



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA

MINOR EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

**DISEÑO DE UN MODELO DE PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN
LUBRICACIÓN PARA LA EMPRESA WORLDTEX - CARIBE LTDA**

MONOGRAFÍA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

YEINY IZAMAR ORTEGA YAÑEZ
JOHN JAIRO MARTINEZ BAYUELO

CARTAGENA DE INDIAS – COLOMBIA

2011

Cartagena de indias D.T. y C. 30 de Junio de 2011

Señores:

COMITÉ CURRICULAR

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

Facultad de Ingeniería

Cartagena

Estimados Señores:

Presentamos a su consideración nuestra monografía “**DISEÑO DE UN MODELO DE PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN LUBRICACION PARA LA EMPRESA WORLDTEX - CARIBE LTDA**” del Minor en Mantenimiento Industrial como requisito para obtener el título de Ingeniero Mecánico.

Atentamente

YEINY IZAMAR ORTEGA YAÑEZ

1.143.341.375 de Cartagena

JOHN JAIRO MARTINEZ BAYUELO

1.143.332.330 de Cartagena

Cartagena de indias D.T. y C. 30 de Junio de 2011

Señores

COMITÉ CURRICULAR

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

Facultad de Ingeniería

Cartagena

Estimados Señores

Con todo respeto me dirijo a ustedes para comunicarles que he dirigido a satisfacción de los interesados la monografía del Minor en Mantenimiento Industrial realizado por los estudiantes **JOHN JAIRO MARTINEZ BAYUELO** y **YEINY IZAMAR ORTEGA YAÑEZ**, la cual lleva por título **DISEÑO DE UN MODELO DE PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN LUBRICACION PARA LA EMPRESA WORLDTEX - CARIBE LTDA.** Lo anterior es con el fin de hacer entrega formal del mismo y sea sometido a su respectiva evaluación.

Cordialmente,

Vladimir Quiroz Mariano
Ing. Mecánico
Director de proyecto

INDICE DE CONTENIDO

Dedicatorias y agradecimientos

CAPITULO 0	INTRODUCCIÓN	1
0.1	Introducción	2
0.2	Objetivos	3
0.2.1	Objetivo general	3
0.2.2	Objetivos específicos	3
0.3	Artículo	4
CAPITULO I	WORLDTEX CARIBE LTDA	8
1.1	La empresa	9
1.2	Tipo de organización	10
1.3	Productos	12
1.4	Tecnología	13
1.5	Administración y gestión de las tareas de lubricación	15
1.6	Planteamiento del problema	16
1.6.1	Descripción del problema	16
1.6.2	Formulación del problema	16
1.7	Justificación de la investigación	17
CAPITULO II	MANTENIMIENTO	18
2.1	Generalidades	19
2.2	Importancia del mantenimiento	19
2.3	Tipos de mantenimiento	20
2.3.1	Mantenimiento correctivo	20
2.3.2	Mantenimiento Preventivo	21
2.3.3	Mantenimiento Predictivo	22
CAPITULO III	TRIBOLOGIA, LUBRICACIÓN Y MODOS DE FALLAS	24
3.1	Tribología	25
3.2	Fricción	25
3.3	Desgaste	26

3.3.1	Tipos de desgaste	27
3.4	Lubricación	28
3.4.1	Origen de los lubricantes	29
3.4.2	Funciones del lubricante	30
3.4.3	Regímenes de lubricación	32
3.4.4	Aditivos	33
3.4.5	Viscosidad	34
3.4.5.1	Índice de viscosidad	35
3.4.6	Clasificación de los lubricantes	37
3.4.7	Grasas	41
3.5	Modos de falla relacionadas con lubricación	44
3.5.1	Modos de falla en engranajes	44
3.5.2	Modos de falla en cadenas	49
3.5.3	Modos de falla en ejes	52
3.5.4	Modos de falla en rodamientos	53
CAPITULO IV PLANTEAMIENTO Y DESARROLLO DE LA PROPUESTA		57
4.1	Análisis de la situación actual de la empresa	58
4.2	Procedimiento para análisis de aceite	72
4.2.1	Propuesta de lubricación	75
4.2.2	Cartas de lubricación	84
Conclusiones y recomendaciones		94
Bibliografía		95

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1	Clasificación de equipos por proceso de producción	15
Tabla N° 2	Clasificación ISO	38
Tabla N° 3	Clasificación ASTM	29
Tabla N° 4	Clasificación AGMA	40
Tabla N° 5	Clasificación API	40
Tabla N° 6	Características de las grasas y aplicaciones	44
Tabla N° 7	Distribuciones de los procesos de producción	58
Tabla N° 8	Estadísticas de las fallas en la empresa	71
Tabla N° 9	Frecuencias típicas de muestreo industrial	74
Tabla N° 10	Ejemplo de organización de procesos, sistemas y componentes	76
Tabla N° 11	Lubricantes usados en la empresa	77
Tabla N° 12	Temperaturas de operación y rangos de temperatura	83

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1.	Frecuencias aproximadas de lubricación	97
ANEXO 2.	Paros intermedios general de la empresa WORLDTEX CARIBE LTDA	98
ANEXO 3.	Lubricantes recomendados por estudio de lubricación de la SHELL	99
ANEXO 4.	Carta de conversión de la viscosidad a cualquier temperatura	106
ANEXO 5.	Grafica típica para determinación del grado de viscosidad ISO a 40°C	107
ANEXO 6.	Tabla de alternativas para el lubricante	107
ANEXO 7.	Tabla de comparación de índices de viscosidad	109

DEDICATORIAS Y AGRADECIMIENTOS

YEINY IZAMAR ORTEGA YAÑEZ

Quiero dedicar este trabajo a toda mi familia, que estoy segura están orgullosos de mí.
A Dios por permitirme llegar tan lejos, cada día un poco más.
A mis padres Rosa y Víctor, por acompañarme en todo momento, por brindarme su apoyo,
amor y sabiduría. Los amo mucho.
A mi Gorda y Elio por ser mis grandes confidentes, hermanas, amigas y mi respaldo. Las
que nunca me dejan caer y siempre me hacen reír.
A John Jairo, por ser el mejor compañero y amigo. Por soportarme y quererme tanto como
yo a él.

JOHN JAIRO MARTINEZ BAYUELO

Primero que todo quiero dedicarle este trabajo a Dios, porque siempre me ha
acompañado en mi formación como persona y como profesional.
A mi mama, que siempre se preocupo porque yo fuera una excelente persona, hecha y
derecha y con muy buenos principios.
A mi papa, porque siempre ha querido lo mejor para mí y para mi futuro, queriendo que
saliera adelante en todo.
A mi hermano, por ser la persona que admiro en este mundo y por ser ese amigo que
siempre tuve y que me apoya en todo.
A Yeiny, por acompañarme todo este tiempo y por ser esa persona tan importante en mi
vida.
A los amigos que siempre están conmigo y que me apoyan en las buenas y en las malas.

Con un agradecimiento especial a el profesor Vladimir Quiroz, por ser un excelente guía,
por sus valiosas enseñanzas y su grandiosa personalidad.
Al Profesor Ascanio Ferreira por toda su colaboración y empeño para con nosotros.
A nuestro compañero Jeison Botero, por la ayuda y el apoyo durante nuestro trabajo.

CAPITULO 0

INTRODUCCION

0.1 INTRODUCCIÓN

Con el diseño del programa de mantenimiento centrado en lubricación se emplean elementos necesarios para administrar el mantenimiento de los equipos de las instalaciones de la empresa WORLDTEX – CARIBE LTDA, esto nos permitirá mantener la operabilidad y la eficiencia de los mismos, menor cantidad de repuestos, menores costos de compra en lubricantes y aumento de la vida útil de los equipos.

El mantenimiento centrado en lubricación le permitirá a la empresa realizar un proceso de lubricación correcto, donde se tendrán en cuenta las frecuencias de intervalo de cambio, evitando o previniendo las fallas antes que sucedan. Los altos costos de mantenimiento en una empresa pueden generarse debido al mal uso de los lubricantes, al no tener un plan de lubricación correcta y de no contar con la capacitación suficiente para su desarrollo. Por lo cual en la empresa WORLDTEX – CARIBE LTDA se busca darle prioridad al programa de mantenimiento centrado en lubricación para garantizar la operación óptima de los equipos y aumentar los niveles de funcionalidad de los mismos.

Gracias al uso de los lubricantes se puede reducir la cantidad de fricción que se presenta en las piezas de un equipo y por ende se disminuye el desgaste ahorrando así tiempo y energía en el proceso.

0.2 OBJETIVOS

0.2.1 OBJETIVO GENERAL

Proponer y desarrollar un modelo de plan de mantenimiento centrado en lubricación adecuado, para garantizar la disponibilidad y funcionalidad dentro de las condiciones de trabajo de los equipos en las zonas de operación de la empresa Worldtex – Caribe.

0.2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Aplicar los fundamentos de tribología y lubricación para el desarrollo del modelo de mantenimiento centrado en lubricación
- Identificar los modos de falla de los diferentes componentes que conforman los equipos que requieren lubricación
- Elaborar las cartas de lubricación, identificando el tipo de equipo, los componentes lubricados y el tipo de lubricante empleado.

DISEÑO DE UN MODELO DE PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN LUBRICACION PARA LA EMPRESA WORLDTEx - CARIBE LTDA

Yeiny Izamar Ortega Yañez ramaziinshala@gmail.com

John Jairo Martínez Bayuelo johnmartb@gmail.com

Vladimir Quiroz Mariano vquiroz@unitecnologica.edu.co

[Universidad Tecnológica De Bolívar, Colombia](#)

RESUMEN

El desarrollo de un plan de mantenimiento centrado en lubricación para la empresa Worldtex-Caribe Lta. garantizara la disponibilidad y funcionalidad dentro de las condiciones de trabajo para los equipos en cada zona de operación.

Con este trabajo se realizaran las cartas de lubricación de los de los equipos divididos por proceso de producción, también se plantea un modelo de mantenimiento centrado en lubricación que consta de tres pasos: Correctivo, Preventivo y Mejorativo, con los cuales se espera obtener avances importantes para la implementación de este.

Palabras claves: Mantenimiento centrado en lubricación, cartas de lubricación.

ABSTRACT

The development of a plan centered maintenance lubrication for the company Worldtex- Caribe Lta. ensure the availability and functionality within the conditions of work for teams in each area of operation. With this work we undertake the letters of lubrication of the equipment divided by the production process, also presents model maintenance centered lubrication that consists of three steps: Corrective, Preventive and Improving, which expects significant progress to for implementation

Keywords: Centered maintenance lubrication, Letters lubrication

1. INTRODUCCION

La empresa Worldtex- Caribe Lta. Es una empresa textil, dedica a la producción de hilos elásticos recubiertos. Cuenta con 237 equipos divididos en Recubridoras (Figura 1),

Enconadoras y máquinas de Encarretado (Figura 2).

Proceso de encarretado: Consiste en el proceso de encarretar el hilo desde un carrete grande (de cartón) a carretes pequeños de aluminio.

Proceso de recubierto: En este caso se realiza el proceso de recubierto del Spandex con los hilos encarretados, obteniendo así los hilos elásticos que después serán enconados.

Actualmente no se cuenta con un programa de mantenimiento centrado en lubricación, no hay un procedimiento estandarizado de cómo se debe realizar la lubricación y de cuáles son los lubricantes y grasas más adecuadas para los equipos.

2. IDENTIFICACIÓN DE LAS FALLAS

Teniendo en cuenta el desempeño de los equipos con los cuales opera la empresa, se han recolectado unas estadísticas de las diferentes fallas que presentan los mismos para analizar la criticidad de las fallas.

FALLA	No. Eventos	PARTICIPACION	ACUMULADO
ALIMENTACION FRENADA	43	7.06%	7%
CROMADOS FRENADOS	29	4.75%	36%
VAVEN FRENADO	25	4.10%	40%
RECEPCION FRENADA	14	2.30%	58%
VELOCIDADES BAJAS	8	1.31%	69%
CROMADOS RECEPCION Y ALIMENTACION	3	0.49%	79%
BICONICO FRENADO	2	0.33%	84%
DANO ANTIBORDE	2	0.33%	86%
POLEA FRENADA	2	0.33%	86%
ANTIBORDE	1	0.16%	89%
ANTIBORDE FRENADO	1	0.16%	89%
BICONICO Y ANTIBORDES	1	0.16%	89%
CROMADOS Y ALIMENTACION	1	0.16%	90%
CROMADOS Y RECEPCION	1	0.16%	90%
CROMADOS Y RECEPCION FRENADOS	1	0.16%	90%
EJE DE PESAS FRENADO	1	0.16%	90%
FRENO TODO	1	0.16%	90%
FUGA DE ACEITE	1	0.16%	90%
SE FRENO	1	0.16%	90%

Tabla N° 8 Estadística de la fallas en la empresa

Estos son los nombres de las fallas asignados por la empresa – Los datos se obtuvieron en los últimos 3 meses y fueron un total de 601 eventos.

Para la identificación de los componentes críticos, se aplica la ley de pareto, también conocida como la ley del 80/20 (20% de los procesos que generan el 80% de defectos), con la cual se destacan las siguientes:

- **Alimentación frenada:** Se presenta desgaste y agrietamiento en los engranajes de los sistemas de alimentación. Además se presentan desgaste en los ejes.

- **Cromados frenados:** Se evidencia desgaste y fatiga en los rodamientos, de igual manera se presenta desgaste en la piñonería.
- **Vaivén frenado:** Se presenta desgaste adhesivo en los ejes y pérdida de la geometría en los engranajes de la caja de transmisión.
- **Recepción frenada:** Se evidencia la misma situación que en la alimentación frenada.
- **Velocidades bajas:** Se presenta desgaste en la piñonería y alargamiento en las cadenas.
- **Bicónico (Leva del engranaje) frenado:** Hace referencia a la pérdida de la geometría de los dientes del engranaje y al desgaste por la fricción.
- **Daño antiborde:** Se presenta la misma situación del bicónico.
- **Polea frenada:** Hace referencia al deterioro de la superficie de la polea por desgaste.

A raíz de estas eventualidades se observa y concluye lo siguiente:

- ✓ Se detienen, la alimentación, la recepción y los cromados a raíz de las fallas en los rodamientos, engranajes y ejes por lubricación deficiente, por lo tanto es necesario detener la producción.
- ✓ En caso de que no se frenen por completo los componentes de alimentación y recepción, se obtienen velocidades muy bajas que no cumplen con las nominales de producción y no se cumplen con los rangos establecidos para que el producto sea aceptable en la producción.



Figura 1 Recubridora



Figura 2 Encarretadora

3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

Se propone un plan de mantenimiento centrado en lubricación, el cual consta de tres pasos; correctivo, preventivo y mejorativo.

- En el Correctivo se identifican las fallas relacionadas a lubricación, se realiza la recopilación y clasificación de información sobre los lubricantes empleados, frecuencia de cambio y el comportamiento que han tenido en su operación.
- En el preventivo se plantean frecuencias de muestreo (predictivo), estas serán menores que las frecuencias de cambio y se llevan a cabo para la detección oportuna de cualquier falla.

- En el mejorativo se propone un mejoramiento de la tecnología empleada para llevar a cabo las rutas de mantenimiento. Con la información recopilada se elaboran modelos de las cartas de lubricación para los equipos de recubierto y Encarretado. Se debe tener en cuenta los componentes más importantes a lubricar, el lubricante empleado, el lubricante recomendado (Estudio de análisis de aceite realizado por la Shell para los equipos de la empresa), las frecuencias de cambio (preventivo), frecuencias de muestreo (predictivo) y observaciones a considerar en la lubricación.

Las cartas de lubricación son las herramientas principales del mantenimiento centrado en lubricación, ya que mediante el uso de estas, los mantenedores, podrán ubicar con mayor facilidad cada uno de los puntos de lubricación del equipo, evitando posibles errores y agilizando el proceso.

En el correctivo dependiendo del proceso de producción se identifican los componentes de los sistemas que presentan falla relacionadas a lubricación. Luego de esto, en vista de que la empresa no tiene manuales que indiquen el tipo de lubricante y la frecuencia de cambio, se recurre a las hojas de vida de los equipos para recolectar la información de los lubricantes empleados y el comportamiento que han tenido en su operación.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con la implementación de un programa de mantenimiento centrado en lubricación para la empresa Worldtex Caribe Ltda. se espera garantice la optimización de todos los equipos y procesos que presentan fallas relacionadas a lubricación.

Se recomienda la homologación y validación de los lubricantes, para emplear el lubricante de un solo proveedor y evitar así contratiempos y problemas por lubricación deficiente e incorrecta. De igual forma se recomienda establecer programas de capacitación del personal de mantenimiento y los operarios con el fin de instruir correctamente sobre los procedimientos necesarios para la optimización de los procesos de producción.

Teniendo en cuenta el impacto ambiental y los costos de los lubricantes se recomienda la reutilización de estos para que sean usados como productores de energía ya que poseen gran capacidad de combustión y mejorando sus propiedades por medio de aditivos pueden llegar a ser usados nuevamente. Si son tratados de la manera correcta producen menos contaminación que los combustibles usados actualmente y hasta sus desperdicios pueden ser reutilizados en la construcción de vías de asfalto.

5. BIBLIOGRAFÍA

[1]PDF- Mantenimiento - Tribología Y Lubricación, Ascanio Ferreira.

[2]www.docentes.unal.edu.co

[3]<http://www.mitecnologico.com/Main/TiposDeMantenimiento>

CAPITULO I
WORLDTEX CARIBE LTDA

1.1 LA EMPRESA¹



FIGURA 1

RESEÑA HISTORICA

Luego de 19 años de experiencia en el sector textil y especialmente en la producción de hilos recubiertos, Fibrexa Ltda. y el grupo al cual pertenecía, Worldtex, deciden trasladar sus plantas de Estados Unidos y Canadá a Colombia y optan por montarla en un lugar estratégico como Cartagena de Indias, aprovechando las bondades que brinda esta ciudad, como son los beneficios de Zona Francas, cercanía de puertos marítimos, vías de acceso, y otras ventajas comerciales y legales.

Es así que en enero del 2003 se inicia la construcción de Worldtex Caribe Sucursal Colombia de la Zona Franca La Candelaria en la Zona Industrial de Mamonal (**ver figura 1**). Inicialmente se montaron aproximadamente 100

¹ Información suministrada por la empresa WORLDTEX CARIBE LTDA

maquinas distribuidas en los procesos de Encarretado, Recubierto convencional, Aire y Enconado. Esta maquinaria provenía de las plantas de Regal, Rubyco y Fibrexa. En un inicio se contó con un personal de 305 empleados entre mano de obra directa e indirecta y tenían la capacidad de producir 130 toneladas de hilo recubierto al mes. En el año 2009 luego de un proceso de reestructuración, que duplicó la capacidad productiva de la compañía, esta fue adquirida junto con su filial de Bogotá, por un grupo de inversionistas colombianos convirtiéndose en una compañía 100% colombiana.

En la actualidad la empresa cuenta con un poco más del doble de las maquinas inicialmente instaladas distribuidas en 4 procesos productivos, tiene la capacidad de producir más de 200 toneladas de hilo recubierto y tiene un recurso humano de 196 personas.

La empresa exporta más del 70% de la producción a mercados en Estados Unidos, Canadá, Francia, Centro y Suramérica. Utiliza materias primas de primera calidad importantes de Estados Unidos, Europa, Asia y Suramérica.

Es uno de los más grandes productores de hilaza recubierta del mundo y proveedores de grandes marcas en el sector de ropa interior, cintas elásticas, calcetines y medias veladas.

En la actualidad la empresa está trabajando en el proceso de normalización y estandarización de procesos para garantizar la elaboración de productos bajo los estándares de calidad requeridos.

1.2 TIPO DE ORGANIZACIÓN

¿QUIENES SON?

Una empresa textil dedica a brindar soluciones integrales de alta calidad a nuestros clientes. Para logra su objetivo cuentan, como pilar fundamental con equipo de colaboradores proactivo, comprometido y enmarcado dentro del contexto de nuestros valores organizacionales.

¿QUÉ HACEN?

Hilados elásticos recubiertos a base de fibra de la más alta calidad, entre los que se encuentran: filamentos continuos de Spandex y otras fibras sintéticas como el Nylon (poliamida), polipropileno, fibras naturales como el caucho y algodón.

PROGRAMAS DE MEJORAMIENTO CONTINUO

Comprometidos con la mejora continua de sus procesos, analizan permanentemente sus indicadores y no conformidades y emprenden acciones dirigidas a minimizarlas. Muestra de ello son programas como:

- **Programa de Valores:** Conscientes de la necesidad de establecer los valores organizacionales compartidos por todos los trabajadores de Worldtex, se ha iniciado el programa de valores para fortalecer estos mediante la realización de actividades lúdicas con la participación activa de todos.
- **Programa de Capacitaciones:** Comprometidos con el crecimiento integral de su personal, actualmente se prepara un plan de capacitaciones que incluye temas técnicos del área y de calidad del producto y proceso, temas de salud y seguridad industrial y temas de desarrollo de competencias.
- **Programa de estandarización de procesos:** Conscientes de la importancia de conocer sus procesos para mejorarlos continuamente, la empresa ha elaborado la documentación de cada área, la cual ha sido la herramienta básica para inducción, capacitación del personal y toma de tiempos lo cual ha facilitado la asignación de carga de trabajo.
- **Sistema de Evaluación de Calidad:** Dando cumplimiento a su filosofía orientada a la satisfacción del cliente, esta trabaja en asegurar el buen desempeño del producto durante el proceso garantizando así los

resultados de los mismos. Para estos fueron diseñadas las evaluaciones de calidad realizadas en planta que según su propósito están definidas como:

- Evaluación de calidad de procesos: esta evaluación está enfocada al cumplimiento de los procedimientos del operario en cuanto al estado de la máquina, del producto y sus alrededores.
- Evaluación de especificaciones de maquina: tiene como finalidad evaluar al detalle las especificaciones de funcionamiento de la máquina para optimizar la producción del hilo.
- Evaluación de especificaciones de producto: su finalidad es de evaluar el cumplimiento de las especificaciones del producto en proceso y producto final de acuerdo a los requerimientos del cliente. Los resultados de estas evaluaciones son parte del programa del “club de la excelencia”

1.3 PRODUCTOS

Worldtex produce fibras recubiertas elásticas y no elásticas para múltiples usos y aplicaciones en tejeduría de prendas de vestir y aplicaciones de línea de hogar donde se busque efectos de elasticidad, ajuste y confort.

Principalmente sus productos son usados en los siguientes mercados:

- **Ropa interior:** Hilos de denier delgados en sencillo y doble recubierto que busquen comodidad y un buen tacto, utilización de microfibras, fibras sintéticas y artificiales, principalmente Spandex y nylon.
- **Calcetines y medias veladas:** Producto de denier medios y gruesos en recubierto doble y sencillo que brinden buen ajuste y movilidad,

utilizando fibras naturales y artificiales, como nylon, Spandex, poliéster y algodón.

- **Ropa exterior:** En prendas que se adhieran al cuerpo permitiendo gran movilidad y soltura en el movimiento. Prendas como bodies, camisetetas, camisas y jeans.
- **Hilos de Fantasía:** Hilos para aplicaciones en prendas de vestir exteriores e interiores producidos con mezclas de diversos materiales y fibras para conseguir un aspecto diferente en la fabricación de prendas especiales.
- **Aplicaciones Especiales:** Aplicaciones inteligentes, hilos ultra resistentes para prendas de vestir especiales, fibras de alta tenacidad y resistencia a la abrasión. Utilización de bicomponentes y tricocomponentes que permiten aprovechar las cualidades de cada elemento.
- **Cintas Elásticas:** Productos usados para cintas en ropa interior, cintas para brasieres, pijamas, cintas para ropa deportiva, fitness y aplicaciones industriales.
- **Hilos medicamentos:** Materia prima para fajas, vendas y prendas de control que busque moldear la figura y mantener una alta compresión requerida en procesos post quirúrgicos y tratamientos de varices, fajas reductoras con ajuste y gran confort, fajas estética, ortopédicas, industriales medias medicinales y medias de descanso.

1.4 TECNOLOGIA

Los equipos utilizados en el proceso de producción de la empresa worldtex son 237 las cuales se dividen en Recubridoras (convencionales y por aire) (**ver figura 2**), Enconadoras y máquinas de Encarretado (**ver figura 3**). Lo anterior se observa en la tabla N° 1, donde se muestran los diferentes tipos de máquinas y el área a la que pertenecen.



Figura 2 Recubridora



Figura 3 Encarretadora

PISO	AREA	TIPO DE MAQUINAS	NUMERACION	DISPONIBLES
1	REC. AIRE	GIUDICI	112 – 118	7
		FADIS	119 – 122	4
	REC. CONV.	MENGATTO PNF	901 – 908	8
		OMM	909 – 915	7
		RPR MECANICAS H25-C44	838 – 841	4
2	ENCARRETADO	OMM	201 – 207	7
		MENEGATO ELECTRONICA	208 – 209	2
		FLETCHER	210 – 220, 236-237	13
		FADIS	221 – 223	3
		MENEGATO H.P.	224 – 225	2
		RATTI	228-229, 233 – 235	5
3	REC. CONV.	ECO	301 – 308	8
		OMM	309 – 322	14
		REGAL	323 – 334	12
		OMM 66	335-355, 364-395	53
		REGAL 66	356-363	8
		RPR ELECTRONICAS	804-808	5
		RPR MECANICAS H25-C57	809-813, 835 – 837	8
		RPR MECANICAS CON T. E.	816-819	4
		RPR MECANICAS H25-C44	814-815, 820-834	17
		MENEGATTO 1500	501-516	16
		HAMEL LARGA	603-609	7
		RPR MECANICA GPS 16	444 ^a – 444B	2
	ENCARRETADO	HAMEL	227	1
		FLETCHER	232	1
	ENCONADO	SSM	701 - 710	10
		GIUDICI	711 – 716	6
	MUESTRAS	RPR	802	1
REGAL		396	1	
REPROCESO	RPR	803	1	

TABLA N° 1 Clasificación de equipos por proceso de producción

1.5 ADMINISTRACION Y GESTIÓN DE LAS TAREAS DE LUBRICACIÓN

Para las tareas de lubricación en la empresa wordltex, se asignan grupos, conformadas normalmente por un técnico mecánico de planta y dos practicantes del Sena.

Al momento de arrancar la máquina, debe estar presente toda la cuadrilla. Los cuales antes de arrancar lubrican los piñones de relación, alimentación y estiraje.

1.6 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.6.1 Descripción del problema

La empresa WORLDTEX – CARIBE LTDA es una empresa que fue fundada por personas del extranjero, los cuales trabajaban con lubricantes traídos directamente de estados unidos debido a la facilidad de sus contactos, luego de que la empresa pasó a manos colombianas, dicho contacto con los importadores no fue el mismo por lo cual se empezaron a presentar inconvenientes en cuanto al tiempo transcurrido desde que se efectuaba el pedido de los lubricantes.

Esto ha generado inconvenientes a la hora de realizar los diferentes cambios en los lubricantes de la maquinaria con la que cuenta la empresa.

Además de esto se desconoce por parte de la empresa si los lubricantes que los antiguos dueños empleaban, son los adecuados para el buen desempeño de la maquinaria, ni si son los adecuados para garantizar la durabilidad de los mismos.

1.6.2 Formulación del problema

Los procesos de lubricación con los que cuenta la empresa WORLDTEX – CARIBE LTDA. resultan inadecuados e insuficientes para el buen desempeño y la durabilidad de la maquinaria, por cuanto los conocimientos relacionados con esta área no han identificado si el lubricante empleado es el adecuado para ello, sin lograrse una buena integración en los diferentes procesos con los que cuenta la empresa.

Se requiere entonces, identificar cual es el lubricante más adecuado según los requerimientos.

1.7 JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION

En la empresa WORLDTEX – CARIBE LTDA actualmente no se cuenta con un programa de mantenimiento centrado en lubricación, no hay un procedimiento estandarizado de cómo se debe realizar la lubricación y de cuáles son los lubricantes y grasas más adecuadas para los equipos.

El hecho de que no exista un mantenimiento centrado en lubricación no garantiza la disponibilidad y el correcto funcionamiento de los equipos. Aportando todos los conocimientos fundamentales de lubricación se puede llegar a asegurar la óptima lubricación de los equipos y de todos sus sistemas lubricados.

Con este trabajo se busca implementar herramientas que mejoren el funcionamiento de los equipos y los ayuden a mantenerse en óptimas condiciones para conseguir el rendimiento esperado con buenos estándares de calidad. Con la implementación del programa de mantenimiento lograr que los operarios sean más eficientes en los procesos de producción, mejorando el cuidado de los equipos.

CAPITULO II²

MANTENIMIENTO

² Documento redactado a partir de la referencia 2.

2.1 GENERALIDADES

El mantenimiento se define como el conjunto de acciones (técnicas y administrativas) que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo su función teniendo en cuenta ciertos parámetros que representen eficiencia, seguridad, costos óptimos, entre otros. Este conjunto de acciones se emplean para preservar las funciones requeridas, prevenir fallas prematuras y reducir las consecuencias de dichas fallas, teniendo en cuenta las condiciones de operación, los conocimientos técnicos requeridos y las consecuencias económicas de la ejecución del proceso.

2.2 IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO

La importancia que el mantenimiento presenta dentro de los procesos industriales y productivos es muy alta debido a que el buen manejo del mismo implica confiabilidad, característica de suma importancia en la industria, puesto que esta nos proyecta un trabajo continuo sin paradas ni eventualidades que retrasen la producción. Con esto se alcanzan mayores tiempos entre fallas, consiguiendo así beneficios económicos y más vida útil en los equipos de la empresa.

La vida útil de un equipo representa el tiempo en que este puede trabajar de manera eficiente, teniendo en cuenta diversas condiciones de operación.

2.3 TIPOS DE MANTENIMIENTO

Dentro del mantenimiento encontramos 3 tipos; mantenimiento preventivo, mantenimiento predictivo y mantenimiento correctivo, los cuales se aplican según las condiciones bajo las cuales se trabajan, teniendo en cuenta si se prevén las fallas, si lo que se busca es predecir las fallas que puedan ocurrir o si se trabaja reaccionando a las fallas.

2.3.1 Mantenimiento correctivo

Este mantenimiento es también conocido como *mantenimiento reactivo*, el cual se pone en acción cuando ocurre una falla o avería y el equipo necesita ser reparado con urgencia o con prioridad, lo cual lo ubica como un mantenimiento que solo actúa cuando se presenta una falla en el sistema. En caso de no producirse falla alguna, el mantenimiento se hace nulo y es necesario esperar a que se produzca una falla para llevarlo a cabo.

Este tipo de mantenimiento genera consecuencias como, paradas imprevistas dentro del proceso productivo, lo que traerá consigo disminución de los tiempos de operación y aumento de los tiempos de reparación, por lo cual las siguientes etapas de producción se verán afectadas, perjudicando así a toda la cadena productiva.

2.3.2 Mantenimiento preventivo

Este mantenimiento es también conocido como *mantenimiento planificado*, el cual se pone en acción antes de que ocurra una falla o avería y este se lleva a cabo bajo condiciones controladas y sin la existencia de fallas en el sistema. En estos casos el fabricante presenta manuales técnicos en los cuales se estipulan los momentos adecuados para llevar a cabo los procedimientos respectivos. Pero son muchos los casos en los que la experiencia del personal de mantenimiento es la que determina con mayor precisión los tiempos en los que los procedimientos deben ser llevados a cabo.

Este tipo de mantenimiento se presenta bajo un programa elaborado con anterioridad, en el cual se detalla cada procedimiento, cada actividad y cada herramienta y repuesto necesario para llevar a cabo el proceso. Debido a este programa, este mantenimiento cuenta con fechas programadas, tiempos de inicio y de finalización preestablecidos. Generalmente esta programación se hace para ciertas áreas en particular y equipos específicos, aunque se puede llevar a cabo de manera generalizada para toda la planta.

El mantenimiento preventivo se presenta en el momento en que no se está produciendo, para así poder aprovechar esas horas y no interrumpir la producción, permitiendo así a la empresa contar con un historial de los equipos que se actualizara con cada programa que se lleve a cabo.

Dentro del programa del mantenimiento preventivo se incluyen las siguientes actividades:

- **Inspecciones programadas:** se hacen para buscar evidencias de fallas en los equipos y sistemas, con el fin de anticiparse y poder programar reparaciones que combatan el problema antes de que genere consecuencias en la producción.
- **Actividades repetitivas:** dentro de estas actividades se encuentran las actividades de inspecciones, ajustes de niveles o cambio de lubricantes, limpieza y ajuste de piezas y/o equipos.
- **Programación de actividades:** se llevan a cabo actividades de programación de actividades teniendo en cuenta las frecuencias establecidas, estimando así los trabajos que se deben llevar a cabo, el personal necesario y los recursos.

2.3.3 Mantenimiento predictivo

Este tipo de mantenimiento tiene como objetivo determinar en todo instante las condiciones técnicas (mecánicas y eléctricas) reales para una máquina examinada, teniendo en cuenta que la máquina se analiza mientras ésta, sigue en funcionamiento. Esto se hace con el uso de programas sistemáticos que miden los parámetros más importantes de la máquina en tiempo real. Esta tecnología se basa en el uso de algoritmos matemáticos que junto con las operaciones de diagnóstico interpretan los parámetros de la máquina y brindan información acerca del estado actual de la misma.

Este tipo de mantenimiento pretende disminuir los costos por mantenimiento y por no producción evitando para esto que se presenten paradas por mantenimientos preventivos. Además de esto pretende reducir el tiempo de parada, prolongando la vida útil de las máquinas y equipos obteniendo así una reducción del consumo de energía en la planta. Para alcanzar este tipo de mantenimiento es necesario hacer una inversión en instrumentos, equipos y personal calificado apto para el manejo de los mismos.

El mantenimiento predictivo hace uso de técnicas como:

- Analizadores de vibración
- Endoscopia
- Ensayos no destructivos
- Termovisión
- Medición de parámetros de operación

CAPITULO III³

TRIBOLOGIA, LUBRICACIÓN Y MODOS DE FALLAS

³ Documento redactado a partir de referencias 2, 5 y 6.

3.1 TRIBOLOGIA

Se define **tribología** como la ciencia y tecnología que estudia la fricción, el desgaste y la lubricación que se presentan entre la interacción de superficies en movimiento relativo.

Antes de que se estableciera la tribología como ciencia, estos estudios se categorizaban bajo la “ingeniería de lubricación”. Con la tribología conformada como ciencia, se plantea el estudio de la fricción y del desgaste, para tratar de prevenirlos mediante el uso correcto de técnicas de lubricación. La tribología tiene en cuenta para el estudio, lo siguiente:

- Tipo de maquinaria
- Diseño
- Materiales de las superficies en contacto
- Sistema de aplicación del lubricante
- Medio circundante
- Condiciones de operación

3.2 FRICCION

La **fricción** se define como la resistencia al movimiento que ofrecen dos cuerpos en contacto en movimiento relativo. En los diferentes procesos de la industria, los efectos que la fricción puede causar pueden ser positivos o negativos dependiendo de lo que se desee, pero en el caso de la tribología, las consecuencias son perjudiciales.

Este fenómeno genera una pérdida de energía mecánica desde que se inicia el movimiento relativo entre las zonas de los materiales que entran en contacto, hasta que finaliza el proceso. Las zonas del material experimentan fenómenos de fricción externa e interna, la primera hace referencia a la presente con un cuerpo diferente y la segunda hace referencia a las partículas del mismo cuerpo.

3.3 DESGASTE

El **desgaste** se define como la erosión que puede sufrir un material por acción de otra superficie y este se manifiesta por el desprendimiento de partículas en la superficie de un cuerpo y/o el desplazamiento de material de las zonas que se encuentran en contacto. El desgaste es afectado por diversos factores como lo son:

- Cargas aplicadas
- Temperaturas de trabajo
- Medio ambiente en general
- Forma y geometría de los cuerpos
- Composición química de los mismos
- Tipo de movimiento que se presenta

3.3.1 TIPOS DE DESGASTE

El desgaste se puede presentar de las siguientes maneras:

- **Desgaste adhesivo:** Este desgaste se presenta por contacto entre metal – metal y se da cuando las superficies no están completamente separadas por el lubricante, comúnmente cuando hay paradas y arrancadas con escases de lubricante.
- **Desgaste abrasivo:** Este desgaste es ocasionado por la presencia de materiales extraños (suciedad) en el lubricante, o por el desprendimiento de partículas duras. Se le llama abrasión al desgaste producido por partículas duras que penetran la superficie, ocasionando deformación plástica y arrancando virutas.
- **Desgaste corrosivo:** Este desgaste puede presentarse en equipos industriales por dejar aceite más tiempo del previsto, aumentando el ataque de las superficies por ácidos y generando así, cráteres.
- **Desgaste erosivo:** Este desgaste es ocasionado por fluido a alta presión y partículas sólidas en suspensión, que al impactar sobre la superficie arrancan material y se pueden presentar roturas por fatiga. En otros casos se puede presentar con usar mayor viscosidad de la que se necesita.
- **Desgaste por fatiga superficial:** Este desgaste se presenta por esfuerzos cíclicos de tensión, compresión y esfuerzos cortantes sobre

la superficie, los cuales agrietan la superficie y producen picaduras y escamas. Este desgaste se presenta con frecuencia en superficies con movimiento de rodadura y es algo inevitable con el paso del tiempo.

- **Desgaste por cavitación:** Este desgaste se presenta cuando se da la formación de burbujas por el cambio de presión del lubricante, entre cambios de una zona y otra. Este desgaste presenta picaduras en las superficies y se da al mismo tiempo con ruidos y vibraciones.
- **Desgaste por corrientes eléctricas:** Este desgaste se da por el paso de corriente por las superficies, en varios casos cuando la toma a tierra es mala. Además se puede presentar por corrientes parasitas en equipos rotatorios.

3.4 LUBRICACIÓN

La lubricación es una de las funciones más importantes dentro de cualquier proceso productivo. Este solo puede llevarse a cabo de forma óptima si se cuenta con un programa de lubricación y con un personal de mantenimiento capacitado.

Se define como todo aquel procedimiento que reduce la fricción entre dos superficies móviles. A la sustancia usada para este propósito se le conoce con el nombre de lubricante.

La película de lubricante debe poseer ciertas características como adhesividad, viscosidad, aditivos y espesor. Esta última no debe ser ni muy delgada ni gruesa, debido a que si es muy delgada puede haber contacto metálico en

parte de la superficie, ocasionando desgaste adhesivo y si es muy gruesa se produce un incremento de calor debido al exceso de fricción interno, lo cual con lleva también a un desgaste adhesivo.

3.4.1 Origen de los lubricantes

El origen de los lubricantes es amplio, se pueden encontrar según:

- **Según su procedencia:** estos se obtienen principalmente de la naturaleza de forma natural o por medio de procedimientos químicos, estos se clasifican en:
 1. **Minerales:** lubricantes que se obtienen de la destilación del petróleo, el proceso involucra varias etapas de refinación y mezcla para la producción de aceites bases de propiedades adecuadas. De los cuales se destacan tres bases, parafínica (alta calidad), nafténica (menor calidad), aromáticas (calidad antidetonante). Cada una con características especiales que permiten formularse de acuerdo a las necesidades y condiciones de operación.
 2. **Sintéticos:** son fabricadas por medio de reacciones químicas de bajo peso molecular que forman moléculas más grandes con propiedades óptimas de comportamiento y con viscosidades adecuadas para ser utilizadas como lubricantes, estos tienden a ser muy costosos. Son usados cuando alguna propiedad en particular es esencial, como por ejemplo; elevados rangos de temperatura de operación, elevado índice de viscosidad, alta resistencia a la oxidación, baja formación de residuos elevada conductividad térmica. los aceites sintéticos no pueden ser mezclados con los minerales.

- 3. Grasos:** son lubricantes semifluidos generalmente elaborados de aceite mineral y un espesante, además permiten retener el lubricante en el sitio de aplicación. Protegen efectivamente a las superficies de la contaminación externa, sin embargo, no fluyen tan libremente como los aceites por lo que son menos refrigerantes y difíciles de aplicar a una maquina en operación. Estos pueden mejorar su propiedad adhesiva al mezclarse con aceites minerales.
- **Según su estado físico:** pueden ser elementos naturales sometidos bajo las mismas condiciones atmosféricas y naturales, que se encuentran en estado:
 - 1. Sólido:** Son lubricantes que pueden usarse para trabajos severos, los más utilizados son grafito, bisulfuro de molibdeno y politetrafluoroetileno o teflón. Estos se usan en condiciones donde los aceites y las grasas no pueden ser toleradas, por ejemplo, pueden ser usados en condiciones extremas de temperatura y de ambientes de reactivos químicos.
 - 2. Gaseoso:** el aire y otros gases pueden ser empleados como lubricantes pero son usados con propósitos especiales. Una de sus aplicaciones se ve en los cojinetes que se lubrican con aire, estos pueden operar a velocidades altas, pero, deben tener bajas cargas.

3.4.2 Funciones de los lubricantes

Los lubricantes cumplen con numerosas funciones, todas con el único propósito de reducir la fricción y el desgaste. Las principales funciones son:

- **Lubricación:** Como principal función, esta permite que sea más fácil el deslizamiento de una superficie sobre otra, reduciendo la fricción y el desgaste.
- **Refrigeración:** todo material que reduzca la fricción actúa como refrigerante, previniendo el sobrecalentamiento de las maquinas, Este reduce la cantidad de calor generada por el rozamiento de las superficies. Aun lubricadas hay maquinas que generan grandes cantidades de calor, ese exceso debe ser removido si se desea que la maquina opere eficientemente.
- **Protección contra la corrosión:** El desgaste químico o corrosión ocurre aun cuando la lubricación es efectiva, es claro que este no debe causar corrosión. Debe proteger rápidamente las superficies que lubrica evitando cualquier daño que pueda ser causado por el agua, ácidos u otras sustancias que contaminan el sistema.
- **Mantenimiento de la limpieza:** La contaminación del polvo y la arena reducen la eficiencia de los mecanismos que conforman las máquinas. Estas partículas solidas pueden incrementar el desgaste, promover más corrosión y pueden bloquear mecanismos. Los lubricantes ayudan a mantener las máquinas limpias y operando eficientemente, lavando los contaminantes de los mecanismos.

3.4.3 Regímenes de lubricación

Los regímenes de lubricación son los diferentes tipos de lubricación existentes. El paso de un régimen a otro se da durante el ciclo operacional de las máquinas.

Existen tres formas de lubricación, las cuales son:

- **Lubricación Hidrodinámica o de película gruesa:** Cuando las superficies móviles están separadas por una película gruesa lubricante y se presentan las mejores condiciones de lubricación.
- **Lubricación límite:** La película de lubricante es muy delgada y el área de contacto entre las superficies es similar a un área donde no hay lubricante, por lo que la lubricación es menos eficiente.
- **Lubricación mixta o de película delgada:** se presenta cuando las superficies móviles están separadas por una película continua que cuando aumenta la presión, la película disminuye y se produce contacto metal-metal debido a las rugosidades.

Estas tres formas de lubricación se muestran en la **FIGURA N° 4**.

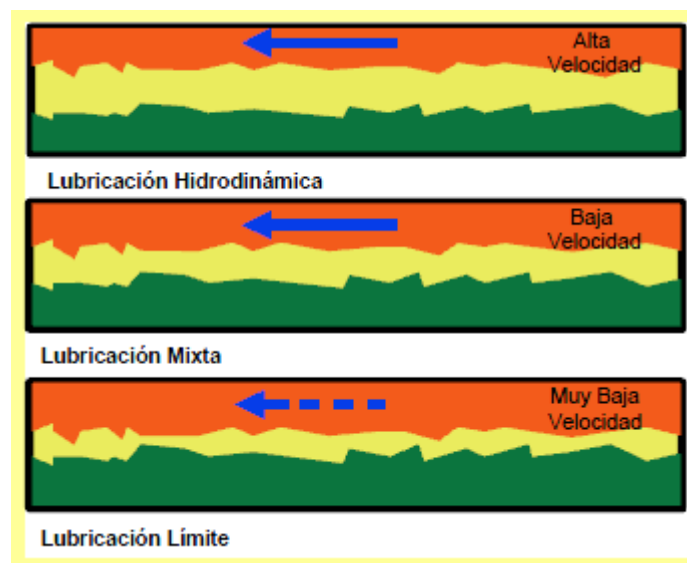


FIGURA N° 4 Regímenes de lubricación

3.4.4 Aditivos

Los aditivos para aceites lubricantes fueron usados por primera vez en 1920. La cantidad de aditivos utilizados en un aceite varían desde 0,01% hasta 0,30% o más. Si la dosis de aditivos es excesiva los efectos pueden ser perjudiciales, por lo que se debe obtener un balance exacto entre los diferentes aditivos para que el desempeño del lubricante sea óptimo.

Las características más importantes de los aditivos son: disminuir la velocidad a la cual ocurren ciertas reacciones, proteger la superficie lubricada de los contaminantes y mejorar las propiedades físico-químicas del lubricante.

En la actualidad la maquinaria moderna tiene alta demanda de lubricante, por lo que para atender dicha demanda, se usan aditivos para mejorar las características de comportamiento del aceite base y extender la vida útil de los lubricantes.

Los aditivos están divididos en tres categorías:

- **Aditivos que modifican el desempeño del lubricante:** donde se encuentran los mejoradores de índice de viscosidad y los depresores del punto de fluidez.
- **Aditivos que protegen el lubricante:** donde se encuentran los agentes antioxidantes y antiespumantes.
- **Aditivos que protegen la superficie lubricada:** donde se encuentran los inhibidores de corrosión, los inhibidores de herrumbre, los detergentes dispersantes y aditivos antidesgaste.

Los aditivos más comunes son:

- **Los detergentes dispersantes:** la función de estos compuestos es de dispersar las partículas, es decir impedir la formación de sedimentos y de mantener limpio de la suciedad.
- **Los inhibidores de oxidación y corrosión:** la función de los inhibidores de oxidación es prevenir el deterioro del lubricante, asociado con el ataque de oxígeno e impedir el aumento de la viscosidad. Los inhibidores de corrosión protegen los metales no ferrosos, susceptibles a la corrosión, causada por los contaminantes ácidos presentes en el lubricante
- **Los mejoradores de índice de viscosidad:** su función es la de mejorar las características de la viscosidad del aceite que se producen por incrementos de temperatura. Son útiles cuando el lubricante debe desempeñarse satisfactoriamente en un rango de temperatura, son generalmente polímeros orgánicos. La mayoría de los aceites multigrados son tratados con mejoradores de índice de viscosidad.
- **Los dispersantes del punto de fluidez:** su función es mantener el aceite a bajas temperaturas impidiendo la congelación, para esto usan aditivos que bajan el punto de fluidez del aceite.

3.4.5 Viscosidad

La viscosidad es una de las más importantes propiedades de un aceite lubricante, sus características físicas las determina la resistencia a la fluidez. El aceite debe tener la suficiente fluidez para garantizar una lubricación

adecuada de todas las partes móviles que conforman un sistema, sin importar la temperatura ambiente o la del motor.

Cuanto más viscoso o espeso sea el aceite, más gruesa será la película de aceite que se forme. El aceite se adhiere en ambas caras de las superficies, el aceite que está en contacto con la superficie móvil se mueve a la misma velocidad que está, mientras que el aceite que está en contacto con la superficie estacionaria tiene velocidad nula, como se muestra en la **FIGURA N°5**

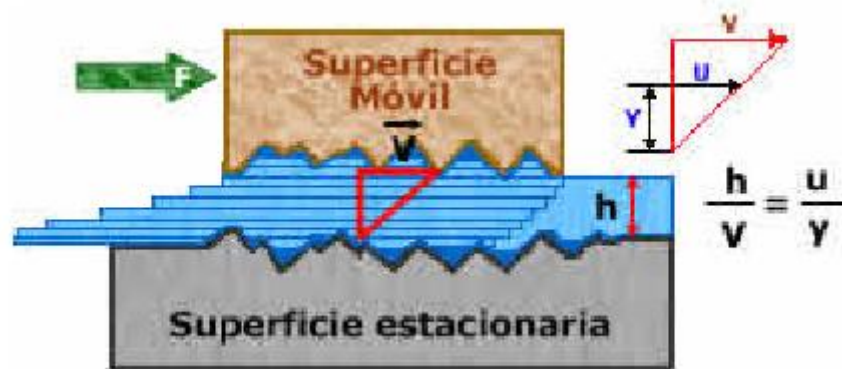


Figura N° 5 Comportamiento del aceite

La viscosidad puede verse afectada por factores físicos como la contaminación y por factores químicos como la oxidación.

3.4.5. Índice de viscosidad (IV)

Es la propiedad más importante de los lubricantes, después de la viscosidad. Se define como la mayor o menor estabilidad de la viscosidad de un aceite durante los diferentes cambios de temperatura a los que se someta el

lubricante. Este índice de viscosidad es para los aceites el indicativo de su calidad.

A altas y bajas temperaturas la viscosidad puede reducirse tanto que la película de lubricante pueda romperse o puede incrementarse hasta el punto en el que impida la normal circulación de aceite por todos los conductos o que el salpique sea el adecuado, originando para ambos casos el contacto metálico.

Bajo estas condiciones de funcionamiento es necesario que el aceite tenga un elevado IV, para que la viscosidad tenga mejor estabilidad a los cambios de temperatura, por lo cual en lubricación se debe usar aceites con alto IV.

Los aceites lubricantes se pueden clasificar en cuatro grupos de IV:

- Bajo: < 50
- Moderado: $50 < IV < 95$
- Elevado: $95 < IV < 150$
- Muy elevado: >150

Se puede conocer el valor IV de un aceite si se conoce su base lubricante, para los aceites con base asfáltica se presentan bajo IV y los de base parafínica presentan altos I, sin embargo se debe tener en cuenta que esta característica del aceite puede modificarse mediante la adición de aditivos aumentadores de IV.

El índice de viscosidad es proporcional a la pendiente de la grafica viscosidad vs temperatura, como se observa en la **FIGURA N° 6**

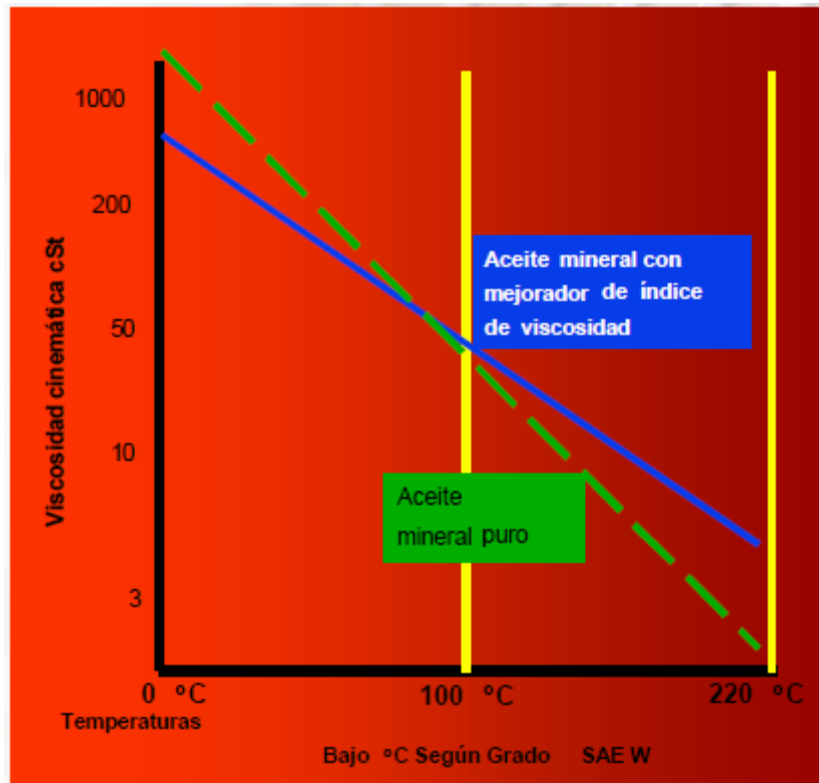


Figura Nº 6 Variación de la viscosidad con la temperatura

3.4.6 Clasificación de los lubricantes

Los aceites industriales se han clasificado bajo normas y a través de organismos internacionales de estandarización para sus aplicaciones en cualquier país del mundo. Los organismos que rigen la formulación y clasificación de lubricantes son:

➤ **Clasificación ISO** (International Standard Organization)

La clasificación ISO 3448, establece 18 grados de viscosidad a 40°C, los cuales se presentan en la siguiente tabla. Ver Tabla N° 2

Grado ISO	Punto Medio cSt a 40 °C	Límites cSt a 40 °C	
		Mínimo	Máximo
2	2.2	1.98	2.42
3	3.2	2.88	3.52
5	4.6	4.14	5.06
7	6.8	6.12	7.48
10	10	9.0	11.0
15	15	13.5	16.5
22	22	19.8	24.2
32	32	28.8	35.2
46	46	41.4	50.6
68	68	61.2	74.8
100	100	90	110
150	150	135	165
220	220	198	242
320	320	288	352
460	460	414	506
680	680	612	748
1000	1000	900	1100
1500	1500	1350	1650

Tabla N° 2 Clasificación ISO

➤ **Clasificación ASTM** (Association Standard Testing Manufacturing)

Este organismo establece la normatividad y los requerimientos en la formulación de aceites para cumplir con las exigencias y condiciones de regímenes de lubricación solicitadas por el sector industrial a donde va dirigido. Además establece, la viscosidad en una unidad de medida diferente, utilizan los segundos Saybolt Universal (SSU) a 100°F (37,8°C). Ver Tabla N° 3

Grado de Viscosidad ASTM	de SSU a 100 °F (37.8 °C)	
	Mínimo	Máximo
32	32.5	34.0
36	35.6	37.6
40	39.6	42.6
50	46.0	50.3
60	55.4	66.2
75	71.6	83.4
105	97.0	115.9
150	136.2	164.9
215	193	235
315	284	347
465	417	510
700	625	764
1000	917	1121
1500	1334	1631
2150	1918	2344
3150	2835	3465
4650	4169	5095
7000	6253	7642

Tabla N° 3 Clasificación ASTM

➤ **Clasificación AGMA** (American Gear Manufacturer Association)

Esta asociación establece la normatividad en la formulación de aceites y para cajas reductoras. En la designación de los lubricantes usa números: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 COMP, 8 COM, 2EP, 4 EP, 5 EP, 6 EP, 7 EP Y 8 EP. La designación EP se refiere a lubricantes extrema presión caracterizados por estar sometidos a altas cargas y trabajo severo.

En la Tabla N° 4 se ilustra la clasificación para engranaje.

Número AGMA	SSU a 100 °F		Número AGMA	SSU a 100 °F	
	Mínimo	Máximo		Mínimo	Máximo
1	193	235	8A COMP	4171	5098
2	284	347	2 EP	284	347
3	417	510	3 EP	417	510
4	626	765	4 EP	626	765
5	918	1122	5 EP	918	1122
6	1335	1632	6 EP	1335	1632
7 COMP	1919	2346	7 EP	1919	2346
8 COMP	2837	3467	8 EP	2837	3467
9	1500		10	13350	
11	4600		12	28370	
13	32000				

Tabla N°4 Clasificación AGMA.

➤ **Clasificación API** (American Petroleum Institute)

Aceites de Transmisión: estos aceites son las llamadas valvulinas especialmente formuladas para la lubricación de engranajes. Su clasificación se especifica por las letras GL-1 (G: gear= engranaje, L: lubricante y el número 1 está relacionado con la viscosidad, en esta clasificación los números a medida que aumentan, aumenta la viscosidad. Las siguientes tabla N° 5 son las clasificaciones para estos aceites.

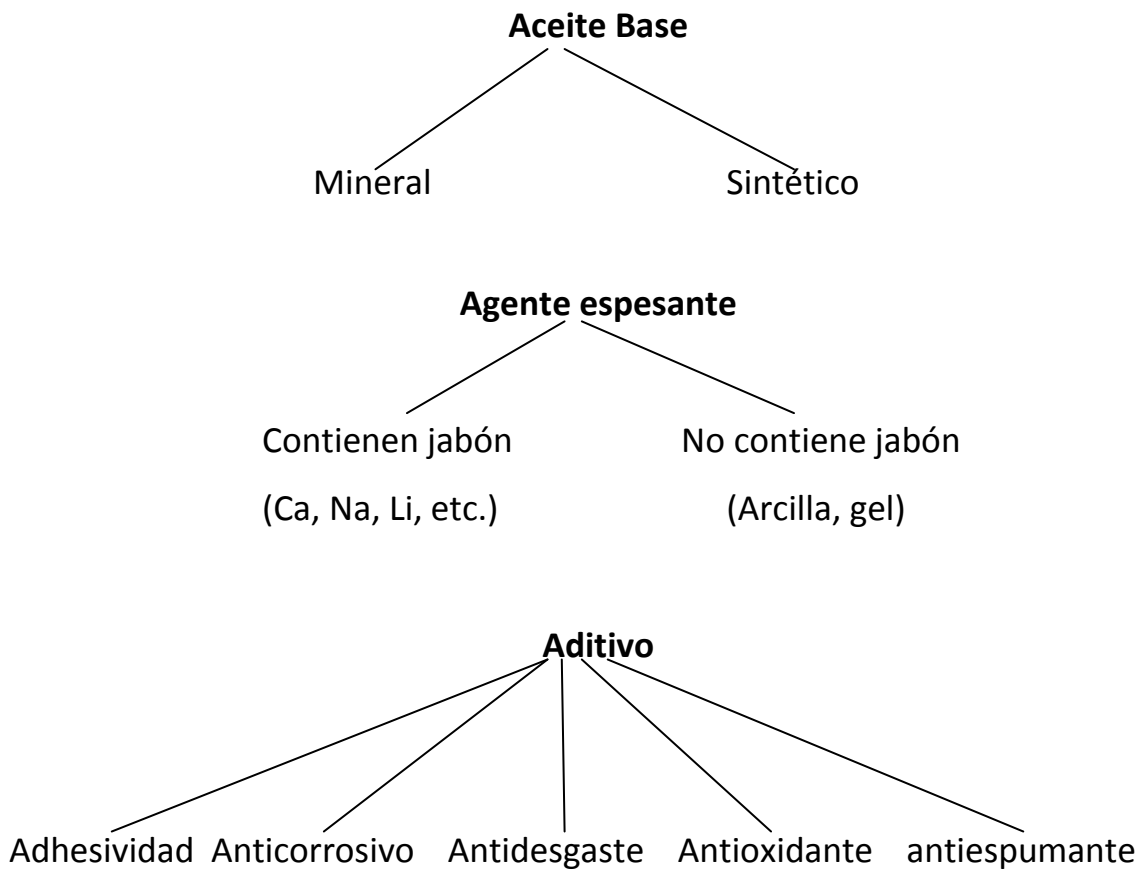
Clasificación API para aceites de Transmisión.	
GL-1	Engranajes cónicos helicoidales y sinfin
GL-2	Engranajes sinfin y ejes condiciones mas severas que GL-1
GL-3	Engranajes cónicos helicoidales y transmisiones manuales condiciones de servicio moderadas de velocidad y carga. Sin EP.
GL-4	Engranajes hipoidales de automóviles y camiones operados manualmente. Contienen aditivos EP.
GL-5	Engranajes hipoidales de automóviles y camiones de servicio severo con aditivos EP.
GL-6	Engranajes hipodiales muy excéntricos y operando a altas velocidades. – muy poco frecuente su uso-

Tabla N° 5 Clasificación API.

3.4.7 Grasas

Las grasas se pueden encontrar como sólidos hasta un semifluido y se obtienen por la dispersión de un agente espesante llamado jabón metálico en un líquido lubricante al que se le conoce como aceite base.

La composición de las grasas puede ser:



Las grasas tienen la ventaja de proveer sellado efectivo contra la pérdida de lubricante y la entrada de contaminantes. A diferencia de los aceites poseen coeficientes de fricción más bajos, por lo cual consume menos energía.

Los rodamientos que usan grasas generalmente funcionan a temperatura menor y su consumo de potencia es mínimo. El consumo de potencia se relaciona con la temperatura de operación de los rodamientos.

4.2.1 Espesador y tipo de espesante

El espesador es la mezcla de la base metálica con ácidos grasos o hidróxido. Este es mezclado con aceite en un agitador, luego, la mezcla de esto vuelve a calentarse. Durante el calentamiento se produce glicerina y agua, el agua se evapora y la glicerina ayuda a que el espesador se solubilice. La mezcla se enfría y el espesador pasa a un estado de cristalización. Dependiendo de la velocidad con que se enfríe esta puede tener una estructura de fibra corta, media o larga.

Los tipos de espesantes (o jabones metálicos) son:

- **Jabones de calcio:** Son jabones convencionales de calcio o grasas a bases de cal, se separan mediante la reacción de ácidos o ésteres grasos con hidróxidos de calcio de un medio de aceite mineral. Estos son los más económicos de fabricar, no son emulsificables en agua, a temperaturas bajas no sufren transformaciones de fase por lo que mantiene capacidad de bombeo.
- **Jabones de sodio:** Se forman igual que los jabones de calcio, pero estas tienen una estructura esponjosa. Estas tienen alto grado de solubilidad en el agua, son susceptibles de transformaciones de fase y endurecimiento. Sin embargo posee aspectos positivos, como

excelentes propiedades inhibidoras de la corrosión y oxidación, buena estabilidad a la temperatura, su máxima temperatura de operación en rodamientos es de 100°C.

- **Jabones de Aluminio:** Estos tiene buena resistencia al lavado por agua, buenas características antiherrumbre (protege las superficies ferrosas contra la formación de óxido), su temperatura de operación es hasta 77°C, pero su alto costo limita su uso.
- **Jabones de litio:** Estos son los más versátiles e importantes de todas las grasas a base de jabón, conforman el 50% de la producción de grasa. Se preparan mediante la reacción de ácidos grasos o ésteres con hidróxido de litio en aceite mineral. Poseen una estructura suave y fibrosa. Tiene excelentes propiedades sellantes, pueden acomodarse fácilmente a condiciones y ambientes específicos, igual que las grasas de sodio protegen de la corrosión y la oxidación.

A continuación (tabla N°6) se muestran los diferentes tipos de espesante y sus características:

Tipo de Espesante	Características de las grasas	Aplicaciones
<ul style="list-style-type: none"> Aluminio 	<ul style="list-style-type: none"> De apariencia suave, tipo gel. Bajo de goteo. Excelente resistencia al agua. Tendencia a suavizar / endurecer. Altamente dependiente de la rata de corte. 	<ul style="list-style-type: none"> Lubrica cojinetes de baja velocidad. Aplicaciones en ambientes húmedos o de alta contaminación química (cloro, amoniaco). Disminución de uso.
<ul style="list-style-type: none"> Sodio 	<ul style="list-style-type: none"> Apariencia aspera, fibrosa. Punto de goteo moderadamente alto. Poca resistencia al agua. Propiedades de buena adherencia (cohesiva). 	<ul style="list-style-type: none"> Equipo industrial antiguo en el que la relubricación es constante. Rodamientos.
<ul style="list-style-type: none"> Calcio 	<ul style="list-style-type: none"> Apariencia suave, mantequillosa. Puntos de goteo bajos. Buena resistencia al agua. 	<ul style="list-style-type: none"> Cojinetes en aplicaciones húmedas. Lubricante de rieles de ferrocarril.
<ul style="list-style-type: none"> Litio 	<ul style="list-style-type: none"> Apariencia suave, mantequillosa a algo fibrosa. Punto alto de goteo. Resistencia a escape y ablandamiento. Buena resistencia al agua. 	<ul style="list-style-type: none"> Chasis de automotor y cojinetes de las ruedas. Grasas industriales multipropósito. Lubricantes para la industria de perforación de petróleo.

Tabla Nº 6 CARACTERÍSTICAS DE LAS GRASAS Y APLICACIONES

4.2.2 MODOS DE FALLAS RELACIONADAS CON LUBRICACIÓN

La empresa cuenta con diferentes equipos (de diferentes marcas) que están compuestos por sistemas comunes, conformados por elementos como engranajes, cojinetes, rodamientos y ejes, los cuales presentan normalmente los siguientes modos de falla relacionados con la lubricación.

4.2.3 Modos de falla en engranajes

En estos elementos podemos evidenciar dos tipos de fallas, agrietamiento y pérdida de geometría de los dientes. En el primero se presentan grietas en la cara de los dientes (FIGURA 7), grietas en el alma de los dientes (FIGURA 8),

grietas en la base de los dientes (FIGURA 9) y/o grietas en discontinuidades (FIGURA 10).

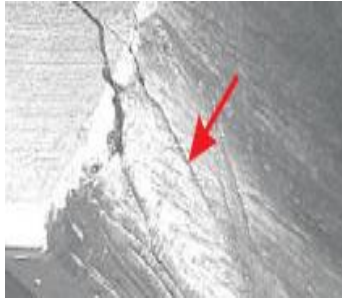


FIGURA 7 Grietas en cara de dientes



FIGURA 8 Grietas en alma de dientes



FIGURA 9 Grietas en la base de los dientes

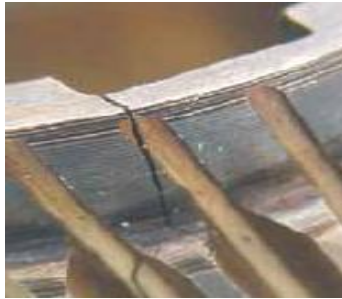


FIGURA 10 Grietas en discontinuidades

En cuanto a pérdida de geometría del diente, se presenta desgaste abrasivo (FIGURA 11), desgaste adhesivo (FIGURA 12), corrosión (FIGURA 13), picado (FIGURA 14), macropicado o descascarado (FIGURA 15), arrugamiento (FIGURA 16), indentación (FIGURA 17), acanalado (FIGURA 18) y aplastamiento, afilado y/o rebaba (FIGURA 19).



FIGURA 11 Desgaste abrasivo

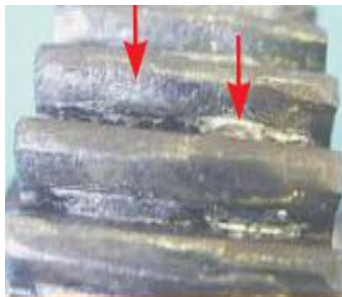


FIGURA 12 Desgaste adhesivo

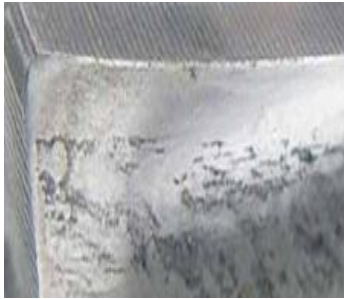


FIGURA 13 Corrosión



FIGURA 14 Picado



FIGURA 15 Macropicado o descascarado



FIGURA 16 Arrugamiento

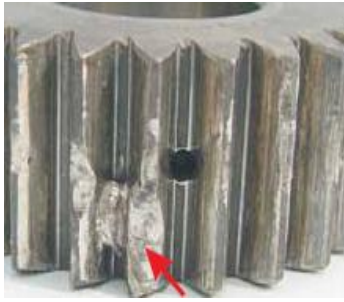


FIGURA 17 Indentación



FIGURA 18 Acanalado



FIGURA 19 Aplastamiento, afilado y/o rebaba

Entre las diferentes causas que pueden dar paso a estas fallas se encuentran las siguientes:

- Lubricante con partículas
- Baja viscosidad
- Contaminación del lubricante por químicos o agua
- Mezclar marcas de aceites
- Uso inapropiado del lubricante para el tipo de material

- Deficiencia de aditivos EP
- Deficiencia de aditivos anticorrosivos

4.2.4 MODOS DE FALLA EN CADENAS

Sobrecarga: Cadena sometida a un exceso de carga (figura 20) que provoca la deformación permanente del material y lleva a que la vida útil de la cadena sea corta.



FIGURA 20 Sobrecarga

En condiciones normales de operación la cadena vuelve a su longitud original cuando se aplica una carga y luego se libera. Con cargas muy elevadas (por encima del 65% de carga de rotura) el material no vuelve a su antigua condición, ya que su estado es 'plástico'.

Cada carga "se extiende" de la cadena hasta que se rompe.

Fatiga: La cadena es sometida a altas cargas repetitivas (figura 21) que sobrepasan el límite de resistencia, haciendo que esta se fracture con el tiempo.



FIGURA 21 Fatiga

La aplicación de una carga repetida a una cadena con el tiempo hará que falle. Cuanto menor sea la carga, mayor es la vida útil de la cadena.

Desgaste abrasivo: la carga normalmente entre el perno y el casquillo (figura 22) con el tiempo desgasta el material de tal manera que la cadena se extiende más allá de su límite utilizable. La mayor parte de la cadena está diseñada para falla debido al desgaste.



FIGURA 22 Desgaste abrasivo

Al tener una cadena trabajando constantemente, esta se extiende y aumenta su longitud. Esto se debe al desgaste que sufre la clavija del eslabón cuando

entra en contacto con la rueda dentada. La correcta selección de una cadena puede representar 15000 horas de trabajo con un 2% de extensión de su longitud.

Entre las causas de estos modos de fallas se encuentran causas por exceso de carga, altas velocidades, lubricación incorrecta y condiciones ambiente que no favorecen al componente.

Desgaste adhesivo (Galling): Se refiere al desgaste adhesivo (figura 23) y la transferencia de material entre las superficies metálicas que se encuentran en contacto relativo.



FIGURA 23 Desgaste adhesivo

Entre las causas de este modo de falla se encuentra la falta de lubricación o el exceso de cargas en operación, por esto se obtienen superficies manchadas y ranuradas.

4.2.5 Modos de falla en ejes

En estos elementos podemos evidenciar desgaste abrasivo (FIGURA 24), desgaste adhesivo (FIGURA 25), fatiga superficial o picada (FIGURA 26), corrosión general (FIGURA 27) y corrosión por picadura (FIGURA 28).

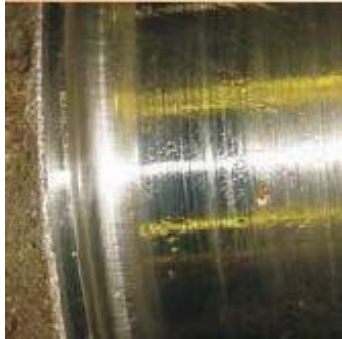


FIGURA 24 Desgaste abrasivo



FIGURA 25 Desgaste adhesivo



FIGURA 26 Fatiga superficial o picado



FIGURA 27 Corrosión general

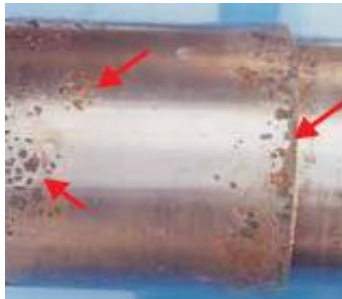


FIGURA 28 Corrosión por picadura

Entre las causas que dan origen a estas fallas se encuentran:

- Lubricante con partículas
- Viscosidades bajas
- Temperaturas elevadas
- Falla en el sistema de lubricación
- Infiltración de fluidos a la maquina/lubricante degradado

4.2.6 Modos de falla en rodamientos

En estos elementos podemos evidenciar fatiga superficial (FIGURA 29), descarga eléctrica (FIGURA 30), desgaste abrasivo (FIGURA 31), desgaste

adhesivo (FIGURA 32), corrosión (FIGURA 33), indentación (FIGURA 34) y fractura (FIGURA 35).



FIGURA 29 Fatiga superficial

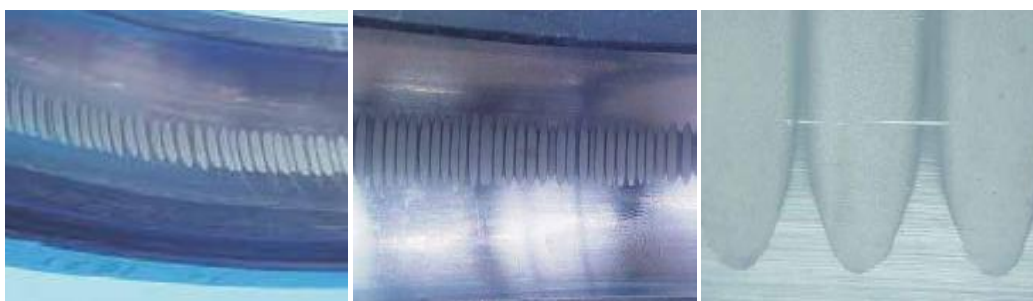


FIGURA 30 Descarga eléctrica



FIGURA 31 Desgaste abrasivo



FIGURA 32 Desgaste adhesivo



FIGURA 33 Corrosión

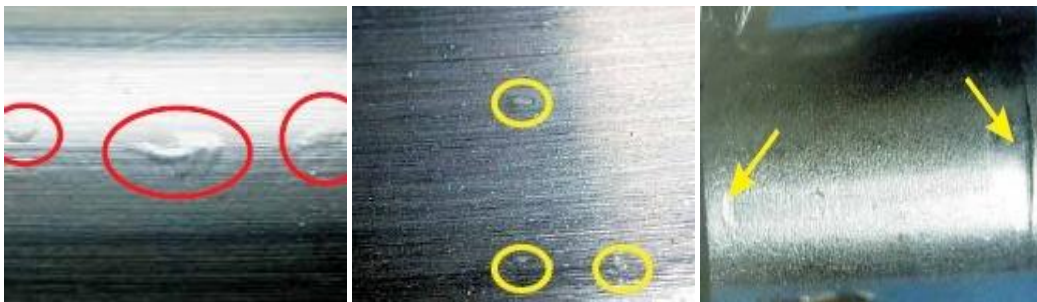


FIGURA 34 Indentación

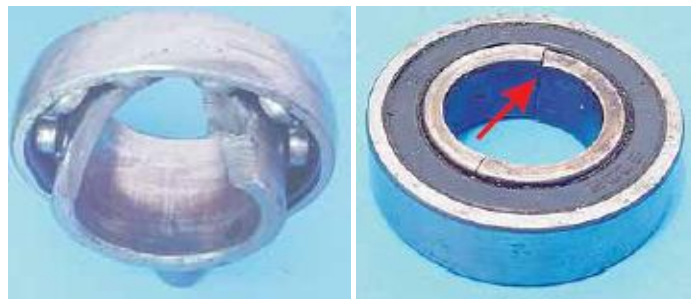


FIGURA 35 Fractura

Entre las diversas causas que pueden dar paso a estas fallas están:

- Lubricante o lubricación inadecuada
- Contaminación del lubricante con líquidos o partículas conductoras
- Contaminación del lubricante con partículas abrasivas provenientes del medio

- Contaminación del lubricante con partículas metálicas provenientes de una zona desgastada.
- Baja viscosidad o bajo índice de viscosidad
- Falta de aditivos de alta presión y/o temperatura
- Lubricación inadecuada por bajo caudal y/o presión
- Contaminación del lubricante con otros fluidos
- Degradación del lubricante por tiempo o sobre temperatura
- Contaminación del lubricante con partículas consecuencia de picaduras e indentaciones.

CAPITULO IV

PLANTEAMIENTO Y DESARROLLO DE LA PROPUESTA

4.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

La empresa cuenta con 3 procesos de producción, de los cuales se analizarán los equipos que pertenecen a Encarretado y Recubierto, los sistemas y componentes que conforman cada uno de estos procesos se observan en la tabla N° 7

1. Encarretado	A. Sistema de alimentación	1. Bancada donde están los rollos 2. Piñonería que controla la velocidad
	B. Sistema de recepción	3. Bicónico 4. Antiborde
2. Recubierto	A. Sistema de alimentación	1. Ejes 2. Husos
	B. Sistema de recepción	3. Ejes superiores 4. Pesas
	C. Sistema de estiraje	5. Ejes de cromado 6. Bicónico
	D. Sistema guía hilo	7. Antiborde

Tabla N° 7 Distribución de los procesos de producción

Para el proceso de **encarretado** se identifican los siguientes sistemas:

- ✓ Sistema de alimentación
- ✓ Sistema de recepción

Dentro del **sistema de alimentación** actúan los siguientes componentes:

- ✓ Bancada donde están los rollos (Ver figura 36)
- ✓ Piñonería que controla la velocidad (ver figura 37)



FIGURA 36 Bancada donde están los rollos



FIGURA 37 Piñonería que controla la velocidad

Dentro del **sistema de recepción** se encuentra el sistema de vaivén, conformado por los siguientes componentes:

- ✓ Bicónico (ver figura 38)
- ✓ Antiborde (ver figura 39)



FIGURA 38 Bicónico

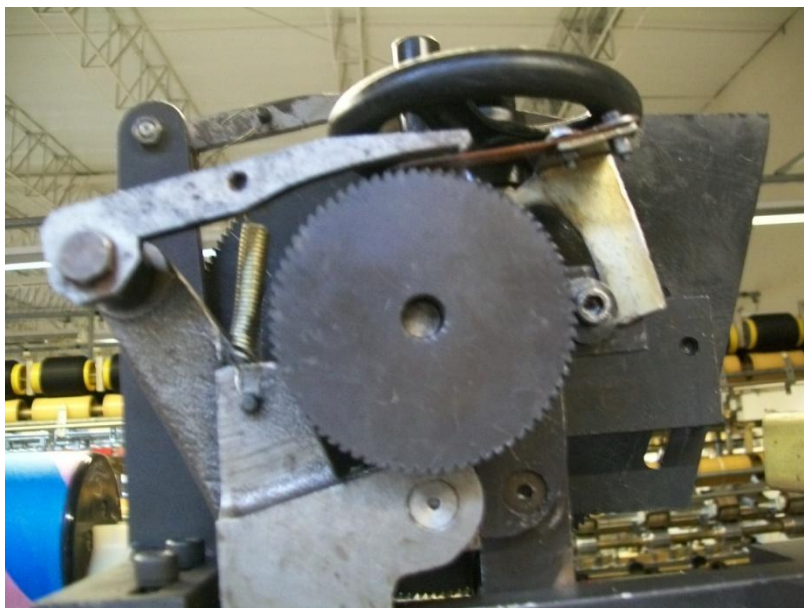


FIGURA 39 Antiborde

Para el proceso de **recubierto** se identifican los siguientes sistemas:

- ✓ Sistema de alimentación
- ✓ Sistema de recepción
- ✓ Estiraje
- ✓ Guía hilo

Dentro del **sistema de alimentación** actúan los siguientes componentes:

- ✓ Ejes (ver figura 40)
- ✓ Husos (ver figura 41)

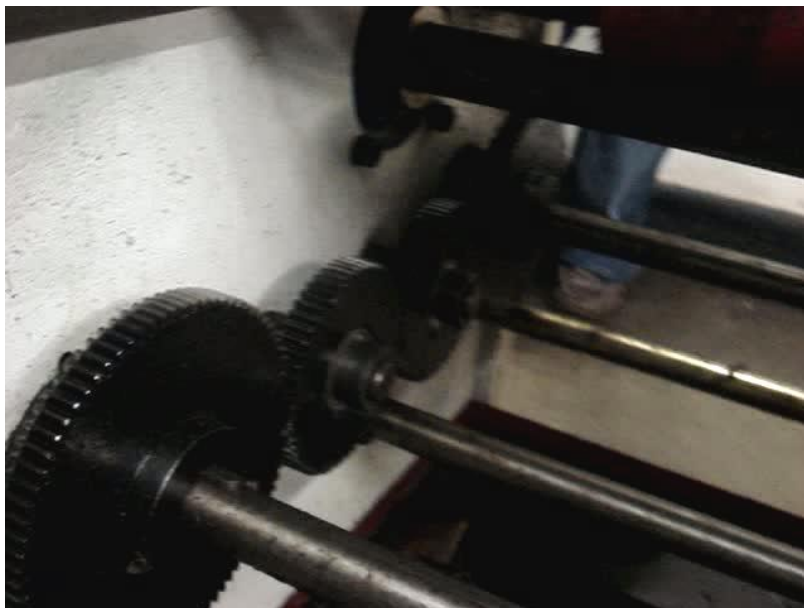


FIGURA 40 Ejes



FIGURA 41 Huso

Dentro del sistema de recepción actúan los siguientes componentes:

- ✓ Ejes superiores (ver figura 42)

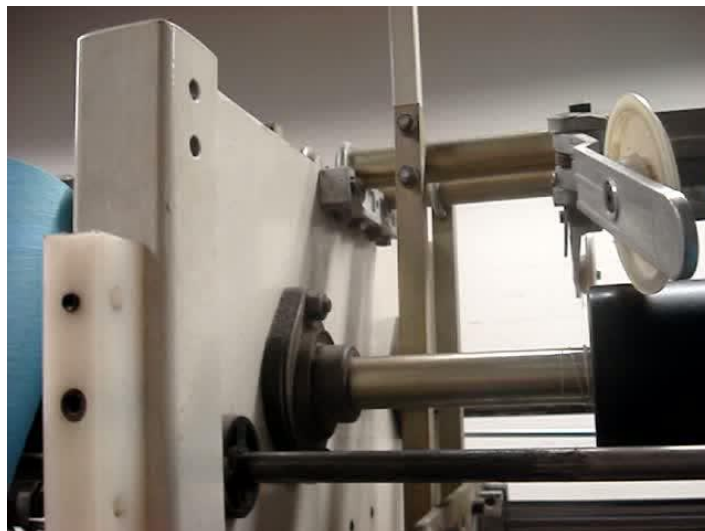


FIGURA 42 Ejes superiores

Dentro del **sistema de estiraje** actúan los siguientes componentes:

- ✓ Pesas (ver figura 43)
- ✓ Ejes de cromado (ver figura 44)

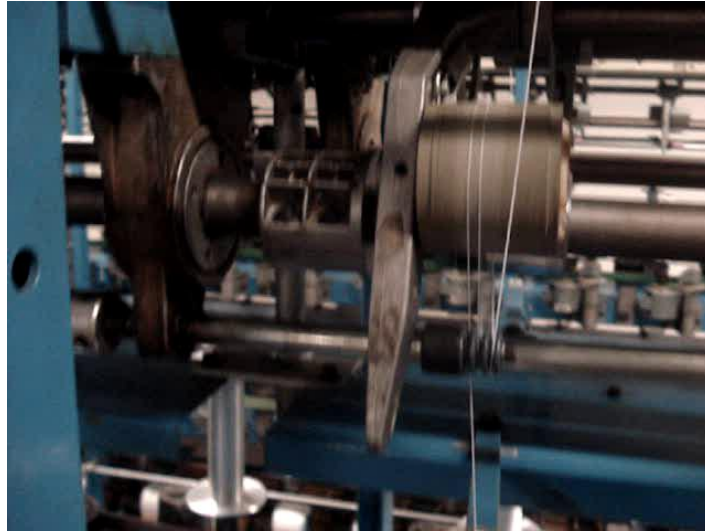


FIGURA 43 Pesas



FIGURA 44 Ejes de cromado

Dentro del **sistema guía hilo** se encuentra el sistema de vaivén, conformado por los siguientes componentes:

- ✓ Bicónico
- ✓ Antiborde

De acuerdo al mantenimiento que la empresa lleva a cabo con los diferentes procesos de producción, se ha evidenciado que el mantenimiento mecánico se emplea de forma correcta y de la misma manera en los tres procesos (encarretado, recubierto y enconado) y en lo que difieren los tres, es que en el proceso de enconado si se emplean los lubricantes recomendados por el manual, a diferencia de los otros dos, en donde no se tienen manuales y si presentan fallas.

La metodología empleada para el desarrollo de la propuesta se baso en la recolección de la información relacionada con las fallas por lubricación y las causas de las mismas, información que fue básica para el desarrollo de las cartas de lubricación. De la misma manera se recolecto información acerca de los puntos de lubricación, los lubricantes y las frecuencias empleadas. Luego se complementó toda esta información con los lubricantes recomendados para optar a la homologación de los lubricantes requeridos por la empresa y de esta forma mejorar la manera de aplicación del lubricante y las frecuencias de cambio.

Teniendo en cuenta el desempeño de los equipos con los cuales opera la empresa, se han obtenido unas estadísticas de las diferentes fallas que presentan los mismos, las fallas son las siguientes: ver tabla N° 8 y Anexo 2
Las siguientes fallas fueron notificadas por la empresa y evidenciadas por parte de nosotros en las diferentes visitas que se realizaron.

Alimentación frenada: Se presenta desgaste y agrietamiento en los engranajes de los sistemas de alimentación. Además se presentan desgaste en los ejes. Como se observa en las **figura 45** y **figura 46**.

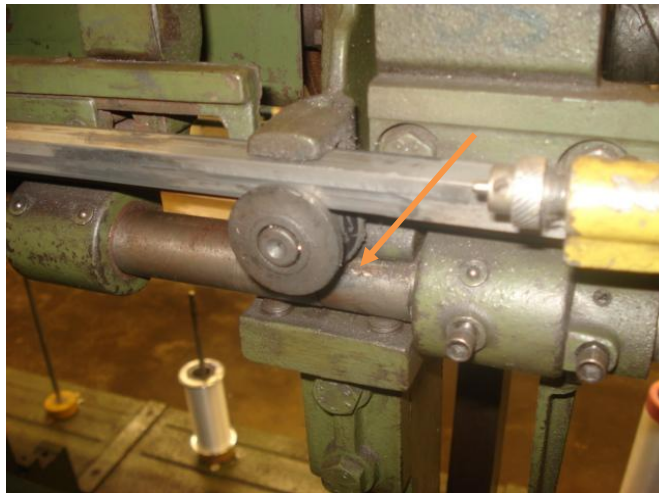


FIGURA 45 Desgaste en ejes

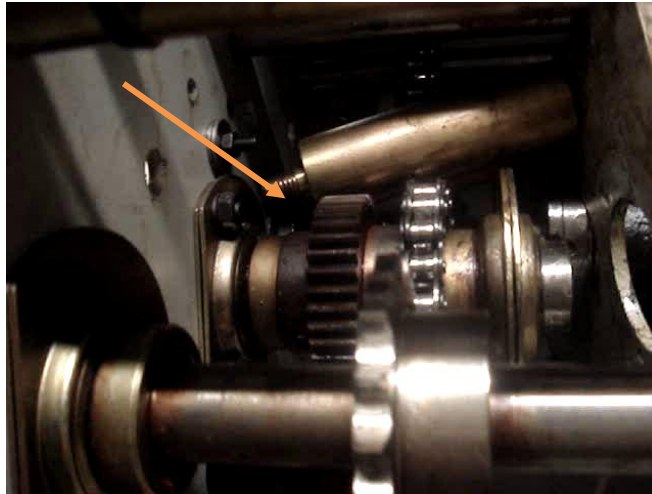


FIGURA 46 Desgaste en engranajes

Cromados frenados: Se evidencia desgaste y fatiga en los rodamientos, de igual manera se presenta desgaste en la piñonería. Esto se observa en la **figura 47.**



FIGURA 47 Rodamientos desgastados y desmontados

Vaivén frenado: Se presenta desgaste adhesivo en los ejes y pérdida de la geometría en los engranajes de la caja de transmisión como se observa en la figura 48 y la figura 49.

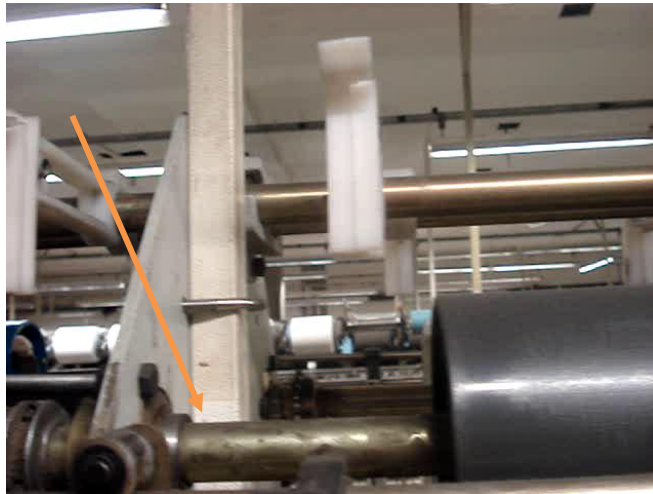


FIGURA 48 Desgaste en ejes

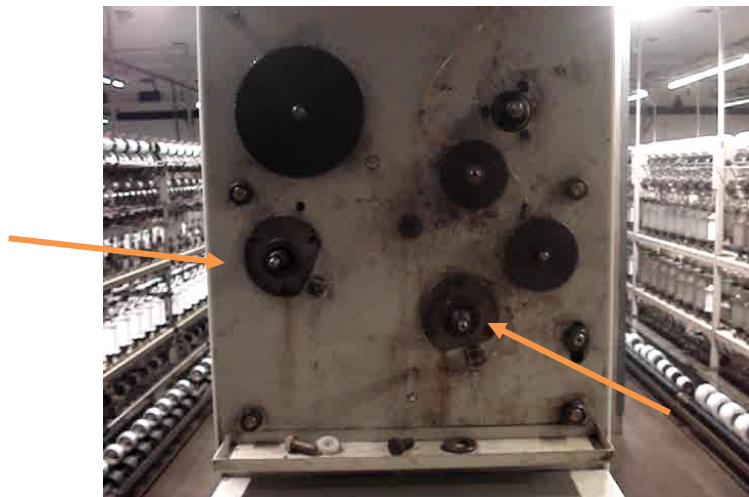


FIGURA 49 Engranajes faltantes defectuosos

Recepción frenada: Se evidencia la misma situación que en la alimentación frenada.

Velocidades bajas: Se presenta desgaste en la piñonería y alargamiento en las cadenas. Ver **figuras 50 y 51.**

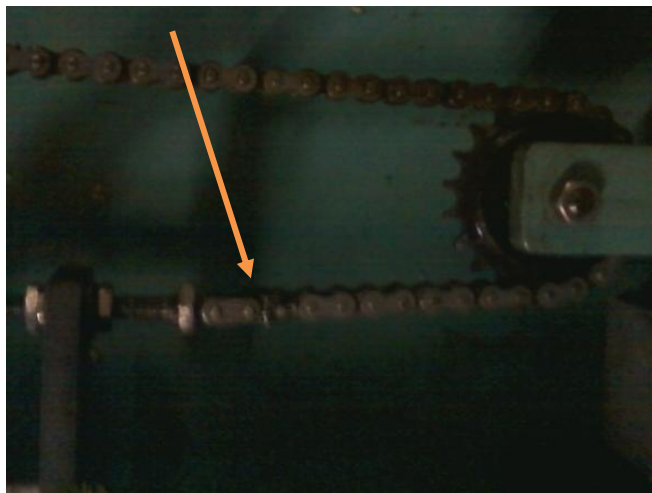


FIGURA 50 Sistema de cadenas

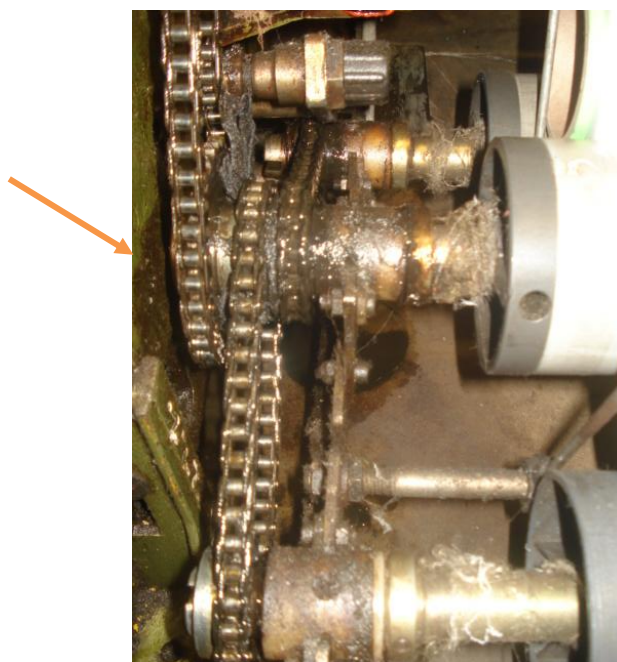


FIGURA 51 Sistema de cadenas

Bicónico (Leva del engranaje) frenado: Hace referencia a la pérdida de la geometría de los dientes del engranaje y al desgaste por la fricción. Ver figuras 52 y 53.



FIGURA 52 Bicónico desgastado

Daño antiborde: Se presenta la misma situación del bicónico.



FIGURA 53 Antiborde desgastado

Polea frenada: Hace referencia al deterioro de la superficie de la polea por desgaste. Ver **figura 54**.



FIGURA 54 Poleas desgastadas

De igual forma las demás fallas de la tabla N° 8 hacen referencia a sistemas que se detienen por insuficiencia de lubricación y/o por lubricación deficiente.

FALLA	No. Eventos	PARTICIPACION	ACUMULADO
ALIMENTACION FRENADA	43	7,05%	7%
CROMADOS FRENADOS	29	4,75%	36%
VAIVEN FRENADO	25	4,10%	40%
RECEPCION FRENADA	14	2,30%	58%
VELOCIDADES BAJAS	8	1,31%	69%
CROMADOS RECEPCION Y ALIMENTACION	3	0,49%	79%
BICONICO FRENADO	2	0,33%	84%
DAÑO ANTIBORDE	2	0,33%	85%
POLEA FRENADA	2	0,33%	86%
ANTIBORDE	1	0,16%	89%
ANTIBORDE FRENADO	1	0,16%	89%
BICONICO Y ANTIBORDES	1	0,16%	89%
CROMADOS Y ALIMENTACION	1	0,16%	90%
CROMADOS Y RECEPCION	1	0,16%	90%
CROMADOS Y RECEPCION FRENADOS	1	0,16%	90%
EJE DE PESAS FRENADO	1	0,16%	90%
FRENO TODO	1	0,16%	90%
FUGA DE ACEITE	1	0,16%	90%
SE FRENO	1	0,16%	90%

Tabla N° 8 Estadística de la fallas en la empresa relacionadas con lubricación

El total de datos recolectados con respecto a fallas presentadas fueron 610, de los cuales los que se encuentran en la tabla son los referentes a lubricación.

Estos datos se obtuvieron en los últimos 3 meses con todos los equipos que presenta la empresa y se clasificaron en dos zonas (azul y blanca) como se observa en la tabla; la primera zona indica los eventos relevantes (20% de los procesos que generan el 80% de defectos, Ley de Pareto) y los de la segunda que no se consideran críticos en el proceso productivo.

Analizando los datos obtenidos se pueden mencionar las siguientes observaciones:

Se detienen, la alimentación, la recepción y los cromados a raíz de las fallas en los rodamientos, engranajes y ejes por lubricación deficiente, por lo tanto es necesario detener la producción.

En caso de que no se frenen por completo los componentes de alimentación y recepción, se obtienen velocidades muy bajas que no cumplen con las nominales de producción y no se cumplen con los rangos establecidos para que el producto sea aceptable en la producción.

4.2.7 PROCEDIMIENTO PARA ANÁLISIS DE ACEITE

El análisis de aceites es dado por pruebas de laboratorio, almacenamiento, procesamiento y análisis de los resultados. La selección del lubricante adecuado para una aplicación en particular consta de la evaluación de cinco factores, los cuales son:

Viscosidad: Se debe determinar cuál es la viscosidad más adecuada a la temperatura de operación de los equipos (ver anexo 3). Esta puede ser determinada mediante cálculos, pero en la mayoría de los casos se proporcionan parámetros de diseño que ayudan a determinarla. Se selecciona un lubricante con la mínima viscosidad capaz de soportar la carga aplica, de esta forma se minimiza el consumo de energía.

Índice de viscosidad: Es esencial seleccionar el adecuado índice de viscosidad. El lubricante debe poder trabajar sobre un rango de temperatura

que oscile entre temperatura fría (inicial) hasta la temperatura más caliente de operación.

Grado SAE o ISO: Luego de determinar la viscosidad y el índice de viscosidad, se determina el grado de viscosidad. Esto implica, llevar a una temperatura estándar de referencia, la viscosidad que se tiene a la temperatura de operación y se puede realizar usando las tablas y gráficas (ver anexo 5) disponibles, de esta forma se puede seleccionar el grado de viscosidad SAE o ISO.

Aditivos necesarios: La gran mayoría de los lubricantes contienen aditivos para mejorar sus propiedades o alargar la vida útil del aceite. Por tal razón es necesario identificar el propósito para el uso de un aditivo específico. Los aditivos son ingredientes costosos, por lo que solo se agregan si es justificable su uso.

Factores de costos: Los costos siempre han sido factores importantes a la hora de hacer una selección. Pero este no debe ser un factor determinante a la hora de la selección, debido a que es fácil seleccionar el lubricante más barato que parece realizar el trabajo requerido, sin embargo es necesario asegurarse que el aceite continuará lubricando eficientemente por un largo periodo. El más económico deberá ser cambiado con mayor frecuencia que el más costoso.

Continuando con el proceso en el área de mantenimiento se deben seleccionar los equipos críticos (equipos de encarretado y recubierto) para obtener los datos de operación y rutinas de lubricación. Luego de establecer

los parámetros iniciales se propone el programa de muestreo de aceite, este depende del tipo de máquina, condiciones de ambiente y de operación.

Las condiciones críticas detectadas por medio del análisis incluyen:

- Desgastes anormales en engranes, levas, rodamientos y cadenas.
- Contaminación del aceite con agua, polvo y otros componentes.
- Tipo o grado incorrecto de aceites y grasas usadas.
- Periodos de cambio incorrectos.

Luego de haber detectado las fallas y las condiciones críticas en los equipos, se consultan las frecuencias típicas de muestreo recomendadas en la industria (ver anexo 1 y referencia bibliográfica 2).

La tabla N° 9 muestra las frecuencias típicas de muestreo concernientes a la empresa.

Equipo	Revisar y aplicar si es necesario	Frecuencia	
		Meses	Cambio Horas
Rodamiento con grasera	--	3	--
Reductor con aceite	Semanal	6-12	--
Engranajes abiertos con aceite	Diario	--	--
Acoplamientos engrasados	Semanal	--	--
Cadenas de rodillos aceitadas	Diario	--	--
Sistemas hidráulicos	Semanal	6-12	--

Tabla N° 9 FRECUENCIAS TÍPICAS DE MUESTREO INDUSTRIAL*

*Los intervalos de muestreo son sugeridos y pueden usarse como guía. Los responsables del mantenimiento pueden apoyarse en recomendaciones de fabricantes o establecer condiciones de trabajo propias de cada equipo.

4.2.8 Propuesta de lubricación

Luego de todo lo anterior y de la identificación de las diferentes fallas que presentan los equipos pertenecientes a la empresa, se plantea un modelo sugerido para el mantenimiento centrado en lubricación, el cual consta de los siguientes pasos; 1. Correctivo, 2. Preventivo, 3. Mejorativo, con los cuales se obtendrán avances importantes como solución para la empresa.

Paso 1 Correctivo.

Se deben tener en cuenta los dos procesos (Tabla N° 10) que tiene la empresa dentro de su producción, (Ejemplo: Encarretado y Recubierto), luego se identifican para cada proceso los sistemas respectivos y para cada sistema los componentes que actúan.

Luego ordenando los sistemas y los componentes obtenemos lo siguiente:

1. Encarretado	A. Sistema de alimentación	1. Bancada donde están los rollos
		2. Piñonería que controla la velocidad
	B. Sistema de recepción	3. Bicónico
		4. Antiborde
2. Recubierto	A. Sistema de alimentación	1. Ejes
		2. Husos
	B. Sistema de recepción	3. Ejes superiores
		4. Pesas
	C. Sistema de estiraje	5. Ejes de cromado
		6. Bicónico
	D. Sistema guía hilo	7. Antiborde

Tabla N° 10 EJEMPLO DE ORGANIZACIÓN DE PROCESOS, SISTEMAS Y COMPONENTES.

Luego de esto, en vista de que la empresa no tiene manuales que indiquen el tipo de lubricante y la frecuencia de cambio, se recurre a las hojas de vida de los equipos para recolectar la información de los lubricantes empleados y el comportamiento que han tenido en su operación.

A continuación en la Tabla N° 11 se muestra los lubricantes empleados en la empresa para los diferentes componentes que conforman los sistemas de los equipos.

Clase	Producto	Descripción Producto	Unidad	Usos comunes
12	M0156LU0002	ACEITE WD-40	UND	BALINERAS Y RODAMIENTOS
12	M0156LU0309	ACEITE TEXAMATIC TEXACO	GAL	CAJAS DE TRANSMISION
12	M0156LU0405	ACEITE QUINPLEX SAE-30 ISO-100 LE-4030	GAL	CADENAS, CORREDERAS, RODAMIENTOS
12	M0156LU0415	ACEITE ENGRANAJES ULTRA GEAR 680	GAL	ENGRANAJES
12	M0156LU0310	ACEITE HIDRAULICO RANDO 46	GAL	SISTEMAS HIDAULICOS
12	M0156LU1203	GRASA USO GENERAL EP-2GRASA USO GENERAL	LBS	RODAMIENTOS
12	M0156LU1225	ACEITE ALMASOL LE-607	UND	ENGRANAJES
12	M0156LU1232	LUBRICANTE PARA ENGRANAJE ISO 150	GAL	CAJAS CERRADAS DE ENGRANAJES
12	M0156LU1234	ACEITE SHELL OMALA 680 TAMBOR 55 AG	GAL	ENGRANAJES ABIERTOS Y CERRADOS

Tabla N° 11 LUBRICANTES USADOS EN LA EMPRESA.

Paso 2. Preventivo.

Para este paso se debe tener presente los tiempos de cambio (frecuencias de cambio) para cada componente de los equipos, teniendo en cuenta ciertas consideraciones y recomendaciones como lo son:

- ✓ Inspecciones periódicas del equipo
- ✓ Análisis continuo de las condiciones de operación

De igual forma se plantean unas frecuencias de muestreo que corresponderían a un mantenimiento predictivo, estas frecuencias de muestreo serán menores que las frecuencias de cambio y se llevan a cabo para la detección oportuna de cualquier indicio de falla que pueda presentar el componente o el equipo.

Paso 3. Mejorativo.

En este paso se propone el mejoramiento de la tecnología empleada para llevar a cabo el mantenimiento en la empresa. De igual forma se plantean métodos de mejoramiento proactivo, para incentivar al personal de manera adecuada (mediante entrenamiento especial) para que desempeñen sus labores de una mejor manera y con los conocimientos necesarios, lo que conllevará a lograr una óptima producción de la maquinaria.

Es así como el entrenamiento de los lubricadores, de los operarios y del personal de mantenimiento, ayuda a lograr mayor efectividad en la lubricación.

Luego de establecido lo anterior, se elaboraron los modelos de las **CARTAS DE LUBRICACION** para los equipos (de recubierto y de encarretado) teniendo en cuenta, los componentes más importantes a lubricar, el lubricante actualmente empleado, el lubricante recomendado por el estudio de la **Shell** (Ver anexo 3), frecuencias de cambio (preventivo), frecuencias de muestreo (predictivo) y observaciones en cuanto a consideraciones de lubricación.

Las **CARTAS DE LUBRICACION** son las herramientas principales del mantenimiento centrado en lubricación, ya que mediante el uso de estas, los mantenedores, podrán ubicar con mayor facilidad cada uno de los puntos de lubricación del equipo.

Dentro de las cartas de lubricación es común identificar, de cada punto, el lubricante empleado, el método de lubricación empleado, las frecuencias de

cambio y las observaciones que se deben tener presentes a la hora de realizar los procedimientos de lubricación.

Los modelos de las **CARTAS DE LUBRICACION** se hicieron con una herramienta de **ALERTAS** que indican, según la fecha, los días disponibles que tiene el personal para llevar a cabo el procedimiento de lubricación.

Los puntos de lubricación que se tomaron para las cartas, se identificaron después de realizar visitas a la planta haciendo un recorrido por las zonas de operación.

Se tomaron datos de los lubricantes empleados en ese momento, identificando las frecuencias de cambio.

Se incluyó el lubricante recomendado por el estudio realizado por la SHELL (ver anexo 3) y se incluyeron distintas alternativas con marcas MOBIL y TEXACO para estas recomendaciones (ver anexo 5).

Además se incluyeron frecuencias de muestreo (ver anexo 1) sugeridas para detectar posibles indicios de fallas en el equipo.

Para la verificación de las condiciones de trabajo de los lubricantes recomendados, se consideraron las temperaturas de operación de los componentes del equipo, con lo cual se evidencia que las temperaturas están dentro de las estipuladas para cada lubricante. Ver tabla N° 12.

A continuación se muestran las imágenes de la toma de temperaturas de algunos de los componentes del equipo a verificar.



FIGURA 56 Toma de temperatura en chumacera

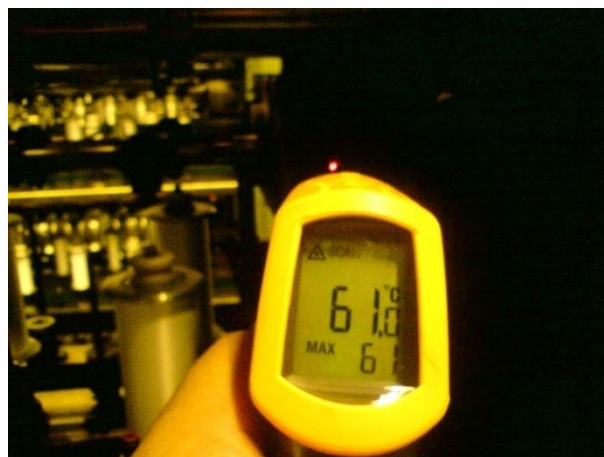


FIGURA 57 Toma de temperatura en caja cerrada



FIGURA 58 Toma de temperatura en bicónico

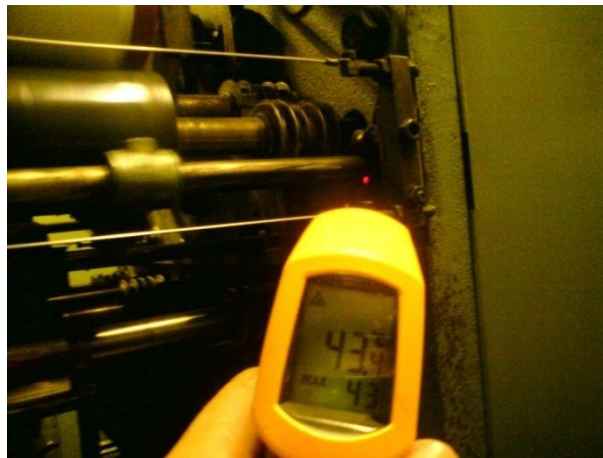


FIGURA 59 Toma de temperatura en rodamiento



FIGURA 60 Toma de temperatura en leva



FIGURA 61 Toma de temperatura en Piñonería



FIGURA 62 Toma de temperatura en cadenas




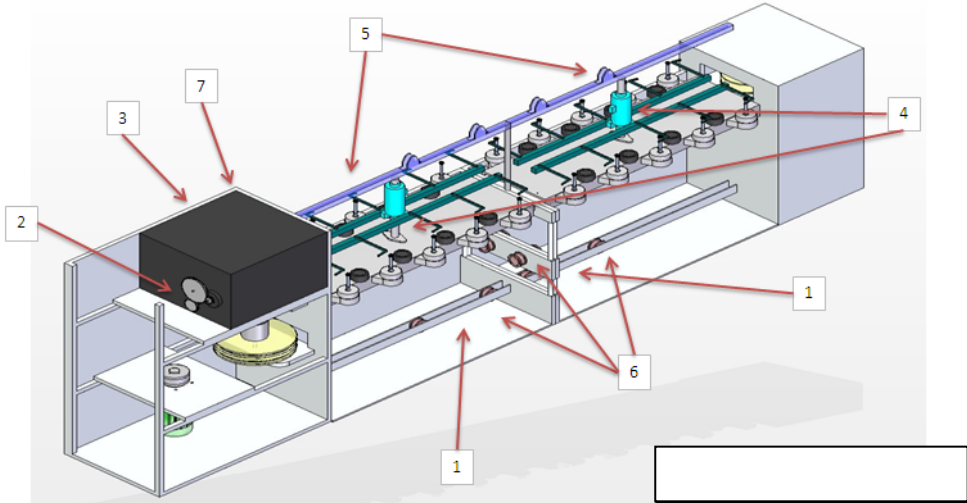
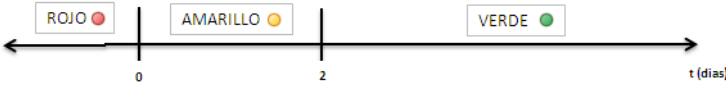
FIGURA 63 Toma de temperatura en ejes

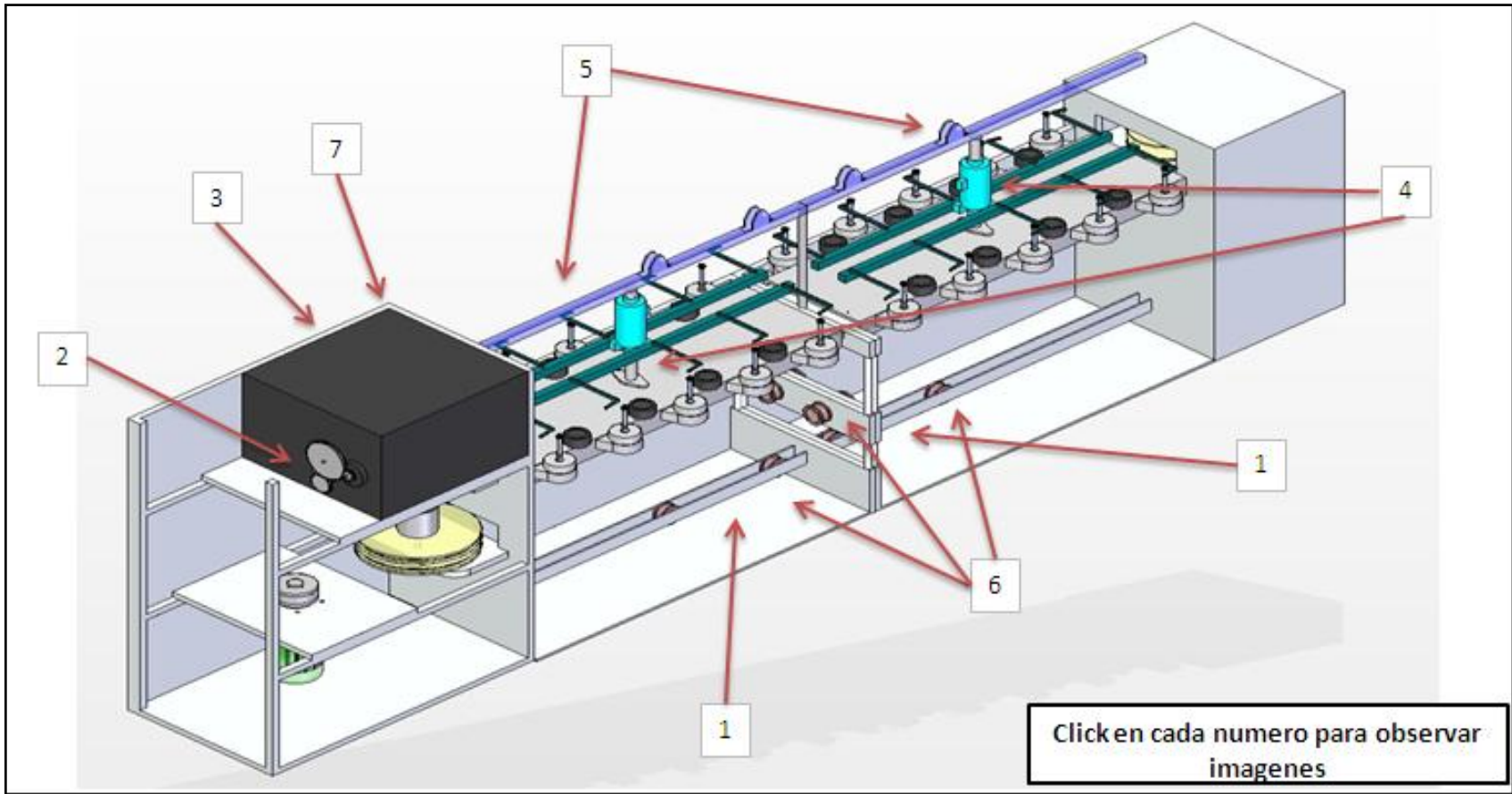
Componente	Lubricante recomendado	Rango de temperatura (°C)	Temperatura de operación (°C)
Cadenas	SHELL Malleus GL 205	-7 a 100	37,8
Ejes	SHELL Malleus GL 205	-7 a 100	45,2
Leva	SHELL Malleus GL 205	-7 a 100	57,6
Piñonería	SHELL Malleus GL 205	-7 a 100	42,2
Rodamientos y chumaceras	SHELL Albida EP 2 / SHELL Alvania PL 3	-20 a 150 / -30 a 130	43,4
Bicónico y antiborde	SHELL Malleus GL 205	-7 a 100	41,6
Cajas de transmisión	SHELL Omala 220	-20 a 150	61

TABLA Nº 12 Temperaturas de operación y rangos de temperatura

Con la verificación de las temperaturas de operación de los diferentes componentes del equipo se evidencia que las temperaturas de operación se encuentran dentro de los rangos aceptables para cada uno de los lubricantes recomendados. Es así como se verifican las condiciones de operación para los componentes con el lubricante recomendado.

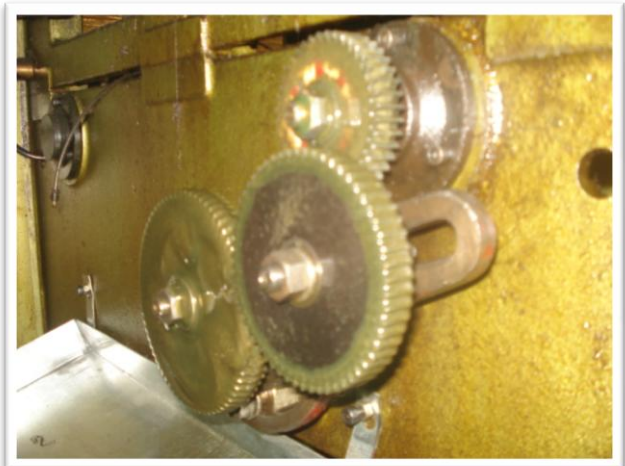
5.2.2 CARTAS DE LUBRICACIÓN (Aplicación de Excel, buscar en medio magnético)

CARTA DE LUBRICACION - MAQUINAS DE ENCARRETADO																	
																	
NOMENCLATURA DE ALERTAS																	
																	
Fecha:	Miércoles, 15 de Junio de 2011																
EQUIPO	EQUIPO	COMPONENTE	PTO LUBRICACIÓN	LUBRICANTES EMPLEADO	LUBRICANTE RECOMENDADO*	METODO DE LUBRICACIÓN	FRECUENCIA DE CAMBIO	FECHA PROGRAMADA	FECHA DE EJECUCIÓN	ALERTA PREVENTIVO (DIAS)		FRECUENCIA DE MUESTREO	FECHA PROGRAMADA	FECHA DE EJECUCIÓN	ALERTA PREDICTIVO (DIAS)		OBSERVACIONES
		CORREAS	1	ACEITE SAE 680, SAE 30	SHELL MALLEUS GL 205	ABIERTO	336	14/06/2011		● -1	ROJO	SEMANAL	20/06/2011		● 5	VERDE	VERIFICAR LIMPIEZA DE LAS CORREAS Y LUBRICAR SEMANALMENTE
		PIÑONERIA	2	ACEITE SAE 680, ACEITE ALMASOL LE-607, SHELL OMALA 680	SHELL MALLEUS GL 205	ABIERTO	336	15/06/2011		● 0	ROJO	SEMANAL	21/06/2011		● 6	VERDE	LIMPIAR Y LUBRICAR SEMANALMENTE
		CAJAS DE TRANSMISION	3	ACEITE SAE 680, ACEITE TEXAMATIC, LUBRICANTE ISO 150	SHELL OMALA 220	CERRADO	1500	16/06/2011		● 1	AMARILLO	750	22/06/2011		● 7	VERDE	VERIFICAR ESTADO DE LAS CAJAS DE TRANSMISION Y LUBRICAR CADA 750 HORAS
		EJES	4	ACEITE SAE 680	SHELL MALLEUS GL 205	ABIERTO	336	18/06/2011		● 3	VERDE	SEMANAL	24/06/2011		● 9	VERDE	LIMPIAR Y LUBRICAR SEMANALMENTE
		EJES - GUIA VAIVEN	5	ACEITE SAE 680	SHELL TERSOL 15	ABIERTO	336	19/06/2011		● 4	VERDE	SEMANAL	25/06/2011		● 10	VERDE	LIMPIAR Y LUBRICAR SEMANALMENTE
		RODAMIENTOS Y CHUMACERAS	6	GRASA SAE 4192	SHELL ALBIDA EP 2	CERRADO	336	21/06/2011		● 6	VERDE	SEMANAL	27/06/2011		● 12	VERDE	VERIFICAR EL ESTADO Y LUBRICAR SEMANALMENTE
		LEVA	7	ACEITE SAE 680	SHELL MALLEUS GL 205	ABIERTO	336	22/06/2011		● 7	VERDE	SEMANAL	28/06/2011		● 13	VERDE	VERIFICAR EL ESTADO Y LUBRICAR SEMANALMENTE
* El lubricante recomendado se obtiene de un estudio de lubricacion hecho por la SHELL																	





PUNTO DE LUBRICACION 1



PUNTO DE LUBRICACION 2



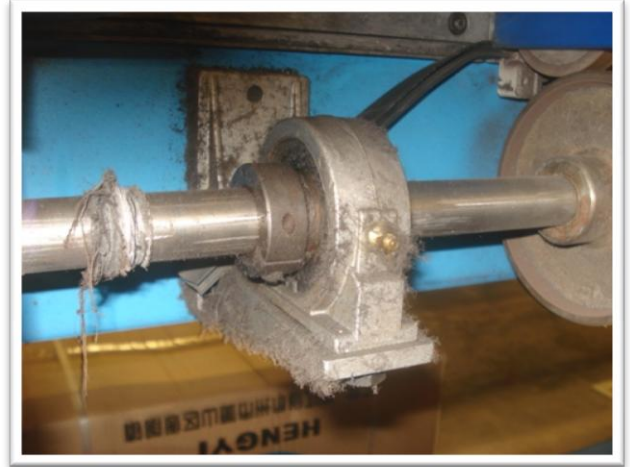
PUNTO DE LUBRICACION 3



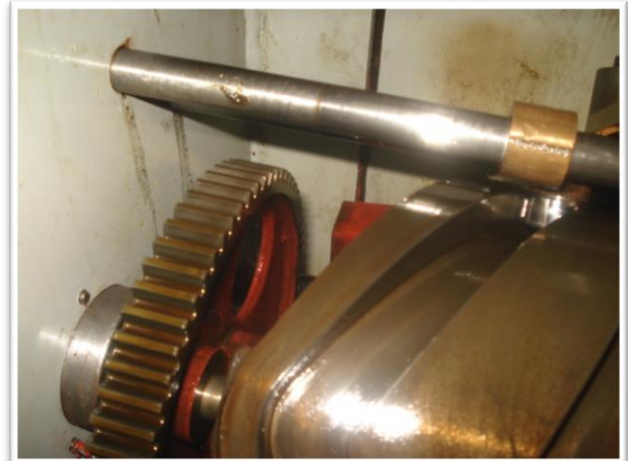
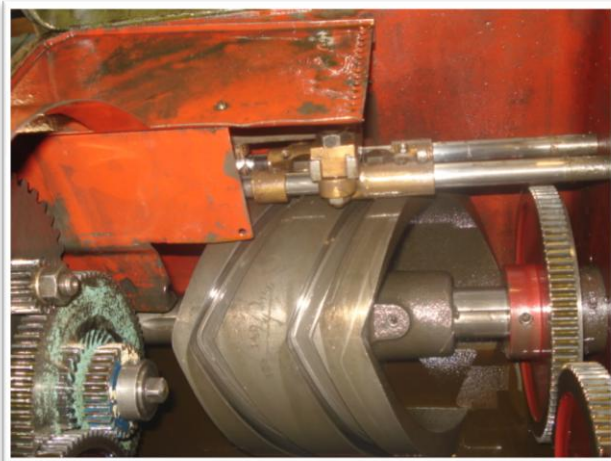
PUNTO DE LUBRICACION 4



PUNTO DE LUBRICACION 5



PUNTO DE LUBRICACION 6

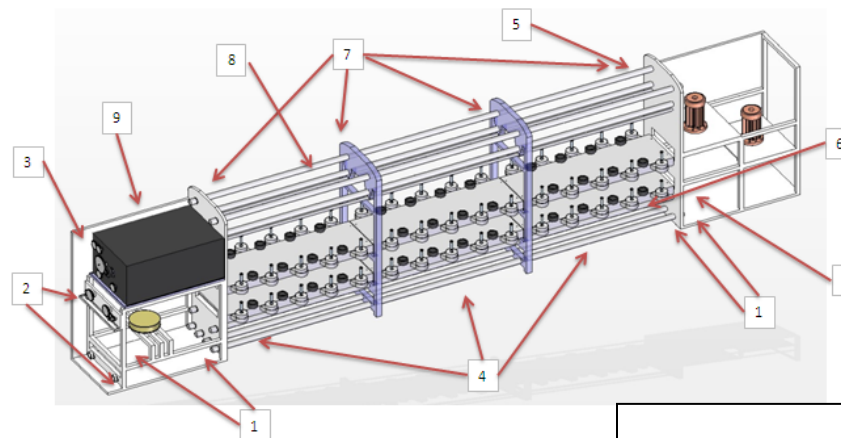
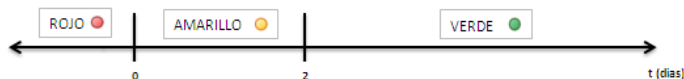


PUNTO DE LUBRICACION 7

CARTA DE LUBRICACIÓN - MAQUINAS DE RECUBIERTO



NOMENCLATURA DE ALERTAS

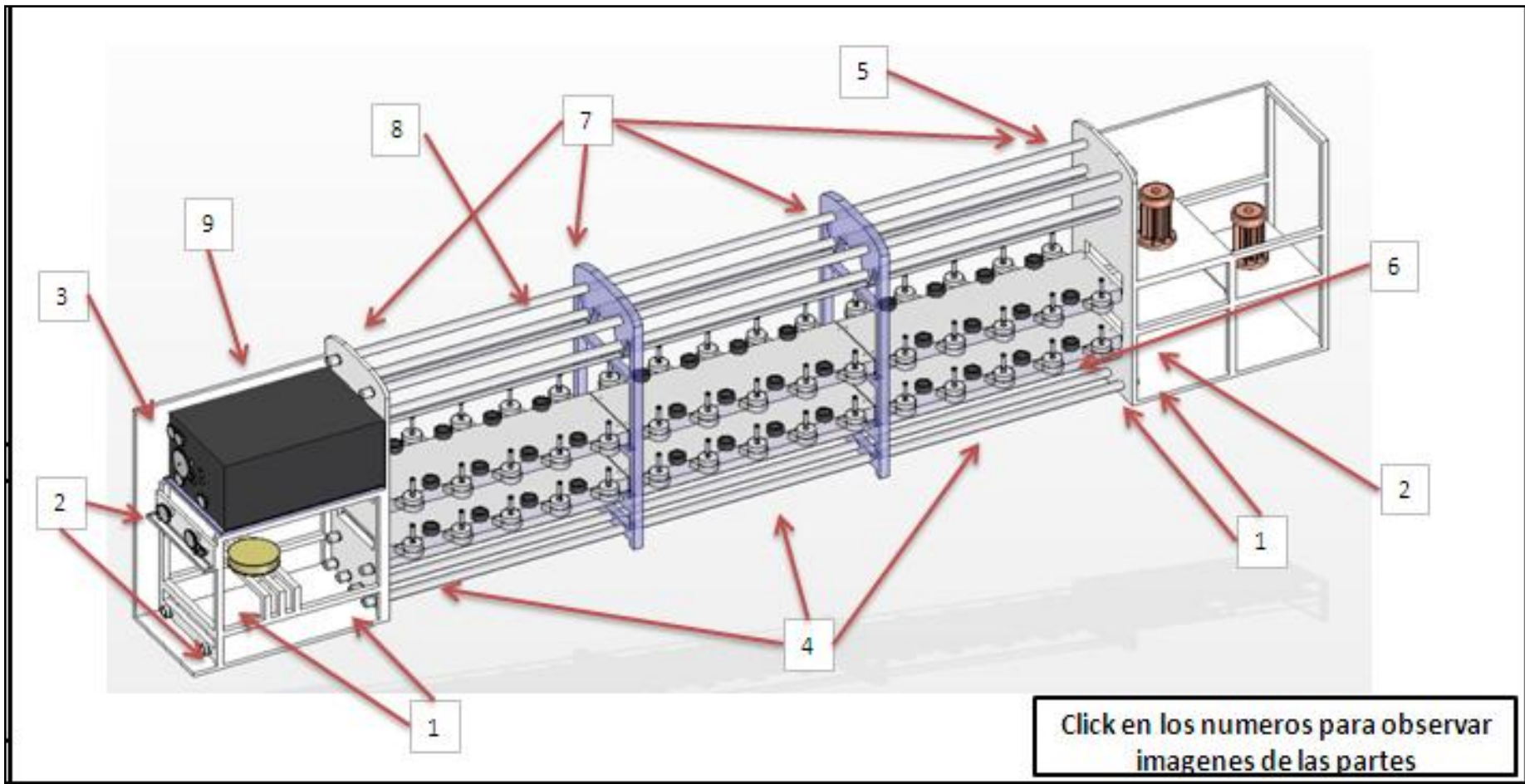


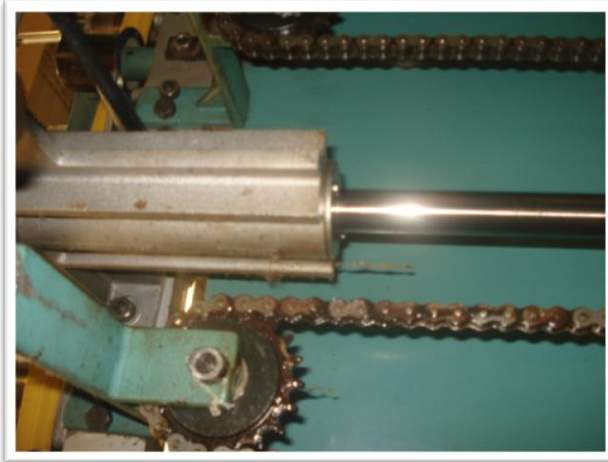
Fecha: Miércoles, 15 de Junio de 2011

EQUIPO	COMPONENTE	PTO LUBRICACIÓN	LUBRICANTES EMPLEADO	LUBRICANTE RECOMENDADO*	METODO DE LUBRICACIÓN	FRECUENCIA DE CAMBIO	FECHA PROGRAMADA	FECHA DE EJECUCIÓN	ALERTA PREVENTIVO (DIAS)	FRECUENCIA DE MUESTREO	FECHA PROGRAMADA	FECHA DE EJECUCIÓN	ALERTA PREDICTIVO (DIAS)	OBSERVACIONES	
EQUIPO	CADENAS	1	ACEITE SAE 680, SAE 30	SHELL MALLEUS.GL 205	ABIERTO	336	16/06/2011		● 1	AMARILLO	SEMANAL	20/06/2011	● 5	VERDE	VERIFICAR LIMPIEZA DE LAS CADENAS Y LUBRICAR SEMANALMENTE
	PIÑONERIA	2	ACEITE SAE 680, ACEITE ALMASOL LE-607, SHELL OMALA 680	SHELL MALLEUS.GL 205	ABIERTO	336	17/06/2011		● 2	AMARILLO	SEMANAL	21/06/2011	● 6	VERDE	LIMPIAR Y LUBRICAR SEMANALMENTE
	CAJAS DE TRANSMISION	3	ACEITE SAE 680, ACEITE TEXAMATIC, LUBRICANTE ISO 150	SHELL OMALA 220	CERRADO	1500	18/06/2011		● 3	VERDE	750 HORAS	22/06/2011	● 7	VERDE	VERIFICAR ESTADO DE LAS CAJAS DE TRANSMISION Y LUBRICAR CADA 750 HORAS
	EJES	4	ACEITE SAE 680	SHELL MALLEUS.GL 205	ABIERTO	336	19/06/2011		● 4	VERDE	SEMANAL	24/06/2011	● 9	VERDE	LIMPIAR Y LUBRICAR SEMANALMENTE
	EJES - GUIA VAIVEN	5	ACEITE SAE 680, ACEITE RANDO 46	SHELL TERSOL 15	ABIERTO	336	20/06/2011		● 5	VERDE	SEMANAL	25/06/2011	● 10	VERDE	LIMPIAR Y LUBRICAR SEMANALMENTE
	EJES DE CROMADO	6	ACEITE SAE 680	SHELL MALLEUS.GL 205	ABIERTO	336	21/06/2011		● 6	VERDE	SEMANAL	26/06/2011	● 11	VERDE	LIMPIAR Y LUBRICAR SEMANALMENTE
	RODAMIENTOS Y CHUMACERAS	7	ACEITE VD-40, GRASA SAE 4192, GRASA EP-2	SHELL ALYANIA PL3	CERRADO	336	22/06/2011		● 7	VERDE	SEMANAL	27/06/2011	● 12	VERDE	VERIFICAR EL ESTADO Y LUBRICAR SEMANALMENTE
	BICONICO Y ANTIBORDE	8	ACEITE SAE 680	SHELL MALLEUS.GL 205	ABIERTO	336	23/06/2011		● 8	VERDE	SEMANAL	28/06/2011	● 13	VERDE	VERIFICAR LA CONDICIÓN A DIARIO
	LEVA	9	ACEITE SAE 680	SHELL MALLEUS.GL 205	ABIERTO	336	24/06/2011		● 9	VERDE	SEMANAL	28/06/2011	● 13	VERDE	VERIFICAR EL ESTADO Y LUBRICAR SEMANALMENTE

* El lubricante recomendado se obtiene de un estudio de lubricación hecho por la SHELL

(Aplicación de Excel, buscar en medio magnético)

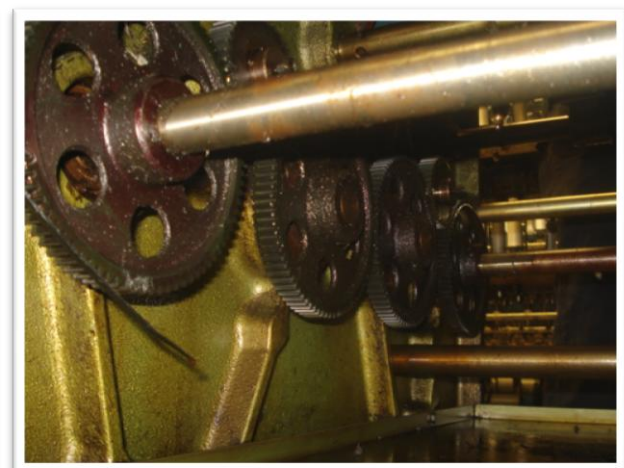
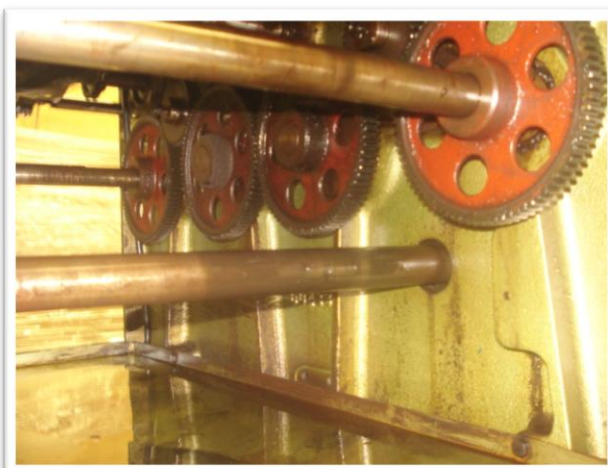




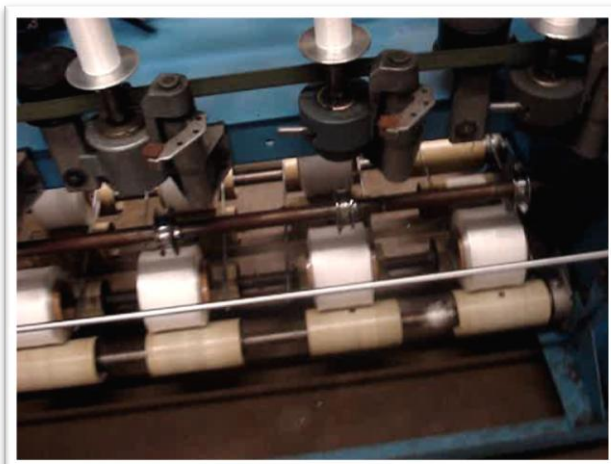
PUNTO DE LUBRICACION 1



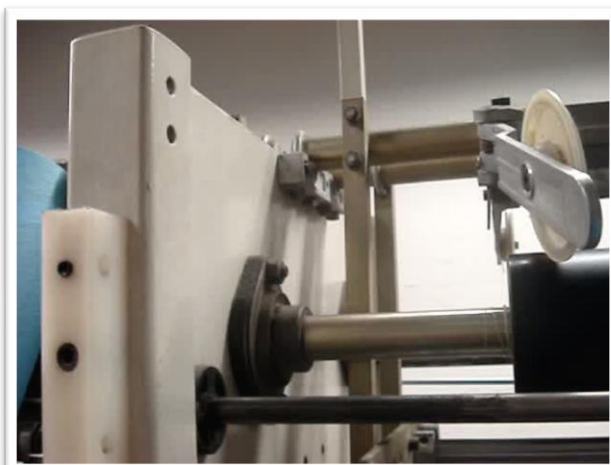
PUNTO DE LUBRICACION 2



PUNTO DE LUBRICACION 3



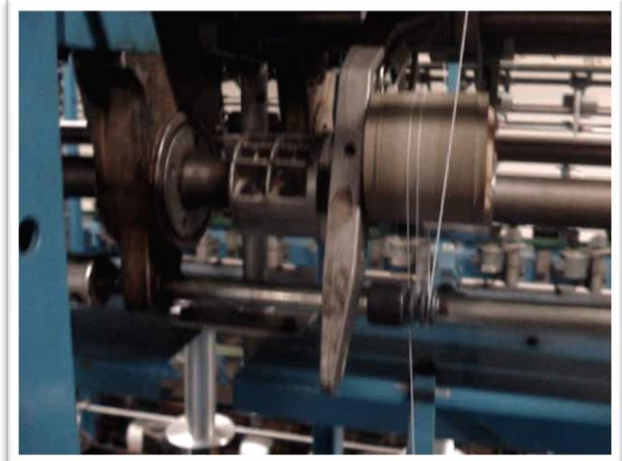
PUNTO DE LUBRICACION 4



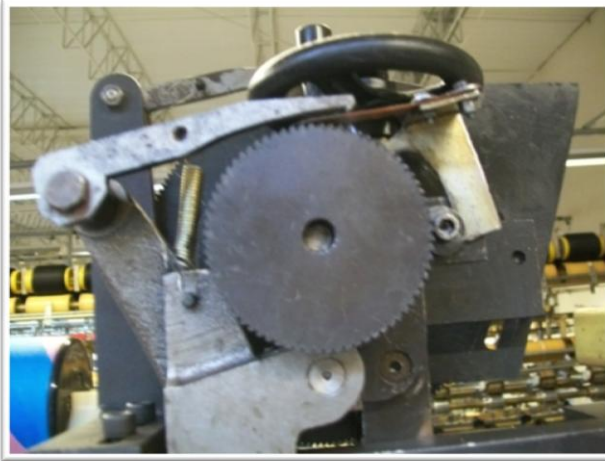
PUNTO DE LUBRICACION 5



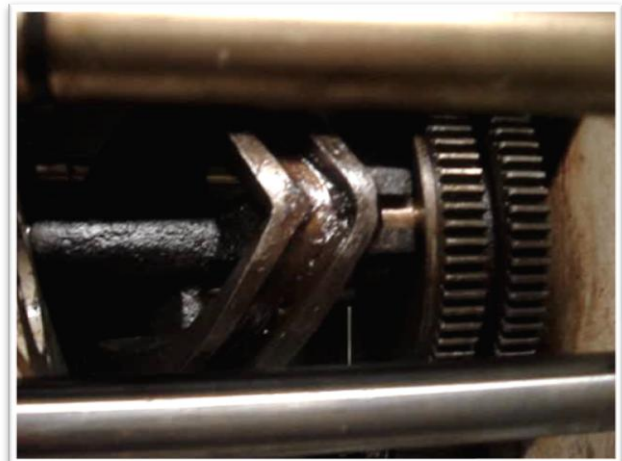
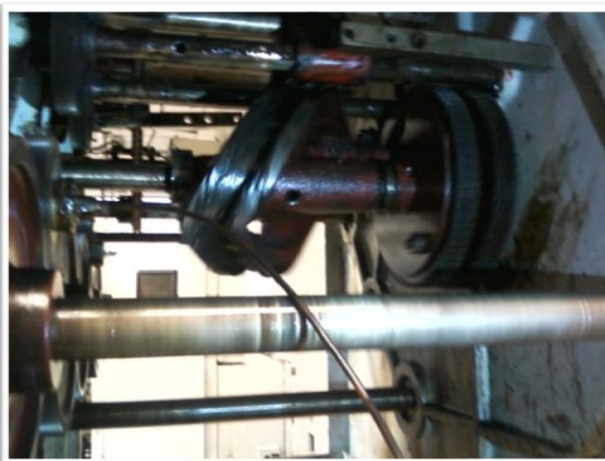
PUNTO DE LUBRICACION 6



PUNTO DE LUBRICACION 7



PUNTO DE LUBRICACION 8



PUNTO DE LUBRICACION 9

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Actualmente, teniendo en cuenta las condiciones en las cuales está trabajando la empresa WORLDTEX CARIBE, es necesario establecer un programa de mantenimiento en lubricación que garantice la optimización de todos los equipos y procesos que presentan fallas.

Con el desarrollo y la estandarización de un programa de mantenimiento centrado en lubricación por parte de la empresa, se elevaran los niveles de disponibilidad y de confiabilidad en los equipos.

Se recomienda la homologación y validación de los lubricantes, para emplear el lubricante de un solo suministrador y evitar así contratiempos y problemas por lubricación deficiente e incorrecta. Luego con menos tipos y marcas de lubricantes se ahorrará espacio, economía en adquisición y menos confusión en el empleo de los mismos.

Además se recomienda establecer programas de capacitación para el personal de mantenimiento y los operarios, con el fin de instruir, correctamente y con fundamentos, los procedimientos necesarios para la optimización del mantenimiento centrado en lubricación.

Teniendo en cuenta el impacto ambiental y los costos de los lubricantes se recomienda la reutilización de estos para que sean usados como productores de energía ya que poseen gran capacidad de combustión y mejorando sus propiedades por medio de aditivos pueden llegar a ser usados nuevamente. Si son tratados de la manera correcta producen menos contaminación que los combustibles usados actualmente y hasta sus desperdicios pueden ser reutilizados en la construcción de vías de asfalto.

BIBLIOGRAFIA

1. MINOR EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL, Modulo de tribología. Universidad Tecnológica de Bolívar.
2. Mantenimiento – Tribología Y Lubricación, Ascanio Ferreira.
3. <http://www.mitecnologico.com/Main/TiposDeMantenimiento>
4. <http://www.wikipedia.org>
5. <http://www.docentes.unal.edu.co>
6. <http://www.brettis.com/shell/01%20TUTOR%20LUBRICACION%20SHELL-%20Los-Lubricantes-y-La-Lubricacion.pdf>
7. <http://www.renoldcrofts.co.za>
8. <http://widman.biz/Selección/95ndice-visc.html>
9. <http://www.prolong.com.mx/fichas/46000-t.pdf>
10. <http://www.grupoiridium.com/pdss/RANDO%20HD.pdf>
11. http://www.axiatrading.com.ar/tabla_comparativa.html
12. <http://www.docstoc.com/docs/20891697/TABLA-DE-EQUIVALENCIAS-DE-ACEITES-Y-GRASAS-LUBRICANTES>
13. http://lubrindustriales.com/index.php?option=com_content&view=article&id=68&Itemid=28
14. <http://www.mantecsa.com/equivalencias.html>


ANEXOS

ANEXO 1. FRECUENCIAS APROXIMADAS DE LUBRICACION

Equipo	Revisar y aplicar si es necesario	Frecuencia	
		Meses	Cambio Horas
Rodamientos con grasera		3	
Rodamientos con grasa empacada		6-12	
Cojinetes lisos con aceite por anillo, collar, etc.)	Diario	6	
Cojinetes lisos con grasera		quincenal	
Reductor con aceite	Semanal	6-12 *	
Reductor con grasa	Semanal	6	
Engranajes abiertos con aceite	Diario		
Engranajes abiertos con grasa	Semanal		
Sistema centralizado de aceite a plena pérdida.	Diario		
Sistema centralizado de grasa a plena pérdida	Diario		
Sistema centralizado de circulación	Semanal	6-12 *	
Acoplamientos engrasados	Semanal		
Acoplamientos aceitados	Semanal		
Cadenas de rodillos engrasadas	Semanal		
Cadenas de rodillos aceitadas	Diario		
Cadenas de rodillos por inmersión	Semanal	12 *	
Excéntricas aceitadas	C/turno		
Excéntricas engrasadas	C/turno		
Guías aceitadas	C/turno		
Guías engrasadas	C/turno		
Lubricador en línea de aire	Diario		
Sistemas hidráulicos	Semanal	6-12*	
Compresores de aire (pistones)	Diario		200 300 *
Compresores de aire (rotativos)	Diario		500 *
Motores a gasolina estacionarios	Diario		300 *
Motores Diesel estacionarios	Diario		300 *



* Estas frecuencias están sujetas a ser modificadas de acuerdo con los resultados de los análisis de laboratorio que se efectúen.

**ANEXO 2. PAROS INTERMEDIOS GENERAL DE LA EMPRESA WORDLTEx
CARIBE LTA.***

				
AGRUAPACION	FALLA	ENVENTOS	PARTICIPACION	TOTAL
BANDAS TANGENCIALES	REVIENTE DE BANDA	42	7%	28%
	POLUCION	36	6%	
	POLUCION POR BANDA	36	6%	
	POLUCION POR HUSO	8	1%	
	BANDA INFERIOR	4	1%	
	BANDA SUPERIOR	4	1%	
	SE SALIO BANDA	23	4%	
	BANDA DESHILACHADA	17	3%	
AGRUAPACION	FALLA	ENVENTOS	PARTICIPACION	TOTAL
EJES FRENADOS	ALIMENTACION FRENADA	43	7%	19%
	CROMADOS RECEPCION Y ALIMENTACION	3	0%	
	RECEPCION FRENADA	14	2%	
	CROMADOS FRENADOS	29	5%	
	VAIVEN FRENADO	25	4%	
RECORRIDO	RECORRIDO DESCENTRADO	6	1%	5%
	TERMINO TORNILLO	11	2%	
	ACABO EL TORNILLO	5	1%	
	VAIVEN CORRIDO	5	1%	
	TERMINO RECORRIDO	4	1%	
AGRUAPACION	FALLA	ENVENTOS	PARTICIPACION	TOTAL
EJERCICIO DE PRODUCCION	MOTAS	23	4%	10%
	EXCESO DE REVIENTE	13	2%	
	CAMBIO DE TUBERIA	10	2%	
	CRUCE DE HILOS	10	2%	
	VELOCIDADES BAJAS	8	1%	
AGRUAPACION	FALLA	ENVENTOS	PARTICIPACION	TOTAL
ELECTRICOS	DAÑO ELECTRICO	3	0%	7%
	APAGON	5	1%	
	MOTOR	5	1%	
	SE APAGO	4	1%	
	NO PRENDE	8	1%	
	SE PARO SOLA	15	2%	
				69%

* La información se encuentra de forma más detallada en el archivo de Excel suministrado por la empresa.

ANEXO 3. LUBRICANTES RECOMENDADOS POR ESTUDIO DE LUBRICACIÓN DE LA SHELL

1			SHELL COLOMBIA S.A. ESTUDIO DE LUBRICACIÓN WORLD TEX ING. CRISTIAN RIVERO						
2									
3									
4									
5									
6	UNIDAD DE SERVICIOS: ENCARRETADO								
7									
8			LUBRICANTE SHELL		FRECUENCIA DE LUBRICACIÓN				
9	CODIGO	DENOMINACIÓN DEL EQUIPO	NOMBRE	CANTIDAD Galones	MÉTODO DE LUBRICACIÓN	CAMBIO Horas	RELUBRICACIÓN (Horas)		DE MUESTREO Horas
10							SAP	FABRICANTE	
11		BLOWERS							
12		GRASERAS Y CHUMACERA	ALBIDA EP - 2		CERRADA		SEMANAL		SEMANAL
13		ACOPLES	ALBIDA EP - 2		CERRADA		3 MESES		3 MESES
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
247
248
249



SHELL COLOMBIA S.A.
ESTUDIO DE LUBRICACIÓN WORLD TEX
ING. CRISTIAN RIVERO

UNIDAD DE SERVICIOS: ENCARRETADO

CODIGO	DENOMINACIÓN DEL EQUIPO	LUBRICANTE SHELL		MÉTODO DE LUBRICACIÓN	CAMBIO Horas	FRECUENCIA DE LUBRICACIÓN			DE MUESTREO Horas
		NOMBRE	CANTIDAD Galones			RELUBRICACIÓN (Horas)			
						SAP	FABRICANTE	SHELL	
	SISTEMAS HIDRAULICOS	SHELL TELLUS 68		CERRADO	1000			1000	500
	VAYVEN	SHELL TERSOL15		ABIERTO		300		300	
	VICONICO	SHELL MALLEUS GL 205		ABIERTO		400		400	



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20
- 21
- 22
- 23
- 24
- 25
- 26
- 27
- 28
- 29
- 30
- 31
- 32
- 33
- 34
- 35
- 36
- 37
- 38
- 39
- 40
- 41



SHELL COLOMBIA S.A.
 ESTUDIO DE LUBRICACIÓN WOLRDTEX
 ING. CRISTIAN RIVERO

UNIDAD DE SERVICIOS: RECUBRIMIENTO

CODIGO	DENOMINACIÓN DEL EQUIPO	LUBRICANTE SHELL		MÉTODO DE LUBRICACIÓN	CAMBIO Horas	FRECUENCIA DE LUBRICACIÓN			DE MUESTREO Horas
		NOMBRE	CANTIDAD Galones			RELUBRICACIÓN (Horas)			
						SAP	FABRICANTE	SHELL	
	SISTEMAS HIDRAULICOS	SHELL TELLUS 68		CERRADA		1000		1000	500

1					SHELL COLOMBIA S.A. ESTUDIO DE LUBRICACIÓN WORLDTEX ING. CRISTIAN RIVERO				
2									
3									
4									
5									
6	UNIDAD DE SERVICIOS: CAJAS ABIERTAS								
7									
8									
9	CODIGO	DENOMINACIÓN DEL EQUIPO	LUBRICANTE SHELL		MÉTODO DE LUBRICACIÓN	CAMBIO Horas	FRECUENCIA DE LUBRICACIÓN		
10			NOMBRE	CANTIDAD Galones			RELUBRICACIÓN (Horas)		
11						SAP	FABRICANTE	SHELL	
12		ENGRANAJES, CIGÜEÑAL, ANTIESPEJOS, CADENAS, GUIAS	SHELL MALLEUS GL 205		ABIERTA		400	400	
13		CAJAS ABIERTAS Y SUMERGIDAS	SHELL OMALA 680		ABIERTA		900	900	300
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
MENU PRINCIPAL / ENCARRETADORAS / COMPRESORES / RECUBRIDORES / CAJAS ABIERTAS / ENGRANAJES ABIERTOS / ASCENSORES									

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41



SHELL COLOMBIA S.A.
ESTUDIO DE LUBRICACIÓN WORLDTEX
ING. CRISTIAN RIVERO

UNIDAD DE SERVICIOS: ENGRANAJES ABIERTOS

CODIGO	DENOMINACIÓN DEL EQUIPO	LUBRICANTE SHELL		MÉTODO DE LUBRICACIÓN	CAMBIO Horas	FRECUENCIA DE LUBRICACIÓN			DE MUESTREO Horas
		NOMBRE	CANTIDAD Galones			RELUBRICACIÓN (Horas)			
						SAP	FABRICANTE	SHELL	
	LAMINADORAS								
	GRASERAS Y CHUMACERA	SHELL ALVANIA RL 3		CERRADA		600		600	
	PIÑONERIA	SHELL MALLEUS GL 205		ABIERTA		600		600	

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37



SHELL COLOMBIA S.A.
ESTUDIO DE LUBRICACIÓN WORLDTEx
ING. CRISTIAN RIVERO

UNIDAD DE SERVICIOS: CAJAS CERRADAS

CODIGO	DENOMINACIÓN DEL EQUIPO	LUBRICANTE SHELL		MÉTODO DE LUBRICACIÓN	CAMBIO Horas	FRECUENCIA DE LUBRICACIÓN			DE MUESTREO Horas
		NOMBRE	CANTIDAD Galones			RELUBRICACIÓN (Horas)			
						SAP	FABRICANTE	SHELL	
	REDUCTORES								
	CAJAS REDUCTORAS O DE TRANSMISION	SHELL OMALA 220		CERRADA		1400		1400	400
	CAJAS REDUCTORAS O DE TRANSMISION EN ALTA TEMPERATURA	SHELL OMALA 680		CERRADA		1400		1400	400
	REDUCTORES DE TORRES DE ENFRIAMIENTO	SHELL OMALA 220		CERRADA		1000		1000	600

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31



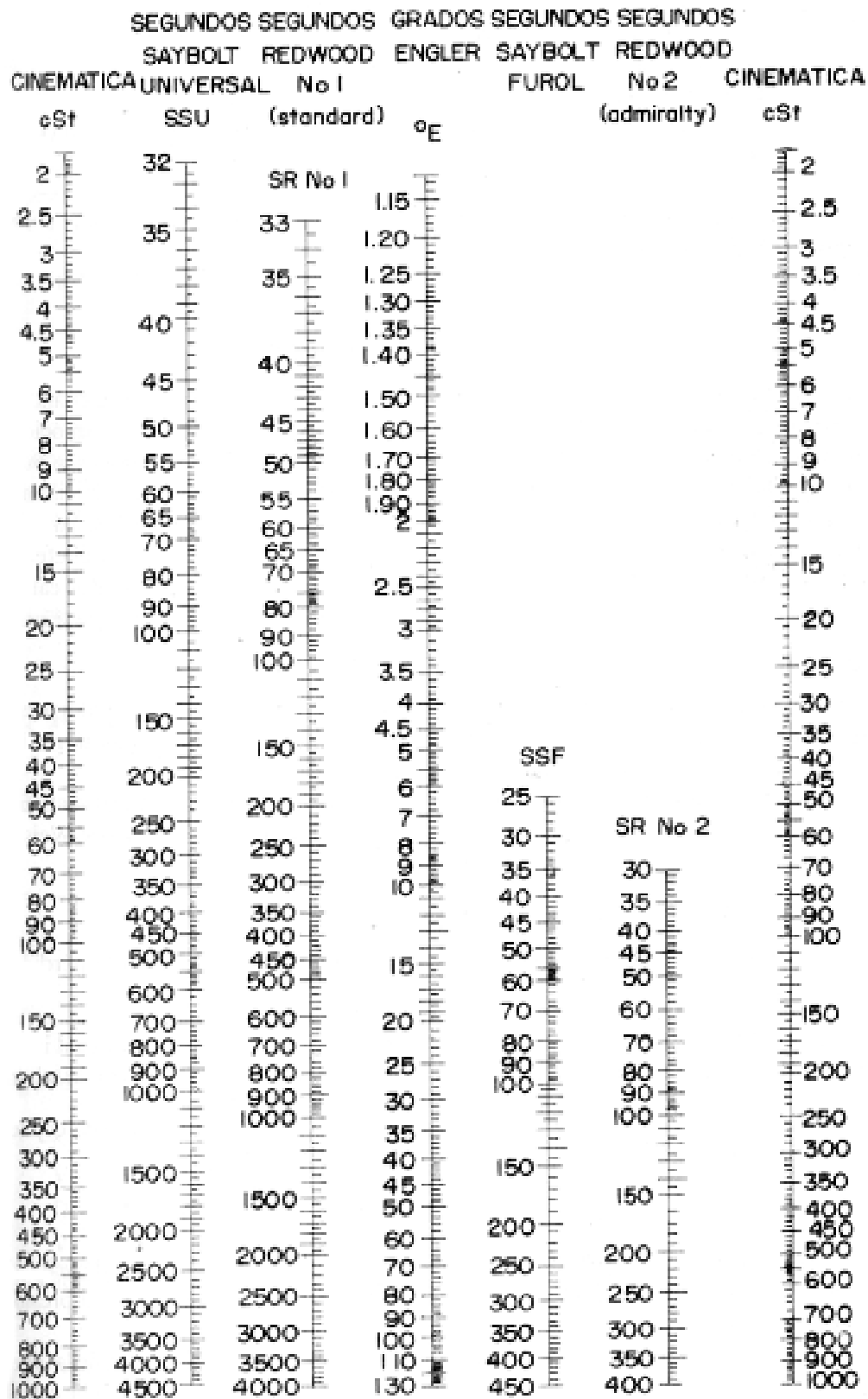
SHELL COLOMBIA S.A.
 TUDIO DE LUBRICACIÓN WORLDTEX
 ING. CRISTIAN RIVERO

UNIDAD DE SERVICIOS: RODAMIENTOS Y CHUMACERAS

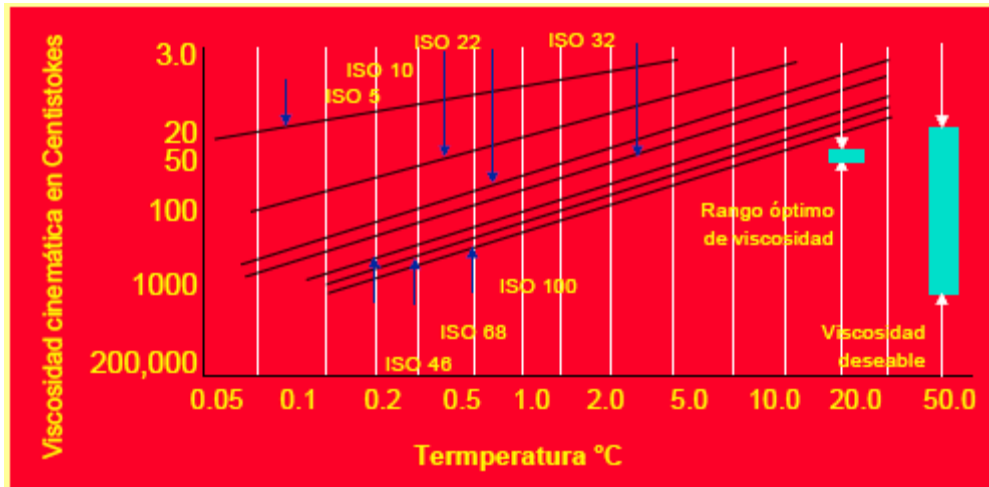
CODIGO	DENOMINACIÓN DEL EQUIPO	LUBRICANTE SHELL		MÉTODO DE LUBRICACIÓN	CAMBIO Horas	FRECUENCIA DE LUBRICACIÓN			
		NOMBRE	CANTIDAD Galones			RELUBRICACIÓN (Horas)			INPECCION
						SAP	FABRICANTE	SHELL	
	RODAMIENTOS Y CHUMACERAS DE CHILLERS, BOMBAS DE AGUA	SHELL ALVANIA RL3		CERRADA		1400		1400	300
	RODAMIENTOS MOTORES Y CHUMACERAS DE ENFRIADORES DE ACEITE DE COMPRESORES DE TORNILLO	SHELL ALVANIA RL3		CERRADA		1400		1400	300
	RODAMIENTOS DE ENCARRETTADORAS Y RECUBRIDORAS	SHELL ALVANIA RL3		CERRADA		1400		1400	300
	RODAMIENTOS DE TORRES DE ENFRIAMIENTO	SHELL ALVANIA RL3		CERRADA		1400		1400	300
	CHUMACERAS LAVADORES	SHELL ALVANIA RL3		CERRADA		1400		1400	300
	RODAMIENTOS VENTILADORES TORRES DE ENFRIAMIENTO	SHELL ALVANIA RL3		CERRADA		1400		1400	300

(Información suministrada por la empresa)

ANEXO 4. CARTA DE CONVERSIÓN DE LA VISCOSIDAD A CUALQUIER TEMPERATURA



ANEXO 5. GRAFICA TIPICA PARA DETERMINACIÓN DEL GRADO DE VISCOSIDAD ISO A 40°C



El dato de la temperatura de operación de los equipos fue suministrado por el jefe de mantenimiento de la empresa. Donde las temperaturas de operación están entre 40°C y un máximo de 85°C.

La verificación del lubricante recomendado por el estudio de la **SHELL** se verifica con los actualmente usados por la empresa, teniendo en cuenta las viscosidades y los índices de viscosidad para cada componente así:

ANEXO 6. TABLA DE ALTERNATIVAS PARA EL LUBRICANTE

TABLA DE EQUIVALENCIA			
USO	PRODUCTO		
	SHELL	MOBIL	TEXACO
CAJA DE ENGRANAJE	OMALA 220	MOBILGEAR 630	MEROPA220
GRASAS DE PROPOSITO MULTIPLE Y ALTA TEMPERATURA (RODAMIENTO Y CHUMASERA)	ALVANIA PL3	LITHIUM 3	MULTILITIO 3
CADENAS	MALLEUS GL 205	MOBILTAC 375 NC	TEXCLAD PREMIUM
EJES	TERSOL 15	CRISTAL	---
RODAMIENTOS Y CHUMASERAS	ALBIDA EP-2	MOBILITH AW-2	---

De las anteriores alternativas, la empresa seleccionó la de la **SHELL** debido a que era uno de los proveedores que anteriormente tenían.

ANEXO 7. TABLA DE COMPARACION DE INDICES DE VISCOSIDAD

Componente	Lubricante recomendado	Lubricante usado	cSt @ 40°C	cSt @ 100°C	cSt @ 40°C	cSt @ 100°C	Índice de viscosidad	Índice de viscosidad
			RECOMENDADO	USADO		RECOMENDADO	USADO	
Correas	SHELL MALLEUS GL 205	ACEITE ULTRA GEAR 680 / QUINPLEX SAE 30	870	46.3	680/101	40,7/9,5	118,6	96,9/66,3
Cadenas	SHELL MALLEUS GL 205	ACEITE ULTRA GEAR 680 / QUINPLEX SAE 30	870	46.3	680/101	40,7/9,5	118,6	96,9/66,3
Piñonería	SHELL MALLEUS GL 205	ALMASOL LE 607 / SHELL OMALA 680	870	46.3	235,5/680	20,96/37	118,6	104,6/96,9
Cajas de transmisión	SHELL OMALA 220	ACEITE ULTRA GEAR 680	220	18,6	680	40,7	92,6	96,9
Ejes	SHELL MALLEUS GL 205	ACEITE ULTRA GEAR 680	870	46.3	680	40,7	118,6	96,9
Ejes de Vaivén	SHELL TERSOL 15	ACEITE RANDO 46	15	3,4	43,7	6,5	99,5	98,1
Ejes de cromado	SHELL MALLEUS GL 205	ACEITE ULTRA GEAR 680	870	46.3	680	40,7	118,6	96,9
Leva	SHELL MALLEUS GL 205	ACEITE ULTRA GEAR 680	870	46.3	680	40,7	118,6	96,9
Rodamientos y chumaceras	SHELL ALBANIA PL 3	GRASA EP 2	100	10,2	113	12,1	80,1	96,5
Bicónico y Antiborde	SHELL MALLEUS GL 205	ACEITE ULTRA GEAR 680	870	46.3	680	40,7	118,6	96,9

Con lo anterior se trata de comparar las condiciones de los lubricantes actualmente empleados con los recomendados por el estudio de la **SHELL**, con esto se tuvieron en cuenta las viscosidades de los lubricantes a las temperaturas mínima y máxima de operación, para comparar los índices de viscosidad con los que trabajaría el componente.

Podemos observar que las recomendaciones de la **SHELL** tienen unos índices de viscosidad más altos que los lubricantes actualmente empleados, por lo cual el lubricante se comportara mejor a medida que operan los equipos, ya que a medida que aumente la temperatura la viscosidad se mantendrá en un rango que disminuirá la fricción entre los componentes