



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

**IMPLEMENTACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO EN EUROLUB INDUSTRIAL, S. A. ENFOCADO A LA
INDUSTRIA AZUCARERA EN GUATEMALA**

Eddy Stuardo Berreondo Díaz

Asesorado por el Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma

Guatemala, febrero de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**IMPLEMENTACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO EN EUROLUB INDUSTRIAL, S. A. ENFOCADO A LA
INDUSTRIA AZUCARERA EN GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

EDDY STUARDO BERREONDO DÍAZ

ASESORADO POR EL ING. CARLOS ANÍBAL CHICOJAY COLOMA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, FEBRERO DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

| | |
|------------|--|
| DECANO | Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos |
| VOCAL I | Ing. Angel Roberto Sic García |
| VOCAL II | Ing. Pablo Christian de León Rodríguez |
| VOCAL III | Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa |
| VOCAL IV | Br. Narda Lucía Pacay Barrientos |
| VOCAL V | Br. Walter Rafael Véliz Muñoz |
| SECRETARIO | Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez |

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

| | |
|------------|---------------------------------------|
| DECANO | Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos |
| EXAMINADOR | Ing. Julio César Campos Paiz |
| EXAMINADOR | Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma |
| EXAMINADOR | Ing. Carlos Humberto Figueroa Vásquez |
| SECRETARIO | Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez |

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

IMPLEMENTACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN EUROLUB INDUSTRIAL, S. A. ENFOCADO A LA INDUSTRIA AZUCARERA EN GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha abril de 2014.


Eddy Suardo Berreondo Díaz



Guatemala, 13 de enero de 2015
REF.EPS.DOC.15.01.15.

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Rodríguez Serrano.

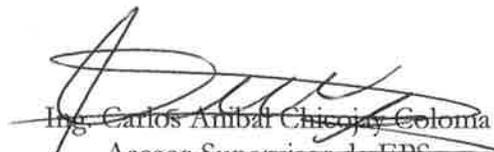
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Eddy Stuardo Berreondo Días** de la Carrera de Ingeniería Mecánica, con carné No. 9312068, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **IMPLEMENTACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN EUROLUB INDUSTRIAL, S.A. ENFOCADO A LA INDUSTRIA AZUCARERA EN GUATEMALA.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Carlos Anibal Chicojey Coloma
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Mecánica

c.c. Archivo
CACC/ra





Guatemala, 13 de enero de 2015
REF.EPS.D.10.01.15

Ing. Julio César Campos Paiz
Director Escuela de Ingeniería Mecánica
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Campos Paiz:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado: **IMPLEMENTACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN EUROLUB INDUSTRIAL, S.A. ENFOCADO A LA INDUSTRIA AZUCARERA EN GUATEMALA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Eddy Stuardo Berreondo Días** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ingeniero Carlos Anibal Chicojay Coloma.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor - Supervisor de EPS, en mi calidad de Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director Unidad de EPS



SJRS/ra

Ref.E.I.Mecanica.052.2015

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Supervisor, con la aprobación del Director del Departamento de EPS, del trabajo de graduación titulado **IMPLEMENTACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN EUROLUB INDUSTRIAL, S.A. ENFOCADO A LA INDUSTRIA AZUCARERA EN GUATEMALA**. Del estudiante **Eddy Stuardo Berreondo Díaz**, procede a la autorización del mismo.

"Id y Enseñad a Todos"



MA. Ing. Julio Cesar Campos Paiz
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica



Guatemala, febero de 2015.



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al trabajo de graduación titulado: **IMPLEMENTACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN EUROLUB INDUSTRIAL, S.A. ENFOCADO A LA INDUSTRIA AZUCARERA EN GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Eddy Stuardo Berreondo Díaz**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, febrero de 2015



/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por iluminar mi camino hacia la profesionalización, porque me ha acompañado en toda mi vida y bendecido con su bondad.
- Mi esposa** Por su paciencia, apoyo, amor y dedicación en los momentos difíciles durante mi estudio en la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Mis padres** Por su apoyo incondicional durante el estudio de mi carrera universitaria.
- Mis hijos** Por su apoyo y comprensión.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Gracias por haberme aceptado en sus aulas, lugar donde me formé como profesional de la ingeniería mecánica.

Facultad de Ingeniería

Mi especial agradecimiento a la Escuela de Ingeniería Mecánica, por haberme albergado en sus aulas y permitir que sea un profesional.

Mi familia

Gracias por su colaboración y por ser una importante influencia en mi carrera; entre otras cosas.

**Mis amigos de la
Escuela de Ingeniería
Mecánica**

Gracias por su valiosa amistad; porque durante varios años estuvimos unidos para estudiar y graduarnos.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES | IX |
| LISTA DE SÍMBOLOS | XI |
| GLOSARIO | XIII |
| RESUMEN | XV |
| OBJETIVOS..... | XVII |
| INTRODUCCIÓN | XIX |
| | |
| 1. FASE DE INVESTIGACIÓN | 1 |
| 1.1. Descripción de la empresa | 1 |
| 1.1.1. Ubicación | 1 |
| 1.1.2. Historia | 1 |
| 1.1.3. Misión | 2 |
| 1.1.4. Visión | 2 |
| 1.1.5. Valores de la empresa | 3 |
| 1.1.5.1. Profesionalismo | 3 |
| 1.1.5.2. Conocimiento..... | 3 |
| 1.1.5.3. Compromiso | 3 |
| 1.1.6. Organigrama..... | 3 |
| 1.1.7. Política de calidad..... | 4 |
| 1.1.8. Política de ahorro de energía..... | 5 |
| 1.2. Principales características del servicio de asesoría de lubricación | 5 |
| 1.2.1. Fiabilidad | 6 |
| 1.2.2. Profesionalidad | 6 |

| | | |
|------------|--|----|
| 1.2.3. | Capacidad de respuesta..... | 6 |
| 1.2.4. | Credibilidad | 8 |
| 1.2.5. | Comprensión al cliente..... | 8 |
| 1.2.6. | Seguridad industrial..... | 8 |
| 1.3. | Principales características del mantenimiento | 8 |
| 1.3.1. | Mantenimiento industrial..... | 9 |
| 1.3.2. | Actividades | 11 |
| 1.3.3. | Finalidad..... | 11 |
| 1.3.4. | Efectividad..... | 12 |
| 1.3.5. | Tipos de mantenimiento | 12 |
| 1.3.5.1. | Mantenimiento correctivo o de emergencia..... | 13 |
| 1.3.5.1.1. | Ventajas | 13 |
| 1.3.5.1.2. | Desventajas | 13 |
| 1.3.5.2. | Mantenimiento preventivo | 14 |
| 1.3.5.2.1. | Fuentes de información interna | 14 |
| 1.3.5.2.2. | Fuentes de información externa | 15 |
| 1.3.5.2.3. | Pasos previos para la determinación de un mantenimiento preventivo..... | 15 |
| 1.3.5.2.4. | Pasos para determinar qué debe inspeccionarse | 16 |
| 1.3.5.2.5. | Ventajas del mantenimiento preventivo..... | 16 |

| | | | |
|------|------------|---|----|
| | 1.3.5.2.6. | Desventajas del mantenimiento preventivo | 17 |
| | 1.3.5.3. | Mantenimiento predictivo | 18 |
| | 1.3.5.3.1. | Ventajas | 19 |
| | 1.3.5.3.2. | Desventajas..... | 19 |
| | 1.3.5.4. | Mantenimiento productivo total | 19 |
| | 1.3.5.4.1. | Características..... | 20 |
| | 1.3.5.4.2. | Ventajas | 21 |
| | 1.3.5.4.3. | Desventajas..... | 21 |
| 1.4. | | Lubricación | 21 |
| | 1.4.1. | Tipos de lubricación..... | 21 |
| | 1.4.1.1. | Lubricación hidrodinámica | 22 |
| | 1.4.1.2. | Lubricación hidrostática | 22 |
| | 1.4.1.3. | Lubricación elastohidrodinámica..... | 22 |
| | 1.4.1.4. | Lubricación de película sólida..... | 23 |
| 1.5. | | Principales características de las grasas..... | 23 |
| | 1.5.1. | Espesante o jabón | 23 |
| | 1.5.2. | Aceite base | 24 |
| | 1.5.3. | Viscosidad del aceite base | 24 |
| | 1.5.4. | Aditivos | 24 |
| | 1.5.5. | Consistencia o penetración al agua..... | 25 |
| | 1.5.6. | Punto de goteo | 25 |
| | 1.5.7. | Penetración prolongada..... | 25 |
| | 1.5.8. | Estabilidad a la rodadura | 25 |
| | 1.5.9. | Protección contra la corrosión | 26 |
| 1.6. | | Factores que degradan la grasa en el curso del tiempo | 26 |
| | 1.6.1. | Endurecimiento..... | 26 |
| | 1.6.2. | Degradación química..... | 27 |

| | | |
|----------|--|----|
| 1.6.3. | Alta carga | 27 |
| 1.6.4. | Separación del aceite espesante | 27 |
| 1.6.5. | Velocidad del rodamiento | 27 |
| 1.6.6. | Tamaño del rodamiento | 28 |
| 1.6.7. | El ambiente | 28 |
| 1.7. | Lubricantes grado alimenticio..... | 28 |
| 1.7.1. | Categorías de los lubricantes grado alimenticio | 29 |
| 1.7.1.1. | Lubricantes H-1 | 29 |
| 1.7.1.2. | Lubricantes H-2 | 30 |
| 1.7.1.3. | Lubricantes H-3 | 30 |
| 1.8. | Producción azucarera en Guatemala | 30 |
| 1.8.1. | Diversidad de productos generados por la industria azucarera de Guatemala | 32 |
| 1.8.2. | Política de inocuidad | 32 |
| 1.8.3. | Análisis de peligro y puntos de control crítico (APPCC o HACCP) | 33 |
| 2. | FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL | 35 |
| 2.1. | Misión del Departamento de Mantenimiento | 35 |
| 2.2. | Visión del Departamento de Mantenimiento..... | 35 |
| 2.3. | Organigrama del Departamento de Mantenimiento | 35 |
| 2.4. | Perfil del empleado..... | 36 |
| 2.4.1. | Aspectos generales | 37 |
| 2.4.1.1. | Confidencialidad y ética profesional | 37 |
| 2.4.1.2. | Confiabilidad de la persona | 37 |
| 2.4.2. | Perfil del técnico de campo | 38 |
| 2.4.2.1. | Habilidades del candidato | 38 |
| 2.4.2.2. | Conocimientos técnicos..... | 38 |
| 2.4.2.3. | Requisitos personales | 39 |

| | | |
|----------|---|----|
| 2.4.3. | Perfil del supervisor | 39 |
| 2.4.3.1. | Habilidades del candidato..... | 39 |
| 2.4.3.2. | Conocimientos técnicos..... | 40 |
| 2.4.3.3. | Requisitos personales | 41 |
| 2.4.4. | Perfil del gerente de mantenimiento | 41 |
| 2.4.4.1. | Habilidades del candidato..... | 41 |
| 2.4.4.2. | Conocimientos técnicos..... | 43 |
| 2.4.4.3. | Requisitos personales | 44 |
| 2.5. | Roles y responsabilidades..... | 44 |
| 2.5.1. | Rol del técnico de campo | 44 |
| 2.5.2. | Responsabilidades del técnico de campo..... | 45 |
| 2.5.3. | Roles del supervisor de mantenimiento..... | 45 |
| 2.5.4. | Responsabilidades del supervisor de mantenimiento | 46 |
| 2.5.5. | Roles del gerente de mantenimiento | 46 |
| 2.5.6. | Responsabilidades del gerente de mantenimiento . | 46 |
| 2.6. | Mapeo de las diferentes líneas de producción | 47 |
| 2.6.1. | Procedimiento para realizar una hoja de mapeo | 47 |
| 2.7. | Procedimiento para cálculo de relubricación | 49 |
| 2.7.1. | Factores que afectan el rendimiento de la grasa en los rodamientos | 49 |
| 2.7.2. | Pasos para calcular el período de reengrase de los rodamientos, utilizando el método FAG | 52 |
| 2.7.3. | Procedimiento para encontrar la cantidad de grasa en el reengrase de rodamientos | 56 |
| 2.7.4. | Procedimiento para determinar la cantidad de grasa proporcionada por la bomba | 57 |
| 2.7.5. | Procedimiento para determinar el tipo de grasa, grado alimenticio a utilizar | 58 |

| | | |
|----------|--|----|
| 2.7.6. | Resumen tabulado del trabajo de campo | 60 |
| 2.8. | Equipamiento del Departamento de Mantenimiento | 70 |
| 2.8.1. | Equipo digital..... | 70 |
| 2.8.1.1. | Software | 70 |
| 2.8.1.2. | Paquetes de Office..... | 71 |
| 2.8.1.3. | Base de datos | 71 |
| 2.8.1.4. | Hojas electrónicas | 72 |
| 2.8.2. | Equipo mecánico..... | 72 |
| 2.8.2.1. | Equipo mecánico que se implementará en el Departamento de Mantenimiento | 72 |
| 2.8.2.2. | Presupuesto de equipo | 73 |
| 3. | FASE DE DOCENCIA..... | 75 |
| 3.1. | Objetivos | 75 |
| 3.2. | Acciones..... | 75 |
| 3.2.1. | Capacitación al personal del Departamento de Mantenimiento..... | 75 |
| 3.2.1.1. | Capacitación para el técnico de campo..... | 76 |
| 3.2.1.2. | Capacitación para el supervisor de mantenimiento..... | 76 |
| 3.2.1.3. | Capacitación para el gerente de mantenimiento..... | 77 |
| 3.3. | Recursos..... | 77 |
| 3.3.1. | Colaboración de Gerencia General | 77 |
| 3.3.2. | Impresión de material..... | 77 |
| 3.3.3. | Apoyo del gerente de ventas..... | 78 |
| 3.3.4. | Programas de cómputo | 78 |
| 3.3.5. | Internet | 78 |

| | | |
|------|----------------------------|----|
| 3.4. | Resultados esperados | 78 |
| | CONCLUSIONES | 81 |
| | RECOMENDACIONES | 83 |
| | BIBLIOGRAFÍA | 85 |
| | APÉNDICE..... | 87 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

| | | |
|----|---|----|
| 1. | Organigrama de Eurolub Industrial, S. A..... | 4 |
| 2. | Organigrama del Departamento de Mantenimiento..... | 36 |
| 3. | Hoja de mapeo para las diferentes líneas de producción..... | 48 |
| 4. | Período de engrase..... | 54 |

TABLAS

| | | |
|-------|--|----|
| I. | Polvo y humedad..... | 50 |
| II. | Golpes y vibraciones | 50 |
| III. | Influencia de la temperatura | 51 |
| IV. | Influencia de elevada carga..... | 51 |
| V. | Aire a través del rodamiento..... | 51 |
| VI. | Influencia de eje vertical..... | 52 |
| VII. | Factor de rodamiento | 53 |
| VIII. | Porcentaje de grasa del llenado inicial | 56 |
| IX. | Cuadro comparativo con la grasa Shell V220 | 58 |
| X. | Cuadro comparativo con la grasa Albania EP2..... | 59 |
| XI. | Cuadro comparativo con aerosol WD-40..... | 60 |
| XII. | Información de campo obtenida a través de la hoja de mapeo | 61 |

| | | |
|--------|--|----|
| XIII. | Transporte de azúcar húmeda | 62 |
| XIV. | Secado y enfriado, sur | 63 |
| XV. | Tamizado y envasado de jumbos | 64 |
| XVI. | Secado y enfriado, norte | 66 |
| XVII. | Transporte de azúcar húmeda, norte | 67 |
| XVIII. | Centrifugado sur | 68 |
| XIX. | Centrifugado norte | 69 |
| XX. | Presupuesto del equipo | 73 |

LISTA DE SÍMBOLOS

| Símbolo | Significado |
|--------------------------|-----------------------------------|
| gr | Gramo |
| Kg | Kilogramo |
| Kg/cm² | Kilogramo por centímetro cuadrado |
| mm | Milímetro |
| rpm | Revoluciones por minuto |

GLOSARIO

| | |
|-----------------------------|---|
| Accidente | Es el suceso repentino que sobreviene por causa u ocasión en el trabajo, y que produce en el trabajador lesión orgánica, perturbación funcional, invalidez o la muerte; así como aquel que se produce durante la ejecución de órdenes del empleador, aun fuera de lugar u horas de trabajo. |
| Análisis | Acción de dividir un problema en tantas partes como sea posible, para reconocer la naturaleza de las mismas, las relaciones entre estas y obtener conclusiones objetivas del todo. |
| Automatización | Es el proceso de mecanización de las actividades industriales para reducir la mano de obra. |
| Azúcar | Sustancia sólida y cristalina de sabor dulce, soluble en agua y difícilmente soluble en alcohol; se extrae de la caña de azúcar y en segunda instancia de la remolacha. |
| Brigada de seguridad | Será conformada por personas que aseguren el soporte logístico del plan de emergencias; por lo tanto deben conocer las instalaciones, rutas y alarmas. |

| | |
|---------------------|--|
| Cojinetes | Es un dispositivo mecánico que sirve de apoyo y guía. |
| Manual | Documento que contiene información válida y clasificada sobre una determinada materia de la organización. |
| Mecanización | Implantar el uso de máquinas en operaciones industriales. |
| Organigrama | Es la representación gráfica de la estructura formal de una organización, según división especializada del trabajo y niveles jerárquicos de autoridad. |
| Política | Conjunto de estrategias, normas y parámetros de una organización, que orienta la actuación de los funcionarios, para alcanzar sus objetivos y metas en un lugar y plazo dados. |

RESUMEN

Para iniciar el Ejercicio Profesional Supervisado, el reconocimiento de las actividades que se realizan será el primer paso a seguir durante el primer mes; pues de esta manera se podrá determinar cuáles son las principales necesidades. Se buscará tanto la información manual como de las máquinas, así como hojas de descripción proporcionadas por el fabricante.

A continuación se realizará la habilitación de áreas de trabajo adecuadas para la instalación del Departamento de Mantenimiento; estas estarán a cargo del personal que llene las expectativas a la hora de la contratación; se analizarán con el operador para ver si se cumple con las necesidades, para poder realizar el trabajo de forma agradable y eficiente. Luego se analizará el equipo a intervenir dentro de las instalaciones del cliente, para obtener toda la información necesaria para procesarla y así determinar el tipo de mantenimiento y lubricante a utilizar; simultáneamente a este proceso se realizarán los análisis de riesgos y legales.

En la parte final del Ejercicio Profesional Supervisado se procederá a poner en funcionamiento todos los procedimientos y métodos de lubricación, y darle seguimiento al funcionamiento de la maquinaria en el proceso de elaboración de azúcar.

OBJETIVOS

General

Integrar el Departamento de Mantenimiento a Eurolub Industrial S. A., enfocado a la aplicación de lubricantes grado alimenticio, a los diferentes equipos de la industria azucarera.

Específicos

1. Determinar el tipo específico de mantenimiento según las necesidades del mercado objetivo.
2. Analizar el tipo de herramienta a implementar en el Departamento de Mantenimiento.
3. Crear una gama de controles escritos para llevar una bitácora exacta de la lubricación de cada equipo.
4. Crear una guía de capacitación para el personal encargado de la lubricación.

INTRODUCCIÓN

Es importante mencionar que el proceso de lubricación a menudo no se le da la importancia debida o en ocasiones es olvidada, siendo esta una parte fundamental del mantenimiento preventivo, para evitar paros de la producción en alguna línea, repercutiendo en los costos de las empresas.

Este proyecto analizará las áreas de oportunidad y retos que Eurolub Industrial S. A. necesita alcanzar y superar para implementar dentro de su organización un Departamento de Mantenimiento, que pueda convertirse en un facilitador de soluciones de mantenimiento preventivo.

Uno de los pasos más importantes dentro de la administración es crear la misión y visión del Departamento de Mantenimiento, debido a que el enfoque va dirigido a satisfacer las necesidades de implementar programas de lubricación en los procesos de manufactura de todos nuestros clientes, especialmente en los productores de azúcar y con esto consolidarse como uno de los principales proveedor de lubricantes.

Otra de las bases importantes es la correcta selección de los recursos humanos y administrativos, para poder llenar a cabalidad las exigencias que Eurolub Industrial S. A. requiere para llevar a cabo este proyecto.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción de la empresa

Eurolub Industrial S. A. es una empresa nacional que se dedica a la importación de lubricantes grado alimenticio, buscando la mejora continua para posicionarse como una empresa exitosa en el mercado centroamericano, siendo la representante comercial a nivel centroamericano de la prestigiosa marca de lubricantes Verkol y convirtiéndose en una empresa proveedora de dichos lubricantes y facilitadora de asesorías en este ramo a nivel industrial, enfocándose principalmente en la industria azucarera.

Actualmente cuenta con 15 trabajadores, quienes están distribuidos en los Departamentos de Bodega, Ventas y Oficinas.

1.1.1. Ubicación

Las instalaciones se ubican en 20 calle 7-64, zona 11, Mariscal, ciudad de Guatemala.

1.1.2. Historia

Eurolub Industrial S. A. inicia sus actividades el 16 de agosto del 2002, estando a cargo de un grupo de socios que le dieron el nombre originalmente de Eurolubricantes S. A.

La idea surgió por el consenso de los socios fundadores, aprovechando la experiencia adquirida a lo largo de los años en el tema de logística de transporte.

Esto llevó a la idea de un mantenimiento preventivo de larga duración, dando como resultados un producto líder en el área de lubricación de alto rendimiento.

Poco después las relaciones comerciales con el representante en Centroamérica del producto líder se terminan; siempre creyendo en el tema de mantenimiento, la empresa empieza a ofrecer dicho servicio al gremio azucarero en Guatemala, presentando el nuevo producto con mejores calidades y cualidades que las empresas necesitan, empezando nuevamente en el 2007, y dando como resultado ser los representantes en Centroamérica de la prestigiosa marca Verkol, ofreciendo el servicio de facilitador y asesor en el mantenimiento de equipo en la producción de azúcar.

1.1.3. Misión

“Conformar un equipo de personas con un perfil de alta calidad para poder proveer respuestas y soluciones a tiempo” (Eurolub Industrial S. A., 2014).

1.1.4. Visión

“Convertirse en un facilitador de gestión de mantenimiento preventivo, dirigido a las empresas industriales que conforman el gremio industrial en Guatemala, cumpliendo con todas las características de calidad total”. (Eurolub Industrial S. A., 2014).

1.1.5. Valores de la empresa

Dentro de la empresa se han establecido y puesto en práctica algunos valores, que esencialmente se definen a continuación.

1.1.5.1. Profesionalismo

Una de las facultades más importantes dentro de la organización es ser profesional, ya que aunque existe variedad de empresas, no todas cumplen con ser profesionales. Ser profesional es tener todas las actitudes positivas para lograr actividades lo más eficazmente posible.

1.1.5.2. Conocimiento

Esta facultad complementa el profesionalismo, ya que sin conocimiento no hay profesión. La competitividad, la tecnología y todo lo que se refiere a la vanguardia, hacen que dicha facultad sea de carácter obligatorio dentro de la organización.

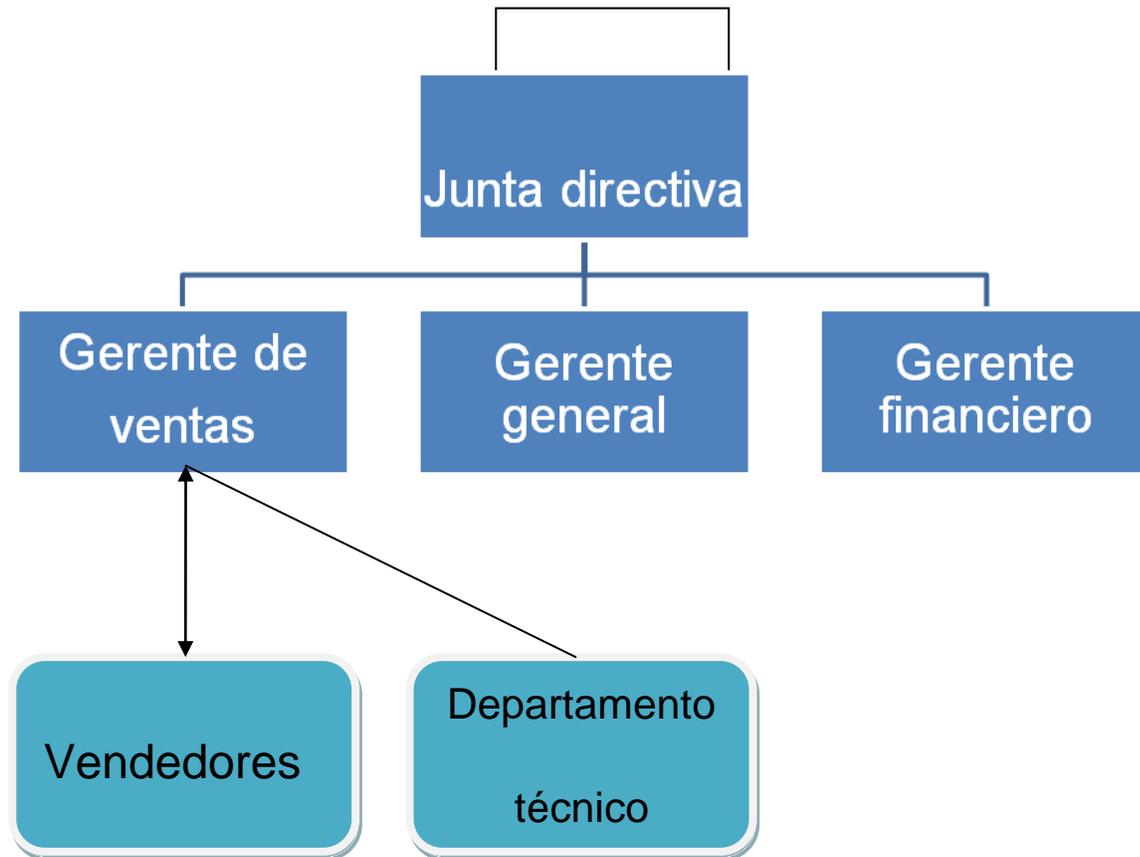
1.1.5.3. Compromiso

Es una organización comprometida con sus clientes a dar respuestas a sus necesidades lo más pronto posible.

1.1.6. Organigrama

En el organigrama se representa gráficamente la jerarquía de mandos dentro de la empresa, y el grado de dependencia y relación de una dependencia con otra.

Figura 1. Organigrama de Eurolub Industrial, S. A



Fuente: elaboración propia.

1.1.7. Política de calidad

Hacer las cosas bien desde la primera vez, es responsabilidad de los directivos y de todos los empleados de la organización; desde el más alto hasta el más bajo nivel.

1.1.8. Política de ahorro de energía

La política de ahorro de energía se implementó desde los principios de operación de la empresa, debido a los altos costos que estos implican, tomándose las siguientes medidas:

- Apagar todas las luces que no se utilicen dentro de las instalaciones.
- Todos los equipos de cómputo que no se utilizan frecuentemente, ponerlos en modo ahorro de energía.
- En el área de bodega, si no se realizan despachos, utilizar la iluminación al 50 %.
- Chequear de no sobrecargar los tomacorrientes.
- En cada nueva instalación eléctrica estar seguro de no sobrecargar las líneas de energía.
- Durante el turno nocturno utilizar la iluminación únicamente en el área de garita; la iluminación general se utilizará al 50 %, solo en caso de emergencia.

1.2. Principales características del servicio de asesoría de lubricación

Dentro de la empresa debe existir un plan de servicio adecuado a las exigencias del cliente; por lo tanto, se describen a continuación las características esenciales de una asesoría de lubricación adecuada.

1.2.1. Fiabilidad

La fiabilidad se define como la habilidad para ejecutar el servicio prometido de forma fiable y cuidadosa. Esto quiere decir que el departamento que se está implementando tiene la oportunidad de que el cliente cuente con información de parte de la empresa donde se prometen ciertos aspectos del servicio. Puede ser un contrato, una publicidad, una descripción del servicio (por ejemplo en la página web, en un folleto), un cartel, la comunicación previa que se mantuvo con ese cliente, etc. Con toda esta comunicación se está generando un compromiso. Por eso es muy importante ser cuidadosos en este aspecto, para crear un sistema óptimo lo mejor posible.

1.2.2. Profesionalidad

La profesionalidad puede definirse como la posesión de la habilidad y destreza requerida para la ejecución del servicio. Este valor ya está agregado a la organización y es importante que el departamento lo ejecute de la misma manera, para lograr las metas propuestas.

1.2.3. Capacidad de respuesta

Es la disposición para ayudar a los clientes y proveerlos de un servicio de una manera rápida.

Mantener satisfecho al cliente respondiendo a sus necesidades, es la clave para relaciones comerciales a largo plazo; la red o internet puede ser una herramienta vital para dar esa respuesta al cliente.

A continuación se presentan algunas características que se busca dentro del departamento técnico:

- Plan de visitas frecuentes: la característica más importante para obtener una buena capacidad de respuesta, es sin duda, la visita frecuente dentro de las instalaciones de los clientes, descubriendo en ellas un mantenimiento predictivo y preventivo, dando como resultado una buena relación con los clientes y un mantenimiento óptimo.
- Ayudar a los clientes a contactar con la persona adecuada en su momento correcto: el uso del internet, como se había mencionado antes, es una opción muy factible para lograr una buena comunicación proveedor - cliente.
- Transferir las llamadas a la persona que está a cargo del servicio según lo planificado, no importando si es móvil o fijo, ayudará a que el tiempo de respuesta sea ventajoso para la necesidad de los clientes, logrando un equilibrio satisfactorio.
- Ayudar a los clientes a encontrar soluciones óptimas: la capacidad de conocimiento de lo que se desea buscar es de gran importancia, tanto para la capacidad de respuesta como la confiabilidad
- Mantener los datos de clientes seguros y accesibles: la documentación del historial de las máquinas y sus elementos es vital para una base de datos, esto es, para conocer lo que se requiere para dar mantenimiento y asesoría a los clientes.

1.2.4. Credibilidad

La credibilidad es la veracidad, creencia y honestidad en el servicio que se presta, todo proceso que se desarrolle dentro del departamento tiene que ser lo más eficaz posible, para que las metas sean ejecutadas correctamente.

1.2.5. Comprensión al cliente

La comprensión al cliente es hacer el esfuerzo de conocer a los clientes y sus necesidades; esto es para poder satisfacerlas de la manera más correctas, y que tengamos un valor agregado.

1.2.6. Seguridad industrial

La seguridad se explica como la inexistencia de peligros, riesgos o daños; este es un factor muy importante, ya que aquí los accidentes pueden hacer que la credibilidad, el profesionalismo y la fiabilidad sean anuladas completamente si no se tienen los conocimientos de seguridad industrial.

1.3. Principales características del mantenimiento

Como base para el desarrollo del Ejercicio Profesional Supervisado se tomarán en cuenta los elementos que determinen la calidad del mantenimiento preventivo que se deber aplicar al proceso de fabricación de azúcar, que ayuden a la identificación de la problemática que se desea resolver, planteamiento de soluciones y apoyo en mejoras que sean necesarias o requeridas por la empresa; para eso es necesario conocer los conceptos básicos que lleven a entender de manera clara los términos a utilizar en el desarrollo del proyecto.

1.3.1. Mantenimiento industrial

En toda empresa, uno de los aspectos más importante es el mantenimiento de los equipos, maquinarias e instalaciones, ya que un adecuado plan de mantenimiento aumenta la vida útil reduciendo los costos y la necesidad de repuestos y minimizando el costo del material utilizado. Sin un adecuado mantenimiento la maquinaria irrumpe frecuentemente su operación, alterando considerablemente los programas de producción. En muchas ocasiones provoca un incremento de la cantidad de material en proceso, lo que implica:

- Mayor espacio utilizado
- Mayor inversión inmovilizada
- Problemas de calidad en el producto acumulado
- Personal desmotivado
- Mayor desperdicio de material
- Mayor costo en las reparaciones

Por lo tanto, puede decirse que la falta de mantenimiento afecta a:

- La eficiencia
- Los costos
- La calidad
- La confiabilidad

De esta manera se puede definir el mantenimiento industrial como un conjunto de acciones encaminadas a la conservación de la maquinaria, equipo e instalación, de tal manera que permanezca sirviendo en óptimas condiciones,

alcanzando el objetivo para lo cual fueron adquiridas y evitando o minimizando las fallas durante su vida útil.

En la actualidad, el mantenimiento está adquiriendo una importancia creciente puesto que los adelantos tecnológicos han impuesto un mayor grado de mecanización y automatización de la producción, lo que exige un incremento constante de la calidad. Por otro lado, la fuerte competencia comercial obliga a alcanzar un alto nivel de confiabilidad del sistema de producción o servicio, a fin de que este pueda responder adecuadamente a los requerimientos del mercado.

El mantenimiento pasa a ser una especie de sistema de producción o servicio alterno, cuya gestión corre paralela a este. En consecuencia, ambos sistemas deben ser objetos de similar atención, aunque la experiencia demuestra que la mayor atención se centra en la actividad productiva o de servicio propiamente dicha.

En el área de mantenimiento existen diversas estrategias para la selección del sistema a aplicar en cada equipo; sin embargo, la mayoría de ellas no tienen en cuenta la naturaleza del fallo, aunque este elemento es de vital importancia para un empleo óptimo de los recursos en el área analizada. Cada equipo, independientemente de su naturaleza, presenta un determinado patrón de fallo, el cual es obtenido a partir del tiempo medio entre fallos. Pueden darse dos situaciones:

- El patrón de fallo refleja que se trata de un equipo cuyo deterioro está relacionada con la edad.

- El patrón de fallo refleja que se trata de un equipo cuya falla no está relacionada con la edad.

1.3.2. Actividades

Las actividades de mantenimiento pueden ser realizadas según diferentes sistemas que luego trataremos y que se aplican según las características de los bienes y criterios de gestión.

Las tareas de mantenimiento se aplican sobre las instalaciones fijas y móviles, equipos y maquinarias, edificios industriales, comerciales o de servicios específicos, sobre las mejoras introducidas al terreno y sobre cualquier otro tipo de bien productivo. De la misma forma alcanza a máquinas, herramientas, aparatos e instrumentos, equipos de producción, edificios y todas sus instalaciones auxiliares.

1.3.3. Finalidad

- Evitar, reducir y reparar las fallas sobre los bienes de la organización
- Disminuir la gravedad de las fallas que no se lleguen a evitar
- Evitar detenciones inútiles o paros de máquinas
- Evitar accidentes
- Evitar daños ambientales
- Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas
- Conservar los bienes producidos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.
- Lograr un uso eficiente y racional de la energía
- Mejorar las funciones y la vida útil de los bienes

1.3.4. Efectividad

Para que los trabajos de mantenimiento sean efectivos es necesario eficientar el control, la planificación del trabajo y la distribución correcta de la fuerza humana, logrando así que se reduzcan costos, tiempo de paro de los equipos de trabajo, etc. A continuación se verán algunas características del servicio de mantenimiento que llevan a que el mismo sea considerado efectivo.

Se ha dicho que la confiabilidad o fiabilidad es la probabilidad de que un bien funcione adecuadamente durante un período determinado, bajo condiciones operativas específicas; en la práctica, la fiabilidad está medida como el tiempo medio entre ciclos de mantenimiento o entre dos fallas consecutivas (TMEF). Un sistema, dispositivo, máquina o equipo, resulta entonces más confiable, a medida que dicho tiempo TMEF es mayor.

1.3.5. Tipos de mantenimiento

Los sistemas de mantenimiento han evolucionado con el tiempo y hoy en día no puede dejarse de lado ninguna de sus variadas formas y versiones. Probablemente, en los primeros tiempos del desarrollo de las industrias las tareas de mantenimiento estaban limitadas a efectuar reparaciones o cambios de piezas luego de que estas fallaran o, en algunos casos, a realizarlas poco antes de arribar a las mismas.

Actualmente existen variados sistemas para encarar el servicio de mantenimiento de las instalaciones en operación; algunos de ellos no solamente centran su atención en la tarea de corregir las fallas, sino que también tratan de actuar antes de la aparición de las mismas, haciéndolo tanto sobre los bienes, tal como fueron concebidos, como sobre los que se encuentran en etapa de diseño.

1.3.5.1. Mantenimiento correctivo o de emergencia

Este mantenimiento actúa sobre hechos ciertos, que consisten en reparar la falla a medida que se presenta, lo más rápidamente posible, con el objetivo de evitar costos y daños materiales y/o humanos mayores.

Dicho mantenimiento suele aplicarse a sistemas complejos, normalmente componentes electrónicos y en procesos que admiten ser interrumpidos en cualquier momento y durante cualquier tiempo, sin afectar la seguridad.

1.3.5.1.1. Ventajas

- Si el equipo está preparado, la intervención en el fallo es rápida y la reposición en la mayoría de los casos será con el máximo tiempo.
- No se necesita una infraestructura excesiva, un grupo de empleados competentes será suficiente; por lo tanto el costo de la mano de obra será mayor; de modo que será prioritario aprovechar más la pericia y experiencia de los operarios, que la capacidad de análisis o estudio del tipo de problema que se produzca.
- Es rentable en equipos que no intervienen de manera instantánea en la producción, donde la implantación de otro sistema será poco económico.

1.3.5.1.2. Desventajas

- En primer lugar la falla puede sobrevenir en cualquier momento; muchas veces debido justamente a que en ese instante se somete el bien a una mayor exigencia. De esa forma, fallas no detectadas a tiempo, ocurridas

en partes cuyos cambios hubiera sido realizado fácilmente, pueden causar daños importantes en otros elementos o piezas conexas que se encontraban en buen estado.

- Por otro lado, debe tenerse reservada una importante cantidad de piezas de repuesto, puesto que la adquisición de muchos elementos que puedan fallar suele requerir una gestión de compra y entrega no compatibles en tiempo con la necesidad.

1.3.5.2. Mantenimiento preventivo

El origen de este tipo de mantenimiento surge analizando estadísticamente la vida útil de los equipos y sus elementos mecánicos, y efectuando su mantenimiento, basándose en la sustitución periódica de elementos, independientemente del estado o condición de deterioro y desgaste de los mismos.

Por tanto, puede decirse que este tipo de mantenimiento trata de anticiparse a la aparición de las fallas, evitando que estas ocurran mediante el servicio, reparación o reposición programada. Evidentemente, ningún sistema puede anticiparse a ellas si no avisan por algún medio. La base de información surge de fuentes internas a la organización y de fuentes externas a ella.

1.3.5.2.1. Fuentes de información interna

Están constituidas por los registros o historiales de reparaciones existentes en la empresa, los cuales informan sobre todas las tareas de mantenimiento que el bien ha sufrido durante su permanencia en poder de la empresa.

Se debe tener en cuenta que los bienes existentes pudieron ser adquiridos como nuevos o usados. Forman parte de esta fuente los archivos de los equipos e instalaciones con sus listados de partes, especificaciones, planos generales de detalle y de despiece, los archivos de inventarios de piezas y partes de repuesto, los archivos del personal disponible en mantenimiento con el detalle de su calificación, habilidades, horarios de trabajo, sueldos, etc.

1.3.5.2.2. Fuentes de información externa

Están constituidas por las recomendaciones sobre el mantenimiento que efectúa el fabricante de cada bien. Por otro lado, para los casos en que no se dispone de información sobre la historia o vida útil de un bien, el recorrido periódico de todos ellos y la confección de un programa de reparaciones anticipadas, permite actuar antes de que se produzcan muchas de las fallas.

1.3.5.2.3. Pasos previos para la determinación de un mantenimiento preventivo

- Qué debe inspeccionarse
- Con qué frecuencia debe inspeccionarse y evaluar
- A qué debe dársele servicio
- Con qué frecuencia debe darse el mantenimiento preventivo
- A qué componentes debe de asignárseles vida útil
- Cuál debe ser la vida útil y económica de los componentes

1.3.5.2.4. Pasos para determinar qué debe inspeccionarse

- Todo lo susceptible a falla mecánica progresiva como desgaste, corrosión y vibración.
- Todo lo expuesto a falla por acumulación de materias extrañas como humedad, envejecimiento de material aislante, etc.
- Todo lo que sea susceptible a fugas como es el caso de sistemas hidráulicos, neumáticos, de gas, etc.
- Lo que con variación fuera de ciertos límites pueda ocasionar fallas como niveles de depósito de sistemas de lubricación, niveles de aceite, niveles de agua, etc.

1.3.5.2.5. Ventajas del mantenimiento preventivo

- Seguridad: las obras e instalaciones sujetas a mantenimiento preventivo operan en mejores condiciones de seguridad.
- Vida útil: una instalación tiene una vida útil mucho mayor que la que tendría con un sistema de mantenimiento correctivo.
- Coste de reparaciones: es posible reducir el costo de reparaciones si se utiliza el mantenimiento preventivo.

- Inventarios: también es posible reducir el costo de los inventarios empleando este sistema de mantenimiento.
- Carga de trabajo: la carga de trabajo para el personal de mantenimiento preventivo es más uniforme que en un sistema de mantenimiento correctivo.
- Aplicabilidad: mientras más complejas sean las instalaciones y más confiabilidad se requiera, mayor será la necesidad de mantenimiento.

1.3.5.2.6. Desventajas del mantenimiento preventivo

- Cambios innecesarios: al alcanzarse la vida útil de un elemento se procede a su cambio, encontrándose muchas veces que el elemento que se cambia permitiría ser utilizado durante un tiempo más prolongado. En otros casos, ya con el equipo desarmado, se observa la necesidad de aprovechar para realizar el reemplazo de piezas menores en buen estado, cuyo costo es escaso frente al correspondiente de desarme y armado, en vista de prolongar la vida del conjunto.
- Problemas iniciales de operación: cuando se desarma, se montan piezas nuevas, se rearman y efectúan las primeras pruebas de funcionamiento; pueden aparecer diferencias en la estabilidad, seguridad o regularidad de la marcha. Muchas veces esto es debido a que las piezas no hermanan como cuando se desgastaron en forma paulatina en una posición dada; otras veces, esto se debe a la aparición de fugas o pérdidas que antes de la reparación no existían, o a que no se advertía que también se deberían haber cambiado piezas que se encontraban con pequeños desgastes, o a

que durante el armado se modificaron posiciones de piezas que provocan vibraciones de las partes rotantes.

- Costo en inventarios: el costo en inventarios sigue siendo alto aunque previsible, lo cual permite una mejor gestión.
- Mano de obra: se necesitará contar con mano de obra intensiva y especial para períodos cortos.
- Mantenimiento no efectuado: si por alguna razón, no se realiza un servicio de mantenimiento previsto, se alteran los períodos de intervención y se produce un degeneramiento del servicio.

1.3.5.3. Mantenimiento predictivo

La mayoría de las fallas se producen de manera lenta y previamente; en algunos casos arrojan indicios evidentes de una futura falla, indicios que pueden advertirse simplemente. En otros casos, es posible advertir la tendencia a entrar en falla de un bien, mediante el monitoreo de condición, es decir, mediante la elección, medición y seguimiento de algunos parámetros relevantes que representan el buen funcionamiento del bien en análisis.

En otras palabras, con este método se trata de acompañar o seguir la evolución de las futuras fallas. A través de un diagnóstico que se realiza sobre la evolución o tendencia de una o varias características mensurables y su comparación con los valores establecidos como aceptables para dichas características, tales como la temperatura, presión, velocidad lineal, velocidad angular, resistencia eléctrica, los ruidos y vibraciones, la rigidez dieléctrica, la

viscosidad, el contenido de humedad, impurezas y cenizas en aceites aislantes, el espesor de chapas, el nivel de un fluido, etc.

1.3.5.3.1. Ventajas

- Intervención en el equipo o cambio de un elemento.
- Obliga a dominar el proceso y a tener datos técnicos que orientarán al compromiso con un método científico de trabajo riguroso y objetivo.

1.3.5.3.2. Desventajas

- La implantación de un sistema de este tipo requiere una inversión inicial importante; los equipos y los analizadores de vibraciones tienen un costo elevado. De la misma manera se debe destinar un personal a realizar la lectura periódica de datos.
- Se debe tener un personal que sea capaz de interpretar los datos que generan los equipos y tomar conclusiones con base en ellos, trabajo que requiere un conocimiento técnico elevado de la aplicación.
- Por todo ello la implantación de este sistema se justifica en las máquinas o instalaciones donde las paradas innecesarias ocasionan grandes costos.

1.3.5.4. Mantenimiento productivo total

Este sistema, caracterizado por las siglas TPM (*total productive maintenance*), coloca a todos los integrantes de la organización, en la tarea de ejecutar un programa de mantenimiento preventivo, con el objetivo de

maximizar la efectividad de los bienes. Con él se pretende obtener cero accidentes, cero defectos y cero fallas.

Centra entonces el programa en el factor humano de toda la compañía, para lo cual se asignan tareas de mantenimiento a ser realizadas en pequeños grupos, mediante una conducción motivadora.

1.3.5.4.1. Características

- Efectividad total a efectos de obtener la rentabilidad adecuada, teniendo en cuenta que esta hace referencia a la producción, calidad, costo y tiempo de entrega; como también a la moral, seguridad, salubridad y ambiente.
- Sistema de mantenimiento total consistente en la prevención del mantenimiento y en la mejora de todos los procesos.
- Intervención autónoma del personal en tareas de mantenimiento.
- Mejora permanente de los procesos.

Una vez que los empleados se encuentran bien entrenados y capacitados, se espera que se ocupen de las reparaciones básicas, de la limpieza del equipo a su cargo, de la lubricación (cambios de aceites y engrases), ajustes de piezas mecánicas, e inspección y detección diaria de hechos anormales en el funcionamiento del equipo. Para ello es necesario que hayan comprendido la forma de funcionamiento del equipo y puedan detectar las señales que anuncian sobre la proximidad de llegada de las fallas.

1.3.5.4.2. Ventajas

- Al integrar a toda la organización en los trabajos de mantenimiento se consigue un resultado final más enriquecido y participativo.
- El concepto está unido con la idea de calidad total y mejora continua.

1.3.5.4.3. Desventajas

- Se requiere un cambio de cultura general. Para que este tenga éxito no puede ser introducido por imposición, sino que requiere el convencimiento por parte de todos los componentes de la organización, de que es un beneficio para todos.
- La inversión en formación y cambios generales en la organización es costosa. El proceso de implementación requiere de varios años.

1.4. Lubricación

El objetivo de la lubricación es reducir el rozamiento o fricción, el desgaste y el calentamiento de los elementos de máquinas que se mueven uno respecto del otro. Se le denominan lubricantes a las sustancias que realizan lo anterior al introducirlas entre las partes en movimiento.

1.4.1. Tipos de lubricación

Se selecciona el tipo lubricación de acuerdo con la pieza que haya sido dañada. Los tipos de lubricación se describen a continuación.

1.4.1.1. Lubricación hidrodinámica

Ocurre cuando las superficies del cojinete que soportan la carga están separadas por una capa de lubricante relativamente gruesa a manera de impedir el contacto entre los metales; la estabilidad así obtenida puede explicarse por las leyes de la mecánica de fluidos. La lubricación hidrodinámica no depende de la introducción del lubricante a presión, aunque sí puede hacerse; sin embargo se requiere que haya un abastecimiento adecuado del lubricante en todo momento

La presión en el lubricante la origina la superficie en movimiento que lo arrastra hacia una fona en forma de cuña, a una velocidad suficientemente grande que origine la presión necesaria para separar las superficies, actuando contra la carga que obra sobre el cojinete. La lubricación hidrodinámica es llamada también: lubricación de película completa.

1.4.1.2. Lubricación hidrostática

Esta se obtiene introduciendo el lubricante, que a veces es aire o agua, en el área de soporte de la carga, a una presión suficientemente elevada para separar las superficies con una capa relativamente gruesa. Así se diferencia de la lubricación hidrodinámica; no se requiere del movimiento de una de las superficies respecto de la otra.

1.4.1.3. Lubricación elastohidrodinámica

Es el fenómeno que ocurre cuando se introduce un lubricante entre las superficies que están en movimiento rodante como los engranes y los cojinetes de rodamiento.

Es posible que el área de contacto sea insuficiente que se aminore la velocidad de la superficie móvil, que se reduzca la cantidad del lubricante suministrado a un cojinete o bien se dé un incremento en la carga; cualquiera de estas condiciones puede impedir la formación de una película de lubricante lo suficientemente gruesa para que haya lubricación fluida.

Cuando esto ocurre, las asperezas de más altura quedan separadas por películas de lubricante de solo unos cuantos diámetros moleculares de espesor; a esto se le denomina lubricación de película mínima o al límite. El cambio de lubricación hidrodinámica al de película mínima nunca es brusco o repentino.

1.4.1.4. Lubricación de película sólida

Cuando los cojinetes tienen que trabajar a temperaturas extremas debe usarse un lubricante de película sólida como el grafito o el bisulfuro de molibdeno, porque los aceites minerales no dan resultados satisfactorios.

1.5. Principales características de las grasas

Las grasas son compuestos orgánicos que contienen carbono, hidrógeno y oxígeno. A continuación se describen algunos elementos que constituyen este grupo y sus características.

1.5.1. Espesante o jabón

Es el sistema que mantiene juntos el aceite y/o los aditivos para que funcione la grasa lubricante; el sistema de espesantes está formado por jabones y no jabones. El tipo de espesante confiere a las grasas sus características típicas.

Los jabones están basados en litio, calcio, sodio, bario o aluminio; los no jabones, en sólidos orgánicos o inorgánicos, arcilla de bentonita, poliurea, sílica gel.

1.5.2. Aceite base

Es el aceite que contienen las grasas y que proporciona la lubricación bajo las condiciones de funcionamiento, las grasas suelen estar basadas en aceites minerales; es posible utilizar aceites sintéticos para aplicaciones muy específicas como temperaturas extremadamente altas o bajas. El aceite constituye más del 70 % de la composición de la grasa.

1.5.3. Viscosidad del aceite base

La viscosidad es una medida de las características de fluidez de un líquido y se expresa normalmente en términos del tiempo necesario para que una cantidad estándar del líquido, a una temperatura dada, fluya a través de un orificio estándar.

Dado que la viscosidad disminuye con el aumento de la temperatura, se indica siempre la temperatura a la que se mide; la viscosidad de los aceites bases se presenta siempre como una viscosidad cinemática abreviada en esta, a 40 °C y con frecuencia también a 100 °C.

1.5.4. Aditivos

Los aditivos se utilizan para proporcionar características adicionales tales como protección contra el desgaste y la corrosión, efectos para reducir el rozamiento y prevenir daños bajo condiciones límite.

1.5.5. Consistencia o penetración al agua

Es una medida de la rigidez de una grasa, la consistencia se clasifica de acuerdo con una escala desarrollada por el NLGI (Instituto Nacional de Grasas y Lubricantes). Esta escala está basada en el grado de penetración obtenida, permitiendo que se hunda un cono estándar en la grasa a una temperatura de 25 °C durante un periodo de 5 segundos. La penetración de la grasa se mide en una escala en 10 – 1 mm y cuanto más alto es el número, menos rígida es la grasa.

1.5.6. Punto de goteo

El punto de goteo es la temperatura a la que al calentar la muestra de grasa, esta empieza a fluir a través de un orificio estándar. El punto de goteo no está relacionado con la temperatura de servicio admisible de la grasa.

1.5.7. Penetración prolongada

Se deposita la muestra de la grasa en un recipiente y usando un dispositivo automático llamado manipulador de grasa, es sometido a 100 000 golpes dobles. Al final de la prueba se mide la penetración de la grasa. La diferencia entre la penetración a 60 golpes y después de 100 000 se expresa como el cambio en 10^{-1} mm.

1.5.8. Estabilidad a la rodadura

La consistencia de una grasa de rodamiento no se debería alterar, o solo ligeramente durante la vida útil del rodamiento. El cambio de la estructura de la grasa (la cantidad de ablandamiento o endurecimiento) se puede evaluar llenando un cilindro con una cantidad de grasa previamente especificada.

Se coloca un rodillo dentro de un cilindro y se hace girar la unidad completa durante dos horas a temperatura ambiente. Al finalizar el periodo de la prueba se deja enfriar el cilindro a temperatura ambiente y se mide la penetración de la grasa; la diferencia entre la penetración original y el valor medio se expresa como el cambio de penetración en 10^{-1} mm.

1.5.9. Protección contra la corrosión

Las grasas lubricantes en servicio deben proteger las superficies metálicas del ataque corrosivo. Esta prueba se realiza mezclando grasa lubricante y agua destilada en el rodamiento; este alterna durante un ciclo de prueba definido entre reposo y rotación a 80 rpm.

Al final de la prueba se evalúa el grado de corrosión de una escala entre 0 (ninguna corrosión) y 5 (corrosión muy severa). Un método más severo de prueba consiste en utilizar agua salina en lugar de agua destilada, siguiendo el procedimiento de prueba estándar.

1.6. Factores que degradan la grasa en el curso del tiempo

La grasa se degrada en el curso del tiempo aunque el equipo o motor esté parrado. Esta degradación puede ser causada por los factores que a continuación se describen.

1.6.1. Endurecimiento

La oxidación del aceite básico, la entrada de tierra o humedad a la grasa a lo largo de su tiempo de uso, causan su endurecimiento y reduce su habilidad de lubricar.

1.6.2. Degradación química

Normalmente es causada por alta temperatura, pero puede ser por contaminación. Un exceso de grasa puede causar altas temperaturas operacionales, degradando la misma.

1.6.3. Alta carga

Los motores eléctricos con carga al costado (correas o fricción) llevan mayor carga en sus rodamientos que motores que impulsan engranajes. Hay muchas instalaciones de rodamientos en las empresas visitadas, donde el rodamiento fue diseñado para carga vertical pero la instalación es en posición horizontal, llevando carga donde no debería.

1.6.4. Separación del aceite espesante

La grasa está diseñada para soltar el aceite poco a poco para lubricar las piezas. Eventualmente, con el equipo parado u operando, se separa. Esta separación es mayor cuando hay un exceso de grasa batiéndose en el rodamiento o cuando se mezclan dos grasas de diferentes tipos o composición.

1.6.5. Velocidad del rodamiento

Entre más velocidad opere, mayor será la degradación por oxidación. También muchas grasas no tienen la pegajosidad necesaria para mantenerse en su lugar, siendo expulsadas del rodamiento en altas velocidades.

1.6.6. Tamaño del rodamiento

Entre más grande es el rodamiento, mayor será la degradación de la grasa.

1.6.7. El ambiente

Cuando el equipo o el rodamiento están sujetos a más de 60 °C de temperatura, habrá mayor degradación.

1.7. Lubricantes grado alimenticio

Los lubricantes de grado alimenticio deben, en primer lugar, cubrir las mismas funciones técnicas que un lubricante de cualquier otro tipo: proveer protección frente al desgaste, fricción, corrosión, oxidación, disipar el calor, ser compatible con gomas, elastómeros y otros materiales de juntas, como proveer propiedades sellantes en algunos casos.

Adicionalmente, existe una serie de aplicaciones especiales en las que la industria de la alimentación y cosmética demanda que el lubricante resista la degradación de los propios productos alimentarios, la acción de productos químicos, el ataque de agua o vapor que tenga un comportamiento neutro frente a los elastómeros e incluso tener la propiedad de disolver el azúcar.

Estos lubricantes siempre deben cumplir con las estrictas regulaciones internacionales de salud y seguridad, ser fisiológicamente inofensivos, inodoros, insípidos y aprobados internacionalmente.

Los lubricantes pueden estar sujetos a niveles de contaminación importantes. En el entorno de una molienda de maíz se genera un significativo nivel de polvo en suspensión. Si bien no se trata de polvo de alta dureza como el que se encuentra en una cantera de áridos, no deja de presentar problemas de filtración en los aceites y de resecamiento en las grasas.

Una planta frigorífica requiere una estricta limpieza por vapor a toda hora, por lo que el riesgo de contaminación con agua del lubricante es muy alto. En algunas plantas se han acostumbrado a encontrar un 15 % de agua en sus aceites de engranajes. Otro aspecto de la contaminación del lubricante que plantea un riesgo en la lubricación atóxica es el crecimiento de colonias bacterianas, hongos y levaduras. Esto ya significa un riesgo para el ambiente de cualquier industria, pero el impacto en la contaminación del ambiente de la producción de alimentos es todavía mucho mayor.

1.7.1. Categorías de los lubricantes grado alimenticio

El departamento de agricultura de los Estados Unidos (United States Department of Agriculture –USDA-) ha creado las designaciones H-1, H-2 y H-3 para los diferentes tipos de lubricantes que se pueden aplicar en la industria alimentaria según las consideraciones que en seguida se enumeran.

1.7.1.1. Lubricantes H-1

Son aquellos lubricantes utilizados en plantas de procesamiento de alimentos que puedan tener la posibilidad de un contacto incidental con el alimento, por lo que se dictamina la necesidad de que estos sean fisiológicamente inofensivos o de grado alimentario.

1.7.1.2. Lubricantes H-2

Son lubricantes no considerados de grado alimentario y que por las características del punto de lubricación no hay posibilidad de contacto directo con el alimento, pero que por sus propiedades fisicoquímicas no debe emitir vapores nocivos ni presentar peligros de contaminación del ambiente de trabajo.

1.7.1.3. Lubricantes H-3

Son lubricantes de grado alimentario, típicamente aceites comestibles, utilizados como protectores anticorrosivos de diversas partes de la maquinaria. Muchas veces se dan equivocaciones a la hora de decidir la magnitud del contacto con el alimento por parte del lubricante, lo que se transmite en decisiones equivocadas al elegir lubricantes H-1 o H-2.

1.8. Producción azucarera en Guatemala

La agroindustria azucarera se ha convertido en una de las principales fuentes de divisas para el país y generadora de abundantes empleos en la economía guatemalteca. Sus 12 ingenios y las cinco organizaciones que la integran contribuyen decisivamente al desarrollo de medio centenar de municipios del país y de más de un millón de personas, con lo que se constituye en un factor determinante para el progreso de Guatemala.

La normativa que dio vida a la Asociación de Azucareros de Guatemala (ASAZGUA) fue aprobada el 17 de septiembre de 1957 en la ciudad de Guatemala. Esta la define como una entidad autónoma, apolítica y no lucrativa, integrada por los productores de azúcar del país, que deseen pertenecer a la misma.

El desarrollo de la agroindustria azucarera guatemalteca, desde aquella época, ha tenido como base fundamental la voluntad de mantener la unidad de sus integrantes, para desarrollar políticas, programas y proyectos en forma conjunta.

En Guatemala, la producción azucarera siempre ha tenido carácter privado y no ha contado con apoyos externos ni del Estado; contrario a lo que ha sucedido en la mayoría de los países productores de azúcar.

En líneas generales, los objetivos iniciales de ASAZGUA fueron los siguientes:

- Desarrollar y tecnificar los cultivos de la caña de azúcar mediante la creación de campos experimentales en donde se seleccionan semillas para distribuir las entre los sembradores de caña.
- Contratar a técnicos especializados en el ramo del azúcar y formar técnicos guatemaltecos para engrandecer la industria azucarera.
- Procurar tecnificar y mejorar los ingenios del país.
- Importar o adquirir toda clase de equipos, maquinaria, herramientas, etc. para el cultivo e industrialización de la caña de azúcar.
- Regular la distribución del azúcar y subproductos en todo el territorio, para asegurar el consumo y regular los precios en forma equitativa a fin de evitar la especulación.

1.8.1. Diversidad de productos generados por la industria azucarera de Guatemala

- Caña de azúcar
- Azúcar cruda
- Azúcar refinada
- Melaza
- Alcohol
- Etanol
- Energía eléctrica

1.8.2. Política de inocuidad

La política de inocuidad es un concepto que se refiere a la existencia y control de peligros asociados a los productos destinados para el consumo humano a través de la ingestión, tales como los alimentos y medicinas, a fin de que no provoquen daños a la salud del consumidor; aunque el concepto es más conocido para los alimentos, conociéndose como inocuidad alimentaria, también aplica para la fabricación de medicamentos ingeribles que requieren medidas más extremas de inocuidad.

Los fabricantes, proveedores de materias primas y distribuidores de productos terminados y expendios de estos productos, forman parte de la cadena alimentaria, y deben conocer y cumplir por lo menos la legislación local que garantice que sus productos alimenticios no afectarán la salud del consumidor.

A nivel internacional, existe la norma internacional ISO 22000, que certifica los sistemas de gestión de inocuidad en cualquier organización de la cadena alimentaria.

1.8.3. Análisis de peligro y puntos de control crítico (APPCC o HACCP)

El análisis de peligros y puntos críticos de control (APPCC o HACCP, por sus siglas en inglés) es un proceso sistemático preventivo para garantizar la inocuidad alimentaria, de forma lógica y objetiva.

Es de aplicación en industria alimentaria aunque también se utiliza en la industria farmacéutica, cosmética y en todo tipo de industrias que fabriquen materiales en contacto con los alimentos. En él se identifican, evalúan y previenen todos los riesgos de contaminación de los productos a nivel físico, químico y biológico, a lo largo de todos los procesos de la cadena de suministro, estableciendo medidas preventivas y correctivas para su control tendientes a asegurar la inocuidad.

2. FASE DEL SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Misión del Departamento de Mantenimiento

“Crear oportuna y eficientemente los sistemas de investigación, análisis y control estadístico, que aseguran un funcionamiento ideal de cada elemento dentro de las líneas de producción bajo estudio” (Eurolub Industrial, S. A., 2014).

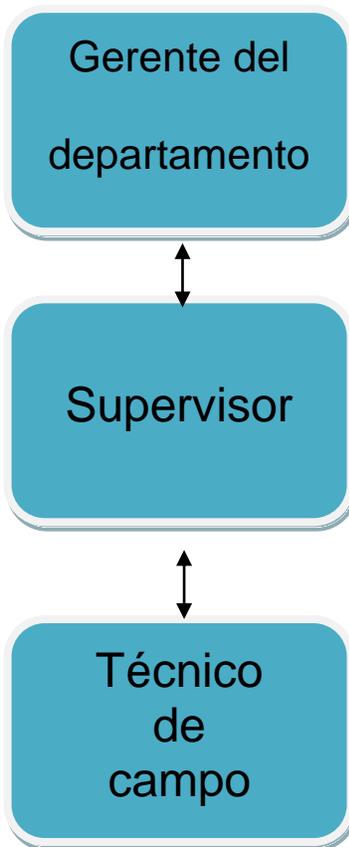
2.2. Visión del Departamento de Mantenimiento

“Proveer al departamento de ventas de información confiable y dinámica por medio de la cual se podrán tomar decisiones comerciales que aseguren un crecimiento indefinido del volumen de facturación, percibido en cada una de las cuentas a las que el departamento técnico preste sus servicios” (Eurolub Industrial, S. A., 2014).

2.3. Organigrama del Departamento de Mantenimiento

En el siguiente diagrama puede apreciarse el orden jerárquico de los puestos en el Departamento de Mantenimiento, para el efectivo cumplimiento del trabajo a realizar.

Figura 2. **Organigrama del Departamento de Mantenimiento**



Fuente: elaboración propia.

2.4. Perfil del empleado

Para la organización Eurolub Industrial S. A. es primordial que su recurso humano cuente con un alto grado de adaptabilidad y flexibilidad intelectual, que le permita al profesional asumir a cabalidad los retos asociados con el sector industrial para una asesoría impecable. Asimismo, requiere de un alto nivel de preparación, con orientación al logro de las metas del negocio y el compromiso con los grandes retos de la organización.

2.4.1. Aspectos generales

Las principales herramientas de motivación que utiliza la organización, con el empleado están basadas en el sistema de autodesarrollo. Ofreciéndole así a su personal la oportunidad para desenvolverse, dentro de un ambiente altamente competitivo.

2.4.1.1. Confidencialidad y ética profesional

Cuando una persona acepta un empleo en Eurolub Industrial S. A., contrae la obligación moral y legal de no difundir ninguna información confidencial.

Los tribunales siempre han reconocido que este tipo de información es propiedad de la empresa y para protección de este derecho de propiedad, han reconocido claramente la relación de confianza que existe entre un empleador y sus colaboradores.

2.4.1.2. Confiabilidad de la persona

Eurolub Industrial S. A. está comprometida en comercializar y proporcionar productos de calidad y valor superiores que mejor satisfagan las necesidades de los clientes. El éxito depende del desarrollo de relaciones productivas con los clientes, basadas en la integridad, conducta ética y confianza mutua. Eurolub Industrial S. A. reconoce que los clientes tienen necesidades individuales y expectativas que representan oportunidades únicas para un éxito mutuo.

2.4.2. Perfil del técnico de campo

El técnico de campo debe poseer ciertas habilidades y destrezas, para obtener los mejores resultados en el área que atiende, las que a continuación se describen.

2.4.2.1. Habilidades del candidato

- Comunicación eficaz: escuchar, hablar efectivamente, saber comunicar las ideas, tanto en forma oral como escrita.
- Trabajo en equipo: tener el concepto bien claro de que los resultados obtenidos en equipo están por encima que los obtenidos individualmente.
- Honestidad: en este trabajo es fundamental para el éxito de la misma.
- Conservador e innovador: una actitud abierta ante el cambio es necesaria para ser un buen trabajador, ya que cada día aparecen nuevas técnicas y elementos que facilitan las distintas labores.

2.4.2.2. Conocimientos técnicos

El técnico de campo debe tener amplios conocimientos sobre:

- Producción, transformación y envasado de alimentos preferiblemente de azúcar.
- Lubricantes para la industria y de grado alimenticio
- Buenas prácticas de manufactura, de higiene y seguridad industrial
- Mantenimiento preventivo

- Herramientas que se utilizan en la industria
- Los diferentes tipos de rodamientos

2.4.2.3. Requisitos personales

- Edad: de 25 a 45 años
- Sexo: masculino
- Escolaridad: técnico en mecánica industrial y conocimiento de Word y Excel.
- Vehículo: propio y en buenas condiciones.

2.4.3. Perfil del supervisor

El supervisor debe poseer las habilidades y conocimientos que a continuación se describen.

2.4.3.1. Habilidades del candidato

- Comunicación eficaz: escuchar, hablar efectivamente, saber comunicar las ideas tanto de manera oral como escrita.
- Trabajo en equipo: tener el concepto bien claro de que los resultados obtenidos en equipo están por encima que los obtenidos individualmente.
- Honestidad: este aspecto es fundamental para el éxito de la empresa.
- Rapidez de reacción: esta característica puede asumir todos los valores de la variable en función del tipo de trabajo que se trate, pero en ningún

caso podrá llegarse a los extremos, ni perder la noción del tiempo, tampoco lanzarse en forma violenta a la acción.

- Capacidad de planificación: saber planificar sus acciones, bien sea a corto, mediano, o largo plazo es indispensable. Esto se aplica a cualquier puesto de trabajo y circunstancias particulares. Lo que nunca se debe hacer es actuar sin pensar o planificar.
- Dependencia del superior: el trabajador debe estar motivado por su tarea, y trabajar porque le guste lo que está haciendo y no porque lo controlen o incentiven. Debe consultar con su superior cuando tenga dudas o no sepa cómo actuar, pero en ningún caso debe existir una dependencia que le obligue a no hacer nada hasta que lo decida el jefe.

2.4.3.2. Conocimientos técnicos

El supervisor debe tener conocimientos sólidos respecto de:

- Producción, transformación y envasado de alimentos, preferiblemente de caña de azúcar.
- Lubricantes para la industria.
- Tener bien claro de por qué en la industria alimentaria se utilizan los lubricantes en grado alimenticio que cumplan con las especificaciones NSF.
- Buenas prácticas de manufactura, higiene y seguridad industrial.

- Los tipos de rodamiento
- AutoCAD, Project, Visio, Excel, Word y Access.
- Importancia del mantenimiento preventivo.
- Conocer y aplicar las diferentes herramientas que se manejan a nivel industrial.

2.4.3.3. Requisitos personales

- Edad: 25 a 45 años
- Sexo: masculino
- Escolaridad: p nsun cerrado de Ingeniería Mecánica y excelente manejo de Office.
- Vehículo: contar con vehículo, en donde pueda llevar equipo de medición, para resguardarlo del clima y robo.

2.4.4. Perfil del gerente de mantenimiento

El gerente de mantenimiento debe poseer las habilidades y conocimientos que a continuación se describen.

2.4.4.1. Habilidades del candidato

- Comunicación eficaz: escuchar, hablar efectivamente, comunicar por escrito y oral bien las ideas.

- Trabajo en equipo: los resultados de los logros del equipo están por encima de los individuales.
- Honestidad: la honestidad para este trabajo es fundamental para el éxito del mismo.
- Rapidez en la acción: esta característica puede asumir todos los valores de la variable en función del tipo de trabajo que se trate, pero en ningún caso podrá llegarse a los extremos, ni perder la noción del tiempo, tampoco lanzarse en forma violenta a la acción.
- Capacidad de diseño: diseñar métodos y procedimientos de prueba para demostrar ante la gerencia de los clientes la ventaja de los lubricantes.
- Capacidad de planificación: saber planificar sus acciones bien sea a corto, mediano o largo plazo es indispensable; esto se aplica a cualquier circunstancia laboral, con tal acción se tendrá la capacidad de actuar ante cualquier circunstancia, pensando en el bien de la organización.
- Motivación para dirigir: dirigir empresarialmente es tratar de obtener los objetivos planteados, llevando el timón del buque de la empresa para los demás departamentos, por medio de un equipo de personas que son el equipo del departamento y con los medios materiales de que se dispone. Eso se llama en la empresa gestionar los recursos para alcanzar los fines.
- Capacidad de comprensión: todo aquel que manda sobre un grupo de personas debe tener la capacidad de entender y comprender el entorno, es decir conocer a la gente; esto se logra siendo observador, sabiendo

escuchar y analizando actitudes y reacciones del personal; el gerente ha de conocer bien a su grupo de empleados.

- **Capacidad de escucha:** es importante saber oír y escuchar al personal. A los mandos intermedios de la empresa, a los colaboradores más directos, a los diferentes empleados de la organización. No es cuestión solo de tiempo, es más bien de actitud de escucha. De estar en los momentos de conversación o diálogo abierto a recibir los *inputs* del interlocutor.
- **Capacidad de observación:** se debe estar atento para captar bien, en sus justas dimensiones y términos, diferentes aspectos relacionados con la empresa. La observación puede referirse a cuestiones tangibles o intangibles, materiales o espirituales. El espíritu de observación que se concreta en de ser buen observador, es una cualidad muy apreciable en un gerente o directivo, Aunque tiene sus dificultades y quizás precisa un cierto entrenamiento. Aplicado al departamento técnico, se requiere observación frente al trabajo de los empleados y comportamiento de los clientes y competidores, ante el desarrollo de los negocios o ante el aluvión de avances tecnológicos, por poner unos pocos ejemplos.

2.4.4.2. Conocimientos técnicos

El gerente de mantenimiento debe poseer conocimientos amplios sobre:

- Producción, transformación y envasado de alimentos, preferiblemente de caña de azúcar.
- TPM y control de calidad
- Lubricantes para la industria
- Hojas de control

- Comportamiento de la oferta y la demanda
- Tener bien claro por qué en la industria alimentaria se utilizan los lubricantes en grado alimenticio que cumplan con las especificaciones NSF
- Buenas prácticas de manufactura, higiene y seguridad industrial
- Tipos de rodamiento
- AutoCAD, Excel y Word
- Mantenimiento preventivo.
- Herramientas que se utilizan en la industria

2.4.4.3. Requisitos personales

- Edad: 30 a 45 años
- Sexo: masculino
- Escolaridad: ingeniero industrial o mecánico industrial
- Experiencia: jefaturas a nivel gerencial.
- Vehículo: poseer vehículo propio en buenas condiciones

2.5. Roles y responsabilidades

En términos generales habrá que realizar toda acción que conlleve a cuantificar numéricamente el sesgo del estado ideal de operación del elemento o equipo en estudio.

2.5.1. Rol del técnico de campo

- Supervisar trabajos de campo
- Recopilar datos
- Auditar la lubricación

- Dar sugerencias sobre lubricación

2.5.2. Responsabilidades del técnico de campo

- Verificar el buen uso del material que se le provea.
- Toma de datos como temperaturas, RPM; recopilación de tomas de muestra de los lubricantes para su análisis en el laboratorio.
- Verificar que todos los elementos del plan de lubricación sean manejados de manera correcta.
- Sugerir procedimientos para la aplicación de los lubricantes, siguiendo las normas de inocuidad.

2.5.3. Roles del supervisor de mantenimiento

- Transcribir los bocetos, diagramas y datos.
- Determinar los intervalos y cantidades de relubricación por elemento.
- Las principales herramientas de motivación que utiliza la organización con el empleado están basadas en el sistema de autodesarrollo. Ofreciéndole así a su personal la oportunidad para desenvolverse, dentro de un ambiente altamente competitivo.
- Elaborar reportes de consumo.

2.5.4. Responsabilidades del supervisor de mantenimiento

- Ordenar y organizar todos los bocetos, diagramas, fotografías y vídeos de los procesos de producción, de máquinas, mecanismos y elementos que el técnico de campo haya recopilado.
- Ordena, organiza y transcribe los resultados de los procedimientos de medición de variables de operación que el técnico de campo haya registrado durante las visitas de campo.
- Los intervalos y cantidades de relubricación se hacen por elemento con la ayuda de tablas, diagramas y datos técnicos de fabricante.
- Realiza los reportes de consumo de lubricantes por equipo, basado, en datos que arroje el plan de lubricación teórico propuesto.

2.5.5. Roles del gerente de mantenimiento

- Asesoría en selección de lubricantes
- Coordinar con técnico de campo las pruebas de nuevos lubricantes, toma de muestras y evaluación de las variables de operación de los lubricantes en uso
- Capacitación de lubricadores y mecánicos
- Toma de pedidos

2.5.6. Responsabilidades del gerente de mantenimiento

- Visitar frecuentemente a los ingenieros responsables de mantenimiento y producción para conocer su visión.

- Visitar frecuentemente a los supervisores responsables de mantenimiento y producción para conocer sus necesidades y plantear soluciones.
- Coordinar la toma de muestras y variables de operación de lubricantes en uso, conducentes a solucionar las necesidades planteadas.

2.6. Mapeo de las diferentes líneas de producción

Durante la ejecución del Ejercicio Profesional Supervisado se determinó que la manera más viable para localizar la aplicación de los diferentes lubricantes Verkol es a través de un mapeo de las áreas de producción donde pueda existir contacto incidental de azúcar con el lubricante; con esto se va a controlar y verificar la correcta aplicación de los diferentes lubricantes grado alimenticio y presentar el proyecto de lubricación a la gerencia de Eurolub Industrial S. A. para su revisión.

2.6.1. Procedimiento para realizar una hoja de mapeo

La idea de realizar un mapeo en las líneas de producción es para dar soporte a los planes de lubricación que actualmente existen y para lo cual se debe cumplir con el siguiente procedimiento:

- Ubicar a qué parte del proceso pertenece la máquina a mapear
- Determinar la máquina con la que se realizará el mapeo
- Analizar las partes móviles donde se ubiquen rodamientos
- Verificar con cuántos rodamientos por punto cuenta la máquina
- Determinar el tipo de rodamiento
- Medir la temperatura de funcionamiento del rodamiento
- Medir las revoluciones por minuto a las que trabaja el rodamiento

- Tomar las dimensiones del rodamiento
- Ubicar el manual del fabricante para determinar el tipo y cantidad de grasa.
- Realizar un croquis de la maquinaria como referencia para realizar el plan de lubricación.

A continuación se detalla la manera correcta de cómo realizar una hoja de mapeo, siguiendo los pasos descritos anteriormente:

Figura 3. **Hoja de mapeo para las diferentes líneas de producción**

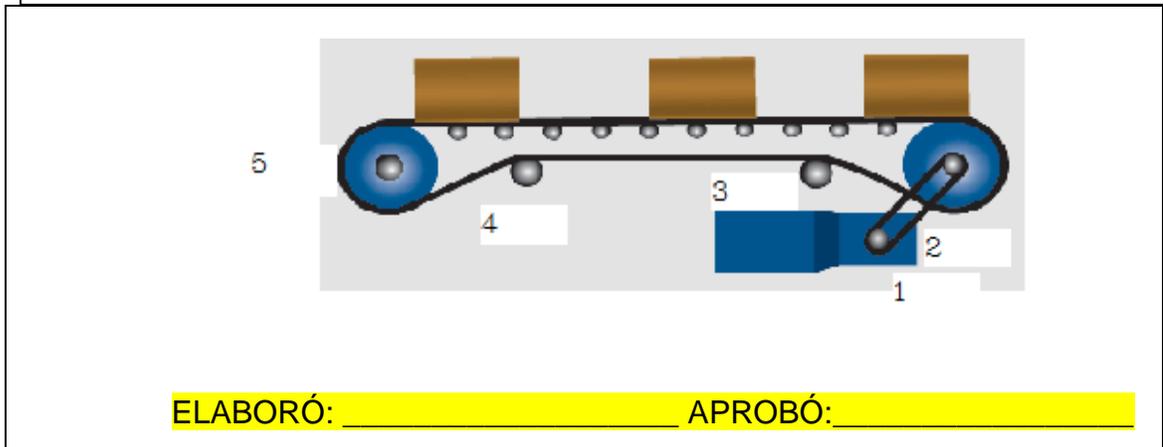


HOJA DE MAPEO

| DESCRIPCIÓN DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO | | | | | |
|---------------------------------------|--------------------------------|--------------------|------|------|----------------------------|
| TIPO DE MÁQUINA: | BANDA TRANSPORTADORA DE AZÚCAR | | | | |
| UBICACIÓN: | PRIMER NIVEL | | | | |
| MARCA: | GATES | PAÍS DE ORIGEN | USA | | |
| INFORMACIÓN DE CAMPO | | | | | |
| RODAMIENTO | CANTIDAD | TIPO DE RODAMIENTO | T °C | RPM | DIMENSIONES DEL RODAMIENTO |
| Elemento 1 | 2 | ESFÉRICOS | 50 | 1200 | 10X40X15 |
| Elemento 2 | 2 | ESFÉRICOS | 50 | 1200 | 10X40X15 |
| Elemento 3 | 2 | ESFÉRICOS | 50 | 1200 | 10X40X15 |
| Elemento 4 | 2 | ESFÉRICOS | 50 | 1200 | 10X40X15 |
| Elemento 5 | 2 | ESFÉRICOS | 50 | 1200 | 10X40X15 |
| Elemento 6 | | | | | |
| Elemento 7 | | | | | |

Continuación de la figura 3.

| | | | | |
|---|--------------|----------------|----------|--|
| Elemento 8 | | | | |
| FORMA DE APLICAR EL LUBRICANTE: | ALTA PRESIÓN | MÉTODO | PISTOLA | |
| TIPO DE LUBRICANTE: | ARCANOL | FRECUENCIA | CADA MES | |
| CANTIDAD GRS. | 40 | OBSERVACIONES: | | |
| Se encontró en el rodamiento derecho del punto 5 ruido extraño se lubricó y no mejoró; se recomienda cambiar el rodamiento. | | | | |



Fuente: elaboración propia.

2.7. Procedimientos para cálculo de relubricación

Para realizar el cálculo de relubricación de rodamientos, se explicará paso por paso la manera de cómo realizarlo, siguiendo el método FAG.

2.7.1. Factores que afectan el rendimiento de la grasa en los rodamientos

En relación con la duración de servicio de la grasa bajo condiciones ideales, se han tenido en cuenta para el periodo de engrase bajo condiciones

favorables en la práctica, algunos factores de seguridad: los factores de reducción del periodo de engrase f1, f2, f5 y f6 (valen también para grasas especiales) y los factores de reducción f3 y f4, correspondientes a la carga y a la temperatura, así como las temperaturas límite; en estos casos deberá preguntarse a los fabricantes de grasas. A continuación se presentan las diferentes tablas para formar los criterios de los factores de reducción de engrase.

Tabla I. **Polvo y humedad**

| Influencia por polvo y humedad en las superficies funcionales del rodamiento "F1" | | | |
|--|-----|-----|-----|
| Reducida | 0.9 | 0.8 | 0.7 |
| Fuerte | 0.6 | 0.5 | 0.4 |
| Muy fuerte | 0.3 | 0.2 | 0.1 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla II. **Golpes y vibraciones**

| Influencia por sollicitación a carga por golpes, vibraciones y oscilaciones "F2" | | | |
|---|-----|-----|-----|
| Reducida | 0.9 | 0.8 | 0.7 |
| Fuerte | 0.7 | 0.5 | 0.4 |
| Muy fuerte | 0.4 | 0.2 | 0.1 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. **Influencia de la temperatura**

| Influencia por elevadas temperaturas "F3" | | | |
|--|-----|-----|-----|
| Reducida hasta 75°C | 0.9 | 0.8 | 0.7 |
| Fuerte de (75 - 85°C) | 0.6 | 0.5 | 0.4 |
| Muy fuerte de (de 85 - 120°C) | 0.3 | 0.2 | 0.1 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla IV. **Influencia de elevada carga**

| Influencia por elevada sollicitación a carga "F4" | | | | |
|--|-----|-----|-----|-----|
| P/C = 0,1...0,15 | 1 | 0.9 | 0.8 | 0.7 |
| P/C = 0,15...0,25 | 0.7 | 0.6 | 0.5 | 0.4 |
| P/C=0,2....0,35 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.1 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Aire a través del rodamiento**

| Influencia por corriente de aire a través del rodamiento "F5" | | | | |
|--|-----|-----|-----|-----|
| Débil | 0.7 | 0.6 | 0.5 | |
| Fuerte | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.1 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. **Influencia de eje vertical**

| | | |
|---|-----|-----|
| Influencia por centrífuga o eje vertical en función de la obturación "F6" | | |
| 0.7 | 0.6 | 0.5 |

Fuente: elaboración propia.

2.7.2 Pasos para calcular el período de reengrase de los rodamientos, utilizando el método FAG

Obteniendo los datos que el técnico de campo recolectó a través del mapeo del equipo, se procede a calcular el periodo de reengrase. En este paso se utiliza la tabla I, para encontrar el factor Kf de la manera siguiente:

$$Prp = Kf * Dm * N$$

Donde:

Prp = período de reengrase parcial

Kf = factor del rodamiento en este caso es 1,5 obtenido de la tabla 1 por ser rodamiento rígido de bolas de dos hileras.

Dm = diámetro medio, es decir el promedio entre el diámetro externo y el interno del rodamiento $(di + de)/2$, según la hoja de mapeo.

Diámetro externo= 90 mm

Diámetro interno= 40 mm

$$D_m = (40 + 90)/2 = 61,5 \text{ mm}$$

N = RPM; en este caso se obtiene el dato de la hoja de mapeo que el técnico de campo recolecto, que son 6 000 RPM.

$$Pr = 1,5 * 61,5 * 6 000 = 553 600$$

Tabla VII. **Factor de rodamiento**

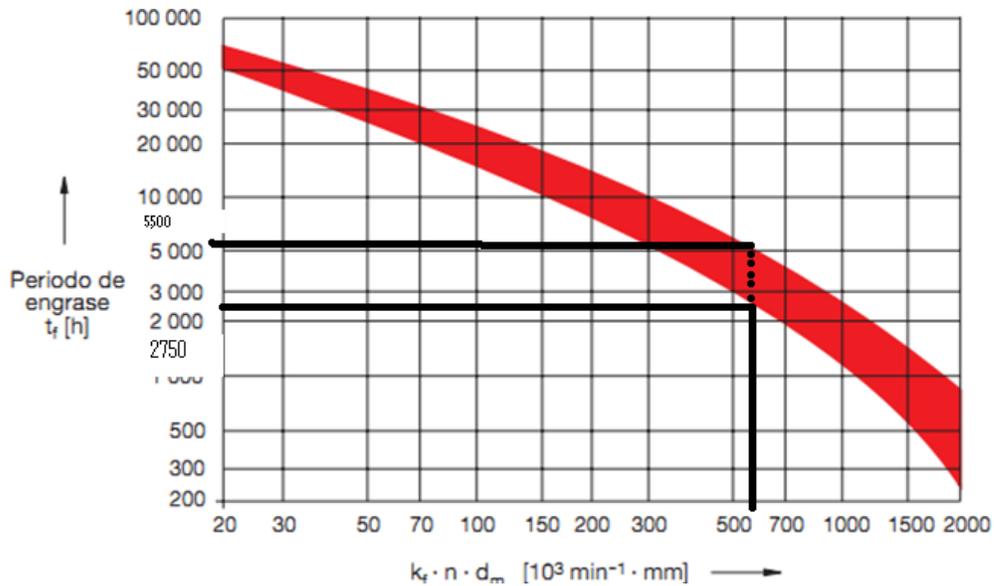
| Tipo de rodamiento | k_f | Tipo de rodamiento | k_f |
|---|---|--|---|
| Rodamientos rígidos de bolas | De una hilera 0,9...1,1 De dos hileras 1,5 | Rodamientos de rodillos cilíndricos | De una hilera 3...3,5*) De dos hileras 3,5 Sin jaula 25 |
| Rodamientos de bolas de contacto angular | De una hilera 1,6 De dos hileras 2 | Rodamientos axiales de rodillos cilíndricos | 90 |
| Rodamientos para husillos | $\alpha = 15^\circ$ 0,75 $\alpha = 25^\circ$ 0,9 | Rodamientos de agujas | 3,5 |
| Rodamientos con cuatro caminos de rodadura | 1,6 | Rodamientos de rodillos cónicos | 4 |
| Rodamientos oscilantes de bolas | 1,3...1,6 | Rodamientos oscilantes con una hilera de rodillos | 10 |
| Rodamientos axiales de bolas | 5...6 | Rodamientos oscilantes de rodillos sin reborde ("E") | 7...9 |
| Rodamientos axiales de bolas de contacto angular de dos hileras | 1,4 | Rodamientos oscilantes de rodillos con reborde central | 9...12 |

*) Para rodamientos solicitados por carga radial y constantemente por carga axial; en el caso de carga axial variable, vale $k_f = 2$

Fuente: Fag sales Europe Iberia. Abastecimiento de rodamientos con lubricante. p.36.

El dato anterior se busca en la siguiente gráfica.

Figura 4. Período de engrase



Fuente: Fag sales Europe Iberia. Abastecimiento de rodamientos con lubricante. p.36.

Al momento de plotear la gráfica, se obtienen los siguientes resultados del tiempo nominal T_f :

$$T_{f1} = 2\,800$$

$$T_{f2} = 5\,500$$

De donde:

$$T_{fm} = (2\,800 + 5\,500)/2 = 4\,150 \text{ horas}$$

Luego de calcular el tiempo nominal en horas se multiplica por los factores que alteran la vida del lubricante en los rodamientos y/o factores de seguridad.

F1 = contaminación = 0,4 fuerte (existe polvo en el ambiente porque el área alrededor es tierra).

F2 = vibración = 0,8 reducida (el equipo se encuentra bien alineado).

F3 = temperatura = 0,7 reducida hasta 75 °C (las lecturas del técnico de campo fueron las siguientes 58,3 °C y 56 °C).

F4 = carga = P/C = 0,3 punto intermedio (por el tipo de proceso se determinó usar este factor, basándose en un criterio riguroso).

F5 = influencia del aire a través del rodamiento = corriente débil = 0,5 (el sistema cuenta con ventilación para disipar el calor).

F6 = 1; la posición del eje es horizontal, por lo tanto este factor no altera la ecuación.

Se obtiene:

$$T_{fr} = T_{fm} * F1 * F2 * F3 * F4 * F5 * F6$$

Donde:

T_{fr} = período de lubricación en horas

T_{fm} = período de lubricación nominal

F1, F6 = factores de seguridad

$$T_{fr} = 4\ 150 * 0,4 * 0,8 * 0,7 * 0,3 * 0,5 = 139\ 44 \text{ horas}$$

$$T_{fr} = 5,81 \text{ días}$$

2.7.3. Procedimiento para encontrar la cantidad de grasa en el reengrase de rodamientos

Para encontrar este dato se utiliza la siguiente fórmula:

$$G = C * D * B$$

Donde:

G = cantidad de grasa

D = diámetro exterior del rodamiento

B = ancho del rodamiento

C = es la cantidad que representa en el llenado inicial según la siguiente tabla:

Tabla VIII. **Porcentaje de grasa del llenado inicial**

| | | |
|-------|------------------------------------|-----------|
| 0.005 | Representa 40 % de llenado inicial | Anual |
| 0.004 | Representa 30 % de llenado inicial | Mensual |
| 0.003 | Representa 20 % de llenado inicial | Quincenal |
| 0.002 | Representa 10 % de llenado inicial | Semanal |

Fuente: elaboración propia.

En este caso se utiliza $C = 0,002$, debido a que el período de relubricación es de 5,81 días, correspondiente al rango semanal

$$G = 0,002 * 90 * 33 = 5,94 \text{ gramos}$$

2.7.4. Procedimiento para determinar la cantidad de grasa proporcionada por la bomba

- Posicionar la balanza en “0”
- En la balanza se pesarán los gramos de dos muestras, empezando con la tara, que es un pedazo de papel de 8 cm x 8 cm, que sirve para depositar la grasa.
- Se pesan las dos muestras por separado, teniendo la precaución que no quede grasa en los instrumentos que se utilicen para manipular las muestras.
- Para la muestra 1, por cada bombazo de grasa se aplican 1,6 gramos, con una tara de 0,9 gramos; es decir que el peso de la grasa es de 0,7 gramos por bombazo.
- Para la muestra 2, por cada 8 bombazos de grasa se aplican 6,5 gramos de grasa, con una tara de 0,9 gramos; es decir que el peso de la grasa es de 5,6 gramos por 8 bombazos.

Después de realizar este proceso se puede determinar que para este punto se recomienda, según el cálculo FAG, una relubricación cada 6 días, aplicando 8 bombazos de grasa por vez.

2.7.5. Procedimiento para determinar el tipo de grasa, grado alimenticio a utilizar

Para determinar el tipo de grasa grado alimenticio a utilizar se procedió por medio del análisis de las fichas técnicas de la grasa actual y la grasa Verkol, que a continuación se detalla:

Tabla IX. Cuadro comparativo con la grasa Shell V220

| DESCRIPCIÓN | | SUSTITUYE A | |
|---|-------------------|---|-------------|
| VERKOFOOD WR-2 | | GRASA SHELL GRADUS 3 V 220 | |
| Color | Blanco | Color | Rojo |
| Tipo de espesante | Aluminio complejo | Tipo de espesante | Litio |
| Grado NLGI | 2 | Grado NLGI | 3 |
| Penetración a 60 golpes ASTM D-217 1/10mm | 277 | Penetración a 60 golpes ASTM D-217 1/10mm | 220 |
| Punto de goteo °C | 270 | Punto de goteo °C | 180 |
| Resistencia al agua a 90°C | 0 | Resistencia al agua a 90°C | 0 |
| Separación de aceite (30h/100°C) | 2,5 | Separación de aceite (30h/100°C) | 2 |
| Estabilidad a la oxidación 100 h Kg/cm ² | 0,15 | Estabilidad a la oxidación 100 h Kg/cm ² | 0,13 |
| Máquina de 4 bolas carga de soldadura ASTM D-2596, Kg | 250 | Máquina de 4 bolas carga de soldadura ASTM d-2596, Kg | 200 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. Cuadro comparativo con la grasa Albania EP2

| DESCRIPCIÓN | | SUSTITUYE A | |
|---|-------------------|---|--------------|
| VERKOFOOD WR-2 | | GRASA ALVANIA/RONEX MP EP 2 | |
| Color | Blanco | Color | Marrón claro |
| Tipo de espesante | Aluminio complejo | Tipo de espesante | LITIO |
| GRADO NLGI | 2 | Grado NLGI | 3 |
| Penetración a 60 golpes ASTM D-217 1/10 mm | 277 | Penetración a 60 golpes ASTM D-217 1/10 mm | 265 - 295 |
| Punto de goteo °C | 270 | Punto de goteo °C | 185 |
| Resistencia al agua a 90°C | 0 | Resistencia al agua a 90°C | 0 |
| Separación de aceite (30h/100°C) | 2,5 | Separación de aceite (18H/40°C) | 3 |
| Estabilidad a la oxidación 100h kg/cm ² | 0,15 | Estabilidad a la oxidación 100H KG/cm ² | 0,13 |
| Máquina de 4 bolas carga de soldadura ASTM d-2596, Kg | 250 | Máquina de 4 bolas carga de soldadura ASTM D- 2596 Kg | 315 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. Cuadro comparativo con aerosol WD-40

| DESCRIPCIÓN | | SUSTITUYE A | |
|---|------------------------|---|---------------------------------|
| GRASA SINTÉTICA EN AEROSOL VERKOFOOD WRT | | AEROSOL WD-40 | |
| Color | Nebulosa blanco | Color | Nebulosa ámbar claro |
| Tipo de espesante | Aluminio complejo | Tipo de espesante | Litio |
| Grado NLGI | 2 | Grado NLGI | 3 |
| Penetración a 60 golpes ASTM D-217 1/10 mm | N/A | Penetración a 60 golpes ASTM D-217 1/10 mm | N/A |
| Punto de goteo °C | 180 | Punto de goteo °C | 150 |
| Solubilidad al agua | Insoluble | Solubilidad al agua | Insoluble |
| Separación de aceite (30H/100°C) | N/A | Separación de aceite (18H/40°C) | N/A |
| Estabilidad a la oxidación 100h Kg/cm ² | N/A | Estabilidad a la oxidación 100h Kg/cm ² | N/A |
| Máquina de 4 bolas carga de soldadura ASTM D-2596, Kg | N/A | Máquina de 4 bolas carga de soldadura ASTM D-2596, Kg | N/A |

Fuente: elaboración propia.

2.7.6. Resumen tabulado del trabajo de campo

Después de haber realizado el mapeo de los equipos donde se implementará el uso de grasa grado alimenticio, se tabuló toda la información y con el apoyo de las hojas de cálculo se determinó el periodo de lubricación y la cantidad de grasa a utilizar.

Tabla XII. Información de campo obtenida a través de la hoja de mapeo

| | ÁREA | UBICACIÓN | MÁQUINA | MECANISMO | MECANISMO | ELEMENTO A LUBRICAR | CÓDIGO DE COJINETE | TIPO (BOLAS, AGUJAS, CONICO) | LUBRICANTE ANTERIOR | EQUIVALENTE VERKOL | Kf | |
|---------|-----------------------------------|------------------------|-------------|-------------------------------------|-----------|-----------------------------|--------------------|------------------------------|-----------------------|--------------------|---------------|-----|
| 1 | RECEPCIÓN Y DISOLUCIÓN | RECEPCION Y DISOLUCION | 1.1 | Agitador disolución de crudo | 1.1.1 | CHUMACERA LINK BELL | 1.1.1.1 | 22456 | OSCILANTE DE BOLAS | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 1.5 |
| | | | | | | | 1.1.1.2 | 22456 | OSCILANTE DE BOLAS | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 1.5 |
| | | | 1.2 | Agitador disolución cristal | 1.2.1 | CHUMACERA LINK BELL | 1.2.1.1 | 22456 | OSCILANTE DE BOLAS | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 1.5 |
| | | | | | | | 1.2.1.2 | 22456 | OSCILANTE DE BOLAS | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 1.5 |
| | | | 1.3 | Conductor de azúcar para disolución | 1.3.2 | CHUMACERA LINK BELL | 1.3.1.1 | N/A | CADENA | WD-40 | WRT AEROSOL | |
| | | | | | | | 1.3.2.1 | 683918 | OSCILANTE DE RODILLOS | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 10 |
| | | | | | | | 1.3.2.2 | 683918 | OSCILANTE DE RODILLOS | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 10 |
| | | | | | | | 1.3.2.3 | 683918 | OSCILANTE DE RODILLOS | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 10 |
| | | | | | | | 1.3.2.4 | 683918 | OSCILANTE DE RODILLOS | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 10 |
| | | | | | | | 1.3.2.5 | 22211 | OSCILANTE DE RODILLOS | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 10 |
| 1.3.2.6 | 22211 | OSCILANTE DE RODILLOS | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 10 | | | | | | | |
| 2 | CLARIFICADORES | CLARIFICADORES | 2.1 | CLARIFICADOR 2 | 2.1.1 | CADENA RC60 CHAROLA CERRADA | 2.1.1.1 | N/A | CADENA | WD-40 | WRT AEROSOL | |
| | | | 2.2 | Tanque de reacción | 2.2.1 | CHUMACERA LINK BELL | 2.2.1.1 | 22424 | OSCILANTE DE RODILLOS | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 10 |
| | | | | | | | 2.2.1.2 | 22424 | OSCILANTE DE RODILLOS | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 10 |
| | | | | | | | 2.2.1.3 | 22424 | OSCILANTE DE RODILLOS | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 10 |
| | | | | | | | 2.2.1.4 | 22424 | OSCILANTE DE RODILLOS | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 10 |
| | | | | | | | 2.2.1.5 | 22424 | OSCILANTE DE RODILLOS | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 10 |
| | | | | | | | 2.2.1.6 | 22424 | OSCILANTE DE RODILLOS | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 10 |
| | | | | | | | 2.2.1.7 | 22424 | OSCILANTE DE RODILLOS | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 10 |
| | | | | | | | 2.2.1.8 | 22424 | OSCILANTE DE RODILLOS | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 10 |
| 3 | TRATAMIENTO Y FILTRACIÓN DE LICOR | SUR | 3.1 | Licor tratado sur | 3.1.1 | ACOPLAMIENTO S 1070T10B | 3.1.1.1 | N/A | | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | |
| | | | | | | | 3.1.1.2 | N/A | | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | |
| | | | 3.2 | Licor tratado sur | 3.2.1 | ACOPLAMIENTO S 1060T10B | 3.2.1.1 | N/A | | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | |
| | | | | | | | 3.2.1.2 | N/A | | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | |
| | | | 3.3 | Licor tratado sur | 3.3.1 | ACOPLAMIENTO S 1060T10B | 3.3.1.1 | N/A | | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | |
| | | | | | | | 3.3.1.2 | N/A | | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | |
| 4 | PENDIENTE DE VENTAS | | | | | | | | | | | |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. Transporte de azúcar húmeda

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------------------|-----|-----------|---|-----------|-------------------------------|-----------|-----------------------|--------------------------------|-------------|--------------------------------|-------------|---------------|-------|----|-----|
| 6 | TRANSPORTE DE AZÚCAR HÚMEDA | SUR | 6.2.1 | Faja o conductor para azúcar húmeda sur | 6.2.1.1 | Chumaceras eje motriz | 6.2.1.1.1 | 22222AKMC3 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 15 | 155 | | |
| | | | | | | | 6.2.1.1.2 | 22222AKMC3 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 15 | 155 | | |
| | | | | | 6.2.1.2 | Chumaceras eje colero | 6.2.1.2.1 | 2215LBW33C | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 20 | 102.5 | | |
| | | | | | | | 6.2.1.2.2 | 2215LBW33C | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 20 | 102.5 | | |
| | | | | | 6.2.1.3 | Chumaceras cepillo | 6.2.1.3.1 | 2211 LBKW33 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 500 | 77.5 | | |
| | | | | | | | 6.2.1.3.2 | 2212 LBKW33 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 500 | 77.5 | | |
| | | | | | 6,2,1,4 | Chumaceras rodo retorno | 6,2,1,4,1 | 22439H | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 25 | 90 | | |
| | | | | | | | 6,2,1,4,2 | 22439H | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 25 | 90 | | |
| | | | | | 6,2,1,5 | CADENA | 6,2,1,5,1 | N/A | Cadena | WD-40 | WRT AEROSOL | | | | | |
| | | | | | 6.2.2 | Elevador de azúcar húmeda sur | 6.2.2.1 | Chumaceras eje motriz | 6.2.2.1.1 | 22220 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 60 | 135 |
| | | | | | | | | | 6.2.2.1.2 | 22220 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 60 | 135 |
| | | | | | | | 6.2.2.2 | Chumaceras eje colero | 6.2.2.2.1 | 22439H | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 60 | 90 |
| | | | 6.2.2.2.2 | 22439H | | | | | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 60 | 90 | | |
| | | | 6,2,2,3 | Cadena | | | 6,2,2,3,1 | N/A | Cadena | WD-40 | WRT AEROSOL | | | | | |
| | | | 6.2.3 | Faja de túnel sur | 6.2.3.1 | Chumaceras eje motriz | 6.2.3.1.1 | 22455 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 550 | 125 | | |
| | | | | | | | 6.2.3.1.2 | 22455 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 550 | 125 | | |
| | | | | | 6.2.3.2 | Chumaceras eje colero | 6.2.3.2.1 | 22215 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 550 | 102.5 | | |
| | | | | | | | 6.2.3.2.2 | 22215 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 550 | 102.5 | | |
| | | | | | 6.2.3.3 | Chumaceras cepillo | 6.2.3.3.1 | 22424 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 1150 | 50 | | |
| | | | | | | | 6.2.3.3.2 | 22424 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 1150 | 50 | | |
| | | | | | 6.2.3.4 | chumacera tensor | 6.2.3.4.1 | 22431 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 550 | 62.5 | | |
| | | | | | | | 6.2.3.4.2 | 22431 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 550 | 62.5 | | |
| | | | 6,2,3,5 | CADENA | 6,2,3,5,1 | N/A | Cadena | WD-40 | WRT AEROSOL | | | | | | | |
| | | | 6.2.4 | Conductor helicoidal | 6.2.4.1 | Chumaceras | 6.2.4.1.1 | 22447 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 180 | 87.5 | | |
| | | | | | | | 6.2.4.1.2 | 22447 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 180 | 87.5 | | |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. Secado y enfriado, sur

| | ÁREA | UBICACIÓN | MÁQUINA | MECANISMO | MECANISMO | ELEMENTO A LUBRICAR | CÓDIGO DE COJINETE | TIPO (BOLAS, AGUJAS, CÓNICO) | LUBRICANTE ANTERIOR | EQUIVALENTE VERKOL | Kf | N RPM | Dm | | | | |
|---|-------------------|-----------------------|------------|--|-----------|--------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------|---------------|-------|------|------|
| 7 | SECADO Y ENFRIADO | SECADO Y ENFRIADO SUR | 7.2.2 | Conductor helicoidal que alimenta secadora sur | 7.2.2.1 | Chumaceras motriz | 7.2.2.1.1 | 22447 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 55 | 87.5 | | | |
| | | | | | 7.2.2.2 | Chumaceras cola | 7.2.2.1.2 | 22447 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 55 | 87.5 | | | |
| | | | | | 7.2.2.3 | Chumacera mitad | 7.2.2.1.3 | 22447 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 55 | 87.5 | | | |
| | | | | | 7.2.2.4 | Cadena | 7.2.2.4.1 | N/A | CADENA | WD-40 | WRT AEROSOL | | | | | | |
| | | | 7.2.3 | Ventilador secado sur | 7.2.3.1 | Chumacera | 7.2.3.1.1 | | 22224 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 1785 | 167.5 | | |
| | | | | | | | 7.2.3.1.2 | | 22224 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 1785 | 167.5 | | |
| | | | 7.2.4 | Secadora sur | 7.2.4.1 | | 7.2.4.1.1 | | | | | | | | | | |
| | | | 7.2.5 | Conductor auxiliar sur | 7.2.5.1 | Chumacera eje motriz | 7.2.5.1.1 | | 22431 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 40 | 62.5 | | |
| | | | | | | | 7.2.5.1.2 | | 22431 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 40 | 62.5 | | |
| | | | | | | | 7.2.5.2.1 | Chumacera eje colero | 7.2.5.2.1 | | 22431 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 40 | 62.5 |
| | | | | | | | 7.2.5.2.2 | | | 22431 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 40 | 62.5 | |
| | | | | | 7.2.5.5 | Idler | 7.2.5.5.1 | | 6306 | Rígido de bolas 1 hilera | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 1.1 | 50 | 51 | | |
| | | | | | | | 7.2.5.5.2 | | 6306 | Rígido de bolas 1 hilera | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 1.1 | 50 | 51 | | |
| | | | | | | | 7.2.5.5.3 | | 6306 | Rígido de bolas 1 hilera | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 1.1 | 50 | 51 | | |
| | | | | | | | 7.2.5.5.4 | | 6306 | Rígido de bolas 1 hilera | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 1.1 | 50 | 51 | | |
| | | | | | | | 7.2.5.5.5 | | 6306 | Rígido de bolas 1 hilera | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 1.1 | 50 | 51 | | |
| | | | | | | | 7.2.5.5.6 | | 6306 | Rígido de bolas 1 hilera | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 1.1 | 50 | 51 | | |
| | | | | | | | 7.2.5.5.7 | | 6306 | Rígido de bolas 1 hilera | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 1.1 | 50 | 51 | | |
| | | | | | | | 7.2.5.5.8 | | 6306 | Rígido de bolas 1 hilera | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 1.1 | 50 | 51 | | |
| | | | 7.2.5.5.9 | | 6306 | Rígido de bolas 1 hilera | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 1.1 | 50 | 51 | | | | | | |
| | | | 7.2.5.5.10 | | 6306 | Rígido de bolas 1 hilera | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 1.1 | 50 | 51 | | | | | | |
| | | | 7.2.5.5.11 | | 6306 | Rígido de bolas 1 hilera | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 1.1 | 50 | 51 | | | | | | |
| | | | 7.2.5.5.12 | | 6306 | Rígido de bolas 1 hilera | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 1.1 | 50 | 51 | | | | | | |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. Tamizado y envasado de jumbos

| ÁREA | UBICACIÓN | MÁQUINA | MECANISMO | MECANISMO | ELEMENTO A LUBRICAR | CÓDIGO DE COJINETE | TIPO (BOLAS, AGUJAS, CÓNICO) | LUBRICANTE ANTERIOR | EQUIVALENTE VERKOL | Kf | N | RPM |
|-------------------------------|---------------------|---------|-----------|-----------|---------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------------|--------------------|---------------|-----|-----|
| TAMIZADO Y ENVASADO DE JUMBOS | TAMIZADO Y ENVASADO | 8.1.3 | Balancin | 8.1.3.1 | chumacera | 8.1.3.1.1 | 6306 | Rigido de bolas 1 hilera | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 1.1 | 50 |
| | | | | | | 8.1.3.1.2 | 6306 | Rigido de bolas 1 hilera | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 1.1 | 50 |
| | | | | | | 8.1.3.1.3 | 6306 | Rigido de bolas 1 hilera | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 1.1 | 50 |
| | | | | | | 8.1.3.1.4 | 6306 | Rigido de bolas 1 hilera | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 1.1 | 50 |
| | | | | | | 8.1.3.1.5 | 6306 | Rigido de bolas 1 hilera | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 1.1 | 50 |
| | | | | | | 8.1.3.1.6 | 6306 | Rigido de bolas 1 hilera | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 1.1 | 50 |
| | | | | | | 8.1.3.1.7 | 6306 | Rigido de bolas 1 hilera | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 1.1 | 50 |
| | | | | | | 8.1.3.1.8 | 6306 | Rigido de bolas 1 hilera | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 1.1 | 50 |
| | | | | | | 8.1.3.1.9 | 6306 | Rigido de bolas 1 hilera | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 1.1 | 50 |
| | | | | | | 8.1.3.1.10 | 6306 | Rigido de bolas 1 hilera | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 1.1 | 50 |
| | | | | | | 8.1.3.1.11 | 6306 | Rigido de bolas 1 hilera | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 1.1 | 50 |
| | | | | | | 8.1.3.1.12 | 6306 | Rigido de bolas 1 hilera | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 1.1 | 50 |
| | | | | | | 8.1.3.1.13 | 6306 | Rigido de bolas 1 hilera | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 1.1 | 50 |
| | | | | | | 8.1.3.1.14 | 6306 | Rigido de bolas 1 hilera | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 1.1 | 50 |
| | | | | | | 8.1.3.1.15 | 6306 | Rigido de bolas 1 hilera | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 1.1 | 50 |
| | | | | | | 8.1.3.1.16 | 6306 | Rigido de bolas 1 hilera | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 1.1 | 50 |
| | | | | | | 8.1.3.1.17 | 6306 | Rigido de bolas 1 hilera | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 1.1 | 50 |
| | | | | | | 8.1.3.1.18 | 6306 | Rigido de bolas 1 hilera | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 1.1 | 50 |
| | | | | | | 8.1.3.1.19 | 6306 | Rigido de bolas 1 hilera | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 1.1 | 50 |
| | | | | | | 8.1.3.1.20 | 6306 | Rigido de bolas 1 hilera | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 1.1 | 50 |
| | | | | | | 8.1.3.1.21 | 6306 | Rigido de bolas 1 hilera | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 1.1 | 50 |
| | | | | | | 8.1.3.1.22 | 6306 | Rigido de bolas 1 hilera | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 1.1 | 50 |
| | | | | | | 8.1.3.1.23 | 6306 | Rigido de bolas 1 hilera | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 1.1 | 50 |
| | | | | | | 8.1.3.1.24 | 6306 | Rigido de bolas 1 hilera | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 1.1 | 50 |
| | | | | | | 8.1.3.1.25 | 6306 | Rigido de bolas 1 hilera | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 1.1 | 50 |
| | | | | | | 8.1.3.1.26 | 6306 | Rigido de bolas 1 hilera | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 1.1 | 50 |
| | | | | | | 8.1.3.1.27 | 6306 | Rigido de bolas 1 hilera | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 1.1 | 50 |
| | | | | | | 8.1.3.1.28 | 6306 | Rigido de bolas 1 hilera | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 1.1 | 50 |
| | | | | | | 8.1.3.1.29 | 6306 | Rigido de bolas 1 hilera | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 1.1 | 50 |
| | | | | | | 8.1.3.1.30 | 6306 | Rigido de bolas 1 hilera | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 1.1 | 50 |
| | | | | | | 8.1.3.1.31 | 6306 | Rigido de bolas 1 hilera | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 1.1 | 50 |
| | | | | | | 8.1.3.1.32 | 6306 | Rigido de bolas 1 hilera | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 1.1 | 50 |
| | | | 8.1.4.1 | cadena | 8.1.4.1.1 | N/A | Cadena | WD-40 | WRT AEROSOL | | | |
| | | | | | 8.1.4.2.1 | 22539 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 60 | |

Continuación de la tabla XV.

| | ÁREA | UBICACIÓN | MÁQUINA | MECANISMO | MECANISMO | ELEMENTO A LUBRICAR | CÓDIGO DE COJINETE | TIPO (BOLAS, AGUJAS, CÓNICO) | LUBRICANTE ANTERIOR | EQUIVALENTE VERKOL | Kf | N RPM | Dm | | |
|---|-------------------------------|---------------------|---------|-----------------------|-----------|---------------------|--------------------|------------------------------|--------------------------------|--------------------|---------------|-------|----|----|--|
| ∞ | TAMIZADO Y ENVASADO DE JUMBOS | TAMIZADO Y ENVASADO | 8.1.4 | Carrito de jumbo No.1 | 8.1.4.1 | Cadena | 8.1.4.1.1 | N/A | Cadena | WD-40 | WRT AEROSOL | | | | |
| | | | | | 8.1.4.2 | Chumacera | 8.1.4.2.1 | 22539 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 60 | 75 | |
| | | | | | | | 8.1.4.2.2 | 22539 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 60 | 75 | |
| | | | | | | | 8.1.4.2.3 | 22539 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 60 | 75 | |
| | | | | | | | 8.1.4.2.4 | 22539 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 60 | 75 | |
| | | | 8.1.5 | Carrito de jumbo No.2 | 8.1.5.1 | Cadena | 8.1.5.1.1 | N/A | Cadena | WD-40 | WRT AEROSOL | | | | |
| | | | | | 8.1.5.2 | Chumacera | 8.1.5.2.1 | 22539 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 60 | 75 | |
| | | | | | | | 8.1.5.2.2 | 22539 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 60 | 75 | |
| | | | | | | | 8.1.5.2.3 | 22539 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 60 | 75 | |
| | | | | | | | 8.1.5.2.4 | 22539 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 60 | 75 | |
| | | | 8.1.6 | Carrito de jumbo No.3 | 8.1.6.1 | Cadena | 8.1.6.1.1 | N/A | CADENA | WD-40 | WRT AEROSOL | | | | |
| | | | | | 8.1.6.2 | Chumacera | 8.1.6.2.1 | 22539 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 60 | 75 | |
| | | | | | | | 8.1.6.2.2 | 22539 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 60 | 75 | |
| | | | | | | | 8.1.6.2.3 | 22539 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 60 | 75 | |
| | | | | | | | 8.1.6.2.4 | 22539 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 60 | 75 | |
| | | | 8.1.7 | Carrito de jumbo No.4 | 8.1.7.1 | Cadena | 8.1.7.1.1 | N/A | Cadena | WD-40 | WRT AEROSOL | | | | |
| | | | | | 8.1.7.2 | Chumacera | 8.1.7.2.1 | 22539 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 60 | 75 | |
| | | | | | | | 8.1.7.2.2 | 22539 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 60 | 75 | |
| | | | | | | | 8.1.7.2.3 | 22539 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 60 | 75 | |
| | | | | | | | 8.1.7.2.4 | 22539 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 60 | 75 | |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. Secado y enfriado, norte

| | ÁREA | UBICACIÓN | MÁQUINA | MECANISMO | MECANISMO | ELEMENTO A LUBRICAR | CÓDIGO DE COJINETE | TIPO (BOLAS, AGUJAS, CÓNICO) | LUBRICANTE ANTERIOR | EQUIVALENTE VERKOL | Kf | N | RPM | Dm |
|---|-------------------|-------------------------|-----------|-------------------------------------|-----------|---|--------------------|------------------------------|--------------------------------|--------------------|--------------------------------|-------------|---------------|-------|
| 7 | SECADO Y ENFRIADO | SECADO Y ENFRIADO NORTE | 7.1.2 | Ventilador secadora norte | 7.1.2.1 | Chumacera | 7.1.2.1.1 | 22224 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 1800 | 172.5 |
| | | | | | | | 7.1.2.1.2 | 22224 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 1800 | 172.5 |
| | | | 7.1.4 | Conductor helicoidal auxiliar norte | 7.1.4.1 | Chumacera eje motriz | 7.1.4.1.1 | | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 180 | 115 |
| | | | | | 7.1.4.2 | Chumacera eje colero | 7.1.4.2.1 | | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 180 | 115 |
| | | | | | 7.1.4.3 | Chumaceras medios | 7.1.4.4.1 | | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 180 | 115 |
| | | | | | 7.1.4,5 | Cadena | 7.1.4,5,1 | N/A | Cadena | WD-40 | WRT AEROSOL | | | |
| | | | 7.1.5 | Conductor azúcar seca norte | 7.1.5.1 | Chumacera eje motriz | 7.1.5.1.1 | 22455 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 40 | 125 |
| | | | | | | | 7.1.5.1.3 | 22455 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 40 | 125 |
| | | | | | 7.1.5.2 | Chumacera eje colero | 7.1.5.2.1 | 22215 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 50 | 102.5 |
| | | | | | | | 7.1.5.2.2 | 22215 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 50 | 102.5 |
| | | | | | 7.1.5.3 | Chumacera cepillo | 7.1.5.3.1 | 22423 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 975 | 50 |
| | | | | | | | 7.1.5.3.2 | 22423 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 975 | 50 |
| | | | | | 7.1.5.4 | Chumaceras tensor | 7.1.5.4.1 | 22431 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 90 | 62.5 |
| | | | | | | | 7.1.5.4.2 | 22431 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 90 | 62.5 |
| | | | | | 7.1.5,5 | Cadena | 7.1.5,5,1 | N/A | Cadena | WD-40 | WRT AEROSOL | | | |
| | | | | | 7.1.6 | Elevador de canjilones para azúcar seca norte | 7.1.6.1 | Chumacera motriz | 7.1.6.1.1 | 22220 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 |
| | | | 7.1.6.1.2 | 22220 | | | | | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 40 | 140 |
| | | | 7.1.6.2 | Chumacera eje colero | | | 7.1.6.2.1 | 22439 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 45 | 90 |
| | | | | | | | 7.1.6.2.2 | 22439 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 45 | 90 |
| | | | 7.1,6,3 | Cadena | | | 7.1,6,3,1 | N/A | Cadena | WD-40 | WRT AEROSOL | | | |
| | | | 7.1.7 | Conductor helicoidal tolvas norte | 7.1.7.1 | Chumacera motriz | 7.1.7.1.1 | 22447 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 55 | 87.5 |
| | | | | | 7.1,7,2 | Chumacera cola | 7.1.7.1.2 | 22447 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 55 | 87.5 |
| | | | | | 7.1,7,3 | Chumacera mitad | 7.1.7.1.3 | 22447 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 55 | 87.5 |
| | | | | | 7.1,7,4 | Cadena | 7.1,7,4,1 | N/A | Cadena | WD-40 | WRT AEROSOL | | | |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. Transporte de azúcar húmeda, norte

| | ÁREA | UBICACIÓN | MÁQUINA | MECANISMO | MECANISMO | ELEMENTO A LUBRICAR | CODIGO DE COJINETE | TIPO (BOLAS, AGUJAS, CONICO) | LUBRICANTE ANTERIOR | EQUIVALENTE VERKOL | Kf | N RPM | Dm | | | |
|---|-----------------------------|-----------|-----------|---|-----------|---------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------|---------------|-------|------|-----|
| 6 | TRANSPORTE DE AZÚCAR HÚMEDA | NORTE | 6.1.1 | Faja o conductor para azúcar húmeda norte | 6.1.1.1 | Chumaceras eje motriz | 6.1.1.1.1 | 22222 AKMC3 | rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 20 | 155 | | |
| | | | | | | | 6.1.1.1.2 | 22222 AKMC3 | rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 20 | 155 | | |
| | | | | | 6.1.1.2 | Chumaceras eje motriz | 6.1.1.2.1 | 22215 | rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 20 | 102.5 | | |
| | | | | | | | 6.1.1.2.2 | 22215 | rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 20 | 102.5 | | |
| | | | | | 6.1.1.3 | Chumaceras cepillo | 6.1.1.3.1 | 22211 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 450 | 77.5 | | |
| | | | | | | | 6.1.1.3.2 | 22211 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 450 | 77.5 | | |
| | | | | | 6,1,1,4 | Chumacera rodo retorno | 6,1,1,4,1 | 22439H | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 30 | 90 | | |
| | | | | | | | 6,1,1,4,2 | 22439H | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 30 | 90 | | |
| | | | | | 6,1,1,5 | CADENA | 6,1,1,5,1 | N/A | CADENA | WD-40 | WRT AEROSOL | | | | | |
| | | | | | 6.1.2 | Elevador de azúcar húmeda norte | 6.1.2.1 | Chumaceras eje motriz | 6.1.2.1.1 | 22222 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 65 | 155 |
| | | | | | | | | | 6.1.2.1.2 | 22222 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 65 | 155 |
| | | | | | | | 6.1.2.2 | Chumaceras eje colero | 6.1.2.2.1 | 22439 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 65 | 90 |
| | | | 6.1.2.2.2 | 22439 | | | | | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 65 | 90 | | |
| | | | 6,1,2,3 | CADENA | | | 6,1,2,3,1 | N/A | CADENA | WD-40 | WRT AEROSOL | | | | | |
| | | | 6.1.3 | Faja de tunel norte | 6.1.3.1 | Chumaceras eje motriz | 6.1.3.1.1 | 22455 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 550 | 125 | | |
| | | | | | | | 6.1.3.1.2 | 22455 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 550 | 125 | | |
| | | | | | 6.1.3.2 | Chumaceras eje colero | 6.1.3.2.1 | 22215 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 550 | 102.5 | | |
| | | | | | | | 6.1.3.2.2 | 22215 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 550 | 102.5 | | |
| | | | | | 6.1.3.3 | Chumaceras cepillo | 6.1.3.3.1 | 22424 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 1150 | 50 | | |
| | | | | | | | 6.1.3.3.2 | 22424 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 1150 | 50 | | |
| | | | | | 6.1.3.4 | Chumaceras tensor | 6.1.3.4.1 | 22431 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 550 | 62.5 | | |
| | | | | | | | 6.1.3.4.2 | 22431 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 550 | 62.5 | | |
| | | | | | 6,1,3,5 | CADENA | 6,1,3,5,1 | N/A | CADENA | WD-40 | WRT AEROSOL | | | | | |
| | | | | | Conductor | 6.1.4.1 | Chumaceras motriz | 6.1.4.1.1 | 22447 | Rodillos cilíndricos 2 hileras | Alvania EP2 | Verkofood WR2 | 3.5 | 400 | 87.5 | |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. Centrifugado sur

| | ÁREA | UBICACIÓN | MÁQUINA | MECANISMO | MECANISMO | ELEMENTO A LUBRICAR | CODIGO DE COJINETE | TIPO (BOLAS, AGUJAS, CONICO) | LUBRICANTE ANTERIOR | EQUIVALENTE VERKOL | Kf | N RPM | Dm | |
|---|--------------|--------------------|---------|------------------------|-----------|--|--------------------|--|---------------------|--------------------|----------------|--------------|-------------|-------|
| 5 | CENTRIFUGADO | 5.2 CENTRIFUGA SUR | 5.2.1 | Centrifuga BMA 1 | 5.2.1.1 | Cojinetes del cabezal del cono de cierre | 5.2.1.1.1 | 53228 | AXIAL DE BOLAS | HELL S3 V 22 | erkofood WR | 6 | 1300 | 170 |
| | | | | | | | 5.2.1.1.2 | 53228 | AXIAL DE BOLAS | HELL S3 V 22 | erkofood WR | 6 | 1300 | 170 |
| | | | | | | | 5.2.1.1.3 | 53228 | AXIAL DE BOLAS | HELL S3 V 22 | erkofood WR | 6 | 1300 | 170 |
| | | | | | 5.2.1.2 | Eje de canasta | 5.2.1.2.1 | 53420 | AXIAL DE BOLAS | HELL S3 V 22 | erkofood WR | 6 | 1300 | 155 |
| | | | | | 5.2.1.3 | Central de lubricacion | 5.2.1.3.1 | 53315 | AXIAL DE BOLAS | HELL S3 V 22 | erkofood WR | 6 | 1300 | 105 |
| | | | | | 5.2.2 | Centrifuga BMA 2 | 5.2.2.1 | Cojinetes del cabezal del cono de cierre | 5.2.2.1.1 | 53228 | AXIAL DE BOLAS | HELL S3 V 22 | erkofood WR | 6 |
| | | | | 5.2.2.1.2 | | | | 53228 | AXIAL DE BOLAS | HELL S3 V 22 | erkofood WR | 6 | 1300 | 170 |
| | | | | 5.2.2.1.3 | | | | 53228 | AXIAL DE BOLAS | HELL S3 V 22 | erkofood WR | 6 | 1300 | 170 |
| | | | 5.2.2.2 | Eje de canasta | | | 5.2.2.2.1 | 53420 | AXIAL DE BOLAS | HELL S3 V 22 | erkofood WR | 6 | 1300 | 155 |
| | | | 5.2.2.3 | Central de lubricacion | | | 5.2.2.3.1 | 53315 | AXIAL DE BOLAS | HELL S3 V 22 | erkofood WR | 6 | 1300 | 105 |
| | | | 5.2.3 | Centrifuga MAUSA 3 | | | 5.2.3.1 | Cojinetes del cabezal del cono de cierre | 5.2.3.1.1 | 53324 | AXIAL DE BOLAS | HELL S3 V 22 | erkofood WR | 6 |
| | | | | | | 5.2.3.1.2 | | 53324 | AXIAL DE BOLAS | HELL S3 V 22 | erkofood WR | 6 | 1300 | 165 |
| | | | | | 5.2.3.2 | Eje | 5.2.3.2.1 | 53324 | AXIAL DE BOLAS | HELL S3 V 22 | erkofood WR | 6 | 1300 | 165 |
| | | | 5.2.4 | Centrifuga TITAN 4 | 5.2.4.1 | Cojinete cilindro de accionamiento del cabezal | 5.2.4.1.1 | 53415 | AXIAL DE BOLAS | HELL S3 V 22 | erkofood WR | 6 | 1300 | 117.5 |
| | | | | | | | 5.2.4.1.2 | 53415 | AXIAL DE BOLAS | HELL S3 V 22 | erkofood WR | 6 | 1300 | 117.5 |
| | | | | | | | 5.2.4.1.3 | 53415 | AXIAL DE BOLAS | HELL S3 V 22 | erkofood WR | 6 | 1300 | 117.5 |
| | | | | | | | 5.2.4.1.4 | 53415 | AXIAL DE BOLAS | HELL S3 V 22 | erkofood WR | 6 | 1300 | 117.5 |
| | | | | | 5.2.4.2 | Cojinete de cabezal de cono de cierre | 5.2.4.2.1 | 53420 | AXIAL DE BOLAS | HELL S3 V 22 | erkofood WR | 6 | 1300 | 155 |
| | | | | | 5.2.4.3 | cilindro de arado | 5.2.4.3.1 | 53414 | AXIAL DE BOLAS | HELL S3 V 22 | erkofood WR | 6 | 1300 | 110 |
| | | | 5.2.4.4 | eje de fondo | 5.2.4.4.1 | 53415 | AXIAL DE BOLAS | HELL S3 V 22 | erkofood WR | 6 | 1300 | 117.5 | | |
| | | | 5.2.5 | Centrifuga BMA 5 | 5.2.5.1 | cojinetes del cabezal del cono de cierre | 5.2.5.1.1 | 53228 | AXIAL DE BOLAS | HELL S3 V 22 | erkofood WR | 6 | 1300 | 170 |
| | | | | | | | 5.2.5.1.2 | 53228 | AXIAL DE BOLAS | HELL S3 V 22 | erkofood WR | 6 | 1300 | 170 |
| | | | | | | | 5.2.5.1.3 | 53228 | AXIAL DE BOLAS | HELL S3 V 22 | erkofood WR | 6 | 1300 | 170 |
| | | | | | 5.2.5.2 | Eje de canasta | 5.2.5.2.1 | 53420 | AXIAL DE BOLAS | HELL S3 V 22 | erkofood WR | 6 | 1300 | 155 |
| | | | | | 5.2.5.3 | Central de lubricacion | 5.2.5.3.1 | 53315 | AXIAL DE BOLAS | HELL S3 V 22 | erkofood WR | 6 | 1300 | 105 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. Centrifugado norte

| ÁREA | UBICACIÓN | MÁQUINA | MECANISMO | MECANISMO | ELEMENTO A LUBRICAR | CÓDIGO DE COJINETE | TIPO (BOLAS, AGUJAS, CÓNICO) | LUBRICANTE ANTERIOR | EQUIVALENTE VERKOL | Kf | N RPM | Dm | | |
|--------------|------------------------|----------------------------------|---------------------|--|--|--|------------------------------|---------------------|--------------------|----------------|---------------|-------|-------|-------|
| CENTRIFUGADO | 5.1 CENTRIFUGADO NORTE | 5.1.1 CENTRÍFUGA TITAN NORTE # 1 | 5.1.1.1 | Cojinete cilindro de accionamiento del cabezal | 5.1.1.1.1 | 22216 | DOS HILERAS | SHELL S3 V 220 | Verkofood WR2 | 3.5 | 1085 | 110 | | |
| | | | | | 5.1.1.1.2 | 22216 | DOS HILERAS | SHELL S3 V 220 | Verkofood WR2 | 3.5 | 1085 | 110 | | |
| | | | | | 5.1.1.1.3 | 22216 | DOS HILERAS | SHELL S3 V 220 | Verkofood WR2 | 3.5 | 1085 | 110 | | |
| | | | | | 5.1.1.1.4 | 22216 | DOS HILERAS | SHELL S3 V 220 | Verkofood WR2 | 3.5 | 1085 | 110 | | |
| | | | 5.1.1.2 | Cojinete de cabezal de | 5.1.1.2.1 | 53415 | AXIAL DE BOLAS | SHELL S3 V 220 | Verkofood WR2 | 6 | 1300 | 117.5 | | |
| | | | 5.1.1.3 | Cilindro de arado | 5.1.1.3.1 | 53414 | AXIAL DE BOLAS | SHELL S3 V 220 | Verkofood WR2 | 6 | 1300 | 110 | | |
| | | | 5.1.1.4 | Eje de fondo | 5.1.1.4.1 | 53415 | AXIAL DE BOLAS | SHELL S3 V 220 | Verkofood WR2 | 6 | 1300 | 117.5 | | |
| | | | 5.1.2 | CENTRÍFUGA TITAN NORTE # 2 | 5.1.2.1 | Cojinete cilindro de accionamiento del cabezal | 5.1.2.1.1 | 53415 | AXIAL DE BOLAS | SHELL S3 V 220 | Verkofood WR2 | 6 | 1300 | 117.5 |
| | | | | | | | 5.1.2.1.2 | 53415 | AXIAL DE BOLAS | SHELL S3 V 220 | Verkofood WR2 | 6 | 1300 | 117.5 |
| | | | | | | | 5.1.2.1.3 | 53415 | AXIAL DE BOLAS | SHELL S3 V 220 | Verkofood WR2 | 6 | 1300 | 117.5 |
| | | | | | | | 5.1.2.1.4 | 53415 | AXIAL DE BOLAS | SHELL S3 V 220 | Verkofood WR2 | 6 | 1300 | 117.5 |
| | | | | | 5.1.2.2 | cojinete de cabezal de | 5.1.2.2.1 | 53420 | AXIAL DE BOLAS | SHELL S3 V 220 | Verkofood WR2 | 6 | 1300 | 155 |
| | | | | | 5.1.2.3 | Cilindro de arado | 5.1.2.3.1 | 53414 | AXIAL DE BOLAS | SHELL S3 V 220 | Verkofood WR2 | 6 | 1300 | 110 |
| | | | | | 5.1.2.4 | Eje de fondo | 5.1.2.4.1 | 53415 | AXIAL DE BOLAS | SHELL S3 V 220 | Verkofood WR2 | 6 | 1300 | 117.5 |
| | | 5.1.3 | CENTRÍFUGA TITAN #3 | 5.1.3.1 | Cojinete cilindro de accionamiento del cabezal | 5.1.3.1.1 | 53415 | AXIAL DE BOLAS | SHELL S3 V 220 | Verkofood WR2 | 6 | 1300 | 117.5 | |
| | | | | | | 5.1.3.1.2 | 53415 | AXIAL DE BOLAS | SHELL S3 V 220 | Verkofood WR2 | 6 | 1300 | 117.5 | |
| | | | | | | 5.1.3.1.3 | 53415 | AXIAL DE BOLAS | SHELL S3 V 220 | Verkofood WR2 | 6 | 1300 | 117.5 | |
| | | | | | | 5.1.3.1.4 | 53415 | AXIAL DE BOLAS | SHELL S3 V 220 | Verkofood WR2 | 6 | 1300 | 117.5 | |
| | | | | 5.1.3.2 | Cojinete de cabezal de | 5.1.3.2.1 | 53420 | AXIAL DE BOLAS | SHELL S3 V 220 | Verkofood WR2 | 6 | 1300 | 155 | |
| | | | | 5.1.3.3 | Cilindro de arado | 5.1.3.3.1 | 53414 | AXIAL DE BOLAS | SHELL S3 V 220 | Verkofood WR2 | 6 | 1300 | 110 | |
| | | | | 5.1.3.4 | Eje de fondo | 5.1.3.4.1 | 53415 | AXIAL DE BOLAS | SHELL S3 V 220 | Verkofood WR2 | 6 | 1300 | 117.5 | |
| | | 5.1.4 | CENTRIFUGA TITAN #4 | 5.1.4.1 | Cojinete cilindro de accionamiento del cabezal | 5.1.4.1.1 | 53415 | AXIAL DE BOLAS | SHELL S3 V 220 | Verkofood WR2 | 6 | 1300 | 117.5 | |
| | | | | | | 5.1.4.1.2 | 53415 | AXIAL DE BOLAS | SHELL S3 V 220 | Verkofood WR2 | 6 | 1300 | 117.5 | |
| | | | | | | 5.1.4.1.3 | 53415 | AXIAL DE BOLAS | SHELL S3 V 220 | Verkofood WR2 | 6 | 1300 | 117.5 | |
| | | | | | | 5.1.4.1.4 | 53415 | AXIAL DE BOLAS | SHELL S3 V 220 | Verkofood WR2 | 6 | 1300 | 117.5 | |
| | | | | 5.1.4.2 | Cojinete de cabezal de | 5.1.4.2.1 | 53420 | AXIAL DE BOLAS | SHELL S3 V 220 | Verkofood WR2 | 6 | 1300 | 155 | |
| | | | | 5.1.4.3 | Cilindro de arado | 5.1.4.3.1 | 53414 | AXIAL DE BOLAS | SHELL S3 V 220 | Verkofood WR2 | 6 | 1300 | 110 | |
| | | | | 5.1.4.4 | Eje de fondo | 5.1.4.4.1 | 53415 | AXIAL DE BOLAS | SHELL S3 V 220 | Verkofood WR2 | 6 | 1300 | 117.5 | |
| | | 5.1.5 | CENTRÍFUGA TITAN #5 | 5.1.5.1 | Cojinete cilindro de accionamiento del cabezal | 5.1.5.1.1 | 53415 | AXIAL DE BOLAS | SHELL S3 V 220 | Verkofood WR2 | 6 | 1300 | 117.5 | |
| | | | | | | 5.1.5.1.2 | 53415 | AXIAL DE BOLAS | SHELL S3 V 220 | Verkofood WR2 | 6 | 1300 | 117.5 | |
| | | | | | | 5.1.5.1.3 | 53415 | AXIAL DE BOLAS | SHELL S3 V 220 | Verkofood WR2 | 6 | 1300 | 117.5 | |
| | | | | | | 5.1.5.1.4 | 53415 | AXIAL DE BOLAS | SHELL S3 V 220 | Verkofood WR2 | 6 | 1300 | 117.5 | |
| | | | | 5.1.5.2 | Cojinete de cabezal de | 5.1.5.2.1 | 53420 | AXIAL DE BOLAS | SHELL S3 V 220 | Verkofood WR2 | 6 | 1300 | 155 | |
| | | | | 5.1.5.3 | Cilindro de arado | 5.1.5.3.1 | 53414 | AXIAL DE BOLAS | SHELL S3 V 220 | Verkofood WR2 | 6 | 1300 | 110 | |

Fuente: elaboración propia.

2.8. Equipamiento del Departamento de Mantenimiento

Los diferentes equipos que se utilizarán en el Departamento de Mantenimiento servirán para procesar una actividad donde se facilite el procedimiento de una manera correcta, limpia y fácil. Por eso es importante mantenerlos de forma ordenada y limpia para el acceso de ellas.

2.8.1. Equipo digital

Con el avance de la tecnológica cada vez se hace más indispensable la utilización de los diferentes tipos de equipo digital, esto conlleva a una actualización digital para estar a la vanguardia en equipos como:

- Computadoras de escritorio
- Computadoras portátiles
- Impresoras y *scanner*

2.8.1.1. Software

Es el conjunto de programas de cómputo, procedimientos, reglas, documentación y datos asociados que forman parte de las operaciones de un sistema de computación.

Al igual que las herramientas mecánicas, estos programas de cómputo formarán parte de toda actividad que se realice dentro del Departamento de Mantenimiento, dando soporte a la elaboración de: presentación, resultado, estrategia, traslado de información, documentación, información, elaboración de reportes, planos, planeamiento, cotizaciones, presupuestos, agenda, etc.

Estos programas tienen un uso abismal, ya que es indispensable tenerlos; por eso se hace mención de algunos programas básicos que utiliza el Departamento de Mantenimiento con distintos propósitos, para dar respuestas a todo lo planteado por los clientes.

2.8.1.2. Paquetes de Office

- Microsoft Excel
- Microsoft Word
- Microsoft Project
- Microsoft Access
- Autodesk AutoCAD

2.8.1.3. Base de datos

Una base de datos es un almacén o acumulador que permite guardar grandes cantidades de información de forma organizada, para que luego se pueda encontrar y utilizar fácilmente. Entre las principales características de una base de datos se tienen:

- Independencia lógica y física de los datos
- Redundancia mínima
- Acceso concurrente por parte de múltiples usuarios
- Integridad de los datos
- Consultas complejas optimizadas
- Seguridad de acceso y auditoría
- Respaldo y recuperación

2.8.1.4. Hojas electrónicas

La tecnología viene revolucionando la manera tradicional de archivar datos, trabajos y muchas actividades. El uso de la tecnología es de mucha importancia; la manera de utilizarla es muy sencilla, ya que sustituirá el lápiz, papel, regla y borrador en todos los trabajos.

En el Departamento de Mantenimiento, todas las hojas recopiladas deben de ser almacenadas en forma digital, a través de software como Microsoft Word y Microsoft Excel.

2.8.2. Equipo mecánico

Los equipos mecánicos son un conjunto de herramientas que facilitan el proceso de cualquier industria y de cualquier trabajo que quiera realizar la misma. Por eso se mencionan algunos de los equipos con los que cuenta el departamento y los que hacen falta.

2.8.2.1. Equipo mecánico que se implementará en el Departamento de Mantenimiento

Los equipos mecánicos sirven para procesar una actividad donde se facilite el procedimiento de una manera correcta, limpia y fácil. Por eso es importante mantenerlos de forma ordenada y limpia para el acceso de ellas.

- Extractores de rodamientos
- Medidor de RPM
- Vernier (pie de rey)
- Cinta métrica

- Pistola para medir temperatura
- Bomba de extracción de aceite para muestra y tubo de succión de aceite
- Recipientes para muestreo tanto de aceite como de grasa
- Juego de herramientas desde 5/16' hasta 1 ¼' en llaves como en copas

2.8.2.2. Presupuesto de equipo

En la tabla siguiente se hace una descripción del equipo que se utilizará, la cantidad que deberá adquirirse del mismo y su precio total.

Tabla XX. Presupuesto del equipo

| DESCRIPCIÓN | UNIDADES | PRECIO EN QUETZALES | TOTAL EN QUETZALES |
|--------------------------------------|----------|---------------------|--------------------|
| Extractor de aceites | 1 | 800,00 | 800,00 |
| Vernier | 1 | 750,00 | 750,00 |
| Metro | 1 | 125,00 | 125,00 |
| Pistola de temperatura | 1 | 3500,00 | 3500,00 |
| Extractor de rodamientos | 1 | 700,00 | 700,00 |
| Recipientes de aceites | 30 | 5,00 | 150,00 |
| Recipientes de grasas | 30 | 5,00 | 150,00 |
| Guantes | 3 | 35,00 | 105,00 |
| Mascarillas | 3 | 15,00 | 45,00 |
| Cascos | 3 | 60,00 | 180,00 |
| Lentes | 3 | 25,00 | 75,00 |
| Zapatos industriales | 3 | 500,00 | 1500,00 |
| Computadora portátil | 1 | 5 000,00 | 5000,00 |
| Computadora de escritorio | 1 | 3 500,00 | 3500,00 |
| Impresora, copiadora, <i>scanner</i> | 1 | 5 000,00 | 5000,00 |
| Accesorios de oficina | 1 | 1 500,00 | 1500,00 |
| Desengrasantes | 1 | 125,00 | 125,00 |
| Tapones para oído | 3 | 15,00 | 45,00 |
| Memoria USB | 1 | 125,00 | 125,00 |
| Programas | 4 | 450,00 | 1800,00 |
| Tablas para escribir | 1 | 45,00 | 45,00 |
| TOTAL | | | 24820,00 |

Fuente: elaboración propia.

3. FASE DE DOCENCIA

3.1. Objetivos

Dar a conocer los principales avances obtenidos con el desarrollo del Ejercicio Profesional Supervisado a la Gerencia de Eurolub Industrial S. A., tanto para las partes interesadas como individualmente, tomando especial atención en la creación del Departamento de Mantenimiento, por el principal objeto de mejora por parte del EPS a realizar.

3.2. Acciones

A continuación se detallan las acciones de docencia realizadas durante el desarrollo del Ejercicio Profesional Supervisado, en la modalidad de 6 meses, en Eurolub Industrial S.A.

Las acciones de docencia fueron ejecutadas de acuerdo con el nivel jerárquico recomendado en el numeral 2.3, que se refiere al organigrama del Departamento de Mantenimiento.

3.2.1. Capacitación al personal del Departamento de Mantenimiento

Entre todos los conceptos mencionados, posiblemente los programas de capacitación son los más importantes. Es imperativo que el personal de mantenimiento adquiera las habilidades necesarias que le permitan desarrollar sus actividades diarias eficientemente.

Se requiere una extensa capacitación y experiencia para estar plenamente calificados. El objetivo de las acciones de docencia se debe al continuo cambio que experimentan las tecnologías y materiales que se manejan en el departamento técnico, y es primordial estar a la vanguardia de ellos para el uso y control de los mismos.

3.2.1.1. Capacitación para el técnico de campo

- Seguridad industrial enfocada a operaciones en ingenios azucareros
- Mantenimiento preventivo de rodamientos
- HACCP (análisis de peligro y puntos críticos de control)
- Valores y ética profesional en el ejercicio de las actividades de campo
- Uso de hojas electrónicas
- Lubricación atóxica en la industria alimentaria
- Recomendación para montaje y desmontaje de rodamientos
- Almacenamiento de lubricantes
- Como lograr una lubricación eficaz

3.2.1.2. Capacitación para el supervisor de mantenimiento

- Todas las anteriores
- Crear y diseñar hojas electrónicas en Excel
- Como obtener información teóricamente de las muestras de lubricantes

3.2.1.3. Capacitación para el gerente de mantenimiento

- Todas las anteriores más las siguientes
- Análisis e implementación de un plan de lubricación proactivo

3.3. Recursos

Para ejecutar las acciones de docencia realizadas dentro del Ejercicio Profesional Supervisado se requirió la colaboración del personal, así como de ayuda audiovisual para cumplir con las metas trazadas y objetivos planteados.

3.3.1. Colaboración de Gerencia General

Para la finalización de las acciones de docencia del Ejercicio Profesional Supervisado se contó con la total colaboración de parte de la Gerencia General, ya que al momento de la presentación del proyecto y los pasos de cómo se iba a llevar a cabo, esto hizo eco en la administración, donde observaron una área de oportunidad y la explotación de un nicho en el mercado, de manera que se reflejaría en el incremento de las ventas; lo cual representaba el principal objetivo.

3.3.2. Impresión de material

Debido a la importancia que representó el proyecto como estrategia comercial, la administración cubrió todos los costos que absorbió el proyecto, parte de eso fue todo el material de oficina y la impresión del material, tanto de apoyo como de sustento.

3.3.3. Apoyo del gerente de ventas

El gerente de ventas es la autoridad más alta en la escala jerárquica del Departamento de Mantenimiento y el principal interesado en el desarrollo del proyecto, ya que el éxito del mismo se vería reflejado directamente en la gerencia a su cargo; es por eso que se contó con el apoyo del mismo en todo momento.

3.3.4. Programas de cómputo

Con la implementación del Departamento de Mantenimiento se adquirió un paquete completo de programas de cómputo, como es el caso de Office 2010.

3.3.5. Internet

Durante la ejecución del Ejercicio Profesional Supervisado, como parte del apoyo de recursos materiales se contó con internet, como soporte para obtener toda la información para el desarrollo del proyecto del EPS.

3.4. Resultados esperados

- Se actualizaron los perfiles de funcionamiento de las máquinas.
- Se generó una base de datos actualizada para que la empresa genere las estadísticas del cliente.
- Fueron aprobados los resultados obtenidos por parte de la Gerencia General.

- Se generó en el personal involucrado en la operación del Departamento de Mantenimiento, un sentimiento de participación y compromiso en las tareas para el buen funcionamiento del mismo y de esa manera mejorar los estándares de servicio.
- Se realizó la inducción al personal del Departamento de Mantenimiento.

CONCLUSIONES

1. Es posible a través de la incorporación de personal capacitado que llene las expectativas de la empresa, integrar un Departamento de Mantenimiento a Eurolub Industrial, S. A. enfocado en la aplicación de lubricante grado alimenticio.
2. El mercado objetivo del Departamento de Mantenimiento es la industria azucarera, y con la experiencia que dio el trabajo de campo se pueden diseñar procesos y controles para la correcta implementación de un mantenimiento preventivo.
3. Para el correcto funcionamiento del Departamento de Mantenimiento preventivo y con base en la información recopilada, es imperativo contar con la herramienta básica para realizar labores de montaje y desmontaje de rodamientos y no es necesaria la adquisición de herramienta especializada para ejecutar sus labores.
4. Por medio de la implementación de hojas de mapeo es posible diseñar un plan de lubricación, apegado a las necesidades de la empresa.
5. Es de suma utilidad contar con una guía de capacitación para mantener actualizado al personal del Departamento de Mantenimiento.

RECOMENDACIONES

1. Es necesario implementar estanterías para el buen almacenamiento de los lubricantes, para mantener la inocuidad de los mismos.
2. Capacitar al personal de nuevo ingreso que se integra al Departamento de Mantenimiento ayudará a reducir errores de ejecución y de mala comunicación.
3. Deben crearse hojas técnicas respecto del tipo de lubricante a recomendar, para la asesoría que se le proporcione a los clientes.
4. Recibir una capacitación de brigadista en el departamento es muy importante a la hora de algún suceso en una visita o dentro de las instalaciones.
5. Crear una página web en internet, que contenga soporte técnico enfocado a los clientes y productos que se tienen en venta.
6. Establecer la clasificación de peligrosidad en los productos de ventas para tener mayor confiabilidad de los clientes.
7. Tener a disposición los manuales de especificaciones técnicas de los diferentes lubricantes en inventario.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGUADO QUINTERO, Naín. *Lubricación de rodamientos*. [en línea]. <https://www.xing.com/communities/posts/lubricacion-de-rodamientos-1004976507>>. [Consulta: octubre de 2014].
2. DÍAZ DEL CASTILLO RODRÍGUEZ, Felipe. *Tribología: fricción, desgaste y lubricación*. México: UNAM, Cuautitlán Izcalli, 2007. 27 p.
3. FAG Sales Europe Iberia, España. *Lubricación de rodamientos*. [en línea]. http://www.rodaunion.com/descargas/catalogos/pdf/rodamientos_y_accesorios/fag/Lubricacion_Rodamientos_wl_81115_4_es_es.pdf>. [Consulta: noviembre de 2014].
4. GÓMEZ DE LEÓN, Félix Cesareo. *Tecnología del mantenimiento industrial*. [en línea]. <https://books.google.com.gt/books?isbn=8483710080>>. [Consulta: octubre de 2014].
5. *Lubricación estratégica y prácticas predictivas*. [en línea]. http://intranet.minas.medellin.unal.edu.co/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=1878&Itemid=285>. [Consulta: octubre de 2014].
6. MORTIMORE, Sara; WALLACE, Carol. *HACCP: enfoque práctico*. 2a ed. España: Acribia Editorial, 2001. 446 p.

APÉNDICE

Como parte de la asesoría profesional que se brindó a lo largo de la ejecución del Ejercicio Profesional Supervisado se diseñó un manual práctico con la información básica del correcto montaje y desmontaje de rodamientos esto sirvió como apoyo a la fase de docencia para poder cimentar y respaldarla.



Anexo 1. **Manual para el correcto montaje y desmontaje de rodamientos**

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

FECHA: 30 DE MAYO DEL 2014

INTRODUCCIÓN

El presente manual de operación describe y enumera las tareas de cómo ejecutar el proceso de montaje de los elementos rodantes, tales como recomendaciones sobre qué es lo incorrecto y lo correcto en el montaje. La importancia de la correcta ejecución de este manual es de mitigar las fallas causadas por el mal montaje de los elementos, ya que los estudios realizados en ellos nos dice que abarca un buen porcentaje de las fallas.

Algunas de estas fallas se deben a:

- Desalineación del eje
- Contaminación por polvo en el ambiente
- Rebabas del eje

- Falta de juego
- Mal montaje en su mayoría
- Mal manejo del lubricante

Objetivos

- Montar los componentes en su lugar de la mejor manera, para alargar la vida útil del elemento.
- Disminuir las fallas por mal montaje.
- Establecer un procedimiento óptimo para el montaje de rodamientos.

Herramientas

Utilizar una maleta de montaje que contenga el siguiente conjunto:

- Tubo percutores
- Juego de casquillos, robustos, que cubren una amplia gama de dimensiones (rodamientos de 10 a 50 mm de diámetro interior según el tipo de rodamientos).
- Martillo especial antirrebote: cargado con granalla para garantizar un alto impacto.
- Utilizar aceite (Verkol y su respectiva aplicación) para bañar el aceite y calentarlo.
- Recipiente de metal
- Placa calentadora
- Calentador por inducción
- Guantes termorresistentes

Montaje de elementos rodantes en los equipos

En esta práctica se puede utilizar dos métodos en frío y en caliente.

Método en frío

Cuando se trabaja en frío es muy importante tener en cuenta ciertas consideraciones antes de empezar el trabajo, a continuación detallamos el procedimiento correcto para realizar la tarea.

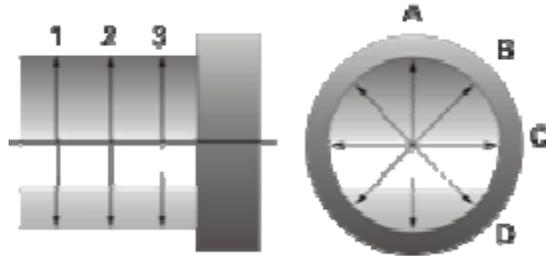
Procedimiento

- Mantener el lugar del montaje seco y libre de polvo.
- Observar la limpieza del eje del alojamiento y de las herramientas



- Organizar el área de trabajo
- Seleccionar las herramientas adecuadas para el montaje
- Comparar la designación del embalaje con la necesidad

- A precisión dimensional y de forma del eje que estará en contacto con el manguito debe ser analizado. El diámetro del eje debe ser verificado utilizándose un micrómetro en cuatro posiciones en dos o tres planos.
- Con un tubo del diámetro del anillo interior colocarlo sobre el anillo interior del rodamiento esto para evitar cargas sobre los cuerpos rodantes, también se puede utilizar arandelas gruesas con los diámetros del anillo interior y exterior del rodamiento, apoyado por el tubo con diámetro interior del anillo.



- El diámetro interior de este casquillo no debe ser mucho mayor que el agujero del rodamiento. El diámetro exterior no debe ser mayor que el borde interior para evitar el peligro de deteriorar la jaula.
- Utilizar el martillo anti-rebote para introducir a pequeños golpes el rodamiento.



- Inspeccionar la limpieza final y el ajuste del cojinete que se ha ensamblado.
- Inspeccionar el lugar de montaje
- Colocar la ficha de color para identificar el punto de lubricación y el lubricante recomendado
- Ordenar y recoger todo el equipo que se utilizó

Lo que no debe hacerse y ¿por qué?

- Pasar el cuerpo del empuñador a través del cuerpo rodante, puede provocar que los bolas dejen huellas en las pistas del rodaje y la vida útil del rodamiento disminuya. Ver imagen a continuación.

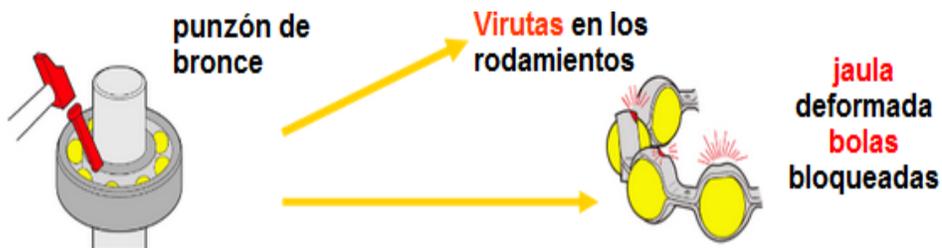
pasar el estuerzo de empuñador a través
de los **cuerpos rodantes**
1



- Golpear con martillo para ensamblarlo, esto puede provocar fracturas, esquirlas o fisuras en los anillos de los rodamientos.



- Utilizar un punzón de bronce, ya que este material provoca virutas de bronce que pueden introducirse dentro de los cuerpos rodantes, o puede causar que las jaulas se deformen.



- En rodamientos con cunas templadas puede ser muy frágil utilizar golpes.

Procedimiento en caliente

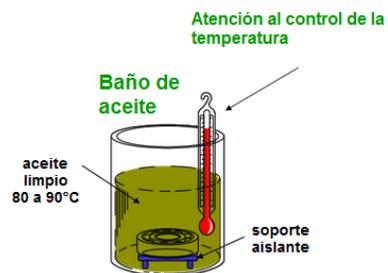
En este procedimiento tenemos dos tipos de métodos: Método por baño en aceite y el método de placa de calentamiento.

Procedimiento por el método de baño de aceite

- Repetir los pasos del 1-6 de montaje en frío
- Verificar las temperaturas de calentamiento de los rodamientos ya que puede causar alteraciones en las características metalúrgicas de los rodamientos, nos podemos apoyar en la siguiente tabla.

| Diámetro interno | Temperatura en ° C |
|-----------------------|--------------------|
| Hasta 100 mm | 90° C |
| De 101 hasta 150 mm | 120° C |
| de 150 mm en adelante | 30° C |

- Llenar en un recipiente limpio, aceite grado alimenticio verkol.
- Introducir un termómetro en el recipiente para controlar la temperatura, según la tabla del paso 7.
- Introducir el rodamiento. (usarse solo con rodamientos abiertos).



aceite y recipiente limpios: evita el riesgo de introducción de impurezas y suciedad, es decir, el deterioro prematuro.
(Usar sólo con rodamientos abiertos)

- Colocar el recipiente con el aceite, termómetro y el rodamiento sobre alguna hornilla.
- Prender la llama y dejarlo reposar hasta alcanzar la temperatura que se estable en el paso.
- Con un tenaza totalmente limpia, tomar el rodamiento e introducirlo en su eje lo más pronto posible.
- Inspeccionar la limpieza final y el ajuste del cojinete que se ha ensamblado.
- Inspeccionar el lugar de montaje.
- Ordenar y recoger todo el equipo que se utilizó.

Procedimiento por el método de placa de calentamiento

Este tipo de método es el más recomendado ya que contiene muchas ventajas a favor, tales como limpieza, facilidad, seguro para quien lo ejecuta y realizar el trabajo lo más óptimo posible.

- Repetir los pasos del 1-6 de montaje en frío.
- Verificar las temperaturas de calentamiento de los rodamientos ya que puede causar alteraciones en las características metalúrgicas de los rodamientos, se puede utilizar los datos de la tabla anterior.

- Dilatar el anillo interior con una placa de calentamiento con termostato regulado de 80 grados a 90 grados Celsius.
- Dilatar el anillo interior con una placa de calentamiento con termostato regulado de 80 grados a 90 grados Celsius



- Con un tenaza totalmente limpia, tomar el rodamiento e introducirlo en su eje lo más pronto posible
- Inspeccionar la limpieza final y el ajuste del cojinete que se ha ensamblado.
- Inspeccionar el lugar de montaje
- Ordenar y recoger todo el equipo que se utilizó.

Lo que no se debe hacer

- No exponer directamente la llama del soplete sobre el elemento rodante.
- No utilizar aceite contaminado para calentarlo
- No sobrepasar el grado de temperatura, ver en procedimiento

Desmontaje de rodamientos

Introducción

Todo elemento tiene un vida útil, los rodamientos cuando se reemplazan, es cuando ya han alcanzado su vida útil, desmontarlos es una tarea importante ya que si no se realiza de una forma adecuada, se pueden provocar daños en los componentes que son reutilizados, tales como el eje o la base donde va ensamblado. Esto se logra a través de métodos y herramientas para estas operaciones. Otro factor para el desmontaje es que si no se hace de una manera correcta el operario puede resultar accidentado.

Objetivos

Desmontar los rodamientos de una manera fácil y sin arruinar los ejes o bases donde va ensamblado.

Herramientas

- Extractor
- Punzones
- Martillo antirrebote
- Pinzas

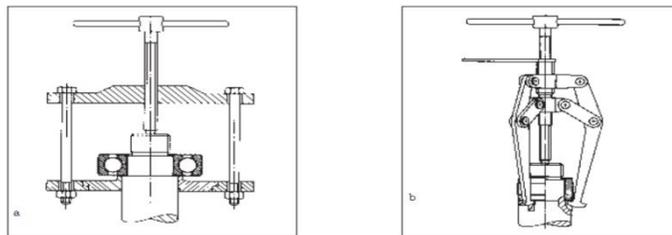
- Equipo de térmico
- Guantes termorresistentes

Método mecánico

Si se quiere emplear de nuevo los rodamientos, hay que desmontarlos con cuidado. Sobre todo hay que aplicar la herramienta de extracción en el aro que va montado, en caso contrario los cuerpos rodantes producirán marca en los caminos de rodadura, y puede producir que los rodamientos con poco espesor se rompan.

Procedimiento para rodamientos con asiento cilíndricos

- Mantener el lugar de desmontaje seco y libre de polvo
- Organizar el área de trabajo
- Seleccionar la herramienta apropiada, de acuerdo al tipo y montaje del rodamiento



Esta potente herramienta cuenta con una fuerza de extracción de hasta 100 kN (11.2 Ton).

- Posicionar el extractora manera que quede equilibrado y centrado el eje del extractor con el eje donde va colocado el rodamiento



- Darle vueltas al perno del extractor hasta equilibrar las fuerzas
- Con una llave girarla hasta que se oiga como un ruido como “*plack*”, luego de esto la fuerza del perno se siente suelta.
- Darle más giros al perno del extractor hasta que el rodamiento este fuera de su alojamiento.
- Retirar el extractor
- Retirar el rodamiento con la mano
- Verificar el eje si no está dañado o rayado para corregirlo antes del procedimiento de montaje.

Procedimiento donde se requiere algunos golpes

Este procedimiento es única y exclusivamente para rodamientos pequeño.

- Mantener el lugar de desmontaje seco y libre de polvo
- Organizar el área de trabajo

- Seleccionar la herramienta apropiada, en este caso un martillo y un punzón blando.
- Dar algunos golpes en toda la periferia del rodamiento, hasta que este esté fuera de su alojamiento.



- Verificar y Limpiar la superficie del eje o alojamiento, para estar preparado para el montaje.
- Comparar la designación del embalaje con la necesidad.

Elaborado por: Eddy S. Berreondo Díaz

