1. Equivalencias para lubricantes de diferentes fabricantes.

APLICACIONES	TERPEL	SHELL	MOBIL	TEXACO	ESSO
TURBINAS	TURBINA	TURBINE	D.T.E	REGAL	TERESSO
HIDRÁULICOS	HIDRAULICO CIRCULANTE	TELLUS	D.T.E	RDO HD	NUTO H
ENGRANAJES	ENGRANAJES EP	OMALA	MOBILGEAR	MEROPA	SPARTAN EP
HTAS NEUMÁTICAS	HERRAMIENTAS NEUM.	TORCULA	ALMO	ROCK DRILL	AROX
ACEITE TERMICO	TERMICO 22 Ó 100	THERMIA A,B	MOBILTHERM	TEXATHERM	TERESSO
ENGRANAJES SERVICIO PESADO	460	VALVATA 460		PÍNCHALE CILIN	TK 460
MECANIZADOS	SOLUBLE	BRUMOL C	PROSOL 77	SOLUBLE OIL D	KUTWELL
PLASTIFICANTES	PLASTIER A		NAPREX 27	257 OIL	FLEXON 650
IND. LLANTERA	PLASTIER B		NAPREX 948		FLEXON 680
MOTORES A GAS	GEOGAS	MUREX	PEGASUS 85	GEOTEX LA	ESTOR GLX
HIDRAULICO MAQUINARIA	HIDRÁULICO 10W	RIMULA	DELVAC 1310	URSA	ESSOLUBLE
TRACTORES	TRACTER	DONAX TD	MOBILFLUID 425	TDH OIL	TORQUE FLUID
ALIMENTOS	MINERAL BLANCO USP	TERSOL	WHITEREX 309		PRIMOL
TRANSFORMADOR	DIELECTRICO TIPO II	DIALA II ELECTROLBX		TRANSFORMER OIL	UNIVLOT
GRASA resista. agua y < 70° C	COPAS No 3	CHASSIS		MOTO CUP	FIRMAX
GRASA uso liviano, 120°C	MULTIPROPOSITO No2	MP	GRASE MP, MOBILUX	MARFAK, MULTIFAK	MULTIPURPOSE H
GRASA carga e impacto, 120°C	MULTIPROPOSITO EP-2	ALVANA EP-2	MOBILUX EP-2	MULTIFAK EP-2	VIDOK EP-2
GRASA carga, MoS ₂ , 120°C	TERPEL MOLIBDENO 2	RETINAX AM	GREASE SPECIAL	MOLYTEX EP-2	BEACON Q-2

Homologación y selección de lubricantes nuevos: teniendo en cuenta las características de los lubricantes recomendados, el fabricante del equipo debe hacer una comparación con los aceites producidos por compañías nacionales para seleccionar el más adecuado en cada caso, teniendo en cuenta los tipos de aceites y su aplicación particular de acuerdo con las siguientes familias:

- Aceites minerales puros sin aditivos
- Aceites con aditivos
- Aceites para compresores de alta presión
- Aceites para turbinas de vapor
- Aceites hidráulicos
- Aceites para refrigeración
- Aceites para motor

Para la selección del lubricante se debe tener en cuenta los siguientes factores:

- Presión
- Velocidad
- Temperatura
- Condiciones ambientales

En la selección de lubricante debe tenerse presente:

- Reducir al mínimo el número de lubricantes a utilizar
- Tratar de estandarizar al máximo las marcas

Frecuencias de lubricación: en la determinación de las frecuencias de lubricación se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Edad
- Ritmo de trabajo
- Susceptibilidad al desgaste
- Calidad del lubricante
- Condiciones ambientales
- Condiciones de servicio
- Análisis periódico del lubricante

Análisis periódico del lubricante: el análisis de los lubricantes es necesario y conveniente para determinar los cambios que pueda sufrir el lubricante en servicio y poder tomar medidas correctivas para protegerlos contra la contaminación, programar su cambio o tratamiento en marcha. Tabla 2.

Las pruebas más comunes son:

- Viscosidad (1)
- Numero de neutralización (2)
- Tensión superficial (3)
- Grado de humedad (4)
- Dilución por combustibles (5)
- Insolubles (6)

- Cenizas (7)
- Número de saponificación (8)
- Propiedad de extrema presión (9)
- Basicidad (10)

Tabla 2. Análisis de aceites según el equipo.

EQUIPO	ANALISIS
Compresores de aire o gas	1,2,3,4
Sistemas hidráulicos	1,2,3,4
Turbinas de vapor	1,2,3,4
Molinos	1,2,4,6,7
Trenes de laminación	1,2,4,6,7,9
Motores diesel	1,2,4,6,10
Motores a gas	1,2,4,6
Motores de gasolina	1,2,4,5,6,10
Máquinas de vapor	1,2,4,8
Engranajes	1,2,4,6,9

Frecuencias correctas de lubricación. Las frecuencias con que se lubriquen los equipos de una planta no deben ser arbitrarias, sino que deben estar basadas en los diferentes aspectos técnicos. Algunas veces se lubrica con mucha frecuencia, dando lugar a altos costos de lubricación, y en otros casos, se lubrica con frecuencias muy amplias, siendo esto aun más crítico, por cuanto los mecanismos se gastan prematuramente.

2.4 ASPECTOS QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA EN LA LUBRICACION DE UNA PLANTA

La lubricación es una de las funciones más importantes dentro de cualquier proceso productivo y una falla en su organización puede afectar seriamente las labores del departamento de Mantenimiento y de Operaciones. Esta organización solamente se puede llevar a cabo si se cuenta con un buen programa sistematizado de lubricación y con un personal de mantenimiento y lubricación bien capacitado.

Existe una idea generalizada de que lubricar es simplemente aplicar grasa o aceite y que entre mayor sea la cantidad aplicada al mecanismo, éste funcionará con mayor eficiencia y quedará mejor protegido. Se cree además que si se utiliza un aceite de una viscosidad mayor que la recomendada por el fabricante del equipo, éste podrá soportar mayores cargas o presentará menor desgaste.

Muchas veces se improvisan las tareas de lubricación, dejándolas en manos de personas que poco o nada tienen que ver con este campo. Tal es el caso de aquellas empresas que cuentan con un solo lubricador para sus inspecciones rutinarias creando así una dependencia de parte de la empresa hacia este trabajador; llegado el día en que la empresa no cuente con los servicios de dicho trabajador, se reemplaza por lo general con alguien que en la mayoría de los casos no tiene los conocimientos necesarios para cumplir con estas funciones.

Sucede que esta persona al inicio de sus labores recibe la orden perentoria de mantener los equipos "bien lubricados", para lo cual tendrá que aplicar grasa o aceite a los mecanismos que así lo requieran, pero... ¿Será posible que una persona que no ha sido entrenada debidamente ni posee conocimientos de mecánica industrial o automotriz pueda aplicar el lubricante correcto, en el momento preciso, la cantidad suficiente y a su debido tiempo?

Estos son algunos de los errores más comunes en lubricación, los cuales se deben corregir para lograr una correcta lubricación. El éxito de cualquier programa que se inicie para mejorar la lubricación de una planta, no depende solamente del personal de mantenimiento o de las políticas que implementen los ingenieros de producción y de mantenimiento, sino en conjunto debe ser todo un programa bandera de la gerencia de la empresa.

Si un programa de esta índole no tiene el respaldo de la gerencia, casi se pueden asegurar las probabilidades de fracaso como consecuencia de la resistencia normal de algunos estamentos internos de la empresa a la implementación de nuevas tecnologías o a la organización del trabajo, mediante la utilización del computador. La lubricación juega un papel muy importante en la conservación de los equipos y esto aconseja necesariamente que las universidades y los institutos tecnológicos investiguen y profundicen en áreas tan fundamentales como ésta. Un buen mecánico debe ser antes que nada un excelente lubricador, y viceversa, un buen lubricador debe ser un mecánico excelente.

En nuestro medio el lubricador aspira a ser un buen mecánico, pero el mecánico rara vez aspira a ser un buen lubricador. Por el contrario, en la mayoría de los casos el mecánico piensa que si hace las veces de lubricador, ésta es una tarea denigrante que lo baja de categoría. La culpa no es de éste, sino de las directrices trazadas por la Empresa. En cualquier fábrica, el hombre clave debe ser el lubricador-mecánico o el mecánico-lubricador.

En muchas fábricas se han presentado fallas irreparables en los equipos, debido a que el lubricador en un momento dado no ha podido detectar a tiempo un ruido anormal en el equipo, la temperatura anormal en el mecanismo o porque en lugar de aplicar un aceite hidráulico para un equipo que lo requiere se ha utilizado un aceite automotor.

El lubricador debe ser, dentro del personal de mantenimiento, quien más alta clasificación tenga y debe ocupar un puesto al cual sólo pueda aspirar el más aventajado de los mecánicos. Para lograr que un programa de lubricación se pueda llevar a cabo y funcione como tal en la práctica, tal como ha sido planeado, es indispensable que todos los departamentos que de una u otra forma tengan que ver con el funcionamiento de la maquinaria, trabajen conjuntamente y estén dispuestos, en todo momento, a colaborar con los programas de lubricación establecidos.

2.5 CONSECUENCIAS DE LA NO LUBRICACION

La lubricación es necesaria para permitir que los equipos operen, para permitir un mejor movimiento de las piezas protegerlas del desgaste. En fin, evitar o minimizar la fricción.

2.5.1 Fricción

La fricción es la pérdida de energía mecánica durante el inicio, desarrollo y final del movimiento relativo entre dos zonas materiales en contacto. Se introduce el término zonas materiales; que incluye los fenómenos que se pueden producir por:

- **Fricción externa.** Entre cuerpos diferentes.
- **Fricción interna.** Entre partículas de un mismo cuerpo

Tipos de fricción externa

- **Fricción de deslizamiento.** Se presenta durante el movimiento relativo tangencial de los elementos sólidos en un sistema tribológico.
- **Fricción de rodamiento.** Se presenta durante el movimiento relativo de rodadura entre los elementos sólidos de un sistema tribológico.
- **Fricción de rotación.** Se presenta durante el movimiento relativo de rotación entre los elementos sólidos de un sistema tribológico.

Dependiendo de las condiciones de contacto la fricción externa se puede clasificar en:

- ***Fricción estática.*** Pérdida de energía mecánica al inicio y al final del movimiento relativo tangencial entre dos zonas materiales en contacto.
- ***Fricción móvil.*** Pérdida de energía mecánica durante el movimiento relativo de zonas materiales en contacto.
- ***Fricción de choque.*** Pérdida de energía mecánica al inicio y al final del movimiento relativo normal (perpendicular) entre zonas materiales en contacto.

2.5.2 DESGASTE

Es consecuencia directa del rodamiento metal-metal entre dos superficies y se define como el deterioro sufrido por ellas a causa de la intensidad de la interacción de sus rugosidades superficiales. El desgaste puede llegar a ser crítico, haciendo que las piezas de una máquina pierdan sus tolerancias y queden inservibles, causando costosos daños y elevadas pérdidas de producción.

Tipos de desgaste

Una superficie lubricada se puede gastar por factores que pueden ser intrínsecos al tipo de lubricante utilizado, a su tiempo de servicio o debido a contaminantes

externos. En algunos pocos casos se presenta como resultado de la selección incorrecta del equipo, de un mal diseño, o del empleo de materiales inadecuados para las condiciones de operación de los mecanismos.

- **Desgaste adhesivo:** también llamado contacto metal-metal. Se presenta en todos los mecanismos lubricados o no, cuando las superficies no están separadas completamente por una película de aceite. Es un tipo de desgaste que no se puede eliminar, pero sí se puede reducir considerablemente mediante la utilización de lubricantes con óptimas propiedades de película límite.
- **Desgaste abrasivo:** ocasiona el desgaste del mecanismo como resultado de la presencia entre las superficies en movimiento relativo de partículas extrañas de igual o mayor dureza a la de los materiales que los conforman. Las partículas abrasivas se incrustan ellas mismas en una de las superficies y actúan como una herramienta de corte, removiendo material de la otra superficie.
- **Desgaste corrosivo o herrumbre:** es consecuencia de un aceite oxidado o de la contaminación de éste con agua o con ácidos del proceso o del medio ambiente.

- **Desgaste corrosivo por vibración:** es aquel en el cual el desprendimiento de material es causado por una carga cíclica que rompe la película lubricante.
- **Desgaste erosivo:** es causado por un fluido a alta presión y con partículas sólidas en suspensión, las cuales al impactar sobre las superficies arrancan material de ellas debido a los efectos del momentum de las partículas.
- **Desgaste por fatiga superficial:** se presenta como consecuencia de los esfuerzos cíclicos de tensión, compresión y esfuerzo cortante sobre una superficie, los cuales dan como resultado grietas profundas de fatiga que causan finalmente la aparición de picaduras y de escamas.
- **Desgaste por cavitación:** cuando el aceite fluye a través de una región donde la presión es menor que la de su presión de vapor, hierve y forma burbujas de vapor. Estas burbujas son transportadas por el aceite hasta llegar a una región de mayor presión, donde el vapor regresa al estado líquido en forma súbita, "aplastándose" bruscamente las burbujas.
- **Desgaste por corrientes eléctricas:** se presenta como consecuencia del paso de corriente eléctrica a través de los elementos de una máquina, como en el caso de los rodamientos de un motor eléctrico, cuando la toma

a tierra es defectuosa, o por corrientes parásitas en equipos rotatorios, como turbinas de vapor, de gas, hidráulicas y en compresores centrífugos.

Problemas ocasionados por el desgaste

- Mayor consumo de repuestos por aumento en las reparaciones y en el mantenimiento.
- Reducción en la producción por paros de maquinaria.
- Vida útil más corta de la maquinaria.
- En motores de combustión interna da lugar a pérdida de potencia, mayor consumo de combustible, etc.
- Posibilidad de accidentes ante el peligro de rotura de piezas al sobrepasar los límites permisibles de diseño.

3. RELACION MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO EN UN PROCESO TRIBOLOGICO

El mantenimiento preventivo consiste en una serie de acciones que se ejecutan en un programa basado en el tiempo transcurrido o basado en el tiempo de servicio del equipo. Estas acciones se realizan para descubrir, evitar, o mitigar la degradación de un sistema (o sus componentes). La meta de un mantenimiento preventivo es minimizar la degradación del sistema y de sus componentes y así sostener la vida útil del equipo, Pero en el caso de tribología el mantenimiento preventivo debe estar basado y calculado en base de un buen mantenimiento predictivo que nos ayuda a calcular y establecer frecuencias exactas de lubricación y mediciones exacta del estado actual de una maquina.

El mantenimiento predictivo utiliza varias técnicas para conocer el comportamiento de un equipo. una de las que actualmente se utiliza es el análisis de aceites lubricantes usados. Los beneficios tangibles de implementar esta herramienta son la reducción de paros innecesarios por falla en equipo, reparaciones innecesarias, aumento de la vida útil de los equipos, disminución de gastos, aumento de la confiabilidad de la maquinaria, mantenimiento efectivo, mejor planeación y programación de la producción, y los beneficios implícitos son el aumento de la confiabilidad por parte del cliente al recibir su pedido a tiempo, calidad del producto relacionada con un mejor funcionamiento de los equipos, y por consiguiente, la generación de ventajas Frente a la competencia.

3.1 RUTAS DE TRIBOLOGIA

Desafortunadamente la mayoría de las empresas industriales aún siguen empeñadas en llevar acabo sus programas de lubricación de manera sistemática y no proactiva lo cual como es obvio conduce a altos costos de lubricación, de mantenimiento y a baja confiabilidad de los equipos rotativos. Mediante la aplicación de la Tribología estamos de por si al alcance de llegar al diseño por fatiga de la maquinas e incluso que en algunos casos estos puedan ser superados. Para obtener estos resultados debemos interactuar con otras ciencias y ramas del mantenimiento proactivo y preventivo, entonces nos dirigiremos hacia una Tribología Productiva

Una ruta de tribología es una serie de pasos a seguir mediante el cual se pretende minimizar el desgastes y la fricción que se generan debido al rozamiento continuo de partes de un equipos es por eso que la ruta de tribología hace énfasis en la aplicación del lubricante adecuado para cada equipo, la ruta de tribología se apoya en el mantenimiento predictivo para de esta forma saber aprioris la condición del equipo. Para la planeación de las rutas de tribología es necesario tener claro la criticidad, la ubicación y el tipo de lubricante a suministrar par de esta manera hacer la ruta lo mas eficiente posible.

La aplicación de la Tribología debe conducir a reducir al máximo la fricción; si se controla la fricción será posible reducir los diferentes tipos de desgaste que se pueden presentar en un mecanismo permitiendo que éste alcance su vida a la fatiga e inclusive la incrementa.

En la lubricación de los mecanismos de una máquina se debe tener siempre presente la conservación del medio ambiente y la preservación de los recursos no renovables como el petróleo, por lo tanto debemos racionalizar el consumo de lubricantes.

Recordemos que al utilizar lubricantes derivados del petróleo estos se oxidan y dan lugar a la formación de peróxidos y ácido sulfúrico, lo que hace que estos lubricantes sean altamente tóxicos y no biodegradables, conllevando a un envenenamiento paulatino de la tierra y el medio ambiente.

Por otro lado el petróleo al ser un recurso no renovable las reservas mundiales de este vital elemento se reducen debido a la utilización de sus derivados (lubricantes) cada vez mayor y sin medida tanto de máquinas industriales como automotrices. La opción mas satisfactoria en la actualidad es utilizar lubricantes de mayor calidad como los semisintéticos y sintéticos que aunque en su mayoría son derivados del petróleo permiten prolongados períodos de utilización con lo cual se reduce el volumen de aceite desechado al ambiente, son menos tóxicos y más biodegradables.

Para garantizar la correcta operación de los equipos rotativos lubricados con aceite que trabajan en las plantas, es necesario contar con información técnica que sea reciente, real, y de fácil comprensión, de tal manera que la mayoría de las anomalías que se presenten en lubricación se puedan resolver de manera

inmediata y las que tengan algún grado de dificultad se puedan programar con el fin de corregirlas lo más pronto posible.

A los equipos rotativos no es recomendable cambiarles el aceite bajo frecuencias constantes, ya que su nivel de calidad puede cambiar dentro del mismo intervalo de tiempo debido a imprevistos, como una tubería del sistema de enfriamiento rota, recipientes para aplicar los aceites sucios, mal almacenamiento y manejo de los lubricantes, altas temperaturas de operación como resultado de aislamientos deficientes, etc.; estos factores, además de afectar la vida del aceite, rompen la película lubricante, dando lugar a altos valores de vibración que finalmente causan la falla del mecanismo lubricado.

La RUTA OPERATIVA DE TRIBOLOGÍA permite conocer de manera inmediata por parte del personal de operaciones, los datos básicos del estado del aceite, del valor de la temperatura de operaciones y de la intensidad de las vibraciones de cada uno de los mecanismos lubricados de las plantas, los cuales correlacionándolos correctamente es factible sacar conclusiones que permiten garantizar que el mecanismo y por consiguiente el equipo están trabajando dentro de la confiabilidad esperada.

Técnicas predictivas complementos de rutas de tribología

Un sistema efectivo de rutas de tribología debe estar sustentado en un buen mantenimiento predictivo este nos ayudara a detectar de manera eficaz equipos que presente sistemas de desgastes, las técnicas predictivas aplicadas hoy en la industria son:

Análisis de la condición del aceite

Es el primer paso que se debe llevar a cabo y con el cual se asegura que el mecanismo está siendo lubricado correctamente. No es lógico tomar valores de vibración si no se ha asegurado primero la calidad de la lubricación, ya que si ésta no es la correcta, los valores que se tomen pueden dar por encima de los máximos permisibles.

Intensidad de las vibraciones

Este monitoreo es cualitativo, y lo único que se pretende con él, es que el operador tenga una idea muy aproximada de cuáles equipos de su planta están trabajando con valores de vibraciones por encima de su valor normal. La evaluación de las vibraciones por este método no permite determinar cuál es la causa de las vibraciones, por lo que se requiere que los equipos que resultaron con altos valores de vibración, sean monitoreados por el personal del CENTRO DE MONITOREO para determinar exactamente cual es el problema en el equipo (desalineamiento, desbalanceo mecánico, desbalanceo hidráulico, etc.)

Temperatura de operación

La temperatura de operación nos permitirá conocer como esta funcionando el equipo y si este esta funcionando bajo los parámetros establecido por el fabricante del equipo, este tipo de monitoreo es muy importante, porque de manera aprioris puede ser un buen criterio a utilizar para la intervención temprana de un equipo.

Beneficios de integrar las rutas de tribología con mantenimiento predictivo.

La ejecución de la RUTA OPERATIVA EN TRIBOLOGIA permite obtener los siguientes beneficios:

- Asegurar en tiempo real y de manera inmediata que los componentes de los equipos que se encuentran en operación, trabajan correctamente.
- Recopilar datos técnicos del funcionamiento mecánico de las máquinas para llevar a cabo programas mejorativos ó reemplazo de equipos.
- Reducir los costos de lubricación al recopilar y dializar los aceites que se sacan de los equipos.
- Reducir los costos de mano de obra y por menor compra de lubricantes al no cambiar aceites a destiempo sino cuando su estado realmente lo amerite.

4. PROPILCO

Polipropileno del Caribe S.A., PROPILCO S.A., pertenece al grupo empresarial Ecopetrol y se constituyó en Julio de 1989, como empresa dedicada a la producción y comercialización de Polipropileno



Su operación comenzó en el año 1990 con la puesta en marcha de la planta con tecnología Unipol PP con una capacidad inicial de 120,000 TM/año. Ampliaciones en 1.996 y 2.006 aumentaron su capacidad a 200.000 TM/ año. El crecimiento en la demanda de polipropileno a nivel nacional e internacional, conllevó en primera instancia a realizar constantes incrementos de la capacidad de producción. En el año 1999 se invirtió en una segunda línea de producción y es así que en Octubre de 2001 se puso en marcha la segunda planta de producción de polipropileno con tecnología Novolen con una capacidad inicial de 180.000 TM/año. Una ampliación adicional en 2.008 incrementó su capacidad a 205.000 TM/año llevando la capacidad total de la empresa a 405.000 TM/año. Mientras la tecnología Unipol de

la primera planta sigue siendo un éxito comprobado, la nueva tecnología empleada en la segunda línea de producción satisface las diversas exigencias del mercado y permite acceder a nuevas aplicaciones para el polipropileno.

Actualmente se ofrece más de 60 referencias de Polipropileno entre Homopolímeros, Copolímeros Random y Copolímeros de Impacto. Entre la amplia gama, se ofrecen productos para los diferentes procesos de transformación, al igual que productos para aplicaciones especiales.

En octubre de 2.007 se pone en operación una unidad de separación de Propileno "splitter", que permite a PROPILCO proveerse de materia prima nacional, impactando favorablemente el crecimiento y la confiabilidad en el suministro a los clientes.

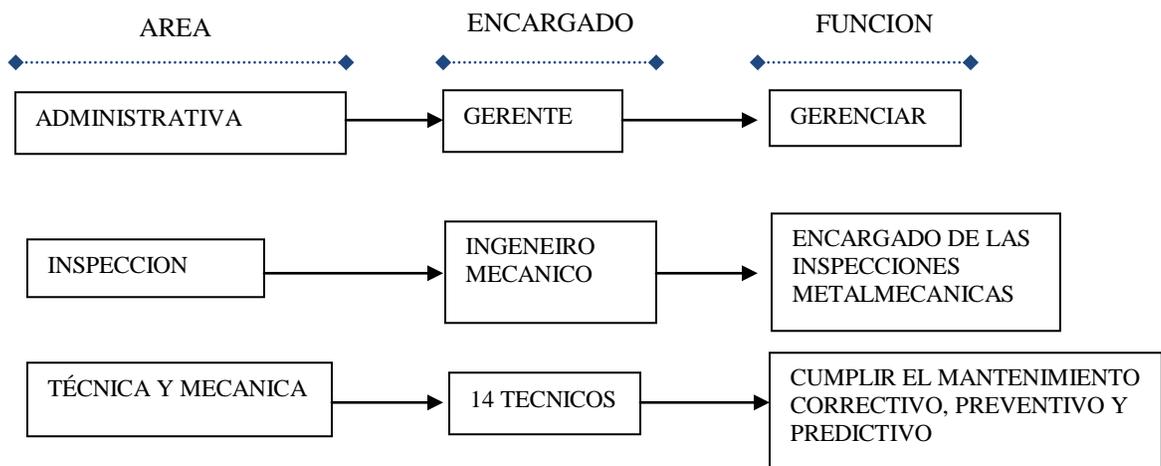
4.1 DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO PROPILCO

La empresa Propilco S.A cuenta con un departamento de mantenimiento muy organizado esta dirigida por el Súper intendente de mantenimiento Ing. Mecánico Fernando Villareal, posee un departamento de planeación y proyecto encargado de planificar el mantenimiento preventivo y las respectivas paradas de plantas que en la empresa se realizan.

Actualmente en la empresa Propilco se maneja un software muy poderoso encargado de la actualización diaria de datos de todos los departamentos de la empresa llamado SAP en este también se incluye el departamento de mantenimiento y las gestiones que allí se realicen, como en el caso de todas las O.T. SAP permite planear las rutinas de mantenimiento preventivo además de crear estrategias para la intervención y programación de paradas de planta.

La parte de tribología y lubricación se lleva acabo a través de la compañía contratista Gómez Mantilla y Cía., dicha compañía esta dirigida y orientada por el Ing. Mecánico Miguel Gómez que a sus vez cuenta con un Ing. Mecánico encargado de la inspecciones metalmecánicas, un analista de vibraciones y termografía y operadores encargados de la tarea rutinaria diaria en la cuales podemos destacar a mecánicos y electricistas.

Organigrama: Gómez Mantilla & Cia



Actualmente en la empresa propilco se realizan las rutinas de lubricación a través de la planeación del contratista de lubricación teniendo en cuenta el aviso que genera el sistema integrado de información SAP, esta planeación consiste en ejecutar la ordene de trabajo en el mismo orden en que la emite el sistema sin tener en cuenta criterios de criticad exactos, como tampoco la ejecución de las actividades de acuerdo a su ubicación en planta es por eso que la ejecución de este proyecto tiene un valor agregado en la disminución de los tiempos muertos.

4.2 PLANTA 1

Esta planta cuenta con tecnología Unipol PP con una capacidad inicial de 120,000 TM/año. Ampliaciones en 1.996 y 2.006 aumentaron su capacidad a 200.000 TM/año, esta dividida en varias aéreas entre los cuales esta peletizado que es el objeto de estudio.

- Área de reacción
- Área de peletizado
- Área de purificación
- Área de recuperación
- Área de servicios
- Área de extrusión

4.3 PELETIZADO

Es el proceso siguiente de reacción que sucede cuando en el reactor 1 se alimenta propileno, catalizador y un agente de selectividad para generar la reacción, bajo condiciones controladas de temperatura y presión, que permite obtener el grado homopolímero. Para la obtención del copolímero se adiciona etileno en el reactor 2. Cuando sale la resina sólida, se hace pasar por un sistema de desgasificación en donde una corriente de hidrógeno remueve las trazas de monómero y de catalizador. La resina es mezclada con aditivos que mejoran su desempeño según la aplicación. Finalmente el material pasa hacia peletizado en donde tomará la forma de pellets pasando por procesos de extrusión y mezclado.

El sector de peletizado se compone de 2 líneas de producción diferentes en su contenido y proceso; la primera de ellas es la línea de la extrusora, en este proceso la resina que proviene del reactor es extruido a través de la extrusora, que obliga a pasar por unos orificios el contenido de resina para luego pasar a la cortadora y tomar forma de pellets este proceso se lleva acabo a temperaturas y presiones dadas, la otra es la línea del mixer aquí la resina es mezclada para producir un diferente polímero dependiendo de la mezcla proveniente de los reactores y luego de esto pasa por la cortadora de pellets y toman su forma

En la tabla 3 listaremos los equipos utilizados y sus partes a lubricar en el proceso de peletizado en planta 1 Propilco área de peletizado cabe recalcar que esta información fueron extraídas del SAP.

Tabla 3. Equipos planta 1 sector peletizado.

CODIGO	EQUIPO
Y-7001BM	MIXER
Y-7001M	MOTOR PRINCIPAL
Y-7001R	REDUCTOR PRINCIPAL
Y-7004R	MELT PUMP
Y-7007	CUTTER (CIRTADOR DE CUCHILLAS)
S-7018	VALVULA ROTATORIA
92k001G	COMPRESOR DE AIRE ATLAS COPCO ZA5D350-6E
92k001F	COMPRESOR DE AIRE ATLAS COPCO ZA5D350-6E
Y-5017	TORNILLO ALIMENTADO DE RESINA
Y-7013	CRIBA ROTEX
Y-7010	SECADOR DE PELETS
Y-7021	SECADOR DE PELLETS
Y-7019A	EXTRACTOR DE GASES
Y-7010 ^a	EXTRACTOR DE GASES
S-0353	VALVULA ROTATORIA
S-5011A	VALVULA ROTATORIA
S-5011B	VALVULA ROTATORIA
S-6219	ASCENSOR
S-6250	MEZCLADOR MASTERMIX
S-5015	VALVULA ROTATORIA
S-6251	VIBRA SCREW
K-0303	COMPRESOR DE AIRES
K-0304	COMPRESOR DE AIRES
K-0305	COMPRESOR DE AIRES
G-7008	BOMBA DE AGUA DE PELETS
G-7026B	BOMBA DE AGUA ATEMPERADA
G-7026C	BOMBA DE AGUA ATEMPERADA
G-7034B	BOMBA SISTEMA HIDRAULICOS
S-5021	DELLUMPER

Los equipos anteriores son los equipos que se encuentran codificados en el mantenimiento preventivo de Propilco planta 1 área de peletizado.

Cada uno de los anteriores equipos cuenta con puntos de lubricación o partes a tener en cuenta en la inspección que se le realiza periódicamente, en la tabla 4 listaremos las partes a inspeccionar de cada uno de los equipos y sus respectivas actividades dentro del programa de mantenimiento preventivo y predictivo que actualmente se realizan en el sector de peletizado planta 1 Propilco.

Tabla 4. Mantenimiento preventivo planta 1 sector peletizado.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANTA 1 SECTOR PELETIZADO		
CODIGO	PARTE A INSPECCIONAR	ACTIVIDAD
Y-7001BM	MIXER	Cambio de aceite mobil, DTE BB, ISO 220 110 galones, hacer flushing, cambiar filtro
	ACEITE MOBIL	tomar muestra para laboratorio y observar la composición química del aceite
	ACOPLES	inspeccionar Estado de dientes de las manzanas y camisa Reductor principal vs mixer engrase manual/, acople y reengrase con bomba grasa mobilith 460
	ANCLAJES	revisar apriete de los anclajes
Y-7001M	RODAMIENTOS	Cambio Aceite Mobil DTE Heavy Medium ISO 68 Cantidad 50 galones , Cambiar filtros de descargas
	ACEITE MOBIL	tomar muestra para laboratorio y observar la composición química del aceite
	ACOPLES	inspeccionar Estado de dientes de las manzanas y camisa acople entre motor vs Reductor principal y motor vs pony aplique grasa Mobilux EP2-NLGI-2
	ANCLAJES	revisar apriete de los anclajes
Y-7001R	REDUCTOR	Cambio de aceite Mobil Gear 632 ISO VG 220 165 galones, hacer flushing al carter, cambiar filtro descarga
	ACEITE MOBIL	tomar muestra para laboratorio y observar la composición química del aceite
	ANCLAJES	revisar apriete de los anclajes

Continuación tabla 4

CODIGO	PARTE A INSPECCIONAR	ACTIVIDAD
Y-7004R	REDUCTOR	Cambio Aceite Mobil Gear 630 ISO 220 86 Galones , Cambiar filtro de descarga , limpieza de consola, hacer flushing al carter
	ACEITE MOBIL	tomar muestra para laboratorio y observar la composición físico química del aceite
	ACOPLE MOTOR VS REDUCTOR	Inspeccionar Estado de los dientes de las manzanas y camisa acople entre motor vs reductor aplique grasa Mobilux EP2-NLGI-2 Inspeccione los shear pin
	ACOPLE REDUCTOR VS MELT PUMP	Inspeccionar Estado de los dientes de las manzanas y camisas acople entre Reductor y melt pump aplique grasa Mobilux EP-2 NLGI-3 ver instr.MM-I-004
	ANCLAJES	Reapretar Pernos de anclajes
	ACOPLE DEL TACOGENERADOR	revisión estado de los shims prisioneros y manzanas
Y-7007	RODAMIENTO	Cambio de aceite Mobil DTE Heavy Medium ISO 68 Cantidad 3 galones realizar flishing al carter
	ACOPLES	Inspeccionar Estado de los dientes de las manzanas y camisas aplique grasa Mobilux EP-2 - NLGI-1 manualmente y luego de acoplar bombee nuevamente
	ANCLAJES	revisar apriete de los anclajes
	PRENSE LADO DE AGUA	Chequear fugas por el prence, reapretar si es necesario o destapar orificio por posible taponamiento de pelets

Continuación tabla 4.

CODIGO	PARTE A INSPECCIONAR	ACTIVIDAD
S-7018	REDUCTOR	Cambio de aceite MOBILGEAR 630 cantidad 1 galón, hacer flushing al carter
	PIÑON CONDUCTOR Y CONDUcido	Inspeccionar estado de los dientes , apriete de las manzanas ver instructivo MM-I-005 Aplicar lubricante supraflex 715
	ESTADO DE LA CADENA	Verificar Estado de la cadena, lubricar con supraflex de cherterton
	ALINEACION ENTRE PIÑONES	Verificar Alineación entre piñones , Apriete de anclajes del reductor , guarda y sistemas asociados al equipo
	MOTOR	Engrasar motor grasa Mobilux-EP-2-NLGI-2 Engrase con el motor en movimiento hasta que salga grasa nueva por el otro extremo
92k001G	CARTER	Cambiar aceite roto z cantidad 16 galones, realizar flushing y limpieza general
	FILTRO DE ACEITE	Cambiar filtro de aceite sobre todo el que ha estado en servicio. Revise las superficie de sello por seguridad se requiere que estos cambios se realicen con el equipo parado y frio
	STRAINER CAJA ENGRANEJES	Verifique su estado limpieza cambiar si es necesario
	MOTOR	Engrase con grasa , Mobilux EP-2 NLGI-2
	REVISAR ANCLAJES	Reapretar Pernos de anclajes
	COOLERS	Chequear estado de los intercambiadores limpiar si es necesario
	FILTRO DE ACEITE	Revise estado de limpieza de la carcasa y cheque estado de la superficie de sello, Evite que entre suciedad durante la inspección o el cambio
	ACOPLE	Revise el estado de los cauchos y tornillos
	TRAMPAS	Revisar funcionamiento de las trampas

Continuación tabla 4.

CODIGO	PARTE A INSPECCIONAR	ACTIVIDAD
92k001F	CARTER	Cambiar aceite roto z cantidad 16 galones, realizar flushing y limpieza general
	FILTRO DE ACEITE	Cambiar filtro de aceite sobre todo el que ha estado en servicio. Revise las superficie de sello por seguridad se requiere que estos cambios se realicen con el equipo parado y frio
	STRAINER CAJA ENGRANEJES	Verifique su estado limpieza cambiar si es necesario
	MOTOR	Engrase con grasa , Mobilux EP-2 NLGI-2
	REVISAR ANCLAJES	Reapretar Pernos de anclajes
	COOLERS	Chequear estado de los intercambiadores limpiar si es necesario
	FILTRO DE ACEITE	Revise estado de limpieza de la carcasa y cheque estado de la superficie de sello, Evite que entre suciedad durante la inspección o el cambio
	ACOPLE	Revise el estado de los cauchos y tornillos
	TRAMPAS	Revisar funcionamiento de las trampas
Y-5017	CHUMACERAS DEL TORNILLO	Engrasar chumaceras del tornillo
	MOTOR	Engrasar Motor Ver instructivo MM-016
	INSPECCION DEL ACOPLE	Inspección del acople ver Instructivo MM-I-001
	REDUCTOR	Cambio de aceite Mobil gear 630 Cantidad 6,7 Galones
	SELLO	Cambio de aceite Mineral La mirilla debe estar 3/4 de nivel
Y-7013	CARTER	Cambio de aceite Mobil DTE ISO 100, Hacer flushing al carter, Inspección Pivote Equalizable, desgastes teflon, Tensores, Mallas
	ACOPLE	Inspeccionar estado de poleas conductora y conducida , estado de las correas, alineación entre poleas
	ROD. SUP. PIVOTE TRASERO	Engrasar rodamientos superior eje de salida, Pivote Equalizable trasero

Continuación tabla 4.

CODIGO	PARTE A INSPECCIONAR	ACTIVIDAD
Y-7010	SECADOR	Engrase de chumaceras, Mobilux EP-2-NLGI-2, Engrasar con el secador en movimiento hasta que salga grasa nueva por el otro extremo de la chumacera
	ACOPLE	Inspeccionar estado de las correas , Polea conductora y conducida, alineación entre poleas Ver Instructivo MM-I-006
	MOTOR	Engrase el motor Grasa Mobilux EP-2-NLGI.Engrase con el motor arrancando hasta que salga grasa nueva por el otro extremo.
Y-7021	SECADOR	Engrase de las chumaceras , Mobilux EP-2-NLGI, Engrasar con el secador en movimiento hasta que salga grasa nueva por el otro extremo de la chumacera
	ACOPLE	Inspeccionar estado de las correas , Polea conductora y conducida, alineación entre poleas Ver Instructivo MM-I-006
	MOTOR	Engrase el motor Grasa Mobilux EP-2-NLGI.Engrase con el motor arrancando hasta que salga grasa nueva por el otro extremo.
Y-7019A	BLOWER	engrase de las chumaceras, Mobilux EP-2 NLGI, engrasar con el blower en movimiento hasta que salga grasa nueva por el otro extremo de las chumaceras
	ACOPLE	Inspeccionar estado de las correas, poleas conductora y conducida. Alineación entre poleas ver Instruct. MM-I-006
Y-7010A	BLOWER	engrase de las chumaceras, Mobilux EP-2 NLGI, engrasar con el blower en movimiento hasta que salga grasa nueva por el otro extremo de las chumaceras
	ACOPLE	Inspeccionar estado de las correas, poleas conductora y conducida. Alineación entre poleas ver Instruct. MM-I-006

Continuación **tabla 4**

CODIGO	PARTE A INSPECCIONAR	ACTIVIDAD
S-0353	REDUCTOR	Cambio de aceite MOBILGEAR 630 cantidad 1 galón, hacer flushing al carter
	PIÑON CONDUCTOR Y CONDUcido	Inspeccionar estado de los dientes , apriete de las manzanas ver instructivo MM-I-005
	ESTADO DE LA CADENA	Verificar Estado de la cadena, lubricar con supraflex 715
	ALINEACION ENTRE PIÑONES	Verificar estado, Alineación entre piñones corregir si es necesario, Aplicar lubricante Supraflex 716
	ANCLAJES	Verificar apriete de anclajes del reductor, guarda y sistemas asociado
S-5011A	REDUCTOR	Cambio de aceite MOBILGEAR 630 cantidad 1 galón, hacer flushing al carter
	PIÑON CONDUCTOR Y CONDUcido	Inspeccionar estado de los dientes , apriete de las manzanas ver instructivo MM-I-005 aplicar Lubricante Supraflex 715
	ESTADO DE LA CADENA	Verificar Estado de la cadena, lubricar con supraflex 715
	ALINEACION ENTRE PIÑONES	Verificar estado, Alineación entre piñones corregir si es necesario, Aplicar lubricante Supraflex 716
	ACOPLE MOTOR VS REDUCTOR	Verificar apriete de anclajes del reductor, guarda y sistemas asociado
S-5011B	REDUCTOR	Cambio de aceite MOBILGEAR 630 cantidad 1 galón, hacer flushing al carter
	PIÑON CONDUCTOR Y CONDUcido	Inspeccionar estado de los dientes , apriete de las manzanas ver instructivo MM-I-005 aplicar Lubricante Supraflex 715
	ESTADO DE LA CADENA	Verificar Estado de la cadena, lubricar con supraflex 715
	ALINEACION ENTRE PIÑONES	Verificar estado, Alineación entre piñones corregir si es necesario, Aplicar lubricante Supraflex 716
	ACOPLE MOTOR VS REDUCTOR	Verificar apriete de anclajes del reductor, guarda y sistemas asociado
S-6219	REDUCTOR	Cambio de aceite Mobil gear 630 ISO 220 cantidad 8 galones, hacer flushing al carter
	ACOPLES	Verificar estado del elastómero, revisión de prisioneros, estado de la manzana ver Instruct. MM-I-003
	MOTOR	Engrasar motor grasa Mobilux-EP-2-NLGI-2 Engrase con el motor en movimiento hasta que salga grasa nueva por el

Continuación tabla 4

CODIGO	PARTE A INSPECCIONAR	ACTIVIDAD
S-6250	REDUCTOR	Cambio de Aceite Mobil DTE ISO 220 cantidad 8 galones hacer flushing al carter
	PIÑÓN CONDUCTOR Y CONDUcido	Inspeccionar estado de los dientes, apriete de las manzanas ver Instruct. MM-I-005 Aplicar Lubricante Supraflex 715
	ESTADO DE LA CADENA	Verificar Estado de la cadena, Lubricar con Supraflex 715 Chesterton
	ALINEACION ENTRE PIÑONES	Verificar Alineación entre piñones, Apriete de anclajes del reductor, guarda y sistema asociados al equipo
	MOTOR	Engrase motor grasa Mobilux-EP-NLGI-2 Engrase con el motor en movimiento hasta que salga grasa nueva por el otro estremo
	ACOPLE MOTOR VS REDUCTOR	Verificar estado del elastómero, revisión de prisioneros, estado de las manzanas ver Instruct. MM-I-003
S-5015	REDUCTOR	Cambio de aceite MOBILGEAR 630 cantidad 1 galón, hacer flushing al carter
	PIÑÓN CONDUCTOR Y CONDUcido	Inspeccionar estado de los dientes , apriete de las manzanas ver instructivo MM-I-005 Aplicar lubricante supraflex 715
	ESTADO DE LA CADENA	Verificar Estado de la cadena, lubricar con supraflex 715 de cherterton verificar La alineación entre piñones
	ALINEACION ENTRE PIÑONES	Verificar Alineación entre piñones , Apriete de anclajes del reductor , guarda y sistemas asociados al equipo
	MOTOR	Verificar apriete de anclajes del reductor, guarda y sistemas asociado al equipo
S-6251	REDUCTOR	Cambio de aceite Mobil Gear 630 ISO Hacer Flushing al reductor
	ACOPLE	Inspeccionar Estado del Elastómero, Prisioneros y Manzanas, ver Instruct MM-I-003
	ANCLAJES	Reapretar Pernos de anclajes, guardas y tuberías asociadas al sistema

Continuación tabla 4

CODIGO	PARTE A INSPECCIONAR	ACTIVIDAD
K-0303	CARTER	Cambio de aceite sintético Mobil SHC 629 ISO VG 220 cantidad 11,5 litros, realizar flushing
	RODAMIENTOS DEL MOTOR	Aplicar Grasa UNIREX N NLGI-2 motor arrancado en vacío hasta que salga por el otro extremo ver instructor. MM-I-023
	CORREAS	Inspeccionar su estado, tensionar o cambiar si es necesario ver instruct MM-I-006
	POLEAS	Inspeccionar polea conductora y conducida por el desgaste de las ranuras, grietas o roturas ver instruct. MM-I-007
	FILTRO AIRE DE LA SUCCION	Verificar su estado, realizar limpieza, verificar sellado (hermeticidad) cambiar si es necesario
	FILTRO DE AIRE DE LA DESCARGA	Verificar su estado, realizar limpieza, verificar sellado (hermeticidad) cambiar si es necesario
K-0304	CARTER	Cambio de aceite sintético Mobil SHC 629 ISO VG 220 cantidad 11,5 litros, realizar flushing
	RODAMIENTOS DEL MOTOR	Aplicar Grasa UNIREX N NLGI-2 motor arrancado en vacío hasta que salga por el otro extremo ver instruct. MM-I-023
	CORREAS	Inspeccionar su estado, tensionar o cambiar si es necesario ver instruct MM-I-006
	POLEAS	Inspeccionar polea conductora y conducida por los desgastes de las ranuras, grietas o roturas ver instruct. MM-I-007
	FILTRO AIRE DE LA SUCCION	Verificar su estado, realizar limpieza, verificar sellado (hermeticidad) cambiar si es necesario
	FILTRO DE AIRE DE LA DESCARGA	Verificar su estado, realizar limpieza, verificar sellado (hermeticidad) cambiar si es necesario

Continuación tabla 4

CODIGO	PARTE A INSPECCIONAR	ACTIVIDAD
K-0305	CARTER	Cambio de aceite sintético Mobil SHC 629 ISO VG 220 cantidad 11,5 litros, realizar flushing
	RODAMIENTOS DEL MOTOR	Aplicar Grasa UNIREX N NLGI-2 motor arrancado en vacio hasta que salga por el otro extremo ver instruct. MM-I-023
	CORREAS	Inspeccionar su estado, tensionar o cambiar si es necesario ver instruct MM-I-006
	POLEAS	Inspeccionar polea conductora y conducida por el desgaste de las ranuras, grietas o roturas ver instruct. MM-I-007
	FILTRO AIRE DE LA SUCCION	Verificar su estado, realizar limpieza, verificar sellado (hermeticidad) cambiar si es necesario
	FILTRO DE AIRE DE LA DESCARGA	Verificar su estado, realizar limpieza, verificar sellado (hermeticidad) cambiar si es necesario
G-7008	CARTER	Cambio Aceite Mobil DTE médium ISO 68 cantidad 1,0 galón, hacer flushing, Revisar Ajustes del trico ver Instruct MM-I-016
	MOTOR	Engrase de motor grasa Mobilix EP2 NLGI-2 Aplicar con el motor arrancado en vacio hasta que salga grasa nueva por el otro extremo
	ACOPLE	Revisar Estado de las rejillas, desgaste de dientes Ver instructivo MM-I-002
G-7026B	CARTER	Cambio Aceite Mobil DTE ISO 27 cantidad 0,5 galones, hacer flushing, Revisar Ajustes del trico ver Instruct MM-I-016
	MOTOR	Engrase de motor grasa Mobilix EP2 NLGI-2 Aplicar con el motor arrancado en vacio hasta que salga grasa nueva por el otro extremo
	ACOPLE	Revisar manzanas, apriete de prisioneros, estado del elastómero Ver instruct. MM-I-003

Continuación tabla 4

CODIGO	PARTE A INSPECCIONAR	ACTIVIDAD
G-7026C	CARTER	Cambio Aceite Mobil DTE ISO 27 cantidad 0,5 galones, hacer flushing, Revisar Ajustes del trico ver Instruct MM-I-016
	MOTOR	Engrase de motor grasa Mobilix EP2 NLGI-2 Aplicar con el motor arrancado en vacio hasta que salga grasa nueva por el otro extremo
	ACOPLE	Revisar manzanas, apriete de prisioneros, estado del elastómero Ver instruct. MM-I-003
G-7034B	CONSOLA	Cambio de aceite Mobil DTE heavy Medium ISO 68 cantidad 55Galones, Realizar Limpieza de la consola, Cambiar Filtro de aceite (Frecuencia anual) limpiar filtro de las succión
	ACOPLE	Revisar Manzanas. Aprietes de prisioneros, estado del elastómero Ver instruct. MM-I-003
S-5021	VALVULA	Lubricar chumaceras, Grasa Unirex N2
	ACOPLE	Inspección de acople por correa, Ver inst. MM-I-005
	MOTOR	Lubricar rodamientos del motor, Unirex N2

4.4 ACEITES Y GRASAS UTILIZADOS EN LOS EQUIPOS PROPILCO PLANTA 1 SECTOR DE PELETIZADO

El sector de Peletizado cuenta con mucho equipos como vimos anteriormente entre ellos podemos destacar reductores, bombas, compresores, ventiladores, cada uno de estos equipos poseen rodamientos, sellos entre otros que se convierten en puntos de lubricación y por ende punto de especial atención, además teniendo en cuenta que la planta funciona 24 horas al día y los 365 días del año es de especial importancia que los aceites utilizados sean los recomendados por los fabricantes de las distintos equipos presente en planta 1 peletizado.

El proveedor de aceite para planta 1 y planta 2 es la compañía MOBIL ellos son los encargados de proveer los aceites y grasas ya sean de tipo mineral o sintéticos para los equipos, como también son los encargados de realizar el estudio y seguimiento de los análisis de aceites y proveer recomendaciones.

En la tabla 5 listamos los equipos con su respectivo aceite y/o grasa determinado a través de un estudio realizado por la empresa Propilco el cual arrojo como resultado los siguientes aceites genérico y su aceite utilizado hoy en día en la planta .

Tabla 5. Aceites y grasas utilizados en planta 1 sector peletizado.

CODIGO	EQUIPO	COMPONENTE	ACEITE GENERICO	ACEITE MOBIL
Y – 5017	Powered Winches	Reductor	ISO VG 150	Mobil Vacuoline 528
Y - 7001M	Motor principal Flender	Cojinetes	ISO VG 68	Mobil DTE Oil Heavy Medium
Y 7001R	Reductor Principal Flender	Reductor	ISO VG 320	Mobilgear SHC XMP 320
Y - 7001BM	Motor Auxiliar Pony	Reductor	ISO VG 220	Mobil SHC 630
Y – 7004	Melt Pump	Reductor	ISO VG 220	Mobilgear 600 XP 220
Y – 7007	Cutter Housing	Rodamientos	ISO VG 68	Mobil DTE Oil Heavy Medium
Y – 7013	Criba Rotex Nueva		ISO VG 100	Mobil DTE 27
Y – 7031	Balnera del Mixer Farrel	Rodamientos	ISO VG 220	Mobil Vacuoline 533
Y – 7010	Secador de Pellets	Rodamientos	NLGI 2	Unirex N2
Y – 7021	Secador de Pellets	Rodamientos	NLGI 2	Unirex N2
Y - 7019 ^a	Blower de Gases	Rodamientos	NLGI 2	Unirex N2
Y - 7010 ^a	Blower de Gases	Rodamientos	NLGI 2	Unirex N2
S – 0353	Válvula Rot. Silo Semilla	Reductor	ISO VG 220	Mobilgear 600 XP 220
S - 5011 A	Válvula Rotatoria B	Reductor	ISO VG 220	Mobilgear 600 XP 220
S - 5011 B	Válvula Rotatoria A	Reductor	ISO VG 220	Mobilgear 600 XP 220
S 5015	Válvula Rotatoria	Reductor	ISO VG 220	Mobilgear 600 XP 220
S – 6219	Ascensor	Reductor	ISO VG 220	Mobilgear 600 XP 220
S – 6250	Mezclador Mastermix(Blender)	Reductor	ISO VG 150	Mobil Vacuoline 528
S – 6251	Vibra Screw	Reductor	ISO VG 220	Mobilgear 600 XP 220
S – 7018	Válvula Rotatoria	Reductor	ISO VG 220	Mobilgear 600 XP 220
S – 7056	Rotatoria de tolva	Reductor	ISO VG 220	Mobilgear 600 XP 220
K – 0303	Soplador de Silos	Rodamientos	ISO VG 150	Mobil Vacuoline 528
K – 0304	Soplador de Silos	Rodamientos	ISO VG 150	Mobil Vacuoline 528
K – 0305	Soplador de Pellets a silos	Rodamientos	ISO VG 150	Mobil Vacuoline 528
G – 7008	Bomba Transporte Pellets	Rodamientos	ISO VG 68	Mobil DTE Oil Heavy Medium
G - 7026B	Bomba Circulación Condensado	Rodamientos	ISO VG 68	Mobil DTE Oil Heavy Medium
G - 7026C	Bomba Circulación Condensado	Rodamientos	ISO VG 68	Mobil DTE Oil Heavy Medium
G - 7034B	Bomba Unidad Lubricadora Valva.	Rodamientos	ISO VG 68	Mobil DTE Oil Heavy Medium
S- 5021	Delumper	Rodamientos	NLGI 2	Unirex N2
Y -7040	Blower	Rodamientos	ISO VG 150	Mobil Vacuoline 528
Y -7004	Extractor	Rodamientos	NLGI 2	Unirex N2
92K001-F	Compresor "Atlas copco"	Motor	NLGI 2	Unirex N2
		Deposito	ROTO Z	
92K001-G	Compresor "Atlas copco"	Motor	NLGI 2	Unirex N2
		Deposito	ROTO Z	

4.5 ELECCION DEL NIVEL DE CRITICIDAD UTILIZADOS EN LOS EQUIPOS

PROPILCO PLANTA 1 SECTOR PELETIZADO

Actualmente en planta 1 sector peletizado el nivel de criticidad esta dado por la prioridad del equipo, la actividad y su roll en la producción. Se manejan 3 niveles; 1= prioridad alta, 2 = prioridad media, 3 = prioridad baja.

Para la realización de este trabajo hemos tenido en cuenta otros criterios de criticidades de equipos y actividades de trabajos que arrojan y una matriz y a través de esta podemos obtener la criticidad de la actividad a realizar en todos los equipos. A continuación explicaremos el método utilizado para hallar la criticidad del equipo como tal y su O.T.

1. Determinar la clasificación del tipo de Equipo a Activo sobre el cual incide la OT a ejecutarse.

En las tablas 6 y 7 se describe el criterio de selección.

Tabla 6. Criticidad del equipo.

CRITICIDAD EQUIPO	DESCRIPCION
1	Equipo critico de protección para seguridad
2	Operación critica para la operación completa de la planta
3	Equipo critico para la continuación del producto principal
4	Sistema auxiliar para el proceso principal de producción
5	Equipo critico para la continuación del producto secundario
6	sistema auxiliar para el proceso secundario
7	Unidad de reserva para sistema críticos
8	Unidad de reserva para un equipo no critico
9	Equipo secundario

- Determinar la consecuencia de no hacer la tarea.

Tabla 7. Efecto de no hacer la tarea.

EFEECTO DE NO HACER LA TAREA	DESCRIPCION
A	Inmediata amenaza para la seguridad de personas
B	Inmediata amenaza para la seguridad de la planta
C	Limita la habilidad de obtener las principales metas
D	Limita la habilidad de obtener las metas secundarias
E	Situación peligrosa personas, maquinas no inmediatamente
F	Afectaría la operación después de un tiempo
G	Actividades dedicadas al mejoramiento de eficiencia
H	Restauración de la integridad técnica de la planta
I	Mejoramiento general o promover tolerabilidad de metas secundarias

- Establecer una relación en las cual se vincule el tipo de activo con el efecto de no hacer la tarea y ubicarlo en la tabla 8 para saber el lapso de tiempo para ejecutar la O.T.

Tabla 8. Criticidad equipo vs realización de la O.T.

Time Frame	Colour	User Priority
24hrs		1
48hrs		2
72hrs		3
3 week		4
3 weeks +		5

El siguiente ejemplo es una muestra de la metodología seguida para relacionar cada unos de los equipos con sus respectivas actividades de mantenimiento del sector de peletizado.

Ejemplo:

Equipo Y-7001R reductor principal del mixer, encargado de reducir la velocidad del motor, para que las cuchillas de la Cutter (cortadora) trabajen a la velocidad de proceso y cumpla con la conformidad ideal del pellets.

Figura 3. Ejemplo mixer.

CODIGO	ACTIVIDAD	COLOR DEL NIVEL
Y-7001R	Cambio de aceite Mobil Gear 632 ISO VG 220 165 galones, hacer flushing al carter, cambiar filtro descarga	3F
	tomar muestra para laboratorio y observar la composicion quimica del aceite	3F
	revisar apriete de los anclajes	3E

CRITICIDAD EQUIPO	CRITICIDAD O.T
-------------------	----------------

CRITICIDAD EQUIPO	3	Equipo critico para la continuación del producto principal
CRITICIDAD O.T	F	Afectaría la operación después de un tiempo
TIEMPO MAX ESPERA		3 Semanas

En la tabla 9 se listan las actividades de mantenimiento según su criticidad.

Tabla 9. Actividades de mantenimiento según su criticidad.

CODIGOS	ACTIVIDADES	CRITICIDAD	COLOR
Y-7001BM	Cambio de aceite mobil, DTE BB, ISO 220 110 galones, hacer flushing, cambiar filtro	3F	
	tomar muestra para laboratorio y observar la composicion quimica del aceite	3F	
	inspeccionar Estado de dientes de las manzanas y camisa Reduct principal vs mixer engrase manual/, acople y reengrase con bomba grasa mobilith 460	3E	
	revisar apriete de los anclajes	3E	
Y-7001M	Cambio Aceite Mobil DTE Heavy Medium ISO 68 Cantidad 50 galones , Cambiar filtros de descargas	3F	
	tomar muestra para laboratorio y observar la composicion quimica del aceite	3F	
	inspeccionar Estado de dientes de las manzanas y camisa acople entre motor vs Reduct principal y motor vs pony aplique grasa Mobilux EP2-NLGI-2	3E	
	revisar apriete de los anclajes	3E	
Y-7001R	Cambio de aceite Mobil Gear 632 ISO VG 220 165 galones, hacer flushing al carter, cambiar filtro descarga	3F	
	tomar muestra para laboratorio y observar la composicion quimica del aceite	3F	
	revisar apriete de los anclajes	3E	

Continuación tabla 9

CODIGOS	ACTIVIDADES	CRITICIDAD	COLOR
Y-7004R	Cambio Aceite Mobil Gear 630 ISO 220 86 Galones , Cambiar filtro de descarga , limpieza de consola, hacer flushing al carter	3F	
	tomar muestra para laboratorio y observar la composicion fisico quimica del aceite	3E	
	Inspeccionar Estado de los dientes de las manzanas y camisa acople entre motor vs reductor aplique grasa Mobilux EP2-NLGI-2 Inpeccione los shear pin	3E	
	Inspeccionar Estado de los dientes de las manzanas y camisas acople entre Reductor y melt pump aplique grasa Mobilux EP-2 NLGI-3 ver instr.MM-I-004	3E	
	Reapretar Pernos de anclajes	3E	
	revision estado de los shims prisioneros y manzanas	3E	
Y-7007	Cambio de aceite Mobil DTE Heavy Medium ISO 68 Cantidad 3 galones realizar flishing al carter	3C	
	Inspeccionar Estado de los dientes de las manzanas y camisas aplique grasa Mobilux EP-2 - NLGI-1 manualmente y luego de acoplar bombee nuevamente	3C	
	revisar apriete de los anclajes	3E	
	Chequear fugas por el preense, reapretar si es necesario o destapar orificio por posible taponamiento de pelets	3G	
S-7018	Cambio de aceite MOBILGEAR 630 cantidad 1 galon, hacer flushing al carter	3C	
	Inspeccionar estado de los dientes , apriete de las manzanas ver instructivo MM-I-005 Aplicar lubricante supraflex 715	3F	
	Verificar Estado de la cadena, lubricar con supraflex de cherterton	3E	
	Verificar Alineacion entre piñones , Apriete de anclajes del reductor , guarda y sistemas asociados al equipo	3F	
	Engrasar motor grasa Mobilux-EP-2-NLGI-2 Engrase con el motor en movimiento hasta que salga grasa nueva por el ptro extremo	3F	

Continuación tabla 9

CODIGOS	ACTIVIDADES	CRITICIDAD	COLOR
92k001G	Cambiar aceite roto z cantidad 16 galones, realizar flushing y limpieza general	3F	
	Cambiar filtro de aceite sobre todo el que ha estado en servicio. Revise las uperficie de sello por seguridad se requiere que estos cambios se ralicen con el equipo parado y frio	3E	
	Verifique su estado limpieza cambiar si es necesario	3F	
	Engrase con grasa , Mobilux EP-2 NLGI-2	3F	
	Reapretar Pernos de anclajes	3E	
	Chequear estado de los intercambiadores limpiar si es necesario	3E	
	Revise estado de limpieza de la carcaza y cheque estado de la superficie de sello, Evite que entre suciedad durante la inspeccion o el cambio	3F	
	Revise el estado de los cauchos y tornillos	3F	
	Revisar funcionamiento de las trampas	3E	
92k001F	Cambiar aceite roto z cantidad 16 galones, realizar flushing y limpieza general	3F	
	Cambiar filtro de aceite sobre todo el que ha estado en servicio. Revise las uperficie de sello por seguridad se requiere que estos cambios se ralicen con el equipo parado y frio	3E	
	Verifique su estado limpieza cambiar si es necesario	3F	
	Engrase con grasa , Mobilux EP-2 NLGI-2	3F	
	Reapretar Pernos de anclajes	3E	
	Chequear estado de los intercambiadores limpiar si es necesario	3E	
	Revise estado de limpieza de la carcaza y cheque estado de la superficie de sello, Evite que entre suciedad durante la inspeccion o el cambio	3F	
	Revise el estado de los cauchos y tornillos	3F	
	Revisar funcionamiento de las trampas	3E	
Y-5017	Engrasar chumaceras del tornillo	4E	
	Engrasar Motor Ver instructivo MM-016	4F	
	Inspeccion del acople ver Intructivo MM-I-001	4F	
	Cambio de aceite Mobil gear 630 Cantidad 6,7 Galones	4F	
	Cambio de aceite Mineral La mirilla debe estar 3/4 de nivel	3E	

Continuación tabla 9

CODIGOS	ACTIVIDADES	CRITICIDAD	COLOR
Y-7013	Cambio de aceite Mobil DTE ISO 100, Hacer flushing al carter, Inspeccion Pivote Equalizable, desgastes teflon, Tensores, Mallas	3F	
	Inspeccionar estado de poleas conductora y conducida , estado de las correas, alineacion entre poleas	3E	
	Engresar rodamientos superior eje de salida, Pivote equalizable trasero	3F	
Y-7010	Engrase de chumaceras, Mobilux EP-2-NLGI-2, Engrasar con el secador en movimiento hasta que salga grasa nueva por el otro extremo de la chumacera	4F	
	Inspeccionar estado de las correas , Polea conductora y conducida, alineacion entre poleas Ver Instructivo MM-I-006	4E	
	Engrase el motor Grasa Mobilux EP-2-NLGI. Engrase con el motor arrancando hasta que salga grasa nueva por el otro extremo.	4F	
Y-7021	Engrase de las chumaceras , Mobilux EP-2-NLGI, Engrasar con el secador en movimiento hasta que salga grasa nueva por el otro extremo de la chumacera	4F	
	Inspeccionar estado de las correas , Polea conductora y conducida, alineacion entre poleas Ver Instructivo MM-I-006	4E	
	Engrase el motor Grasa Mobilux EP-2-NLGI. Engrase con el motor arrancando hasta que salga grasa nueva por el otro extremo.	4F	
Y-7019A	engrase de las chumaceras, Mobilux EP-2 NLGI, engrasar con el blower en movimiento hasta que salga grasa nueva por el otro extremo de las chumaceras	5E	
	Inspeccionar estado de las correas, poleas conductora y conducida. Alineacion entre poleas ver Instruct. MM-I-006	5E	

Continuación tabla 9

CODIGOS	ACTIVIDADES	CRITICIDAD	COLOR
Y-7010A	engrase de las chumaceras, Mobilux EP-2 NLGI, engrasar con el blower en movimiento hasta que salga grasa nueva por el otro extremo de las chumaceras	5E	
	Inspeccionar estado de las correas, poleas conductora y conducida. Alineacion entre poleas ver Instruct. MM-I-006	5E	
S-0353	Cambio de aceite MOBILGEAR 630 cantidad 1 galon, hacer flushing al carter	4F	
	Inspeccionar estado de los dientes , apriete de las manzanas ver instructivo MM-I-005	4E	
	Verificar Estado de la cadena, libricar con supraflex 715	4E	
	Verificar estado, Alineacion entre piñones corregir si es necesario, Aplicar lubricante Supraflex 716	4E	
	Verificar apriete de anclajes del reductor, guarda y sistemas asociado	4E	
S-5011A	Cambio de aceite MOBILGEAR 630 cantidad 1 galon, hacer flushing al carter	4F	
	Inspeccionar estado de los dientes , apriete de las manzanas ver instructivo MM-I-005 aplicar Lubricante Supraflex 715	4E	
	Verificar Estado de la cadena, libricar con supraflex 715	4E	
	Verificar estado, Alineacion entre piñones corregir si es necesario, Aplicar lubricante Supraflex 716	4E	
	Verificar apriete de anclajes del reductor, guarda y sistemas asociado	4E	
S-5011B	Cambio de aceite MOBILGEAR 630 cantidad 1 galon, hacer flushing al carter	4F	
	Inspeccionar estado de los dientes , apriete de las manzanas ver instructivo MM-I-005 aplicar Lubricante Supraflex 715	4E	
	Verificar Estado de la cadena, libricar con supraflex 715	4E	
	Verificar estado, Alineacion entre piñones corregir si es necesario, Aplicar lubricante Supraflex 716	4E	
	Verificar apriete de anclajes del reductor, guarda y sistemas asociado	4E	

Continuación tabla 9

CODIGOS	ACTIVIDADES	CRITICIDAD	COLOR
S-6219	Cambio de aceite Mobol gear 630 ISO 220 cantidad 8 galones, hacer flushing al carte	4E	
	Verificar estado del elastomero, revision de prisioneros, estado de la manzana ver Instruct. MM-I-003	4E	
	Engrasar motor grasa Mobilux-EP-2-NLGI-2 Engrase con el motor en movimiento hasta que salga grasa nueva por el pto extremo	4E	
S-6250	Cambio de Aceite Mobil DTE Iso 220 cantidad 8 galones hacewr flishing al carter	3F	
	Inspeccionar estado de los dientes, apriete de las manzanas ver Instruct. MM-I-005 Aplicar Lubricante Supraflex 715	3E	
	Verificar Estado de la cadena, Lubricar con Supraflex 715 chesterton	3E	
	Verificar Alineacion entre piñones, Apriete de anclajes del reductor, guarda y sistema asociados al equipo	3E	
	Engrase motor grasa Mobilux-EP-NLGI-2 Engrase con el motor en movimiento hasta que salgva grasa nueva por el otro extremo	3F	
	Verficar estado del elastomero, revision de prisioneros, estado de las manzanas ver Instruct. MM-I-003	3E	

Continuación tabla 9

CODIGOS	ACTIVIDADES	CRITICIDAD	COLOR
S-5015	Cambio de aceite MOBILGEAR 630 cantidad 1 galon, hacer flushing al carter	3F	
	Inspeccionar estado de los dientes , apriete de las manzanas ver instructivo MM-I-005 Aplicar lubricante supraflex 715	3E	
	Verificar Estado de la cadena, lubricar con supraflex 715 de cherterton verificar La alineacion entre piñones	3E	
	Verificar Alineacion entre piñones , Apriete de anclajes del reductor , guarda y sistemas asociados al equipo	3E	
	Verificar apriete de anclajes del reductor, guarda y sistemas asociado al equipo	3E	
S-6251	Cambio de aceite Mobil Gear 630 ISO Hacer Flushing al reductor	3F	
	Inpeccionar Estado del Elastomero, Prisioneros y Manzanas, ver Instruct MM-I-003	3E	
	Reapretar Pernos de anclajes, guardas y tuberias asociadas al sistema	3E	
K-0303	Cambio de aceite sintetico Mobil SHC 629 ISO VG 220 cantidad 11,5 litros, realizar flushing	4C	
	Aplicar Grasa UNIREX N NLGI-2 motor arrancado en vacio hasta que salga por el otro extremo ver instruct. MM-I-023	4C	
	Inpeccioanr su estado, tensionar o cambiar si es necesario ver instruct MM-I-006	4C	
	Inspeccionar polea conductora y conducida por el desgastes de las ranuras, grietas o roturas ver instruct. MM-I-007	4C	
	Verificar su estado, realizar limpieza, verificar sellado (hermetizidad) cambiar si es necesario	4F	
	Verificar su estado, reliazar limpieza, verificar sellado (hermetizidad) cambiar si es necesario	4F	

Continuación tabla 9

CODIGOS	ACTIVIDADES	CRITICIDAD	COLOR
K-0304	Cambio de aceite sintético Mobil SHC 629 ISO VG 220 cantidad 11,5 litros, realizar flushing	4C	
	Aplicar Grasa UNIREX N NLGI-2 motor arrancado en vacío hasta que salga por el otro extremo ver instruct. MM-I-023	4C	
	Inspeccionar su estado, tensionar o cambiar si es necesario ver instruct MM-I-006	4C	
	Inspeccionar polea conductora y conducida por el desgaste de las ranuras, grietas o roturas ver instruct. MM-I-007	4C	
	Verificar su estado, realizar limpieza, verificar sellado (hermetización) cambiar si es necesario	4F	
	Verificar su estado, realizar limpieza, verificar sellado (hermetización) cambiar si es necesario	4F	
K-0305	Cambio de aceite sintético Mobil SHC 629 ISO VG 220 cantidad 11,5 litros, realizar flushing	4C	
	Aplicar Grasa UNIREX N NLGI-2 motor arrancado en vacío hasta que salga por el otro extremo ver instruct. MM-I-023	4C	
	Inspeccionar su estado, tensionar o cambiar si es necesario ver instruct MM-I-006	4C	
	Inspeccionar polea conductora y conducida por el desgaste de las ranuras, grietas o roturas ver instruct. MM-I-007	4C	
	Verificar su estado, realizar limpieza, verificar sellado (hermetización) cambiar si es necesario	4F	
	Verificar su estado, realizar limpieza, verificar sellado (hermetización) cambiar si es necesario	4F	
G-7008	Cambio Aceite Mobil DTE medium ISO 68 cantidad 1,0 galon, hacer flushing, Revisar Ajustes del trico ver Instruct MM-I-016	3C	
	Engrase de motor grasa Mobilix EP2 NLGI-2 Aplicar con el motor arrancado en vacío hasta que salga grasa nueva por el otro extremo	3F	
	Revisar Estado de las rejillas,desgaste de dientes Ver instructivo MM-I-002	3E	

Continuación tabla 9

CODIGOS	ACTIVIDADES	CRITICIDAD	COLOR
G-7026B	Cambio Aceite Mobil DTE ISO 27 cantidad 0,5 galones, hacer flushing, Revisar Ajustes del trico ver Instruct MM-I-016	4F	
	Engrase de motor grasa Mobilix EP2 NLGI-2 Aplicar con el motor arrancado en vacio hasta que salga grasa nueva por el otro extremo	4F	
	revisar manzanas, apriete de prisioneros, estado del elastomero Ver instruct. MM-I-003	4E	
G-7026C	Cambio Aceite Mobil DTE ISO 27 cantidad 0,5 galones, hacer flushing, Revisar Ajustes del trico ver Instruct MM-I-016	4F	
	Engrase de motor grasa Mobilix EP2 NLGI-2 Aplicar con el motor arrancado en vacio hasta que salga grasa nueva por el otro extremo	4F	
	revisar manzanas, apriete de prisioneros, estado del elastomero Ver instruct. MM-I-003	4E	
G-7034B	Cambio de aceite Mobil DTE heavy Medium ISO 68 cantidad 55Galones, Realizar Limpieza de la consola, Cambiar Filtro de aceite (Frecuencia anual) limpiar filtro de las succion	3C	
	Revisar Manzanas. Aprietes de prisioneros , estado del elastomero Ver instruct. MM-I-003	3F	
S-5021	Lubricar chumaceras, Grasa Unirex N2	3C	
	Inspeccion de acople por correa, Ver inst. MM-I-005	3F	
	Lubricar rodamientos del motor, Unirex N2	3F	

4.6 UBICACIÓN DE EQUIPOS PROPILCO PLANTA 1 AREA DE PELETIZADO

El área de peletizado consta de un edificio de 9 pisos. En el se encuentra toda la maquinaria referente al proceso de peletizado. La dirección que lleva el proceso es de arriba hacia abajo comenzando del producto que viene desde área de reacción que son las resinas ya concebida lista para transformarse en pellets.

La distribución que se amolda a este tipo de proceso es la distribución por producto y tiene las siguientes características.

1. El material se desplaza de una operación a la siguiente sin solución de continuidad. (Líneas de producción, producción en cadena).
2. Proceso de trabajo: Los puestos de trabajo se ubican según el orden implícitamente establecido en el diagrama analítico de proceso. Con esta distribución se consigue mejorar el aprovechamiento de la superficie requerida para la instalación.
3. Material en curso de fabricación: EL material en curso de fabricación se desplaza de un puesto a otro, lo que conlleva la mínima cantidad del mismo (no necesidad de componentes en stock) menor manipulación y recorrido en

transportes, a la vez que admite un mayor grado de automatización en la maquinaria.

4. Versatilidad: No permite la adaptación inmediata a otra fabricación distinta para la que fue proyectada.

5. Continuidad de funcionamiento: El principal problema puede que sea lograr un equilibrio ó continuidad de funcionamiento. Para ello se requiere que sea igual el tiempo de la actividad de cada puesto, de no ser así, deberá disponerse para las actividades que lo requieran de varios puestos de trabajo iguales. Cualquier avería producida en la instalación ocasiona la parada total de la misma, a menos que se duplique la maquinaria. Cuando se fabrican elementos aislados sin automatización la anomalía solamente repercute en los puestos siguientes del proceso.

6. Incentivo: El incentivo obtenido por cada uno de los operarios es función del logrado por el conjunto, ya que el trabajo está relacionado ó íntimamente ligado.

7. Calificación de mano de obra: La distribución en línea requiere maquinaria de elevado costo por tenderse hacia la automatización. por esto, la mano de obra. no requiere una calificación profesional alta.

8. Tiempo unitario: Se obtienen menores tiempos unitarios de fabricación que en las restantes distribuciones.

4.8 UBICACION ACTIVOS PELETIZADO.

A través del estudio realizado de la ubicación de cada uno de los activos nos permitió medir e identificar zonas de referencias para la ejecución de las diferentes rutas. Las siguientes ubicaciones están dadas por pisos 1-9 y la letra siguiente quiere decir el orden según consonante y por la tanto se encuentra mas cerca de otro teniendo en cuenta un punto de referencia donde se planean las actividades. En la tabla 10 se muestra la ubicación de cada uno de los activos del sector de peletizado.

Tabla 10. Ubicación equipos planta1 peletizado.

CODIGO	EQUIPO	UBICACIÓN
Y-7001BM	MIXER	P1B
Y-7001M	MOTOR PRINCIPAL	P1A
Y-7001R	REDUCTOR PRINCIPAL	P1C
Y-7004R	MELT PUMP	P1D
Y-7007	CUTTER (CIRTADOR DE CUCHILLAS)	P1E
S-7018	VALVULA ROTATORIA	P2B
92k001G	COMPRESOR DE AIRE ATLAS COPCO ZA5D350-6E	P1P
92k001F	COMPRESOR DE AIRE ATLAS COPCO ZA5D350-6E	P1Q
Y-5017	TORNILLO ALIMENTADO DE RESINA	P3E
Y-7013	CRIBA ROTEX	P3B
Y-7010	SECADOR DE PELETS	P3C
Y-7021	SECADOR DE PELLETS	P3A
Y-7019A	EXTRACTOR DE GASES	P4B
Y-7010A	EXTRACTOR DE GASES	P4A
S-0353	VALVULA ROTATORIA	P1F
S-5011A	VALVULA ROTATORIA	P7A
S-5011B	VALVULA ROTATORIA	P7B
S-6219	ASCENSOR	P1L
S-6250	MEZCLADOR MASTERMIX	P1G
S-5015	VALVULA ROTATORIA	P3D
S-6251	VIBRA SCREW	P2A
K-0303	COMPRESOR DE AIRES	P1M
K-0304	COMPRESOR DE AIRES	P1N
K-0305	COMPRESOR DE AIRES	P1Ñ
G-7008	BOMBA DE AGUA DE PELETS	P1K
G-7026B	BOMBA DE AGUA ATEMPERADA	P1H
G-7026C	BOMBA DE AGUA ATEMPERADA	P1I
G-7034B	BOMBA SISTEMA HIDRAULICOS	P1J
S-5021	DELLUMPER	P8

4.9 ANALISIS DE LUBRICANTES PARA EQUIPOS DE PROPILCO PLANTA 1 SECTOR PELETIZADO

En la actualidad en la empresa Propilco se lleva a cabo el análisis de aceites por medio de la empresa proveedora de aceites lubricantes en este caso es la empresa Mobil, la recolección de la muestra es realizada por la empresa contratista de inspecciones metalmecánica y lubricación Gómez Mantilla Cía.

El análisis de aceite es un método científico para evaluar el aceite y la condición de los componentes y estado del sistema.

Beneficios del análisis del aceite

Los beneficios de un análisis de aceite

- Reducción de costos de mantenimiento.

Determina la condición y degradación del aceite.

- El análisis indica si el lubricante esta en condición adecuada para seguir en servicio.
- Optimizar los periodos de drenaje del aceite, extrayendo su mayor valor.

Identificar cambios en el aceite y equipo

- Prevenir las fallas prematuras.
- Reducir los costos de reparación por medio de la predicción de problemas potenciales

Incremento de la disponibilidad de equipo

- Optimiza los periodos de drenaje del aceite, extrayendo su mayor valor
- Evaluar niveles de desgaste

En la tabla 11 se listaran los equipos que son sometidos a análisis periódico de la condición del aceite lubricante de componentes, cabe recalcar que dicho análisis es realizado a aquellos equipos cuya cantidad de lubricante sea importante en la empresa Propilco planta 1 peletizado.

Tabla 11. Equipos de análisis periódico de aceite.

EQUIPOS DE ANILSIS PERIODICO DE ACEITES			
CODIGO	EQUIPO	PARTE A INSPECCIONAR	ACTIVIDAD
Y-7001BM	MOTOR AUXILIAR PONY	REDUCTOR	ANALISIS DE ACEITE PERIODICO
Y-7001M	REDUCTOR PRINCIPAL FLENDER	COJINETES	ANALISIS DE ACEITE PERIODICO
Y-7001R	MOTOR PRINCIPAL FLENDER	REDUCTOR	ANALISIS DE ACEITE PERIODICO
Y-7004R	MELT PUMP	REDUCTOR	ANALISIS DE ACEITE PERIODICO

4.10 EVALUACION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO PROPILCO PLANTA 1 PELETIZADO

En la actualidad es de vital importancia conocer a cabalidad el desempeño de cada una de las actividades del mantenimiento que tiene como principal objetivo controlar y evaluar el como se esta llevando acabo cada una de las actividades, hoy en día las empresas utilizan diferentes métodos de evaluación entre ellos podemos destacar los indicadores e índices que nos permiten conocer el comportamiento general de departamentos o áreas especificas en una empresa o industria.

En nuestro caso podremos evaluar las diferentes rutas de lubricación a través de indicadores que nos permita saber estadísticamente la tendencia de las diferentes actividades y equipos individuales.

A continuación los indicadores propuestos:

Disponibilidad: Es uno de los indicadores más importantes de la planta. Es el cociente de dividir el nº de horas que un equipo ha estado disponible para producir y el nº de horas totales de un periodo.

$$dispon = \frac{\text{horas totales} - \text{horas de MMTO programado}}{\text{horas totales}} \times 100\%$$

Tiempo ejecutado Vs tiempo estimado: Este indicador nos permitirá conocer la eficiencia con que se llevan acabo todas las actividades en Propilco planta 1 área de peletizado.

$$\tau = \frac{\textit{tiempo estimado}}{\textit{tiempo ejecutado}} \times 100\%$$

5. ANALISIS ECONOMICO PROPILCO PLANTA 1/ PELETIZADO

A continuación se realizó un estudio para demostrar la viabilidad del proyecto de rutas de tribología para equipos rotativo en el sector de peletizado planta 1 propilco, se realizara un estudio de la eficiencia global operacional del sector.

1. Identificar seis grandes pérdidas que existen en el ámbito operacional en una empresa.

- Fallas del equipo
- Ajustes y preparación de la maquina
- Inactividad y pérdidas menores
- Reducción de velocidad
- Defectos de proceso
- Reducción rendimiento

2. Calcular los factores de efectividad:

- Disponibilidad
- Eficiencia rendimiento
- Factor de calidad

3. Calcular la efectividad global operacional

Para el calculo de la disponibilidad operacional necesitaremos saber el números de horas anuales empleadas en mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo, numero de fallas anuales, factor de servicio de la planta, horas de operación de la plantas anuales y horas de paradas anuales de planta.

En la tabla 12 se listan las horas ejecutadas de mantenimiento preventivo y correctivo planta1sector peletizado extraidas del sistema de información SAP.

Tabla 12. Horas mantenimiento preventivo y correctivo año 2008.

Nº	CODIGO	EQUIPO	HORAS MMTO PREVENTIVO	HORAS MMTO CORRECTIVO
1	Y-7001	MIXER	16	8
2	Y-7001 M	MOTOR P.	12	0
3	Y-7001 R	REDUCTOR P.	6	0
4	Y-7004 R	MELT PUMP	13	0
5	Y-7007	CUTTER	8	11
6	S-7018	VALVULA ROTATORIA	4	3
7	92K001-G	COMPRESOR DE AIRE	7	0
8	92K001-F	COMPRESOR DE AIRE	7	2
9	Y-5017	TORNILLO ALIEMENTADO	9	0
10	Y-7013	CRIBA ROTEX	8	10
11	Y-7010	SECADOR DE PELLET	3	12
12	Y-7021	SECADOR DE PELLET	3	25
13	Y-7019A	EXTRACTOR DE GASES	2	2
14	Y-7010A	EXTRACTOR DE GASES	2	22
15	S-0353	VALVULA ROTATORIA	5	0
16	S-5011A	VALVULA ROTATORIA	5	19
17	S-5011B	VALVULA ROTATORIA	5	53
18	S-6219	ASCENSOR	4	27
19	S-6250	MEZCLADOR MASTERMIX	6	14
20	S-5015	VALVULA ROTATORIA	5	5
21	S-6251	VIBRA SCREW	2,5	0
22	K-0303	COMPRESOR DE AIRE	5	8

Continuación tabla 12.

Nº	CODIGO	EQUIPO	HORAS MMTO PREVENTIVO	HORAS MMTO CORRECTIVO
23	K-0304	COMPRESOR DE AIRE	5	8
24	K-0305	COMPRESOR DE AIRE	5	2
25	G-7008	BOMBA DE AGUA P.	9,5	28
26	G-7026B	BOMBA DE AGUA A.	4	0
27	G-7026C	BOMBA DE GUA A.	4	0
28	G-7034B	BOMBA S. HIDRAULICO	6,5	6
29	S-5021	DELLUMPER	3	8
TOTAL			174,5	273

En la tabla 13 se lista los números de fallas anuales por equipos, relacionadas con el mantenimiento correctivo. Esta información fue recopilada del sistema integrado de información SAP.

Tabla 13. Números de fallas anuales por equipos.

Nº	CODIGO	EQUIPO	HORAS MMTO CORRECTIVO	#FALLAS	DESCRIPCION FALLA
1	Y-7001	MIXER	8	4	Fugas
2	Y-7001 M	MOTOR P.	0	0	
3	Y-7001 R	REDUCTOR P.	0	0	
4	Y-7004 R	MELT PUMP	0	0	
5	Y-7007	CUTTER	11	8	Mal corte
6	S-7018	VALVULA ROTATORIA	3	9	Fuga , ruido
7	92K001-G	COMPRESOR DE AIRE	0	0	
8	92K001-F	COMPRESOR DE AIRE	2	1	Baja presión
9	Y-5017	TORNILLO ALIEMENTADO	0	0	fugas
10	Y-7013	CRIBA ROTEX	10	5	ruidos
11	Y-7010	SECADOR DE PELLET	12	8	ruido , No seca
12	Y-7021	SECADOR DE PELLET	25	6	No seca , Ruido
13	Y-7019A	EXTRACTOR DE GASES	2	1	Rotura
14	Y-7010A	EXTRACTOR DE GASES	22	1	rotura

Continuación **tabla 13**

Nº	CODIGO	EQUIPO	HORAS MMTO CORRECTIVO	#FALLAS	DESCRIPCION FALLA
15	S-0353	VALVULA ROTATORIA	0	0	
16	S-5011A	VALVULA ROTATORIA	19	4	fugas , vibraciones
17	S-5011B	VALVULA ROTATORIA	53	10	fugas , vibraciones
18	S-6219	ASCENSOR	27	5	No opera
19	S-6250	MEZCLADOR MASTERMIX	14	5	fugas
20	S-5015	VALVULA ROTATORIA	5	1	fugas
21	S-6251	VIBRA SCREW	0	0	
22	K-0303	COMPRESOR DE AIRE	8	1	Desgastes
23	K-0304	COMPRESOR DE AIRE	8	1	Desgastes
24	K-0305	COMPRESOR DE AIRE	2	1	Error ind
25	G-7008	BOMBA DE AGUA P.	28	4	Vibración. Alta temp.
26	G-7026B	BOMBA DE AGUA A.	0	0	
27	G-7026C	BOMBA DE GUA A.	0	0	
28	G-7034B	BOMBA S. HIDRAULICO	6	4	fuga , baja presión
29	S-5021	DELLUMPER	8	1	Sellos
TOTAL			273	80	

Para el cálculo del factor de disponibilidad es necesario saber las horas de operación ideales del sector de peletizado y las horas de parada de planta de producción, La siguiente información fueron extraida de loa informes de producción anuales de la empresa propilco .

Horas de operación ideales = 6047,996 horas / anuales

Horas de operación = 4937,04 horas / anuales

Horas de paradas programadas planta = 1110,96 horas anuales

$$\text{disponibilidad} = \frac{\text{tiempo de carga} - \text{tiempo de parada}}{\text{tiempo de carga}}$$

En la tabla 14 el cálculo de disponibilidad realizado para los equipos de propilco planta 1 peletizado

Tabla 14. Calculo del factor de disponibilidad global propilco planta 1 /peletizado.

Nº	CODIGO	EQUIPO	DISPONIBILIDAD %
1	Y-7001	MIXER	81,2
2	Y-7001 M	MOTOR P.	81,6
3	Y-7001 R	REDUCTOR P.	81,5
4	Y-7004 R	MELT PUMP	81,4
5	Y-7007	CUTTER	81,3
6	S-7018	VALVULA ROTATORIA	81,5
7	92K001-G	COMPRESOR DE AIRE	81,5
8	92K001-F	COMPRESOR DE AIRE	81,4
9	Y-5017	TORNILLO ALIEMENTADO	81,4
10	Y-7013	CRIBA ROTEX	81,3
11	Y-7010	SECADOR DE PELLET	81,3
12	Y-7021	SECADOR DE PELLET	81,1
13	Y-7019 ^a	EXTRACTOR DE GASES	81,5
14	Y-7010 ^a	EXTRACTOR DE GASES	81,2
15	S-0353	VALVULA ROTATORIA	81,5
16	S-5011 ^a	VALVULA ROTATORIA	81,2
17	S-5011B	VALVULA ROTATORIA	80,6
18	S-6219	ASCENSOR	81,1
19	S-6250	MEZCLADOR MASTERMIX	81,3
20	S-5015	VALVULA ROTATORIA	81,4
21	S-6251	VIBRA SCREW	81,5
22	K-0303	COMPRESOR DE AIRE	81,4
23	K-0304	COMPRESOR DE AIRE	81,4
24	K-0305	COMPRESOR DE AIRE	81,5
25	G-7008	BOMBA DE AGUA P.	81,0
26	G-7026B	BOMBA DE AGUA A.	81,5

Continuación tabla 14

Nº	CODIGO	EQUIPO	DISPONIBILIDAD %
27	G-7026C	BOMBA DE GUA A.	81,5
28	G-7034B	BOMBA S. HIDRAULICO	81,4
29	S-5021	DELLUMPER	81,4

$$\text{disponibilidad } g. = \frac{\sum \text{disponibilidades}}{\# \text{ de item}}$$

$$\text{diponibilidad } g. = 81,38263912\%$$

$$\text{Factor disponibilidad} = 0.81382$$

Para el cálculo del factor de eficiencia es necesario conocer algunos datos relacionados con la producción de planta 1, los siguientes datos fueron recopilados de los informes de producción anuales de la empresa propilco.

$$\text{Tiempo teórico ciclo} = \text{toneladas métricas producidas en una hora} = 0,02950$$

$$\text{Cantidad procesada} = 164500 \text{ TM / A}$$

$$\text{Horas de operación} = 4937,04$$

$$\text{eficiencia} = \frac{\text{tiempo teorico ciclo} - \text{cantidad procesada}}{\text{tiempo de operacion}}$$

$$eficiencia = \frac{0.02950 \times 164500}{4937,04}$$

Factor de eficiencia = 0.983008

En el cálculo del factor de calidad se debe tener en cuenta la cantidad procesada y los defectos en el producto.

$$factor\ de\ calidad = \frac{cantidad\ procesada - cantidad\ de\ defecto}{cantidad\ procesada}$$

$$factor\ de\ calidad = \frac{164500 - 9500}{164500}$$

Factor de calidad = 0.942249

La efectividad global operacional es un indicador que nos muestra que tan efectivo son las partes que intervienen en el proceso productivo de una determinada empresa, este indicador nos permitirá hacer una estimación de las perdidas en el proceso productivo y nos permitirá mostrar en el caso del proyecto que tanto ayudara el establecimiento de rutas tribológicas para equipos rotativos planta 1 sector peletizado.

Cálculo de la efectividad global operacional.

$$O.E.E. = F.\text{disponibilidad} \times F.\text{eficiencia} \times F.\text{calidad}$$

$$O.E.E = 0,8138 \times 0,9830 \times 0,9422$$

$$O.E.E = 0,7537$$

Representado en porcentaje a O.E.E = 75,37%

El proyecto diseño y organización de rutas de tribología para quipos rotativos planta 1 Propilco sector peletizado nos permitirá planear de manera mas adecuada las rutas correspondiente a los equipos identificando las necesidades de cada uno, además nos permitirá elevar el factor de disponibilidad a través de la disminución de falla y tiempos de paradas, mejorara el rendimiento o eficiencia de la planta aumentando el tiempo de operación del sector y mejorara la calidad del producto a través de la disminución y estudio del desgastes de componente mecánicos que tenga consecuencias en la calidad del producto.

A continuación se realizara una estimación porcentual y económica de la implementación del diseño y organización de rutas de tribología para equipos rotativos Propilco planta 1 sector de peletizado.

Se estima que este proyecto permitirá aumentar entre un 5 y 7 por ciento la disponibilidad de los equipos de peletizado planta 1, representando así un estimado aumento en la producción 4% anual equivalente a 6580 toneladas métricas de resina.

6. SOFTWARE DISEÑO Y ORGANIZACIÓN DE RUTAS TRIBOLOGICAS PARA EQUIPOS ROTATIVOS PLANTA 1 AREA DE PELETIZADO

Este software ha sido elaborado con el fin de programar rutas de tribología centrándose en la lubricación de los diferentes equipos de Propilco planta 1 área de peletizado y siendo complemento de SAP Actual software de mantenimiento de Propilco. Este software nos permitirá planear el orden correcto de las actividades teniendo en cuenta diferentes criterios; este software también nos permitirá almacenar todas las actividades que se hayan realizado en los diferentes equipos de peletizado durante el año y también nos permitirá evaluar equipo por equipo la disponibilidad real del equipo y la eficiencia con que se realizan las diferentes actividades vinculadas al mantenimiento preventivo y predictivo y correspondiente a tribología.

La figura 4. Muestra un manual de usuario para el entendimiento de las capacidades del “software de tribología propilco planta 1 peletizado”

El software cuenta con una ventana de inicio el cual de despliegan los tres botones principales que son:

Figura 4. Manual de usuario.



El primer botón que es PLAN MMTO PREVENTIVO nos muestra el plan de mantenimiento preventivo comenzando con una lista desplegable en el cual elegimos el equipo que deseamos ver. Figura 5.

Figura 5. Plan de mantenimiento preventivo.

PLAN MMTO PREVENTIVO PLANTA 1 / PELETIZADO

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROPILCO PLANTA 1 / PELETIZADO

MIXER	CODIGO	UBICACIÓN	TIPO DE RECURSO
	Y-70018M	P1B	ISO VG 220 - MOBIL SHC 630

FRECUENCIA DE LA ACTIVIDAD	FECHA DE ULTIMA ACTIVIDAD	FECHA DE PROXIMA ACTIVIDAD	FECHA LIMITE DE ACTIVIDAD
10M	01/01/2009	28/10/2009	18/11/2009

PARTE A INSPECCIONAR	ACTIVIDAD	CRITICIDAD ACTIVIDAD	DURACION	RECURSOS H	FRECUENCIA
MIXER	Cambio de aceite mobil, DTE BB, ISO 220 110 galones, hacer flushing,	3F	12 horas	2 personas	12M 1
ACEITE MOBIL	tomar muestra para laboratorio y observar la composicion quimica del	3F	0,5 horas	1 persona	8M
ACOPLES	inspeccionar Estado de dientes de las manzanas y camisa Reduet principal vs mixer engrase manual, acople y reengrase con bomba grasa mobilith	3E	3 horas	1 personas	4M
ANCLAJES	revisar apriete de los anclajes	3E	0,5 horas	1 persona	12M 2

Esta hoja nos muestra toda la información requerida de la maquina y su mantenimiento preventivo y predictivo. Entre la información que podemos encontrar está la frecuencia, las actividades a realizar, parte a inspeccionar, tipo de aceite genérico y usado en la maquina actualmente, también posee una opción en donde podemos ver cuando toca la próxima actividad de mantenimiento, solo hay que elegir la frecuencia de la actividad y la ultima fecha de mantenimiento.

La figura 6. Muestra el botón llamado “rutas tribológicas” nos enseña todas las actividades a realizar en la fecha digitada.

Figura 6. Rutas de tribología.

CODIGO	UBICACION	PORTE A INSPECCIONAR	ACTIVIDAD	RECURSO H.	CRITICIDAD	TIPO DE RECURSO
--------	-----------	----------------------	-----------	------------	------------	-----------------

Al digitar la fecha de MMTO automáticamente nos muestra las actividades a realizar en esa semana o en ese día permitiendo planear las actividades pendientes. Y no los ordena de la siguiente manera:

(CODIGO-UBICACIÓN-PARTE A INSPECCIONAR-ACTIVIDAD-RECURSO H.-TIEMPO EJECUTADO)

También posee un menú desplegable que nos pregunta el criterio con el cual queremos organizar la ruta de tribología. Figura 7.

Figura 7. Criterio de organización de ruta.

Nos muestra las actividades a realizar teniendo en cuenta varios criterios

Nos muestra las actividades a realizar teniendo en cuenta la posición del equipo

Nos muestra las actividades a realizar teniendo en cuenta el tipo de recurso o aceite

Nos muestra las actividades ordenadas según su criticidad

Y también nos muestra la información o datos de los diferentes equipos en el orden que nosotros escojamos o bien el criterio elegido. Figura 8.

Figura 8. Resultado de una ruta seleccionada.

Menú secuencial

Organización de las diferentes actividades

CODIGO	UBICACIÓN	PARTE A INSPECCIONAR	ACTIVIDAD
K-0303	PIM	CARTER	Cambio de aceite sintético Mobil SHC 629 ISO VG 220 cantidad 11,5 litros, realizar flushing
K-0303	PIM	RODAMIENTOS DEL MOTOC	Aplicar Grasa UNIREX N NLGI-2 motor arrancado en vacio hasta que salga por el otro extremo ver instruct. MM-I-023
K-0303	PIM	CORREAS	Inspeccionar su estado, tensionar o cambiar si es necesario ver instruct MM-I-006
K-0303	PIM	POLEAS	Inspeccionar polea conductora y conducida por el desgastes de las ranuras, grietas o roturas ver instruct. MM-I-007
K-0303	PIM	FILTRO AIRE DE LA SUCCIO	Verificar su estado, realizar limpieza, verificar sellado (hermetizidad) cambiar si es necesario
K-0303	PIM	FILTRO DE AIRE DE LA DES	Verificar su estado, relizar limpieza, verificar sellado (hermetizidad) cambiar si es necesario
K-0304	PIN	CARTER	Cambio de aceite sintético Mobil SHC 629 ISO VG 220 cantidad 11,5 litros, realizar flushing
K-0304	PIN	RODAMIENTOS DEL MOTOC	Aplicar Grasa UNIREX N NLGI-2 motor arrancado en vacio hasta que salga por el otro extremo ver instruct. MM-I-023
K-0304	PIN	CORREAS	Inspeccionar su estado, tensionar o cambiar si es necesario ver instruct MM-I-006
K-0304	PIN	POLEAS	Inspeccionar polea conductora y conducida por el desgastes de las ranuras, grietas o roturas ver instruct. MM-I-007
K-0304	PIN	FILTRO AIRE DE LA SUCCIO	Verificar su estado, realizar limpieza, verificar sellado (hermetizidad) cambiar si es necesario
K-0304	PIN	FILTRO DE AIRE DE LA DES	Verificar su estado, relizar limpieza, verificar sellado (hermetizidad) cambiar si es necesario
K-0305	PIÑ	CARTER	Cambio de aceite sintético Mobil SHC 629 ISO VG 220 cantidad 11,5 litros, realizar flushing
K-0305	PIÑ	RODAMIENTOS DEL MOTOC	Aplicar Grasa UNIREX N NLGI-2 motor arrancado en vacio hasta que salga por el otro extremo ver instruct. MM-I-023
K-0305	PIÑ	CORREAS	Inspeccionar su estado, tensionar o cambiar si es necesario ver instruct MM-I-006
K-0305	PIÑ	POLEAS	Inspeccionar polea conductora y conducida por el desgastes de las ranuras, grietas o roturas ver instruct. MM-I-007
K-0305	PIÑ	FILTRO AIRE DE LA SUCCIO	Verificar su estado, realizar limpieza, verificar sellado (hermetizidad) cambiar si es necesario
K-0305	PIÑ	FILTRO DE AIRE DE LA DES	Verificar su estado, relizar limpieza, verificar sellado (hermetizidad) cambiar si es necesario

La siguiente función es la de “indicadores” en la cual podemos evaluar la disponibilidad del equipo y la relación tiempo ejecutado vs estimado, este botón nos lleva hacia una plantilla en la cual podemos digitar los valores recolectados de las rutas y nos calcula la disponibilidad y eficacia de la O.T. Figuras 9 y 10.

Figura 9. Indicador de eficacia.

INDICADORES

INDICADOR DE EFICACIA

Nos muestra la eficacia con la que es realizado cada labor del mantenimiento preventivo de planta 1 /peletizado

CODIGO	O.T	TIEMPO ESTIMADO	TIEMPO EJECUTADO	EFICACIA
				#DIV/0!

Indicador de eficacia nos permite evaluar la eficaz que fue esa O.T

$$EFICACIA = \frac{\text{tiempo estimado}}{\text{tiempo ejecutado}} \times 100\%$$

Figura 10. Indicador de disponibilidad.

INDICE DE DISPONIBILIDAD				
Nos permite saber que tan disponible es un acivo de determinado sector de un planta relacionando las horas toatales del activo y sus horas de mantenimiento programado				
CODIGO	O.T	HORAS TOTALES	HORAS MMTO PROGRAMADA	DISPONIBILIDAD
0				#¡DIV/0!

0	
DIPONIBILIDAD	#¡DIV/0!

Nos permite evaluar la disponibilidad de esa maquina

$$dispon = \frac{\text{horas totales} - \text{horas de MMTO programado}}{\text{horas totales}} \times 100\%$$

CONCLUSIONES

El software desarrollado nos permite la planeación eficaz de las rutas de tribología encaminadas a minimizar las fallas de los equipos debidas a desgastes y fricción de sus componentes que se vienen presentando en el sector de peletizado planta 1 Propilco.

El análisis de criticidad realizado para los equipos de propilco planta 1 sector peletizado nos permitió clasificar los equipos y establecer un orden de prioridades, que fue de gran ayuda para el desarrollo del software.

La codificación de acuerdo a la ubicación realizada para los equipos de propilco planta 1 sector peletizado, permitió obtener un nuevo criterio para la organización y planeación de rutas tribológicas.

La metodología del software nos permite evaluar de manera precisa las actividades de mantenimiento que se llevan a cabo en propilco planta 1 sector peletizado.

RECOMENDACIONES

La planeación y organización de las rutinas de tribología es de suma importancia en el mantenimiento actual es por eso que el software Diseño y organización de rutas de tribología es solo el principio de mejoras del mantenimiento en propilco planta 1 sector peletizado, el reto esta en hacer el mismo estudio para ambas plantas siguiendo la misma metodología, y lograr crear una base dato que pueda complementar y ser compatible con su sistemas de información integrado SAP.

La realización de un estudio de criticidad para ambas planta siguiendo la misma metodología de este proyecto permitirá informar al departamento de mantenimiento las prioridades reales de las órdenes de trabajo y con que tiempo deben ejecutarse.

La realización de un estudio de ubicación en planta par ambas plantas permitirá determinar con exactitud el tiempo de realización de una ruta de tribología y disminuir los tiempos muertos que existen hoy en día.

BIBLIOGRAFIA

- BAYLE, Alton Edward .aceites y grasas industriales.
- NUÑEZ, Alfonso. Priorización de trabajos y equipos. “Minor mantenimiento industrial”.
- NUÑEZ, Alfonso. Impacto económico de la no fiabilidad. “Minor mantenimiento industrial”.
- NUÑEZ, Alfonso. Planeación y programación del mantenimiento. “Minor mantenimiento industrial”.
- NUÑEZ, Alfonso. Sistema de información del mantenimiento.
- PROPILCO, Sistema de información SAP.
- PROPILCO, Dpto. de producción.” Informes de producción anuales”.
- SORET, Ignacio .Logística comercial y empresarial. “ubicación equipos en planta”.2004

