



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
PARA AUMENTAR LA DISPONIBILIDAD EN LA MÁQUINA
TRONQUERA Y SIERRA DE CINTA EN LA EMPRESA DERIMA
S.R.L.**

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor(es):

Bachiller Diego César Mendoza Rabanal

Bachiller Junior Javier Chavarry Cerdan

Asesor:

Ing. Mg. Karla Rossemary Sisniegas Noriega

Cajamarca - Perú

2018

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El asesor Karla Rossemary Sisniegas Noriega, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la tesis de los estudiantes:

- Mendoza Rabanal, Diego César
- Chavarry Cerdan, Junior Javier

Por cuanto, **CONSIDERA** que la tesis titulada: **Propuesta de un Plan de Mantenimiento Preventivo para Aumentar la Disponibilidad en la Máquina Tronquera y Sierra de Cinta en la Empresa DERIMA S.R.L.** para aspirar al título profesional de: Ingeniero Industrial por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** al o a los interesados para su presentación.

Ing. Mg. Karla Rossemary Sisniegas Noriega
Asesor

ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Los miembros del jurado evaluador asignados han procedido a realizar la evaluación de la tesis de los estudiantes: Diego César Mendoza Rabanal y Junior Javier Chavarry Cerdan para aspirar al título profesional con la tesis denominada: **Propuesta de un Plan de Mantenimiento Preventivo para Aumentar la Disponibilidad en la Máquina Tronquera y Sierra de Cinta en la Empresa DERIMA S.R.L.**

Luego de la revisión del trabajo, en forma y contenido, los miembros del jurado concuerdan:

Aprobación por unanimidad

Aprobación por mayoría

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Desaprobado

Firman en señal de conformidad:

Ing. Elmer Aguilar Briones
Jurado
Presidente

Ing. Ana Mendoza Azañero
Jurado

Ing. Luis Quispe Vásquez
Jurado

DEDICATORIA

Este proyecto está dedicado a nuestros queridos padres, por brindarnos su apoyo incondicional día a día y al asesor por guiarnos con entusiasmo y esfuerzo, para lograr nuestros objetivos y agradecerle por su dedicación.

AGRADECIMIENTO

Este presente trabajo agradecemos a nuestros padres y familiares porque nos brindaron su apoyo tanto moral y económico para seguir estudiando y lograr el objetivo trazado, llenándonos de orgullo y alegría por este gran logro.

A la universidad privada del norte, alma mater de la ingeniería industrial Porque nos formó como profesionales capaces de afrontar nuevos retos De igual manera se agrácese a todos los profesores que nos otorgaron sus Conocimiento y apoyo durante estos cinco años de estudio.

Gracias

Tabla de contenidos

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS	ii
ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
INDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE ECUACIONES	ix
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	15
CAPÍTULO III. RESULTADOS	33
3.2. Diagrama de Pareto	35
3.3. Tabla de matriz de riesgo-impacto.....	37
3.4. Matriz 5W	38
3.5. Diagrama de operaciones	39
3.6 Diagrama de operaciones de mantenimiento	42
3.7 Cálculos	44
3.9. VALORACIÓN ECONÓMICA	53
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	58
REFERENCIAS.....	61
ANEXOS	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla n°. 1 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos	15
Tabla n°. 2 Detalle de Técnicas e instrumentos de recolección de datos	15
Tabla n°. 3 Factor de reducción para intervalos de lubricación	25
Tabla n°. 4 Opciones y características de las grasas alternativas para aplicaciones normales	27
Tabla n°. 5 Aplicación de las grasas opcionales.....	27
Tabla n°. 6 Intervalos para cambio de aceite	30
Tabla n°. 7 Capacitación en seguridad y salud ocupacional	32
Tabla n°. 8 Paradas Imprevistas en Máquina Tronquera	35
Tabla n°. 9 Bajo nivel de utilización de la máquina Sierra de Cinta	36
Tabla n°. 10 Matriz 5W de la Máquina Tronquera.	38
Tabla n°. 11 Matriz 5W de la Máquina de Sierra de Cinta	38
Tabla n°. 12 Tabla Resumen de Diagrama de Operaciones de Pallets	40
Tabla n°. 13 Tabla Resumen de Diagrama de Operaciones de Tableros	41
Tabla n°. 14 Tabla Resumen de Diagrama de Mantenimiento de Disco de la Máquina Tranquera.	43
Tabla n°. 15 Tabla Resumen de Diagrama de Mantenimiento de la Cinta de corte de la Máquina de Sierra de Cinta.....	44
Tabla n°. 16 Operacionalización de Variable	51
Tabla n°. 17 Equipo de protección personal	53
Tabla n°. 18 Costo unitario para el servicio de Mantenimiento preventivo.	53
Tabla n°. 19 Costos de capacitación del personal y compra de materiales adicionales.	54
Tabla n°. 20 Costos de los EPP.	54
Tabla n°. 21 Costo total de la implementación del mantenimiento preventivo en la empresa DERIMA	55
Tabla n°. 22 Valoración económica del diseño de mantenimiento preventivo en la empresa DERIMA	56

INDICE DE FIGURAS

Figura n° 1 desarrollo del plan de mantenimiento.....	17
Figura n° 2 etapas del mantenimiento	20
Figura n° 3 Montaje del portaescobillas	24
Figura n° 4 Partes del cojinete de rodamiento a grasa	28
Figura n° 5 Anillo de fijación externo del cojinete	30
Figura n° 6 Diagrama de Ishikawa de la Máquina Tronquera.....	33
Figura n° 7 Diagrama de Ishikawa de la Máquina Sierra de Cinta	34
Figura n° 8 Diagrama de Pareto: Paradas Imprevistas en Máquina Tronquera.....	35
Figura n° 9 Diagrama de Pareto: Bajo nivel de utilización de la máquina Sierra de Cinta	36
Figura n° 10 Matriz de Riesgo-Impacto.....	37
Figura n° 11 Diagrama de operaciones de pallets	39
Figura n° 12 Diagrama de Operaciones de Tableros.	40
Figura n° 13 Diagrama de Mantenimiento de Disco de la Máquina tronquera	42
Figura n° 14 Diagrama de Mantenimiento de la Cinta de Corte de la Maquina Sierra de Cinta. ...	43

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Actividades Productivas	39
Ecuación 2 Actividades Improductivas.....	40
Ecuación 3 Disponibilidad física.....	45
Ecuación 4 Disponibilidad mecánica.....	45
Ecuación 5 Tiempo medio entre paradas	46
Ecuación 6 Tiempo medio de reparación.....	46
Ecuación 7 Fiabilidad	46

RESUMEN

En la empresa DERIMA S.R.L. se trabaja de lunes a sábado, con un promedio de 8 horas laborales; sin embargo, las maquinarias no siempre están en total funcionamiento, esto lleva a retrasos y/o parones que se van desde horas hasta días si el problema persiste. En concreto, este problema se hace aún mayor si estos retrasos se generan en dos de las principales máquinas que posee la empresa, las cuales son: tronquera y sierra de cinta. Si una de estas dos se detiene por minutos u horas, todo el proceso productivo para como consecuencia directa, ya que son las dos máquinas en donde inicia todo el trabajo y productos de la empresa.

El objetivo de este proyecto es proponer un plan de mantenimiento preventivo que pueda evitar estos retrasos y hacer que estas dos máquinas se mantengan activas en todas sus horas de funcionamiento, para que así no generen pérdidas para la empresa. Nuestro pensamiento a priori es dar como resultado positivo si se genera la completa implementación de este plan de mantenimiento dentro de la empresa y con sus propios trabajadores. Para llegar a este resultado se desarrolló el estudio apropiado con la ayuda de los diagramas de Ishikawa, el diagrama de Pareto, la tabla de matriz de riesgo-impacto, matriz 5W y diagrama de operaciones.

Este plan de mantenimiento preventivo aumenta la disponibilidad de las dos máquinas, impidiendo las paradas generadas por una falta de este, junto a esto se determinó los valores en los cuales mejoran, este plan incluye un procedimiento estandarizado tanto al mantenimiento de las máquinas como una capacitación óptima a los trabajadores. Por lo que, se recomienda que la misma empresa ejerza su propio plan de mantenimiento preventivo antes de contratar a terceros para hacer este procedimiento a cabo; ya que, este último generaría un mayor gasto y el riesgo de perder tiempo-recursos en el mantenimiento.

Palabras clave: Mantenimiento, Preventivo, Disponibilidad, Fiabilidad, Tiempo.

ABSTRACT

In the company DERIMA S.R.L. we work from Monday to Saturday, with an average of 8 working hours; however, the machinery is not always in full operation, this leads to delays and / or stoppages that go from hours to days if the problem persists. In particular, this problem is even greater if these delays are generated in two of the main machines owned by the company, which are: tronquera and bandsaw. If one of these two stops for minutes or hours, the entire production process as a direct consequence, since they are the two machines where all the work and products of the company starts.

The objective of this project is to propose a plan of preventive maintenance that can avoid these delays and make these two machines remain active in all hours of operation, so that they do not generate losses for the company. Our a priori thinking is to give a positive result if the full implementation of this maintenance plan is generated within the company and with its own workers. To reach this result, the appropriate study was developed with the help of the Ishikawa diagrams, the Pareto diagram, the risk-impact matrix table, the 5W matrix and the operations diagram.

This plan of preventive maintenance increases the availability of the two machines, preventing the stops generated by a lack of this, together with this was determined the values in which they improve, this plan includes a standardized procedure for both the maintenance of the machines and a training optimal to the workers. Therefore, it is recommended that the same company exercises its own preventive maintenance plan before hiring third parties to carry out this procedure; since, this last one would generate a greater expense and the risk of losing time-resources in the maintenance.

Keywords: Maintenance, Preventive, Availability, Reliability, Time.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

La empresa DERIMA S.R.L. ofrece diferentes productos teniendo en cuenta las necesidades de sus clientes, en el proceso que va desde el descortezado, corte, armado y venta de sus diferentes productos cuenta con diferente maquinaria, en la cual se ha notado que presenta paradas imprevistas en su línea de producción, lo cual disminuye la productividad de la empresa.

Se ha identificado a dos principales máquinas las cuales están en constante paradas de trabajo por problemas de mantenimiento preventivo; este mencionado tiene una gran importancia dentro de cualquier empresa de producción y es que también previene una disminución en el rendimiento y su principal objetivo es de crear un ambiente favorable para la cadena de producción. Para la empresa DERIMA S.R.L. los principales problemas se derivan a dos máquinas, las cuales son: sierra de cinta y la tronquera; las cuales han demostrado tener fallas como se muestran en las siguientes figuras n.º 2.1 y n.º 2.2. Esto afecta directamente a la disponibilidad y al rendimiento en general de la empresa.

El principal problema en la máquina tronquera se deriva del funcionamiento y el tiempo de disponibilidad que tiene en el trabajo decayendo así en la cantidad de paradas imprevistas que tiene durante su funcionamiento, llegando a retrasar todo el flujo de trabajo de la empresa; ya que, de esta máquina salen todos los troncos que serán utilizados en los diferentes tipos de productos. En cambio, para la máquina sierra de cinta es la falta de un proceso estandarizado que permita disminuir el tiempo en el que se le da mantenimiento correctivo después de que una sierra ha sido desgastada, este tiempo en que demoran en hacer el cambio de cinta puede ser disminuido para así optimizar tiempo de trabajo y hacer que la empresa aumente su productividad.

Para confirmar que el mantenimiento preventivo es necesario para toda empresa (Herrera Galán & Duany Alfonso, 2016) mencionan que cualquiera de estas que deseen enfrentar estos retos deben estar preparadas para asimilar estos cambios que imponen el desarrollo. Es necesario y preciso analizar y procesar todos los datos que reporta el área de mantenimiento para que así se busque la manera más eficiente con el mínimo costo que garantice el desempeño del mantenimiento, cumpliendo con la misión y visión de la empresa. El completo éxito del trabajo del mantenimiento no dependería únicamente de la cantidad de recursos que cuente esta área, sino también de la capacidad y calidad con que se organice este servicio.

Junto a la importancia anteriormente mencionada, el mantenimiento preventivo está íntegramente relacionado con la disponibilidad, según (Alavedra Flores, y otros, 2016) todo

sistema es productivo, siempre y cuando opere bajo un mínimo de fallas. El mantenimiento preventivo tiene como función permitir el conocimiento sistemático del estado de las máquinas y equipos para programar la tarea que debe realizarse, en los momentos más oportunos y de menor impacto. Par lograr lo que se mencionó al comienzo de la cita el principal objetivo del mantenimiento preventivo es que no se debe esperar a que las máquinas fallen para hacerlas una reparación, sino que se programen los recambios con el tiempo necesario antes de que se presente la falla; esto se puede lograr conociendo las especificaciones técnicas de los equipos a través de los manuales.

Para complementar lo mencionado en el artículo mencionado de (Alavedra Flores, y otros, 2016); el objetivo de diseñar un programa de mantenimiento preventivo para una empresa o industria es el de permitir tener un mantenimiento planificado, dirigido y controlado; también el de definir metas y coordinar las actividades, esta lista de trabajo, son actividades diseñadas para minimizar el riesgo de fallas de los equipos. El resultado que se obtuvo fue el desarrollo de un programa de mantenimiento preventivo para la industria productora de hormigón premezclado, que garantice un 85% de confiabilidad de los equipos para funcionar en un instante determinado y aumentar la capacidad para operar sin producir daño. Adicionalmente, lograr estandarizar y mejorar la productividad de la mano de obra, en las actividades de mantenimiento; todo esto es mencionado por Villegas Arenas (2016). *Propuesta de Mejora en la Gestión del Área de Mantenimiento, para la Optimización del Desempeño de la Empresa "MANGER S.R.L. CONTRATISTAS GENERALES"* (Tesis de titulación). Universidad Católica San Pablo, Perú.

El principal objetivo de la investigación es analizar y proponer un sistema de mantenimiento preventivo es desarrollar el cuidado más correcto a las maquinarias sin dejar de lado la salud y seguridad del trabajador; desarrollando y proponiendo los procesos adecuados para lograr lo anteriormente mencionado y capacitando a los trabajadores de la manera correcta. En el ámbito económico se ha desarrollado una comparación entre la inversión que va a ser la empresa para desarrollar e implementar por sí misma la propuesta de mantenimiento o contratar a una empresa especializada en ese rubro para lograr identificar la mejor opción a tomar.

1.2. Formulación del problema

¿En qué medida la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo incrementará la disponibilidad en las máquinas tronquera y sierra de cinta en la empresa DERIMA S.R.L.?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Proponer un Plan de Mantenimiento Preventivo para Aumentar la Disponibilidad en las Máquinas Tronquera Y Sierra de Cinta de la Empresa DERIMA S.R.L.

1.3.2. Objetivos específicos

- Medir la disponibilidad actual en la máquina tronquera y sierra de cinta.
- Analizar el mantenimiento preventivo actual en la máquina tronquera y sierra de cinta.
- Proponer un plan de mantenimiento preventivo en la empresa DERIMA S.R.L.
- Medir los indicadores de disponibilidad de la máquina tronquera y sierra de cinta después de la propuesta.
- Realizar una evaluación económica de la propuesta para evaluar su viabilidad.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

La Propuesta de un Plan de Mantenimiento Preventivo Aumentará la Disponibilidad en las Máquinas Tronquera y Sierra de Cinta en la Empresa DERIMA S.R.L.

1.4.2. Hipótesis específicas

- La disponibilidad en la máquina tronquera y sierra de cinta aumentará.
- El mantenimiento preventivo aumentará los indicadores estudiados en la máquina tronquera y sierra de cinta.
- El plan de mantenimiento preventivo influirá de manera positiva en la empresa DERIMA S.R.L.
- Los indicadores estudiados aumentarán, mejorando así la disponibilidad en la máquina tronquera y sierra de cinta.
- La valorización económica será viable para implementar la propuesta.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

2.1.1. *Descriptiva.*

En el escenario presente de la empresa se sabe que no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo para su maquinaria, en la presente Tesis se desarrollará un plan de mantenimiento el cual ofrecerá el soporte necesario a la empresa para que eleve su disponibilidad de la máquina tronquera y sierra de cinta. Adjunto a esto, se puede valorar y mencionar que no hubo ninguna manipulación de las variables de estudio, se ha realizado la correspondiente observación de las máquinas en su ambiente natural y su ubicación de trabajo.

2.1.2. *Transversal.*

La investigación que se ha realizado se ha centrado en analizar el nivel en que la variable dependiente se encuentra en un momento dado; se ha recolectado los datos necesarios en tiempos seleccionados con el objetivo de describir variables y analizar su acontecimiento e interrelación en ese momento dado.

2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

Está constituido por todos los elementos que conforman el plan de mantenimiento preventivo de las máquinas tronquera y sierra de cinta de la empresa derivados de la madera S.R.L.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Tabla n°. 1 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

Método	Fuente	Técnica
Cualitativo	Primaria	- Entrevista
	Secundaria	- Análisis de contenido
Cuantitativo	Primaria	- Visita
	Secundaria	- Análisis estadístico
Observación	Primaria	- Guía de observación

Fuente: elaboración propia

Mostraremos detalladamente las técnicas e instrumentos que se emplearon en la recolección de la información en la empresa Derivados De La Madera SRL.

Tabla n°. 2 Detalle de Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica	Justificación	Instrumentos	Aplicado en
Entrevista	Permitirá identificar los procesos actuales dentro del Área de producción y de la planta misma	<ul style="list-style-type: none"> • Guía de entrevista. • Cámara • Lapicero. 	Encargados del Área de producción y mantenimiento
Observación directa	Podemos observar la participación de los trabajadores y jefes responsables a su vez cada uno de los materiales, sus características y el proceso de producción	<ul style="list-style-type: none"> • Guías de observación 	Área de Producción
Análisis de documentos	Para obtener la información histórica de la empresa.	<ul style="list-style-type: none"> • Registros. 	Historial de la empresa. Recopilación de datos

Fuente: Elaboración propia

a. Observación Directa

Objetivo:

Permitirá identificar las fallas críticas de todos los procesos aplicados para la elaboración de mobiliario escolar en la empresa DERIMA SRL.

Procedimiento:

- **Observación Directa:**
 - Participar en la evaluación de todas las áreas de la empresa.
 - Registrar lo necesario para luego procesar los datos posteriormente
- **Secuela de la Observación Directa:**
 - Identificación de fallas en más graves en funcionamiento de la maquinaria.
 - Registro fotográfico de las fallas y maquinaria de DERIMA S.R.L.
- **Instrumentos:**
 - Cámara Fotográfica
 - Grabadora Digital
 - Papel y Lapiceros

2.6.2 Para procesar datos

Técnicas de Estadística descriptiva

Los resultados obtenidos en la aplicación de la encuesta los mostramos mediante gráfico de:

- Diagrama de Pareto.
- Diagramas de Ishikawa.

Programas

- Office 2013: Microsoft Word, Microsoft Excel.
- Project 2013

2.4. Procedimiento

Para lograr desarrollar un plan de mantenimiento preventivo se definen los siguientes pasos:

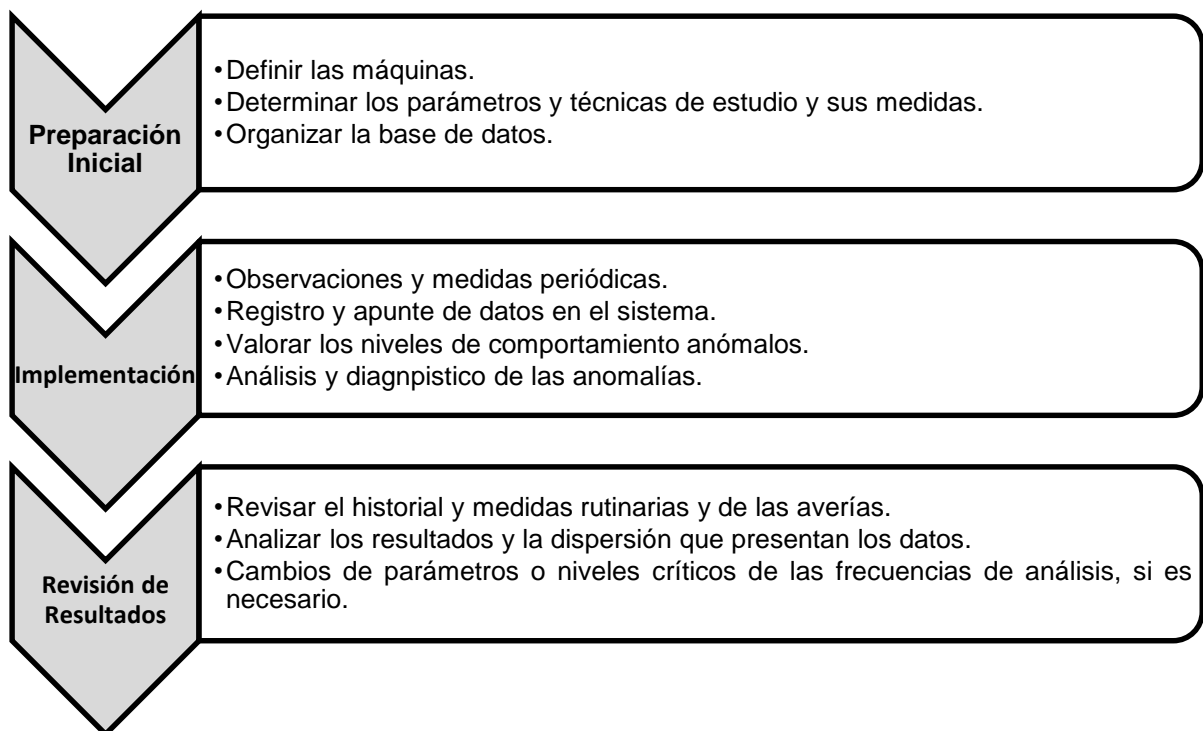


Figura n° 1 desarrollo del plan de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Una vez que se ha terminado la evaluación actual de las calderas se procede a la propuesta de mantenimiento preventivo, realizado con el fin de prevenir al máximo las fallas en los equipos y preservarlos en un estado de funcionamiento óptimo. Las características bajo las cuales se está proponiendo el desarrollo del plan son:

- Empadronamiento de equipos
- Diseño del sistema documental (formatos para la debida administración del mantenimiento).
- Diseño de tablas de control
- Programa de capacitación al personal de operaciones

a) Empadronamiento de equipos

Como primer paso en el desarrollo del plan de mantenimiento, se seleccionó a la maquinas tronquera y sierra de cinta por ser las maquinas con mayor impacto en la producción, ya que están iniciando y habilitan la materia prima para todo el proceso productivo.

b) Diseño del sistema documental

Se hace necesaria la creación de formatos y documentos que faciliten el acceso a la información de cada equipo.

Ficha técnica

Las características técnicas que podemos encontrar en este formato son basadas en el mismo diseño del equipo, tales como: potencia, capacidad, relación de transmisión, velocidad de trabajo, etc. Las características operacionales son todas aquellas condiciones que se tienen que garantizar para una óptima eficiencia del equipo, como lo son, temperatura, rpm entre otros. Las características generales hacen referencia a las cualidades físicas e información adicional del equipo, como fabricantes, proveedores, dimensiones, si tiene o no catálogo, etc.

Para la institución se propuso un formato que relacione dichas variables descritas anteriormente, a partir del conocimiento previo adquirido en la institución. A continuación, veremos el ejemplo del formato propuesto

Hoja de vida

Lo que se pretende lograr con este formato es la recopilación de información, para poder tener un registro o historial de las reparaciones y mantenimiento realizados a un equipo, como consecuencia cada equipo tendrá su propia hoja de vida. Lo que facilitara en un futuro tomar decisiones referentes al equipo. En las hojas de vida lo que se va recopilar es el tiempo que se tardó en realizar una operación, que tipo de repuesto se cambió, que persona realizo la reparación, el número de orden de trabajo si es que existiera.

Rutinas de mantenimiento

Con el objeto de llevar un mejor control deberá incluir en un libro de anotaciones, un informe de rutina en el cual debe mencionar: el tipo de rutina marcando con una X sobre la letra que corresponda (Diaria D, Semanal S, Mensual M, Trimestral Tr, Semestral St y Anual A), material utilizado, una descripción breve de la rutina (cambios y observaciones); por último el tiempo que utilizó para realizarla en minutos, el turno (Noche N o Día D) la fecha correspondiente y el nombre y firma del encargado. De acuerdo al siguiente formato.

Instructivo u Órdenes de trabajo

Los órdenes de trabajo se utilizan con el objetivo de dar al operario unos pasos sistemáticos de las actividades de mantenimiento a realizar. En estas órdenes encontraremos la naturaleza de la actividad, materiales necesarios para su ejecución, quién realiza el mantenimiento, fecha y hora del mismo, así como también tiempo estimado de ejecución, entre otros ítems necesarios para una correcta orientación del operario que se dispone a ejecutar la actividad encomendada y principalmente el instructivo que se asigna.

La responsabilidad de las órdenes de trabajo radica básicamente en el jefe de mantenimiento quien es el encargado de los equipos de la institución. Éste jefe es quien analiza, ordena y hace ejecutar en el tiempo adecuado el mantenimiento necesario para los equipos. El operario es el encargado de ejecutar la actividad encomendada y de brindar la información necesaria contenida en dicho formato, con sus observaciones pertinentes si es el caso; esto se realiza con el fin de tener una retroalimentación de la información del plan de mantenimiento preventivo, y así, poder tomar decisiones a futuro para obtener un plan de mantenimiento con tiempos y procedimientos más cercanos a la realidad.

c) diseño de tablas de control

El cronograma de actividades se realiza con el fin de tener una guía semanal, mensual, trimestral, semestral y anual de todas las actividades de mantenimiento necesarias, para tener en correcto estado operativo los equipos que sirvió de estudio en este trabajo.

d) plan de capacitación al personal de operaciones

El plan de capacitación está desarrollado con el objetivo de preparar al personal para la ejecución eficiente del plan de mantenimiento preventivo. El cual abarca como primer punto los conocimientos básicos que debe poseer el personal para operar las maquina tronquera y sierra de cinta, como segundo punto se detalla como ejecutar el plan de mantenimiento preventivo y por el último se menciona la seguridad en el área de producción.

Capacitación teórica y de funciones

Este punto tiene como finalidad dar la información para la operación de las maquinas, donde el operario debe comprender la importancia de esta maquinaria dentro de la empresa, así como el registro de datos, la importancia del orden, limpieza de la zona de trabajo

Objetivos del Plan de Mantenimiento

Con la ayuda de (Rodríguez, 2018) se determinó que el plan de mantenimiento preventivo tiene 4 principales objetivos para que pueda enfocarse y marcar una meta en el trabajo:

- Cumplir un valor determinado de disponibilidad.
- Cumplir un valor determinado de fiabilidad.
- Asegurar una larga vida útil de la instalación con su conjunto, al menos acorde con el plazo de amortización de la planta.
- Conseguir todo ello ajustándose a un presupuesto dado, normalmente el presupuesto de mantenimiento para esa instalación.

2.4.1. Preparación Inicial

Dentro de la actividad que se realiza dentro de la empresa, para el servicio de mantenimiento el responsable de gestionar y realizar las actividades correspondientes a los equipos es el Supervisor de Mantenimiento. En la figura n.º 1 se mostrará una propuesta de pasos que debe seguir la empresa para una incorporación de mantenimiento preventivo con las actividades y con el plan o programa de mantenimiento preventivo. Junto a todo esto, también es responsabilidades del Supervisor de Operaciones el brindar o realizar un reporte u observación de algún equipo que se encuentre en operando con ciertos problemas, para este caso si es adecuado manejar un programa de mantenimiento correctivo. En el mantenimiento preventivo el Supervisor de Mantenimiento genera fichas u órdenes de trabajo con la respectiva asignación para cada máquina en el que se va a realizar el mantenimiento en donde se detalla: materiales, operadores y tiempo; si el mantenimiento a realizar va a ser hecho por trabajadores de la misma empresa o por una empresa tercera, a realizarse este último caso se llevará a cabo una cotización por el servicio y/o materiales a utilizar. Esta propuesta debe ser revisada por el Supervisor de mantenimiento y autorizada por su superior, como siguiente paso se realiza la intervención al equipo para su respectivo chequeo y arreglo (si este lo requiere); para que en los últimos pasos se entregue a la maquinaria en óptimas condiciones y se haga toda la documentación archivada para futuras referencias.

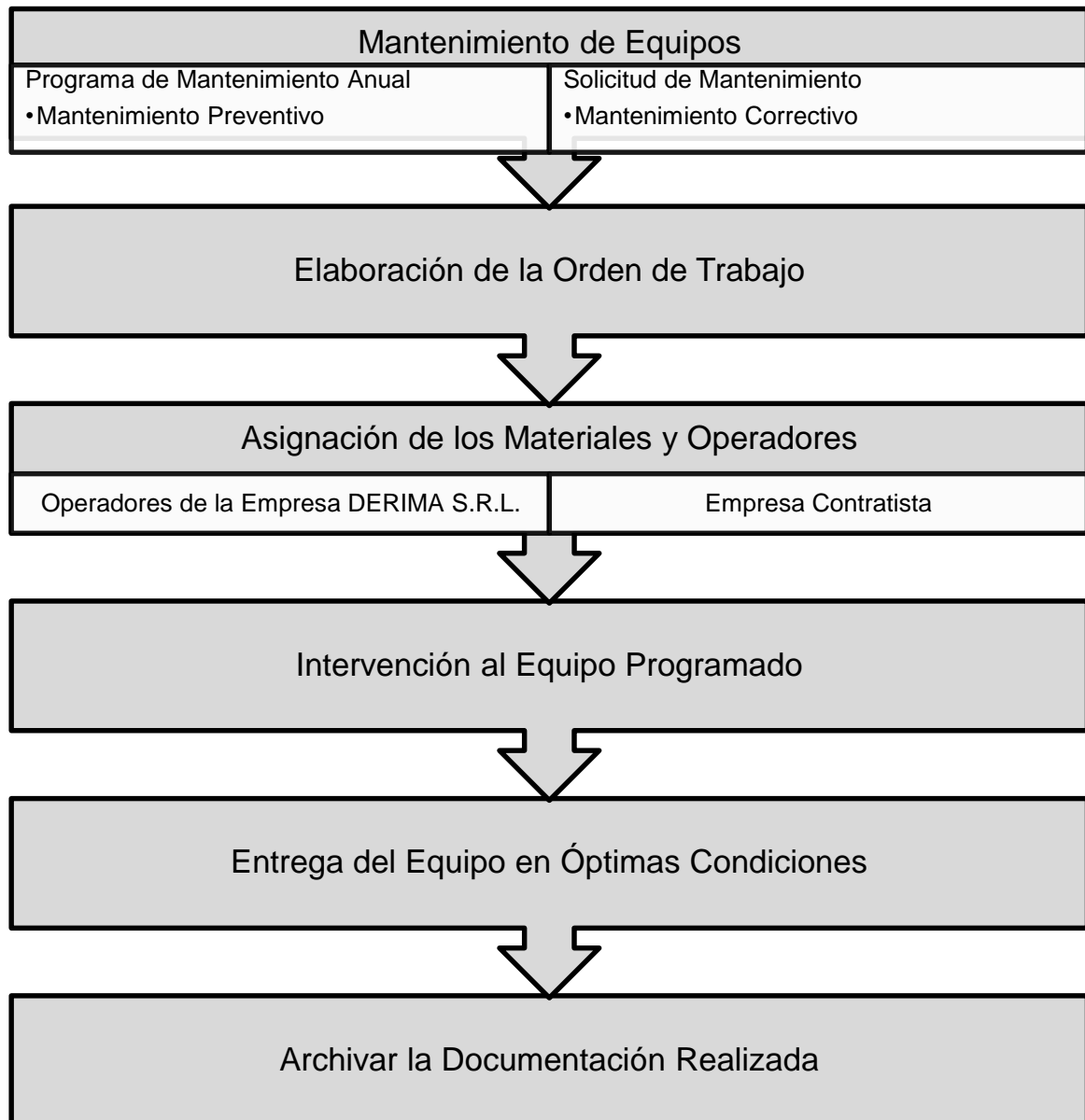


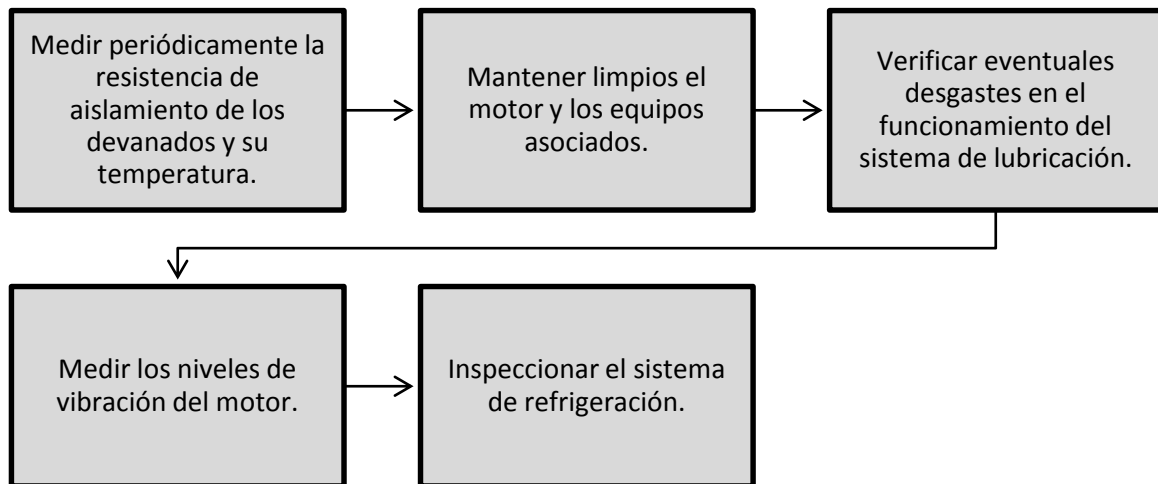
Figura n° 2 etapas del mantenimiento

fuelle: Elaboración propia

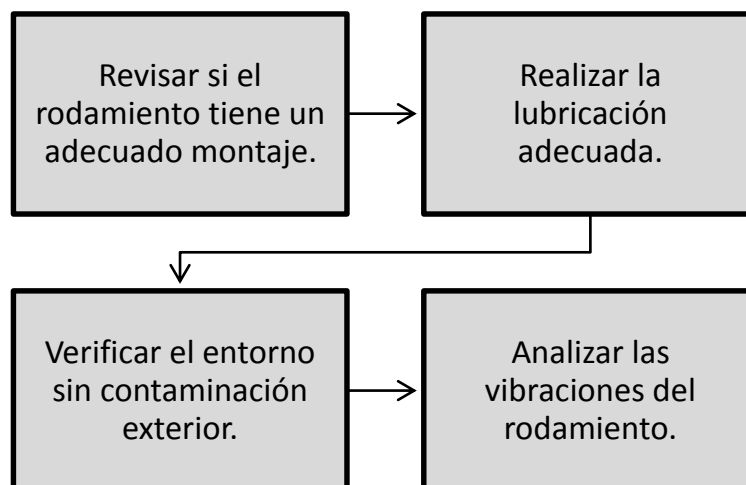
El programa de mantenimiento dentro de la empresa, también se deben de obtener resultados mediante sus respectivas mediciones y parámetros de la maquina tronquera y de la sierra de cinta.

Siguiendo con el programa, en la siguiente figura se mostrará los dos tipos de mantenimiento se llevarán a cabo dentro de la empresa para realizar un apropiado mantenimiento del equipo, se implementará el mantenimiento preventivo, ya que, hasta el momento en la empresa solo se ha estado llevando a cabo el mantenimiento correctivo.

a. *Mantenimiento de Motores Eléctricos.*



b. *Mantenimiento de rodamientos.*



A partir de esta propuesta de Mantenimiento la empresa DERIMA ya contaría tanto con mantenimiento preventivo y correctivo en las respectivas máquinas en las que se basa esta tesis.

2.4.2. Pasos que seguir para el mantenimiento preventivo

2.4.2.1. Motores Eléctricos

A. Limpieza General

- Mantener la carcasa limpia, sin acumulación de aceite o polvo en su parte externa, para facilitar el intercambio de calor con el medio.
- También el interior del motor debe ser mantenido limpio, exento de polvo, residuos y aceites.

- Utilizar escobillas o paños limpios de algodón.
- Efectuar la limpieza de las cajas de conexión, cuando sea necesario. Los bornes y conectores deben estar limpios, sin oxidación y en perfectas condiciones de operación.

B. Limpieza del compartimiento de las escobillas

- El compartimiento de las escobillas debe ser mantenido limpio, sin acumulación del polvo originado del desgaste de las escobillas eléctricas.
- La limpieza del compartimiento de las escobillas debe ser hecha con aspiradora de polvo, aspirando el polvo de las escobillas hacia fuera del motor.
- El conjunto de anillos colectores debe ser limpiado con un paño limpio y seco que no suelte hilacha.
- Limpiar los espacios entre los anillos colectores con una manguera de aspiradora de aire, con una varita de plástico en la punta.
- Para la limpieza de los anillos colectores no deben ser usados solventes, ya que el vapor de estos productos es perjudicial para el funcionamiento de las escobillas y de los anillos colectores.
- Los filtros de aire (si existen) deber ser removidos y limpiados cada dos meses.

C. Inspecciones en los devanados

Para el caso de los devanados estos deberán ser sometidos a inspecciones anuales en los que se les inspecciona visualmente, anotando y reparando cualquier daño o defecto observado. Las mediciones de la resistencia de aislamiento de los devanados deben ser realizados en intervalos periódicos y regulares.

Valores bajos y variaciones de gran medida de la resistencia del aislamiento deber ser investigados; junto a esto la resistencia de aislamiento podrá ser aumentada hasta un valor adecuado en los puntos en los que esté baja por medio de la remoción del polvo y el secado de la humedad del devanado.

D. Limpieza de los devanados

Para prolongar la vida útil de los devanados se recomienda mantenerlos libres de suciedad, aceite, polvo metálico, contaminantes, etc. Para lograr este objetivo es necesario inspeccionar y limpiar los devanados periódicamente, conforme las recomendaciones del “Plan de mantenimiento” de este manual.

Los devanados pueden ser limpiados con una aspiradora de polvo industrial, con una puntera fina no metálica, o solamente un paño seco.

Para situaciones en donde los devanados presenten extrema suciedad, podrá existir la necesidad de la limpieza con la ayuda de un solvente líquido. Esta limpieza debe llevarse a cabo con mucha rapidez para no exponer los devanados por mucho tiempo

a la acción de los solventes; una vez terminado esta actividad estos deben ser secados inmediatamente.

E. Mantenimiento del sistema de refrigeración

- Los tubos de los intercambiadores de calor aire-aire (cuando existen) deben ser mantenidos limpios y distribuidos para garantizar un perfecto intercambio de calor. Para remover la suciedad acumulada en el interior de los tubos, puede ser utilizada una varilla con un cepillo redondo en la punta.
- En el caso del intercambiador de calor aire-agua, es necesario una limpieza periódica en las tuberías del radiador para recomer cualquier incrustación.

F. Mantenimiento de los radiadores

El grado de suciedad en el radiador puede ser detectado por el aumento de la temperatura del aire en la salida. Cuando la temperatura del aire frío, en las mismas condiciones de operación, sobrepase el valor determinado, se podrá suponer que los tubos están sucios. En caso de que sea constatada corrosión en el radiador, será necesario proveer una protección adecuada contra corrosión, para prevenir daños mayores a las partes afectadas.

Instrucciones para remoción y mantenimiento del radiador.

- Cerrar todas las válvulas de entrada y salida de agua, luego de parar la ventilación.
- Drenar el agua del radiador a través de los plugs de drenaje.
- Soltar los cabezales, guardando los tornillos, tuercas, arandelas y juntas hermetizantes en local seguro.
- Cepillar cuidadosamente el interior de los tubos con cepillos de nylon para remoción de residuos. Si durante la limpieza son constatados daños en los tubos del radiador, éstos deberán ser reparados.
- Volver a montar los cabezales, sustituyendo las juntas, si es necesario.

G. Anillos colectores

Los anillos colectores deben ser mantenidos limpios y lisos. La limpieza debe ser hecha mensualmente, ocasión en que se deberá ser removida todo el polvo que eventualmente se haya depositado entre los anillos.

En caso de desmontaje de los anillos colectores, el montaje debe garantizar nuevamente su centralización y evitar movilización o pulsos radiales. También se deberá ser garantizado el correcto posicionamiento de la escobilla sobre el anillo. En caso de que esos cuidados no sean tenidos en cuenta, ocurrirán problemas de desgaste de los anillos colectores y de las escobillas.

H. Portaescobillas y escobillas

Los portaescobillas deben permanecer en sentido radial, con relación a los anillos colectores y apartados un máximo de 4mm de la superficie de contacto, evitando ruptura o daños en las escobillas, conforme lo muestra la figura n.º13.

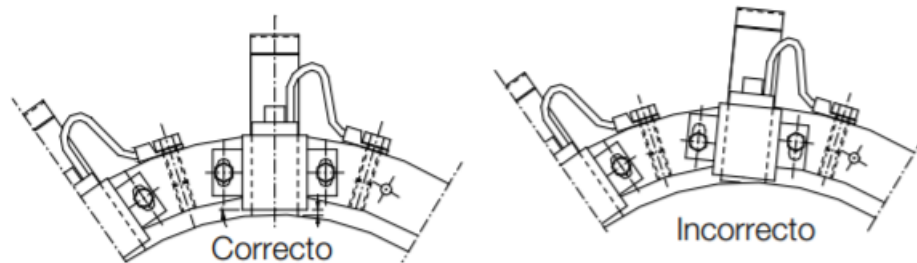


Figura n° 3 Montaje del portaescobillas

Fuente: Manual de Mantenimiento de Motor Eléctrico

Las escobillas deberán ser asentadas, con una presión uniforme, sobre la superficie de contacto del anillo para asegurar una distribución uniforme de la corriente, así como un bajo desgaste de éstas.

Es importante que todas las escobillas montadas tengan una presión de contacto igual, con una tolerancia de +/- 10%. Desvíos mayores llevan a distribución desigual de la corriente, resultando en desgaste no uniforme de las escobillas. El control de la presión de las escobillas es hecho con un **dinamómetro**.

I. Mantenimiento de los cojinetes

a) Instrucciones para lubricación

El sistema de lubricación fue ideado y hecho de tal modo que durante la lubricación de los rodamientos y expelido a través de un drenaje que permite la salida de esta e impide la entrada de polvo u otros contaminantes nocivos en el rodamiento.

Este drenaje también evita la damnificación de los rodamientos por el conocido problema de lubricación excesiva. Es aconsejable hacer la lubricación con el motor en operación, para asegurar la renovación de la grasa en el alojamiento del rodamiento.

Si eso no es posible, debido a la presencia de piezas girantes cerca de la engrasadora, que pueden poner en riesgo la integridad física del trabajador, proceder de la siguiente manera:

- Con el motor parado, inyectar aproximadamente la mitad de la cantidad total de la grasa prevista y operar el motor durante aprox. 1 minuto a plena rotación.

- Parar el motor e inyectar el resto de la grasa.
- Los intervalos de lubricación informados en la placa consideran una temperatura de trabajo del rodamiento de 70 °C.
- Basándose en los rangos de temperatura de operación relacionados en la tabla n.º 3, aplicar los siguientes factores de corrección para los intervalos de lubricación de los rodamientos.

Tabla n.º 3 Factor de reducción para intervalos de lubricación

Temperatura de trabajo del cojinete	Factor de reducción
Por debajo de 60 °C	1.59
Entre 70 y 80 °C	0.63
Entre 80 y 90 °C	0.40
Entre 90 y 100 °C	0.25
Entre 100 y 110 °C	0.16

Fuente: Manual de Mantenimiento de Motor Eléctrico

b) Procedimientos para la relubricación de los rodamientos

- Retirar la tapa del drenaje.
- Limpiar con un paño de algodón alrededor del orificio de la grasera.
- Con el rotor en operación, inyectar la grasa por medio de engrasadora manual hasta que ésta comience a salir por el drenaje, o hasta que haya sido introducida la cantidad informada en la tabla n.º 3.
- Mantener el motor en funcionamiento durante el tiempo suficiente para que salga todo el exceso de grasa por el drenaje.
- Inspeccionar la temperatura del cojinete para asegurarse de que no hubo ninguna alteración significativa.
- Recolocar la tapa del drenaje.

c) Relubricación de los rodamientos con dispositivo de cajón para remoción de grasa

- Antes de iniciar la lubricación del cojinete, limpiar la grasera con un paño de algodón.
- Retirar la varilla con cajón colocarlo para remoción de la grasa vieja, limpiar el cajón y colocarlo nuevamente.
- Con el motor en funcionamiento, inyectar la cantidad de grasa especificada en la placa de identificación de los rodamientos, por medio de engrasadora manual.
- El exceso de grasa sale por el drenaje inferior del cojinete y se deposita en el cajón.

- Mantener el motor en funcionamiento durante el tiempo suficiente para que salga todo el exceso de grasa.
- Remover el exceso de grasa, tirando de la varilla del cajón y limpiándolo. Este procedimiento debe ser repetido tantas veces como sea necesario hasta que el cajón no retenga más grasa.
- Inspeccionar la temperatura del cojinete para garantizar que no hubo ninguna alteración significativa.

d) Tipo y cantidad de grasa

Cabe recalcar que la relubricación de los cojinetes debe ser realizada siempre con la grasa original que especifica en la placa. Ya que, es importante hacer una lubricación correcta, es decir, aplicar la grasa correcta y la cantidad adecuada, hacer mal estos dos últimos puntos puede causar daños en los rodamientos.

Una lubricación en exceso conlleva a la elevación de la temperatura debido a la gran resistencia que ofrece al movimiento de las partes rotativas y, principalmente, debido a la pulsación de la grasa que acaba por perder completamente sus características de lubricación.

e) Grasas alternativas

En caso de no contar con la grasa original, se pueden utilizar alternativas listadas en la tabla n.º 4, con las siguientes condiciones.

- La rotación del motor no debe sobrepasar la rotación límite permitida para la grasa, de acuerdo con el tipo de rodamiento, conforme la tabla n.º 5.
- Corregir el intervalo informado en la placa de los cojinetes por el factor de multiplicación informado en la tabla n.º 4.
- Utilizar el procedimiento correcto para el cambio de grasa.

Tabla n°. 4 Opciones y características de las grasas alternativas para aplicaciones normales

Fabricante	Grasa	Temperatura de trabajo constante (°C)	Factor de multiplicación
UNIREX N3			
Exxon Mobil	(Jabón de Complejo de Litio)	(-30 a +150)	0.9
Shell	ALVANIA RL3 (Jabón de Litio)	(-30 a +120)	0.85
LUBRAX			
Petrobras	INDUSTRIAL GMA-2 (Jabón de Litio)	(0 a +130)	0.85
Shell	STAMINA RL2 (Jabón de Diurea)	(-20 a +180)	0.94
SKF	LGHP 2 (Jabón de Poliurea)	(-40 a +150)	0.94

Fuente: Manual de mantenimiento de motores eléctricos.

La siguiente tabla n.º 15, muestra los tipos de rodamientos más utilizados en los motores, la cantidad de grasa y la rotación límite de utilización de las grasas opcionales.

Tabla n°. 5 Aplicación de las grasas opcionales

Rodamiento	Cantidad de grasa (g)	Rotación Límite de la Grasa (rpm)				
		Motores horizontales				
		Stamina RL2	LGHP 2	Unirex N3	Alvania RL3	Lubrax Industrial GMA-2
6220	30	3000	3000	1800	1800	1800
6232	70	1800	1800	1500	1200	1200
6236	85	1500	1500	1200	1200	1200
6240	105	1200	1200	1200	1000	1000
6248	160	1200	1200	1500	900	900
6252	190	1000	1000	900	900	900
6315	30	3000	3000	3000	1800	1800
6316	35	3000	3000	1800	1800	1800
6317	40	3000	3000	1800	1800	1800
6319	45	1800	1800	1800	1800	1800
6320	50	1800	1800	1800	1800	1800
6322	60	1800	1800	1800	1500	1500
6324	75	1800	1800	1800	1500	1500

6326	85	1800	1800	1500	1500	1500
6328	95	1800	1800	1500	1200	1200
6330	105	1500	1500	1500	1200	1200
NU 232	70	1500	1500	1200	1200	1200
NU 236	85	1500	1500	1200	1000	1000
NU 238	95	1200	1200	1200	1000	1000
NU 240	105	1200	1200	1000	900	900
NU 248	160	1000	1000	900	750	750
NU 252	195	1000	1000	750	750	750
NU 322	60	1800	1800	1800	1500	1500
NU 324	75	1800	1800	1500	1200	1200
NU 326	85	1800	1800	1500	1200	1200
NU 328	95	1500	1500	1200	1000	1000
NU 330	105	1500	1500	1200	900	900

Fuente: Manual de mantenimiento de motores eléctricos.

f) Procedimiento para cambio de grasa

Para proceder este cambio de grasa **POLYREX EM103** por una de las grasas alternativas, los cojinetes deben ser abiertos para remover la grasa vieja y así aplicar la grasa nueva. En caso de que no sea posible abrirlos, se debe purgar la grasa vieja, aplicando la grasa nueva hasta que ésta empiece a aparecer en el cajón de salida, con el motor en funcionamiento.

Para el cambio de grasa STABURAGS N12MF por una de las grasas alternativas, es necesario que los cojinetes sean abiertos y que la grasa vieja sea totalmente removida, para así aplicar la grasa nueva.

g) Desmontaje de los cojinetes

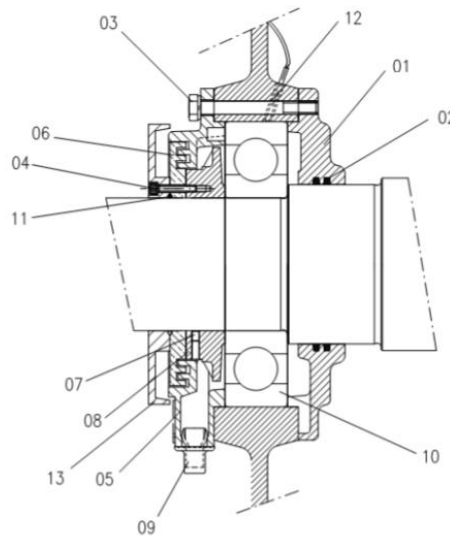


Figura n° 4 Partes del cojinete de rodamiento a grasa

Fuente: Manual de mantenimiento de motores eléctricos.

Detalle de la Figura n.º 4:

1. Anillo de fijación interno
2. Filtro blanco
3. Tornillo de fijación de los anillos
4. Tornillo de fijación del disco
5. Anillo de fijación externo
6. Anillo con laberinto
7. Tornillo de fijación del centrifugador
8. Centrifugador de grasa
9. Cajón para salida de la grasa
10. Rodamiento
11. Grasea
12. Protector térmico
13. Disco de cierre externo

Cuidado: Antes de desmontar:

- Retirar los tubos de prolongamiento de la entrada y salida de grasa.
- Limpiar completamente la parte externa del cojinete.
- Retirar la escobilla de puesta a tierra (si existe).
- Retirar los sensores de temperatura del cojinete.

Desmontaje: para desmontar el cojinete, proceder de acuerdo con las siguientes orientaciones.

- Retirar los tornillos (4) que fijan el disco de cierre (13).
- Retirar el anillo con laberinto (6).
- Retirar el tornillo (3) de los anillos de fijación (1 y 5).
- Retirar el anillo de fijación externo (5).
- Retirar el tornillo (7) que fija el centrifugador de grasa (8).
- Retirar el centrifugador de grasa (8).
- Retirar la tapa delantera.
- Retirar el rodamiento (10).
- Retirar el anillo de fijación interno (1), si es necesario.

h) Montaje de cojinetes

- Limpiar los cojinetes completamente e inspeccionar las piezas desmontadas, así como el interior de los anillos de fijación.
- Asegurarse de que las superficies del rodamiento, eje y anillos de fijación estén perfectamente lisas.
- Llenar $\frac{3}{4}$ del depósito de los anillos de fijación interno y externo con la grasa recomendada (figura n.º 15) y lubricar el rodamiento con cantidad suficiente de grasa antes de montarlo.
- Antes de montar el rodamiento en el eje, caliéntelo a una temperatura entre 50 °C y 100 °C.

- Para montaje completo del cojinete, siga las instrucciones para desmontaje en orden inverso.



Figura n° 5 Anillo de fijación externo del cojinete

Fuente: Manual de mantenimiento de motores eléctricos.

2.4.2.2. Instrucciones para lubricación

- Drenaje del aceite:** Cuando sea necesario efectuar el cambio del aceite del cojinete, remover la tapa de la salida de aceite y drenar el aceite completamente.
- Para colocar el aceite en el cojinete**
 - Cerrar la salida de aceite con la tapa.
 - Remover la tapa de la entrada de aceite o del filtro.
 - Colocar el aceite especificado hasta el nivel indicado en el visor de aceite.
- Tipos de aceite:** El tipo y la cantidad de aceite lubricante a ser utilizados están especificados en la placa de características fijadas en el motor.
- Cambio de aceite:** El cambio de aceite de los cojinetes debe ser hecho obedeciendo los intervalos, en función de la temperatura de trabajo del cojinete, mostrados en la tabla n.° 6:

Tabla n.° 6 Intervalos para cambio de aceite

Temperatura de trabajo del cojinete	Intervalo para cambio de aceite del cojinete
Por debajo de 75 °C	20 000 horas
Entre 75 y 80 °C	16 000 horas
Entre 80 y 85 °C	12 000 horas
Entre 85 y 90 °C	8 000 horas
Entre 90 y 95 °C	6 000 horas
Entre 95 y 100 °C	4 000 horas

Fuente: Manual de mantenimiento de motores eléctricos

e) Sustitución de rodamientos

El desmontaje de los rodamientos debe ser hecho con la herramienta adecuada (extractor de rodamientos). Las garras del extractor deberán ser aplicadas sobre la cara lateral del anillo interno a ser desmontado o sobre una pieza adyacente.

2.4.3. Sellados

Realizar inspección visual de los sellados, verificando que las marcas de arrastre del sello de sellado en el eje no comprometan su integridad, y si hay grietas o partes quebradas, Piezas agrietadas o quebradas deben ser sustituidas.

En el caso del mantenimiento del cojinete, para montar el sello de sellado se deben limpiar cuidadosamente las caras de contacto del sello y de su alojamiento, así como recubrir los sellados con un componente no endurecible. Las dos mitades del anillo laberinto de sellado deben ser unidas por un resorte circular.

Los orificios de drenaje localizados en la mitad inferior del anillo, deben ser mantenidos limpios y desobstruidos.

Una instalación incorrecta puede dañar el sellado y causar pérdida de aceite.

2.4.4. Matriz de capacitación del personal técnico de mantenimiento

La capacitación dentro del mantenimiento predictivo es de suma importancia y esta labor se tiene que llevar a cabo para los trabajadores; en especial, el técnico de mecánico o el técnico electricista; deberán de ser capacitados en el manejo y correcto mantenimiento de las máquinas a analizar por una empresa certificadora para que se cuente con profesionales con la experiencia necesaria en el trabajo a realizar. Los técnicos a realizar este trabajo van a estar en contacto con la diferente maquinaria de la empresa DERIMA S.R.L., estos tienen que cumplir las capacitaciones correspondientes a la Capacitación Básica en Salud y Seguridad ocupacional.

En la siguiente tabla n.º 7. Se mostrarán los cursos de capacitación y entrenamiento básico que los operadores o técnicos de mantenimiento deben realizar, los cursos están orientados para brindarles competencias y habilidades fundamentales a llevar a cabo en su trabajo cumpliendo con los reglamentos y criterios dados tanto por la empresa como para el cliente; sin dejar de lado la salud de los trabajadores ni la vida útil de la maquinaria.

Tabla n°. 7 Capacitación en seguridad y salud ocupacional

Horas	Cursos de Capacitación
Mínimas de Capacitación	
8	Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional basado en el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional.
8	Investigación, Notificación y Reporte de Incidentes, Incidentes peligrosos y accidentes de trabajo.
8	Identificación de Peligros, Evaluación y Control de Riesgos.
8	El significado y el uso del código de señales y colores dentro de la empresa.
8	Auditoría, Fiscalización e Inspección de Seguridad.
4	Primeros Auxilios.
4	Prevención y Protección Contra Incendios.
8	Criterios y Procedimientos de trabajo seguro por actividades.
8	Higiene Ocupacional.
8	Ergonomía.
4	Política de Seguridad y Salud Ocupacional.
4	Riesgos Eléctricos.
4	El uso de los EPP.
24	Certificación en el uso de motores eléctricos.

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Diagrama de ISHIKAWA.

Para el desarrollo de este diagrama de Ishikawa se ha tomado como base el método de las 6M o también llamado Análisis de Dispersión; este es el método más común y tiene como objetivo agrupar las causas potenciales en 6 principales ramas: métodos de trabajo, mano de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente. Cada una de estas ramas aporta un enfoque desde diferentes puntos de vista para que al final de este proceso tengamos una idea global de las causas. Entre las diferentes ramas, una de las características que diferencian a esta máquina de la sierra de cinta en el “cambio periódico de la piedra de afilar” la cual causa retrasos en el mantenimiento.

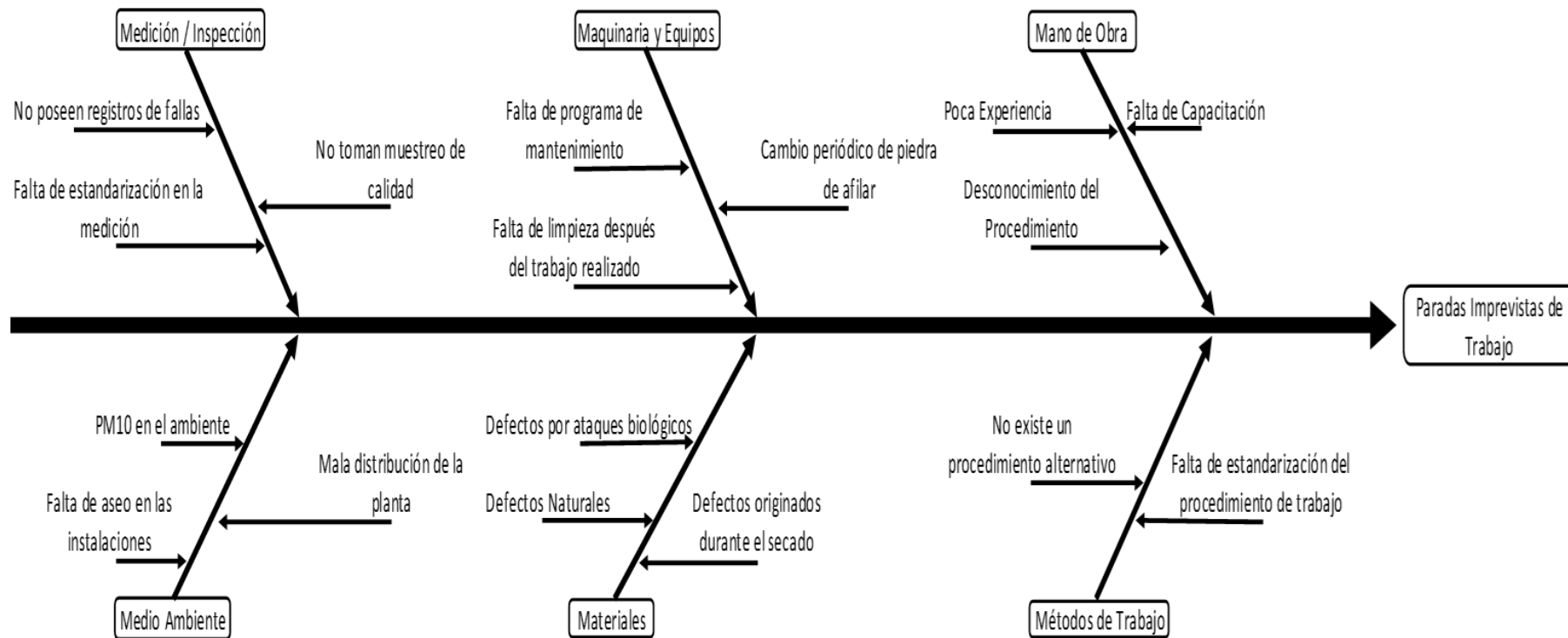
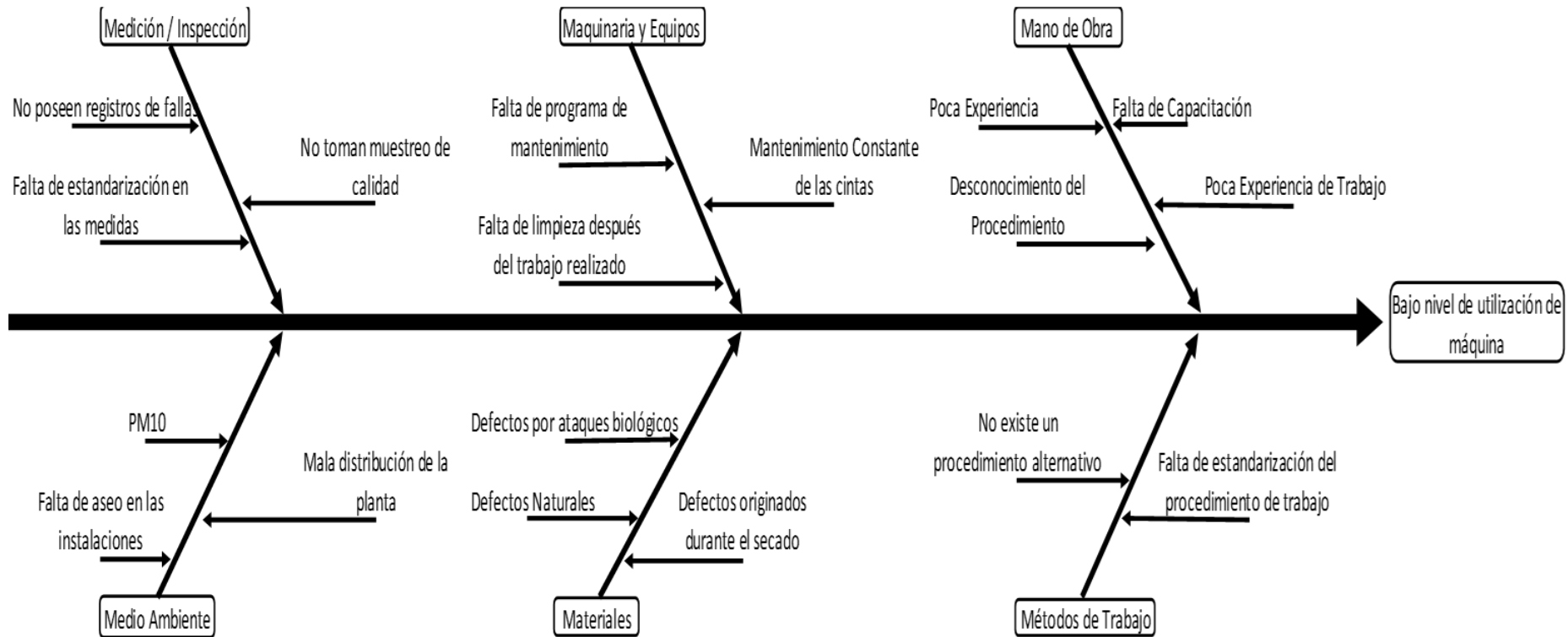


Figura n° 6 Diagrama de Ishikawa de la Máquina Tronquera

Fuente: Elaboración propia.

Para el desarrollo de este diagrama de Ishikawa se ha tomado como base el método de las 6M o también llamado Análisis de Dispersión; este es el método más común y tiene como objetivo agrupar las causas potenciales en 6 principales ramas: métodos de trabajo, mano de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente. Cada una de estas ramas aporta un enfoque desde diferentes puntos de vista para que al final de este proceso tengamos una idea global de las causas. En este diagrama la principal diferencia está en el “mantenimiento constante de las cintas” esto causa que por la falta de un plan de



mantenimiento el nivel de utilización de la máquina baja considerablemente.

Figura n° 7 Diagrama de Ishikawa de la Máquina Sierra de Cinta

Fuente: Elaboración Propia.

3.2. Diagrama de Pareto

En la tabla se analizan las causas del problema de paradas imprevistas en la máquina tronquera, para lo cual se utilizó los datos del año 2016, teniendo como frecuencia más alta el afilado de dientes que fue 96 veces en un periodo de un año y con unas frecuencias menores fallas en motor y cambios de eje con una frecuencia anual de 1 vez.

Tabla n°. 8 Paradas Imprevistas en Máquina Tronquera

Causas /Problemas/Fenómenos	Datos recolectados	% acumulado	80-20	
Afilado de dientes	96	77%	96	80%
Ruptura o desgaste de uñas fijadoras de troncos	12	87%	108	80%
Ruptura de dientes de disco de corte	6	92%	114	80%
Engrase de rodamientos	6	97%	120	80%
Cambio de banda de transmisión	2	98%	122	80%
Fallas en motor	1	99%	123	80%
Cambio de eje	1	100%	124	80%

Fuente: Elaboración Propia.

En el diagrama de Pareto se puede apreciar la causa más frecuente y que genera más paradas imprevistas es el afilado de dientes en los discos de corte. Por lo que si se elimina esta causa se estaría reduciendo el número de paradas imprevistas en la maquina tronquera.

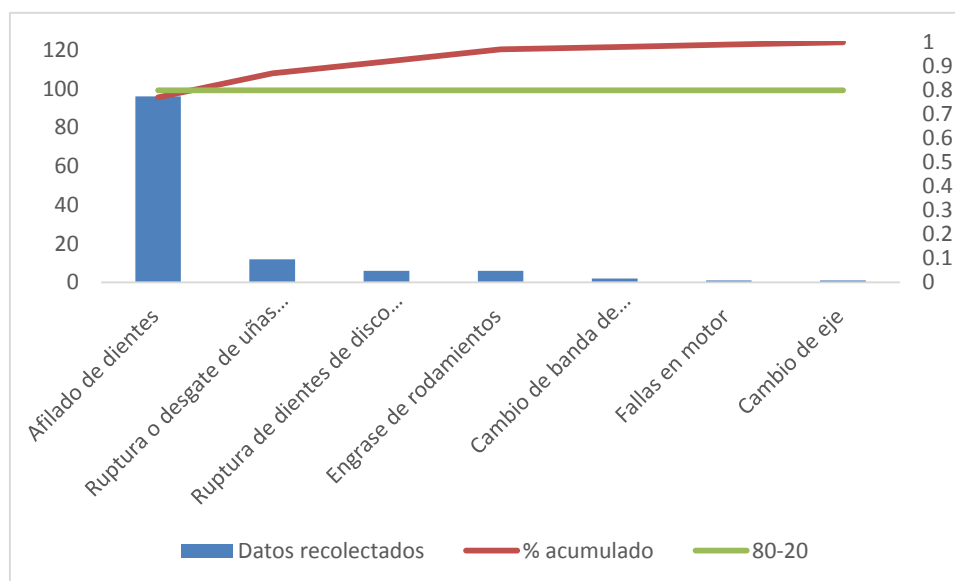


Figura n° 8 Diagrama de Pareto: Paradas Imprevistas en Máquina Tronquera

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se analizan las causas del problema de Bajo nivel de utilización de la máquina Sierra de Cinta, para lo cual se utilizó los datos del año 2016, teniendo como frecuencia más alta el afilado de dientes de la cinta de corte que fue 960 veces en un periodo de un año y con una frecuencia menor fallas en motor frecuencia anual de 1 vez.

Tabla n°. 9 Bajo nivel de utilización de la máquina Sierra de Cinta

Causas / Problemas/ Fenómenos	Datos		80-20	
	Recolectados	% Acumulado		
Engace de chumaceras	8	99%	8	80%
Engrase de rodamientos	6	100%	14	80%
Cambio de banda de transmisión	3	100%	17	80%
Fallas en motores	1	100%	18	80%

Fuente: Elaboración Propia.

Se puede observar que el defecto más frecuente es el afilado de cinta de corte el cual tiene el porcentaje más alto de todo el resto de los defectos, por el principio de Pareto concluimos que: si se reducen o eliminan esta causa aumentaríamos el nivel de utilización de la máquina sierra de corte.

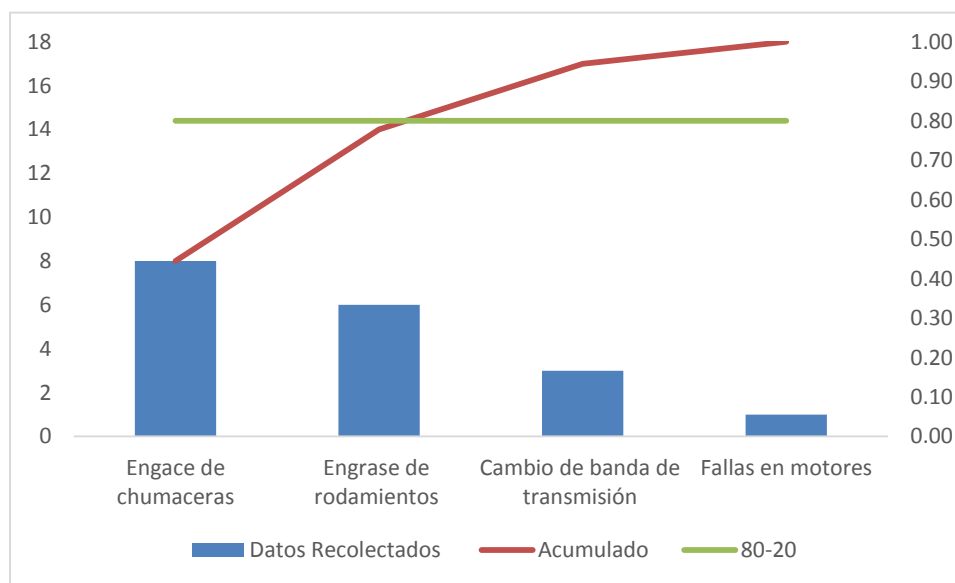


Figura n° 9 Diagrama de Pareto: Bajo nivel de utilización de la máquina Sierra de Cinta

Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, se debe dejar en claro que el afilado de dientes que presenta esta máquina es sumamente alto para el diagrama de Pareto, su valor es de más de 900 veces que se realiza el mantenimiento anualmente.

3.3. Tabla de matriz de riesgo-impacto

Esta matriz proviene de todas las causas adjuntas en el diagrama de Ishikawa. Como primer paso para desarrollarla se considera una ponderación en “Magnitud de Daño” para este caso se ha escogido entre los valores de 1 – 10, como siguiente paso se determina la probabilidad de Riesgo en la que esta causa puede ocurrir, cada uno de estos riesgos tienen un valor de 1 a 5 para que así salga el Riesgo, multiplicándose la magnitud del daño y la probabilidad de Riesgo. En este caso se ha logrado determinar las 5 causas más importantes, las cuales son:

- PM10 en el ambiente.
- Falta de programa de mantenimiento.
- Desconocimiento del proceso a realizar.
- Falta de capacitación al personal.
- Falta de estándares para un óptimo proceso del trabajo.

Causas (Proviene de las Espinas del Diagrama de Ishikawa)	Magnitud del Daño	Probabilidad de Riesgo				
		Muy Baja (1)	Baja (2)	Media (3)	Alta (4)	Muy Alta (5)
No poseen registros de fallas	3		6			
Falta de estandarización en la medición	6			18		
No toman muestreo de calidad	4		8			
PM10 en el ambiente	7				28	
Falta de aseo en las instalaciones	5				20	
Mala distribución de la planta	5			15		
Falta de programa de mantenimiento	8				32	
Falta de limpieza después del trabajo realizado	5			15		
Cambio periódico de piedra de afilar	4		8			
Defectos por ataques biológicos	3		6			
Defectos Naturales	3		6			
Defectos originados durante el secado	2		4			
Personal con poca experiencia	7			21		
Desconocimiento del proceso	6				24	
Falta de capacitación	7				28	
No existe un procedimiento alternativo	5			15		
Falta de estándares para el proceso del trabajo	6				24	

Figura n° 10 Matriz de Riesgo-Impacto.

Fuente: Elaboración propia

3.4. Matriz 5W

Se puede observar en la matriz que la causa raíz del problema es el no contar con un plan de mantenimiento preventivo, lo que genera que en la máquina tronquera haya paradas imprevistas de trabajo.

Tabla n°. 10 Matriz 5W de la Máquina Tronquera.

Matriz de 5 W	
Problema: Paradas Imprevistas de Trabajo	
1. ¿Por qué hay paradas imprevistas de trabajo?	Por fallas técnicas y mecánicas de la maquinaria.
2. ¿Por qué hay fallas técnicas y mecánicas de la maquinaria?	Por el mal uso que le dan a esta máquina.
3. ¿Por qué le dan mal uso a la máquina?	Por falta de estandarización de los procesos adecuados de uso.
4. ¿Por qué no hay estandarización de los procesos?	Por falta de manuales y guías de mantenimiento.
5. ¿Por qué no hay manuales ni guías de mantenimiento?	Porque no hay un plan de mantenimiento preventivo.

Fuente: Elaboración Propia.

La causa raíz para este problema de bajo nivel de utilización de la máquina sierra de cinta es también la falta de un plan de mantenimiento preventivo, con la ayuda de este plan se implementarían los procedimientos para efectuar un correcto cambio de cintas sin ninguna falla, ni tiempo muerto.

Tabla n°. 11 Matriz 5W de la Máquina de Sierra de Cinta

Matriz de 5 W	
Problema: Bajo nivel de utilización de la máquina	
1. ¿Por qué hay un bajo nivel de utilización de la máquina?	Por el tiempo perdido entre cambio de cintas.
2. ¿Por qué hay tiempo perdido entre el cambio de cintas?	Por la falta de un procedimiento estandarizado adecuado.
3. ¿Por qué no hay un procedimiento estandarizado?	Por falta de un manual de mantenimiento de la máquina.

4. ¿Por qué no hay un manual de mantenimiento de la máquina? Por falta de un plan de mantenimiento preventivo.

Fuente: Elaboración Propia.

3.5. Diagrama de operaciones

3.5.1. Diagrama de operaciones de pallets.

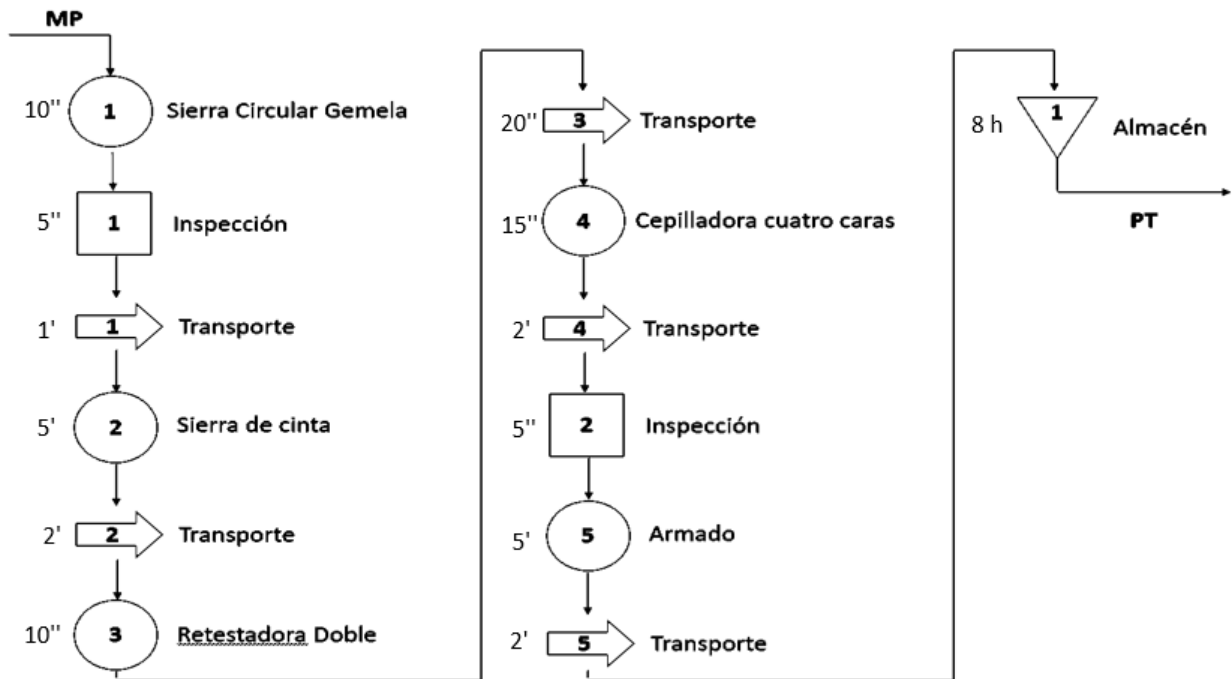


Figura n° 11 Diagrama de operaciones de pallets

Fuente: Elaboración propia.

En el presente diagrama se observa el diagrama de operaciones de los pallets, como principales resultados las actividades productivas ocupan un 59.46% del total de actividades y las actividades improductivas ocupan el 40.54%. Como resultado se puede observar como la mayoría, les pertenece a las actividades productivas, pero no por mucho margen de diferencia.

Ecuación 1 Actividades Productivas

$$\% \text{ Act. Productivas} = \frac{\sum [\text{Círculo} \text{ y } \text{Rectángulo}]}{\sum [\text{Círculo} \text{ y } \text{Rectángulo} \text{ y } \text{Rectángulo con flecha} \text{ y } \text{Triángulo} \text{ y } \text{Triángulo invertido}]} \times 100$$

$$\% \text{ Act. Productivas} = \frac{\sum 0.17 + 0.083 + 5 + 0.17 + 0.25 + 0.083 + 5}{\sum 10.58 + 0.17 + 7.33} * 100 = 59.46\%$$

Ecuación 2 Actividades Improductivas

$$\% \text{ Act. Improductivas} = \frac{\sum [\text{D} \nabla \Rightarrow]}{\sum [\text{O} \square \Rightarrow \text{D} \nabla]} \times 100$$

$$\text{Act. Improductivas} = \frac{\sum 1 + 2 + 0.33 + 2 + 2 + 480}{\sum 10.58 + 0.17 + 7.33} * 100 = 40.54\%$$

Tabla n°. 12 Tabla Resumen de Diagrama de Operaciones de Pallets

Resumen		Act. Prod.
Actividades	Cantidad	59.46%
Operación	5	
Inspección	2	Act. Impr.
Transporte	5	40.54%
Almacén	1	
Total	13	100%

Fuente: Elaboración Propia.

3.5.2. Diagrama de operaciones de tableros

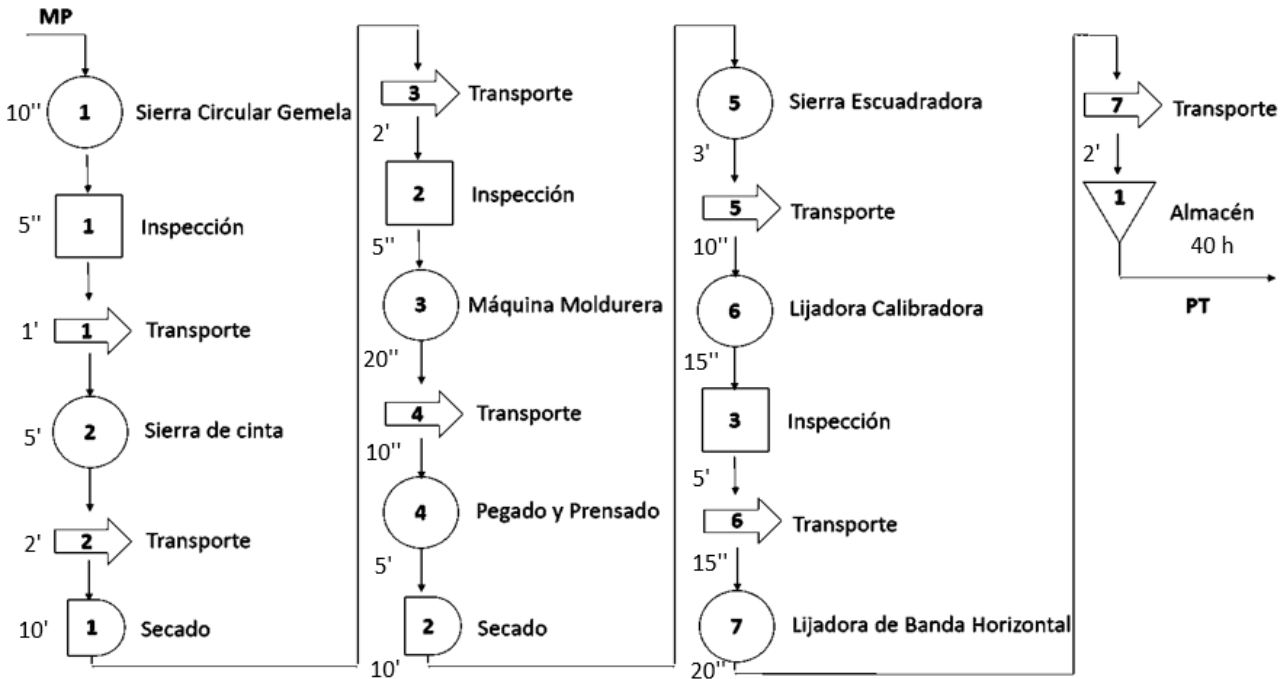


Figura n° 12 Diagrama de Operaciones de Tableros.

Fuente: Elaboración Propia.

En el diagrama de operaciones de tableros las actividades productivas ocupan un 41.1% al igual que las actividades improductivas en donde se muestra que hay que en el secado se debe tomar importante atención para disminuir el tiempo en este.

Actividades Productivas

$$\% \text{ Act. Productivas} = \frac{\sum [\text{O} \square]}{\sum [\text{O} \square \Rightarrow \text{D} \nabla]} \times 100$$

$$\% \text{ Act. Productivas} = \frac{\sum 14.08 + 5.17}{\sum 14.08 + 5.17 + 7.58 + 20} * 100 = 41.1\%$$

Actividades Improductivas

$$\% \text{ Act. Improductivas} = \frac{\sum [\text{D} \nabla \Rightarrow]}{\sum [\text{O} \square \Rightarrow \text{D} \nabla]} \times 100$$

$$\% \text{ Act. Improductivas} = \frac{\sum 7 + 1 + 2}{\sum 7 + 3 + 7 + 1 + 2} * 100 = 58.9\%$$

Tabla n°. 13 Tabla Resumen de Diagrama de Operaciones de Tableros

Resumen		
Actividad	Cantidad	Act. Prod.
Operación	7	41.1%
Inspección	3	
Transporte	7	Act. Impr.
Almacén	1	58.9%
Demora	2	
Total	20	100%

Fuente: Elaboración propia.

3.6 Diagrama de operaciones de mantenimiento

3.6.1 Mantenimiento de los Dientes de Disco de la Máquina Tronquera.

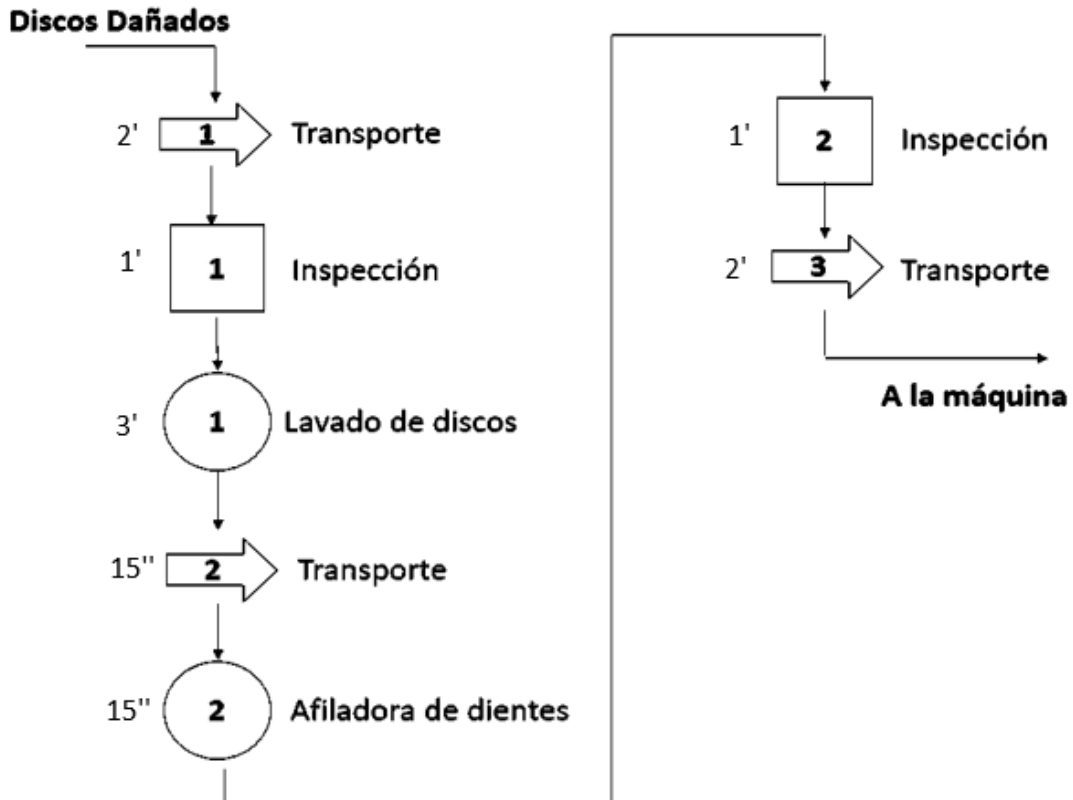


Figura n° 13 Diagrama de Mantenimiento de Disco de la Máquina tronquera

Fuente: Elaboración Propia.

Para el mantenimiento de Disco de la máquina tronquera también se desarrollan actividades productivas e improductivas, en donde la primera ocupa el 55.26% de actividades totales y la segunda de 44.74%.

Actividades Productivas

$$\% \text{ Act. Productivas} = \frac{\sum [\text{O} \square]}{\sum [\text{O} \square \rightarrow \text{D} \nabla]} \times 100$$

$$\% \text{ Act. Productivas} = \frac{\sum 3.25 + 2}{\sum 3.25 + 2 + 4.25} * 100 = 55.26\%$$

Actividades Improductivas

$$\% \text{ Act. Improductivas} = \frac{\sum [\text{D} \nabla \Rightarrow]}{\sum [\text{O} \square \Rightarrow \text{D} \nabla]} \times 100$$

$$\% \text{ Act. Improductivas} = \frac{4.25}{\sum 3.25 + 2 + 4.25} * 100 = 44.74\%$$

Tabla n°. 14 Tabla Resumen de Diagrama de Mantenimiento de Disco de la Máquina Tranquera.

Resumen		
Actividad	Cantidad	Act. Prod.
Operación	2	55.26%
Inspección	2	Act. Impr.
Transporte	3	44.74%
Total	7	100%

Fuente: Elaboración Propia.

3.6.2 Mantenimiento de la cinta de corte de la máquina sierra de cinta

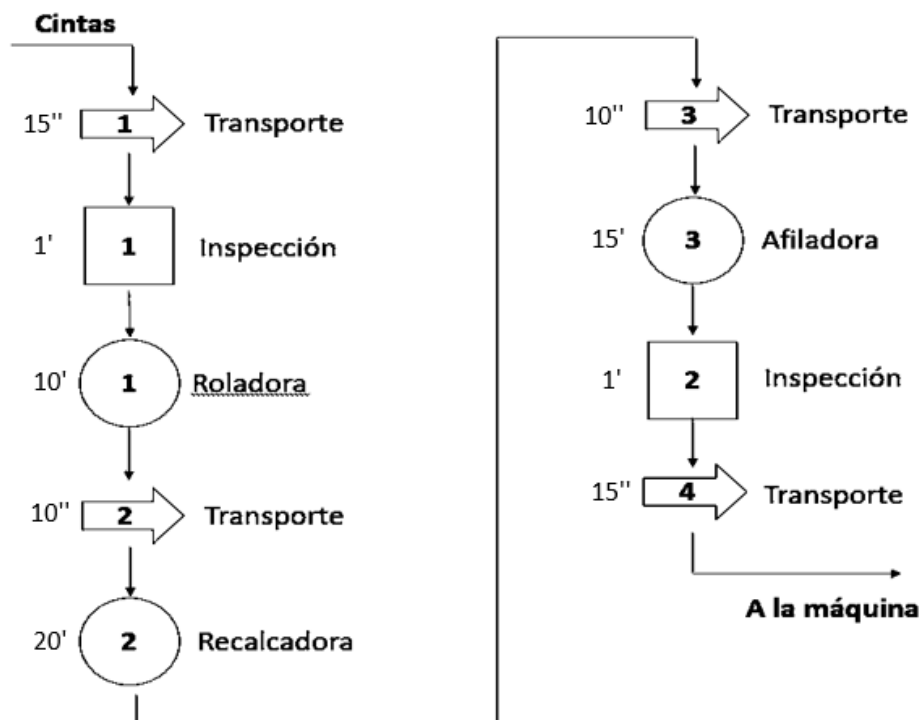


Figura n° 14 Diagrama de Mantenimiento de la Cinta de Corte de la Máquina Sierra de Cinta.

Fuente: Elaboración Propia.

Por último, en este diagrama de mantenimiento de la cinta se ha determinado que hay 97.48.5% y 2.52%, de actividades productivas e improductivas, respectivamente.

Actividades Productivas

$$\% \text{ Act. Productivas} = \frac{\sum [\text{O} \square]}{\sum [\text{O} \square \rightarrow \text{D} \nabla]} \times 100$$

$$\% \text{ Act. Productivas} = \frac{\sum 30.25 + 2}{\sum 30.25 + 2 + 0.83} * 100 = 97.48\%$$

Actividades Improductivas

$$\% \text{ Act. Improductivas} = \frac{\sum [\text{D} \nabla \rightarrow]}{\sum [\text{O} \square \rightarrow \text{D} \nabla]} \times 100$$

$$\% \text{ Act. Improductivas} = \frac{0.83}{\sum 30.25.2 + 0.83} * 100 = 2.52\%$$

Tabla n°. 15 Tabla Resumen de Diagrama de Mantenimiento de la Cinta de corte de la Máquina de Sierra de Cinta

Resumen		
Actividad	Cantidad	Act. Prod.
Operación	3	97.48%
Inspección	2	Act. Impr.
Transporte	4	2.52%
Total	9	100%

Fuente: Elaboración Propia.

3.7 Cálculos

Después de aplicar los diagramas de operaciones, se tiene más claro los procesos que se involucran con la reparación de la maquina tronquera y la maquina sierra de cinta. A continuación, realizamos los cálculos respectivos para controlar las paradas imprevistas.

3.7.1 Máquina tronquera

- **Disponibilidad física:** Es el porcentaje del tiempo total de horas del mes, en la cual el equipo está operando. Este porcentaje de horas disponible del mes se obtiene de las horas totales del mes (por ej.: un mes de 30 días a 9 horas de trabajo día. Tenemos 270 horas mes) menos el total de la suma de las horas de parada del

equipo y este resultado se divide entre el total de las horas del mes, este resultado se mide en porcentaje (por ej.: el mes actual tiene 270 horas, el equipo tiene un total de 64 horas de paradas en el mes, la ejecución de la operación sería:

Ecuación 3 Disponibilidad física

$$DIS.F = \frac{\sum(HCAL - HTP)}{\sum HCAL} \times 100$$
$$DIS.F = \frac{\sum(270 h - 64 h)}{\sum 270 h} \times 100 = 76.3\%$$

La disponibilidad física actual de la empresa en la maquina tronquera es de 76.3% tronquera/mes.

- **Disponibilidad mecánica:** Es el porcentaje del tiempo total de horas del mes, en la cual el equipo está operando sin considerar como demoras problemas de índole ajena al funcionamiento del equipo (solo se considera como demoras los problemas mecánicos y eléctricos del equipo, otro tipo de demoras no es considerado como demora). Este es un indicador de la fiabilidad real de la máquina por ej.: en el mes se tiene 270 horas y se tiene un total de solo 35.5 horas de paradas causadas por problemas mecánicos y eléctricos del equipo, la ejecución de la operación sería:

Ecuación 4 Disponibilidad mecánica

$$DIS.M = \frac{\sum(HCAL - HTFM)}{\sum HCAL} \times 100$$
$$DIS.M = \frac{\sum(270h - 35.5h)}{\sum 270} \times 100 = 86.9\%$$

¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.

La disponibilidad mecánica actual de la empresa respecto a la maquina tronquera es de 86.9%.

- **Tiempo medio entre paradas:** (MTBS, por sus siglas en inglés) Es el indicador mensual de la frecuencia de los eventos improductivos de la máquina, en sí es una indicación de la fiabilidad de la máquina inherente a la eficacia de la gestión del mantenimiento de los equipos, el resultado de esta operación se mide en horas y de acuerdo con el manual de rendimiento del fabricante. Un número de MTBS muy alto es un indicador que no se está haciendo mantenimientos al equipo y un número MTBS muy bajo es un indicador de que el equipo no es muy confiable porque falla muy seguido.

Ecuación 5 Tiempo medio entre paradas

$$MTBF = \frac{\sum HOM}{\sum HPM}$$

$$MTBF = \frac{270h}{7.5} = 36$$

El tiempo medio entre paradas actual para la maquina tronquera es de 36 horas.

- **Tiempo medio de reparación:** (MTTR, por sus siglas en inglés) es la indicación mensual del nivel de servicio de atención del mantenimiento de la máquina y de la eficiencia de la gestión de mantenimiento de los equipos. El resultado de esta operación se mide en horas y de acuerdo con el manual de rendimiento del fabricante. Un número de MTTR muy alto es un indicador que no se ejecutando correctamente los planes de mantenimiento al equipo y hay deficiencias en el proceso de mantenimiento y un número MTTR muy bajo es un indicador de que no se está reparando o corrigiendo fallas en el equipo, lo que llevaría a una falla potencial con altos costos de reparación si es que no se ejecuta un MTTR correcto.

Ecuación 6 Tiempo medio de reparación

$$MTTR = \frac{\sum HTPR}{\sum NPM}$$

$$MTTR = \frac{120h}{7.5} = 16$$

Tiempo medio de reparación actual de la maquina tronquera es de 16 horas.

- **Fiabilidad:** La probabilidad de que la máquina tronquera cumpla con sus funciones bajo las condiciones de trabajo normales es de 69.2%.

Ecuación 7 Fiabilidad

$$fiabilidad = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} * 100\%$$

$$fiabilidad = \frac{36}{36 + 16} * 100\% = 69.2\%$$

3.7.2 Sierra de cinta

- **Disponibilidad física:**

$$DIS.M = \frac{\sum(HCAL - HTFM)}{\sum HCAL} x 100$$

$$DIS.M = \frac{\sum(270h - 60h)}{\sum 270 h} x 100 = 77.8\%$$

La disponibilidad mecánica actual de la sierra de cinta es de 77.8% sierra/hora.

- **Disponibilidad mecánica:**

$$DIS.F = \frac{\sum(HCAL - HTMN)}{\sum HCAL} \times 100$$

$$DIS.F = \frac{\sum(270h - 52h)}{\sum 270h} \times 100 = 80.7\%$$

La disponibilidad física actual de la sierra de cinta es de 81.6% sierra/hora.

- **Tiempo medio entre paradas:**

$$MTBF = \frac{\sum HOM}{\sum HPM}$$

$$MTBF = \frac{270h}{60} = 4.5$$

El tiempo medio entre paradas actual de la sierra de cinta es de 4.5 horas.

- **Tiempo medio de reparación:**

$$MTTR = \frac{\sum HTPR}{\sum NPM}$$

$$MTTR = \frac{116h}{60} = 1.93$$

El tiempo medio de reparación actual de la sierra de cinta es de 1.93 horas.

- **Fiabilidad:** La probabilidad de que la máquina sierra de cinta cumpla sus funciones bajo las condiciones normales de trabajo es de 69.9%.

$$fiabilidad = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} * 100\%$$

$$fiabilidad = \frac{4.5}{4.5 + 1.93} * 100\% = 69.9$$

3.8 Cálculos después de la Mejora

Maquina tronquera

- **Disponibilidad física:**

Realizando el mantenimiento correctivo a la maquina logramos disminuir las horas de parada (de 64 a 12 horas al mes). Obteniendo un incremento de 29 % en las disponibilidades física en la maquina tronquera.

$$DIS.F = \frac{\sum(HCAL - HTP)}{\sum HCAL} \times 100$$

$$DIS.F = \frac{\sum(270h - 12h)}{\sum 270 h} \times 100 = 95.5\%$$

- **Disponibilidad mecánica:**

Después de realizar la propuesta de plan de mantenimiento, se obtuvo resultados muy buenos logrando disminuir la hora de parada por fallos mecánicos y eléctricos (35.5 a 10 horas al mes). Logrando aumentar la disponibilidad mecánica hasta un 96.2 %.

$$DIS.M = \frac{\sum(HCAL - HTFM)}{\sum HCAL} \times 100$$

$$DIS.M = \frac{\sum(270h - 10h)}{\sum 270 h} \times 100 = 96.2\%$$

- **Tiempo medio entre paradas:**

Aplicando el plan de mantenimiento preventivo logramos aumentar la fiabilidad en horas de trabajo de la máquina, logrando sobrepasar las 100 horas de trabajos sin problemas.

$$MTBS = \frac{\sum HOM}{\sum HPM}$$

$$MTBS = \frac{270h}{2} = 135$$

- **Tiempo medio de reparación:**

Disponer de un pequeño stock de repuestos para solucionar las fallas más críticas y de mayor frecuencia. Además de disponer de personal capacitado para responder a la brevedad. Logramos reducir los tiempos de reparación a 3.3 horas.

$$MTBS = \frac{\sum HTPR}{\sum NPM}$$

$$MTBS = \frac{10h}{3} = 3.3$$

- **Fiabilidad:** con todas las mejoras la probabilidad de que la máquina tronquera cumpla con sus funciones bajo las condiciones de trabajo normales es de 97.6%.

$$fiabilidad = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} * 100\%$$

$$fiabilidad = \frac{135}{135 + 3.3} * 100\% = 97.6\%$$

Sierra de cinta

- **Disponibilidad física:**

$$DIS.F = \frac{\sum(HCAL - HTMN)}{\sum HCAL} x 100$$

$$DIS.F = \frac{\sum(270h - 15h)}{\sum 270 h} x 100 = 94.4\%$$

La disponibilidad física actual de la sierra de cinta es de 94.4% sierra/hora.

- **Disponibilidad mecánica:**

$$DIS.M = \frac{\sum(HCAL - HTFM)}{\sum HCAL} x 100$$

$$DIS.M = \frac{\sum(270h - 13h)}{\sum 270 h} x 100 = 95.1\%$$

La disponibilidad mecánica actual de la sierra de cinta es de 95.1% sierra/hora.

- **Tiempo medio entre paradas:**

$$MTBF = \frac{\sum HOM}{\sum HPM}$$

$$MTBF = \frac{270h}{4} = 65$$

El tiempo medio entre paradas actual de la sierra de cinta es de 65 horas.

- **Tiempo medio de reparación:**

$$MTTR = \frac{\sum HTPR}{\sum NPM}$$

$$MTTR = \frac{15h}{4} = 3.75$$

El tiempo medio de reparación actual de la sierra de cinta es de 3.75 horas.

- **Fiabilidad:** La probabilidad de que la máquina sierra de cinta cumpla sus funciones bajo las condiciones normales de trabajo es de 69.9%.

$$fiabilidad = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} * 100\%$$

$$fiabilidad = \frac{65}{65 + 3.75} * 100\% = 94.5\%$$

Según World class manufacturing (2012) la disponibilidad para un sistema que brinda servicio a un cliente de forma no continua debe estar en el rango del 95% al 99% (p. 14)

Tabla n°. 16 Operacionalización de Variable

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDADES	RESULTADOS			
					Tronquera		Sierra de Cinta	
					Antes	Después	Antes	Después
Plan de Mantenimiento Preventivo	Según (Martínez) El mantenimiento preventivo es el destinado a la conservación de equipos o instalaciones mediante la realización de revisión y reparación que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad. El mantenimiento preventivo se realiza en equipos en condiciones de funcionamiento, por oposición al mantenimiento correctivo que repara o pone en condiciones de funcionamiento aquellos que dejaron de funcionar o están dañados.	Fiabilidad	MTBF	%	69.20%	97.60%	69.90%	94.50%
			MTTR					

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDADES	RESULTADOS			
					Tronquera		Sierra de Cinta	
					Antes	Después	Antes	Después
Disponibilidad	Según el ISO/DIS 14224. Es la capacidad de un activo o componente para estar en un estado (arriba) para realizar una función requerida bajo condiciones dadas en un instante dado de tiempo o durante un determinado intervalo de tiempo, asumiendo que los recursos externos se han proporcionado.	Disponibilidad	Disponibilidad Física	%	76.30%	95.50%	77.80%	94.40%
			Disponibilidad Mecánica	%	86.90%	96.20%	81.60%	95.10%
		Paradas	Tiempo Medio entre Fallas	Horas	36 H	135 H	4.5 H	65 H
		Reparación	Tiempo Medio para Reparar	Horas	16 H	3.3 H	1.93 H	3.75 H

Indicadores

- **Fiabilidad:** los datos proyectados si se logra implementar la propuesta de mantenimiento aumentaría a un 97.6% y 94.5% en la tronquera y sierra de cinta, respectivamente. Como se ha demostrado esto es mucho mejor que los valores anteriormente obtenidos; ya que asegura casi a su totalidad en un determinado tiempo su plena funcionalidad.
- **Disponibilidad Física:** las paradas que van a ocurrir en las dos máquinas se lograrían disminuir considerablemente obteniendo valores de 95.5% en la tronquera y 94.4% en la sierra de cinta; esto es muy beneficiario para la empresa porque las máquinas van a estar trabajando todas las horas que se requiere para la producción necesaria.
- **Disponibilidad Mecánica:** este valor esperado tras la aprobación e implementación de la propuesta es un poco más alto que el anterior indicador porque se solo se le relaciona con las paradas propias de la máquina, excluyendo de los trabajadores, y después de la implementación se obtiene valores de 96.2% en la máquina tronquera y 95.1% en la sierra de cinta.
- **Tiempo Medio Entre Fallas:** el nuevo valor que se lograría obtener en la máquina tronquera es de 135 horas, esto duplica el valor anteriormente conseguido se muestra el impacto que tiene un buen plan de mantenimiento preventivo dentro de la empresa. Para la máquina sierra de cinta es de 65 horas que ya supera por mucho al antiguo valor, esto se logra con la adecuada capacitación a los trabajadores en el mantenimiento de esta máquina.
- **Tiempo Medio Para Reparar:** el tiempo para reparar planeado a lograr en la máquina tronquera disminuiría a 3.3 horas, esto es más que conveniente para la empresa; ya que después de esta reparación la máquina va a estar disponible por varios días de trabajo continuo. La máquina sierra de cinta no se queda atrás obteniendo un valor de 3.75 horas, si bien ha aumentado es para asegurar su pleno funcionamiento en horas del trabajo y no obtener fallas cada poca hora.

3.9. EPP (Equipo de protección personal)

Los EPP son todos los materiales, dispositivos e indumentaria para el personal de la empresa con el fin de protegerlos de uno o más riesgos que puedan ocurrir dentro del área de trabajo y que puedan afectar su seguridad y salud. El equipo de protección personal tiene que cumplir todos los estándares de las normas técnicas dadas por la empresa. Todos los EPP deben ser entregados oportunamente a los trabajadores de la empresa y a los técnicos que realizarán el mantenimiento preventivo.

Este equipo se deberá de examinar antes de cada uso que se le dé para observar si está dañado o presenta algún defecto, se tiene que retirar o reemplazar el EPP defectuoso en cuestión; el reemplazo tendrá que ser el adecuado para el trabajo, cumpliendo con el tamaño correcto y con la correcta capacitación al trabajador para el uso, mantenimiento y almacenamiento del EPP.

Tabla n°. 17 Equipo de protección personal

Ítem	Equipo de Protección	Norma Técnica
1	Casco de Seguridad	ANSI / SEA Z89.1 – 2009
2	Lentes de seguridad	ANSI Z87.1 – 2010; signo + para alto impacto
3	Orejeras / tapones auditivos	ANSI S12.6 – 1997
4	Guantes anticorte	CE EN 388 – 4342
5	Zapatos dieléctricos	Normas ASTM 24130-5 / EN347
6	Respirador contra gases y vapores	

Fuente: Elaboración Propia

3.9. VALORACIÓN ECONÓMICA

En la propuesta del Plan de Mantenimiento preventivo que se ha desarrollado en la presente tesis, se propone dos opciones para llevar a cabo el mantenimiento de las dos máquinas, contratando a los servicios de la empresa.

3.9.1. Mantenimiento preventivo realizado por un contratista.

El diseño y propuesta del Plan de Mantenimiento Preventivo para las máquinas tronqueras y sierra de cinta se ha establecido en un periodo de tres meses, para este caso, se va a contar con los servicios de la empresa SYMI S.R.L., la cual ha brindado una cotización del costo de mantenimiento a los motores de las dos máquinas, en la tabla n.º 19 se puede observar el costo de los servicios a contratar por esta empresa.

Tabla n°. 18 Costo unitario para el servicio de Mantenimiento preventivo.

Actividad	Cantidad de motores	Costo unitario	Costo total
Mantenimiento a motor de 2 hp	2	\$ 594.78	\$ 1 189.56
Mantenimiento a motor de 20 hp	1	\$ 1 992.80	\$ 1 992.80
Mantenimiento a motor de 25 hp	1	\$ 2 307.69	\$ 2 307.69

Fuente: Elaboración propia con datos brindados de la empresa SYMI S.R.L.

El costo total del mantenimiento preventivo que incurrirá la empresa es de \$ 5 490.05; cabe aclarar que estos valores son generalizados; ya que, dependiendo del estado del motor el valor podría variar.

3.9.2. Mantenimiento preventivo realizado por el personal de DERIMA.

Para que se realice el mantenimiento preventivo de estas máquinas con el personal propio de la empresa, se tiene que tener en cuenta la capacitación que deben de recibir los empleados y todos los materiales que sumarán al resultado. En el siguiente cuadro se podrán observar los gastos que tomará la empresa para capacitar al personal con su respectiva certificación.

Adicional a este, también se les capacitará en cursos de Seguridad y Salud Ocupacional para evitar futuros riesgos que puedan ocurrir en horas de trabajo.

Tabla n°. 19 Costos de capacitación del personal y compra de materiales adicionales.

Ítem	Concepto	Costo	Observaciones
1	Adquisición de materiales adicionales.	\$ 10 461.55	Compra de equipos para el mantenimiento.
2	Capacitación de mantenimiento preventivo.	\$ 1 848.30	Capacitación para 3 técnicos.
3	Cursos de capacitación para Seguridad y Salud Ocupacional.	\$ 1 563.25	Capacitación para los empleados.
Costo total		\$ 13 873.1	

Fuente: Elaboración con datos obtenidos BS GROUP.

El personal que va a dar el mantenimiento a las maquinarias tiene que contar con equipo de protección acorde a su actividad, por lo que se ha elaborado una tabla con los costos que este equipo de EPP sumará a la empresa. Los datos obtenidos se les han obtenido de la empresa local SODIMAC.

Tabla n°. 20 Costos de los EPP.

Ítem	EPP	Cantidad	Precio por Unidad	Precio Total
1	Casco de seguridad	3	S/. 58.91	S/. 176.73
2	Lentes de seguridad anti-impacto	3	S/. 54.91	S/. 164.73
3	Orejeras auditivas	3	S/. 98.90	S/. 296.70
4	Guantes anticorte	3	S/. 21.90	S/. 65.70
5	Zapatos dieléctricos	3	S/. 219.90	S/. 659.70
6	Guantes de cuero.	3	S/. 18.60	S/. 55.80
			Total, en S/.	S/. 1 419.36
			Total, en \$.	\$ 439.43

Fuente: Datos obtenidos de la empresa SODIMAC.

A continuación, se sumarán las tablas n.º 19 y n.º 20, para obtener el costo total de la implementación del mantenimiento preventivo en la empresa DERIMA.

Tabla n.º. 21 Costo total de la implementación del mantenimiento preventivo en la empresa DERIMA

Ítem	Concepto	Costo	Observaciones
1	Adquisición de materiales adicionales.	\$ 10 461.55	Compra de equipos para el mantenimiento.
2	Capacitación de mantenimiento preventivo.	\$ 1 848.30	Capacitación para 3 técnicos.
3	Cursos de capacitación para Seguridad y Salud Ocupacional.	\$ 1 563.25	Capacitación para los empleados.
4	Equipo de protección personal (EPP)	\$ 439.43	Cumpliendo las normas técnicas.
Costo total		\$ 14 318.53	

Fuente: Elaboración propia.

La viabilidad de todo proyecto se basa primordialmente en su rentabilidad económica, en la tabla que se mostrará a continuación se ha desarrollado la valoración económica de la propuesta de mantenimiento preventivo dirigido a la empresa DERIMA; como se ha mostrado, este trabajo se puede realizar por una empresa contratista o el propio personal de la empresa; en el primer caso el monto total de \$21 960.20 y en el segundo caso da un total de \$ 14 318.53; obteniendo un ahorro de \$ 7 641.67.

Los siguientes valores detallaran los indicadores económicos si el mantenimiento es realizado por los técnicos de la empresa DERIMA:

- **Valor actual neto (VAN)**, es mayor a cero, lo que quiere decir que, si va a generar beneficios, teniendo como valor \$ 9 866.18.
- **Tasa interna de rentabilidad (TIR)**, se tiene como resultado rentable, ya que, el TIR tiene un porcentaje del 15.67%.
- **Relación beneficio / costo (B/C)**, con este último indicador se concluye que el proyecto es viable, ya que da un resultado de \$ 1.45, esto quiere decir que, por cada dólar invertido, se ha tenido una ganancia de \$ 0.45, aparte del dolor recuperado.

Tabla n°. 22 Valoración económica del diseño de mantenimiento preventivo en la empresa DERIMA

ITEMS	AÑO: 0	AÑO: 1	AÑO: 2	AÑO: 3	AÑO: 4	AÑO: 5
INVERSIÓN DE ACTIVOS TANGIBLES	S/ 18,336.77	S/ 18,336.77	S/ 18,336.77	S/ 18,336.77	S/ 18,336.77	S/ 18,336.77
Motor 2 hp	S/ 3,973.13	S/ 3,973.13	S/ 3,973.13	S/ 3,973.13	S/ 3,973.13	S/ 3,973.13
Motor de 20 hp	S/ 6,655.95	S/ 6,655.95	S/ 6,655.95	S/ 6,655.95	S/ 6,655.95	S/ 6,655.95
Motor de 25 hp	S/ 7,707.68	S/ 7,707.68	S/ 7,707.68	S/ 7,707.68	S/ 7,707.68	S/ 7,707.68
GASTOS DE PERSONAL	S/ 11,880.91	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Adquisición de materiales adicionales	S/ 10,461.55					
Casco de Seguridad	S/ 176.73					
Lentes de seguridad	S/ 164.73					
Orejas auditivas	S/ 296.70					
Guantes anti corte	S/ 65.70					
Zapatos dieléctricos	S/ 659.70					
Guantes de cuero	S/ 55.80					
GASTOS DE CAPACITACION	S/ 11,394.58	S/ 5,221.26	S/ 11,394.58	S/ 5,221.26	S/ 11,394.58	S/ 5,221.26
Capacitación de mantenimiento preventivo	S/ 6,173.32		S/ 6,173.32		S/ 6,173.32	
Cursos de capacitación para SYSO	S/ 5,221.26	S/ 5,221.26	S/ 5,221.26	S/ 5,221.26	S/ 5,221.26	S/ 5,221.26
TOTAL DE GASTOS	S/41,612.25	S/23,558.02	S/29,731.34	S/23,558.02	S/29,731.34	S/23,558.02

ANÁLISIS DE LOS INDICADORES						
INDICADORES	ANTES	DESPUES	INDICADORES	ANTES	BENEFICIO	DESPUES
Valor de venta	S/ 95,000.00	S/ 45,000.00	Valor de venta	S/ 95,000.00	S/ 50,000.00	S/ 45,000.00
Costo por ahorro de materia prima	S/ 1,200.00	S/ 800.00	Costo por ahorro de materia prima	S/ 1,200.00	S/ 400.00	S/ 800.00
<hr/>						
INGRESOS PROYECTADOS	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	
	S/ 50,400.00	S/ 50,400.00	S/ 50,400.00	S/ 50,400.00	S/ 50,400.00	
<hr/>						
AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	
- 41,612.25	26,841.98	20,668.66	26,841.98	20,668.66	26,841.98	
<hr/>						
Indicadores de evaluación						
COK	3.50%					
VA	S/. 110,050.38					
VAN	68,438.13	VAN > 0 acepta el proyecto				
TIR	52%	TIR > COK se acepta el proyecto				
IR	2.64	IR > 1 Indice de rentabilidad > 1 Acepta el proyecto				
Por cada sol de inversión retorna S/1.64 de rentabilidad						

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

El objetivo de la presente investigación fue la de analizar y determinar la disponibilidad de las dos principales máquinas de inicio del ciclo de producción de la empresa DERIMA S.R.L.; para lograr este objetivo se analizó los tiempos de parada, los tiempos de producción, los diversos problemas que se presentaron en ambas máquinas en su día a día de trabajo. Después de implementar la propuesta de mantenimiento preventivo se logró aumentar la disponibilidad de las máquinas en un 28.4% para la máquina tronquera y 24.6% de la máquina sierra de cinta.

Los resultados mostrados al concluir esta investigación en la empresa DERIMA S.R.L. logran señalar un aumento en los indicadores estudiados como la fiabilidad, calidad y la disponibilidad gracias al mantenimiento preventivo. Para la investigación estos indicadores obtienen un valor actualizado de 97.60% en la máquina tronquera y 94.50% en la máquina sierra de cinta, en cuanto se refiere a la fiabilidad; para el indicador de la disponibilidad la tronquera ha mejora a un 95.85% y 94.75% para la máquina sierra de cinta. Los resultados que obtuvimos se muestran similares a un estudio realizado por Fuentes Zavala, S. (2015). *Propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en los indicadores de OVERALL EQUIPMENT EFFICIENCY para la reducción de los costos de mantenimiento en la empresa hilados Richard's S.A.C.* (tesis de titulación). Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú. En este estudio se obtuvieron resultados que respaldan a los nuestros; para este estudio el valor de la disponibilidad superó el valor del 90.00% y la fiabilidad obtuvo un valor promedio del 93%; todo esto se logró ejecutando de una manera planificada los mantenimientos adecuados para cada equipo, el tiempo que toma para reparar a los diferentes inconvenientes que podrían disminuir este indicador considerablemente.

Existen más indicadores que favorecen nuestra investigación; y es en el aspecto económico se ha reducido el costo en un 34.8% a costa de tercerizar este plan de mantenimiento por un mantenimiento efectuado por la propia empresa, asumiendo los costos necesarios para efectuar el mantenimiento preventivo; también se lograría ahorra en el tiempo, ya que los propios trabajadores realizarían este trabajo a la par que realizan sus labores diarias. La investigación hecha por Morales Olivares, I. (2013). *Propuesta de un programa de mantenimiento preventivo de las unidades condensadoras de las cámaras frigoríficas en las tiendas comerciales.* (Tesis de titulación). Escuela superior de ingeniería mecánica y eléctrica unidad Azcapotzalco. Instituto Politécnico Nacional. D. F, México. Puede respaldar este resultado; ya que este autor asegura que un buen programa de mantenimiento adecuado puede reducir el costo en un 30.00% a un 35.00%; favoreciendo el ahorro económico para la empresa y al mismo tiempo brindar un servicio con calidad y eficiencia al consumidor.

Finalizando con la comparación y reafirmar nuestros resultados hallados en la tesis hecha por Villegas Arenas, J. (2016). *Propuesta de Mejora en la Gestión del Área de Mantenimiento, para la Optimización del Desempeño de la Empresa "MANGER S.R.L. CONTRATISTAS GENERALES"*

(Tesis de titulación). Universidad Católica San Pablo, Perú. Donde los resultados que muestra también ha habido un aumento considerable, más específico, a la gestión de mantenimiento permitiendo así al aumento de la disponibilidad de los equipos aumentando en este indicador de un 68.27% a un 78.47%, mostrando un aumento del 10.20%. Esta no es la única investigación que puede amparar nuestros resultados, ya que para Gonzales Guzman, J. (2016). *Propuesta de Mantenimiento Preventivo y Planificado para la Línea de Producción en la Empresa LATERCER S.A.C.* (Tesis de titulación). Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Perú. La propuesta de mantenimiento preventivo de las diferentes máquinas, el número de paradas se redujo mostrando como resultado un 80% menos en las máquinas de la línea de producción. En general, los resultados mostrados hasta ahora protegen los valores obtenidos ya que aplicando el mantenimiento en las dos principales máquinas se logró aumentar la disponibilidad de 76.30% a 95.50% de la máquina tronquera y de 77.80% a 94.40% de la máquina sierra de cinta.

El principal inconveniente de la presente investigación fue la ausencia de registro de datos históricos de las paradas, tiempo muerto, cantidad de mantenimiento, tiempo de producción y el método de mantenimiento correctivo. Para obtener estos datos y efectuar el cálculo de las fórmulas se han identificado los tiempos, procesos de mantenimiento, con ayuda de las técnicas de recolección de información adecuadas para desarrollar y formar el mantenimiento preventivo conforme a las dos principales máquinas de la empresa DERIMA S.R.L.

Durante todo el proceso que llevó esta investigación se logró determinar ciertos aspectos a mejorar para obtener un mayor beneficio a la empresa; lo primero que hay que tener en cuenta es la mejora continua, si bien esta tesis plantea una propuesta de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de las dos principales máquinas que trabajan y responden en primera línea al proceso productivo, la empresa DERIMA S.R.L. no debe dejar de investigar en que más aspectos se podría mejorar, este es el primer paso para estudiar todo el proceso de fabricación de productos que puede ofrecer; ya sea en el ámbito manufacturero como también en la reubicación de las maquinarias o de las áreas en general para disminuir tiempos de transporte.

Entrando en cosas puntuales, se le recomienda implementar esta propuesta de mantenimiento preventivo; se obtuvieron datos que muestran una mejora considerable para la empresa por lo que mientras más demore en hacerlo prácticamente estará perdiendo dinero que podría aprovechar en implementar diferentes mejoras anteriormente mencionadas en sus diferentes áreas. Como conclusión, en la parte económica de la empresa se determinó que la mejor opción a tomar la empresa es la de preparar, desarrollar y llevar a cabo esta propuesta por sí misma, con sus propios trabajadores y no la de tercerizar el mantenimiento; una de las principales ventajas es la del tiempo; ya que podría responder de manera más inmediata ante un problema.

4.2 Conclusiones

- Se logró medir la disponibilidad de las máquinas sierra de cinta y máquina tronquera para las cuales se obtuvo un resultado de 69.9 % y 69.2 % respectivamente.
- Se planteó y propuso un plan de mantenimiento preventivo acorde a las máquinas ya antes mencionadas para incrementar su disponibilidad y reducir las paradas imprevistas que perjudicaban a la producción.
- Se diseñó y propuso procedimientos estandarizados para el correcto mantenimiento, además de recomendar el uso de repuestos originales y de buena calidad para asegurar un buen funcionamiento de dichas maquinarias, llegando a aumentar a 135 H y 65 H sin paradas para la máquina tronquera y sierra de cinta respectivamente.
- Se consiguió medir y determinar los indicadores de fiabilidad, disponibilidad física tomando valores promedio de 94.95%, disponibilidad mecánica teniendo un valor promedio de 95.65%, tiempo medio entre fallas y tiempo medio para reparar para poder medir la disponibilidad de las máquinas en estudio.
- Se realizó la evaluación económica para decidir la viabilidad de la propuesta de mantenimiento capacitando a los trabajadores de la empresa, obteniendo un ahorro para la empresa de \$ 9 866.18.

REFERENCIAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Boero, C. (2012). *Mantenimiento Industrial*. Córdoba, Argentina: Científica Universitaria.
- Bona, J. (1999). *La Gestión del Mantenimiento: Guía para el responsable de la conservación de locales e instalación; criterios para la subcontratación*. Madrid: Fc Editorial.
- Carrión, R. y Solano, J. (2002). *La Industria Maderera en el Perú*. [En línea] Recuperado el 24 de mayo de 2017, de <http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/Publicaciones>.
- Cuatercasas, L. (2012). *Total Productive Maintenance*. Barcelona: Ediciones Gestión 2000, S.A.
- Duffuaa, S. O., Raouf, A., & Campbell, J. D. (2002). *Sistema de Mantenimiento: Planeación y Control*. México: Limusa Wiley.
- García Guerrero, S. (2003). *Organización y Gestión Integral de Mantenimiento*. España: Ediciones Díaz de Santos S.A.
- Hernández, C. E. (2001). *Sistema de Cálculo de Indicadores para el Mantenimiento*. Club de Mantenimiento, 6.
- Martínez, A. (s.f.). *calameo*. Obtenido de calameo : <https://es.calameo.com/books/00211672756669a26c12f>
- Mobley K., S. R. (2002) *Maintenance Engineering Handbook*. USA: McGraw-Hill.
- Muñoz Abella, B. (25 de 02 de 2008). *Open Course Ware Carlos III de Madrid*. Obtenido de OCW - UC3M: <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-mecanica/teoria-de-maquinas/lecturas/MantenimientoIndustrial.pdf>.
- Oliviero García, P. (2012). *Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial*. Bogotá, Colombia: Ediciones de la U.
- Alavedra Flores, C., Gastelu Pinedo, Y., Méndez Orellana, G., Minaya Luna, C., Pineda Ocas, B., Prieto Gilio, K., . . . Moreno Rojo, C. (2016). Gestión de Mantenimiento Preventivo y su Relación con la Disponibilidad de la Flota de Camiones 730e Komatsu-2013. *Ingeniería Industrial*, 11-26
- Herrera Galán, M., & Duany Alfonso, Y. (2016). Metodología e Implementación de un Programa de Gestión de Mantenimiento. *Ingeniería Industrial*, Vol. 37
- Rodríguez, J. B. (26 de Agosto de 2018). *Reportero Industrial*. Obtenido de Los Principales Objetivos del Mantenimiento: <http://www.reporteroindustrial.com/blogs/Los-principales-objetivos-del-mantenimiento+114923>

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS DE TESIS

- Castillo, E & López, J. (2014). *Elaboración de un plan mantenimiento preventivo en las válvulas del sistema de bypass para la empresa zona franca celsia S.A E.S. P de la ciudad Barranquilla.* (Tesis de titulación). Universidad Autónoma del Caribe. Cartagena, Colombia.
- Fuentes Zavala, S. (2015). *Propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en los indicadores de OVERALL EQUIPMENT EFFICIENCY para la reducción de los costos de mantenimiento en la empresa hilados Richard's S.A.C.* (tesis de titulación). Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú.
- Gonzales Guzmán, J. (2016). *Propuesta de Mantenimiento Preventivo y Planificado para la Línea de Producción en la Empresa LATERCER S.A.C.* (Tesis de titulación). Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Perú
- López Gonzales, J. (2012). *Programa de mantenimiento preventivo en los equipos críticos de lancasco, S.A.* (tesis de titulación) Universidad de San Carlos, Guatemala.
- Morales Olivares, I. (2013). *Propuesta de un programa de mantenimiento preventivo de las unidades condensadoras de las cámaras frigoríficas en las tiendas comerciales.* (Tesis de titulación). Escuela superior de ingeniería mecánica y eléctrica unidad Azcapotzalco. Instituto Politécnico Nacional. D. F, México.
- Rivera Rubio, E. (2011). *Sistema de Gestión de Mantenimiento Industrial* (Tesis de titulación). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú.
- Tamariz Vélez, M. (2014). *Diseño del plan de mantenimiento preventivo y correctivo para los equipos móviles y fijos de la empresa de Mirasol. S.A.* (tesis de titulación). Universidad de Cuenca, Ecuador.
- Valdivieso Torres, J. (2010). *Diseño de un Plan de Mantenimiento Preventivo para la Empresa EXTRUPLAS S.A.* (Tesis de titulación). Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, Ecuador.
- Villegas Arenas, J. (2016). *Propuesta de Mejora en la Gestión del Área de Mantenimiento, para la Optimización del Desempeño de la Empresa "MANGER S.R.L. CONTRATISTAS GENERALES"* (Tesis de titulación). Universidad Católica San Pablo, Perú.
- Zurita Vargas, J. (2016). *Diseño e implementación de un programa de mantenimiento a la flota de Tracto Camiones modelo INTERNACIONAL 9200I asignados al área de logística en la planta de producción EL INCA de la empresa ARCA CONTINENTAL S.A.* (tesis de titulación). Universidad Internacional del Ecuador. (UIDE). Quito, Ecuador.

ANEXOS

Anexo n.º 1. Estimado de la producción de madera en los últimos años (miles de m3).

Total, de madera destinada a usos industriales	
Norte América	613 790
Estados Unidos	426 900
Canadá	174 415
México	7 886
Sudamérica	105 533
Brasil	74 478
Chile	12 060
Colombia	2 673
Total, de América	719 323

Fuente: Sectores basados en recursos biológicos.

Anexo n.º 2. Principales mercados destino de las exportaciones madereras en los últimos años.

PAÍS	ENE – SEP 2001	ENE – SEP 2002	VAR %	CONTRIB %
Estados Unidos	34 533,5	52 996,0	53,4	62,79
México	15 346,2	18 167,6	18,4	21,52
Hong Kong	2 043,1	4 945,3	142,0	5,86
Otros	9 737,4	8 299,5	-17,3	9,83
Total, General	61 660,2	84 408,4	36,9	100,0

Fuente: Sectores basados en recursos biológicos.

Anexo n.º 3. Exportaciones de madera y sus manufacturas por mercados destino en los últimos años.

	Estados Unidos	México	Hong Kong
Madera Aserrada	40 706,2	13,349.6	163,8
Muebles y sus partes	6 625,4	1,8	---
Productos semi-manufacturados	1 494,7	61,3	4 778,4
Madera chapada y contrachapada	---	4 309,3	---
Productos para la construcción	2 483,1	115,2	---
Hojas chapas y láminas	1 113,1	315,4	---
Productos manufacturados	573,2	2,0	3,1
Total, General	52 995,7	18 154,6	4 945,3

Fuente: Sectores basados en recursos biológicos.

Anexo n.º 4. Máquina tronquera en mantenimiento correctivo para su cambio de disco.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo n.º 5. Máquina sierra de cinta en mantenimiento correctivo de cambio de cinta.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo n.º 6. Desgaste de dientes en disco de corte de la máquina tronquera.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo n.º 7. Cintas en óptimas condiciones para ser utilizadas en la sierra de cinta.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo n.º 12. Afiladora de dientes de la máquina tronquera.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo n.º 13. Replicadora de la cinta de la máquina sierra de cinta.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo n°. 14. Afiladora de dientes la máquina sierra de cinta.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo n.º 15. Motor de 2 hp de la máquina sierra de cinta.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo n.º 16. Motor de 25 hp de la máquina sierra de cinta.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo n.º 17. Motor de 20 hp de la máquina tronquera.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo n.º 19. Ficha técnica para equipos de corte de madera.

FICHA TECNICA PARA EQUIPOS DE CORTE DE MADERA

MARCA	
MODELO	
SERIE	
VOLTIOS	
POTENCIA	
RPM	
SERIE	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo n.º 20. Programa de mediciones realizadas.

PROGRAMA DE MEDICIONES REALIZADAS

BIMESTRE	FECHA	HORA	REALIZADO POR	FIRMA	OPERADORES	FIRMA
1						
2						
3						
4						
5						
6						

Fuente: Elaboración propia.

Anexo n.º 22. Proforma brindada por la empresa SYMI S.R.L. del motor de 20 hp.

4. Propuesta Económica:

La propuesta está realizada por precio unitario y considerando el alcance brindado en el ítem 01. Donde se detallan las tareas que se realizarán.

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	P. U.	P. Parcial
1	Mantenimiento de Bomba y Motor de 25 HP	1	GLB	USD 1,992.80	USD 1,992.80
1.1	Cambio de Kit básico de Motor.	1	GLB	USD 830.31	USD 830.31
1.2	Maestranza de Motor.	1	GLB	USD 254.92	USD 254.92
1.3	Rebobinado de Motor.	1	GLB	USD 727.27	USD 727.27
1.4	Balanceo de Rotor .	1	GLB	USD 180.30	USD 180.30
TOTAL:					USD 1,992.80

PRECIO TOTAL: USD 1,992.80

SON MIL NOVECIENTOS NOVENTA Y DOS CON 80/100 DÓLARES AMERICANOS

Ingeniería de mantenimiento y montajes,
Construcciones civiles
Mantenimiento y mejoramiento de infraestructura
Mantenimiento mecánico, eléctrico, neumático, hidráulico
Soldadura, recuperación de componentes
Estructuras metálicas, fabricación y montajes
Maestranza, fabricación, diseño, cálculo y recuperación de piezas



Jr. Daniel A. Carrión N° 252
Urb. El Bosque
Teléfono: (076) 260230
E-mail: administracion@symisrl.pe
www.symisrl.pe

Fuente: SYMI S.R.L.

Anexo n.º 23. Proforma brindada de la empresa SYMI S.R.L. para el motor de 25 hp.

4. Propuesta Económica:

La propuesta está realizada por precio unitario y considerando el alcance
brindado en el ítem 01. Donde se detallan las tareas que se realizarán.

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	P. U.	P. Parcial
1	Mantenimiento de Bomba y Motor de 25 HP	1	GLB	USD 2,307.69	USD 2,307.69
1.1	Cambio de Kit básico de Motor.	1	GLB	USD 892.31	USD 892.31
1.2	Maestranza de Motor.	1	GLB	USD 276.92	USD 276.92
1.3	Rebobinado de Motor.	1	GLB	USD 923.08	USD 923.08
1.4	Balaceo de Rotor .	1	GLB	USD 215.38	USD 215.38
TOTAL:					USD 2,307.69

PRECIO TOTAL: USD 2,307.69

SON DOS MIL TRESCIENTOS SIETE CON 69/100 DÓLARES AMERICANOS

Ingeniería de mantenimiento y montajes,
Construcciones civiles
Mantenimiento y mejoramiento de infraestructura
Mantenimiento mecánico, eléctrico, neumático, hidráulico
Soldadura, recuperación de componentes
Estructuras metálicas, fabricación y montajes
Maestranza, fabricación, diseño, cálculo y recuperación de piezas



Jr. Daniel A. Carrión N° 252
Urb. El Bosque
Teléfono: (076) 260230
E-mail: administración@symisri.pe
www.symisri.pe

Fuente: SYMI S.R.L.

Anexo n.º 24. Mantenimiento a motores DELCROSA.

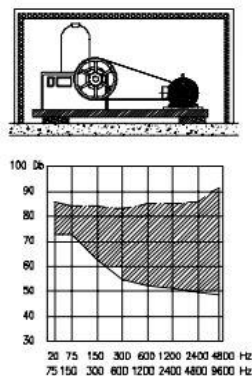


Figura 3.17 - Máquina en un cuarto de paredes sólidas y revestidas de material absorbedor de sonido, montada sobre amortiguadores.

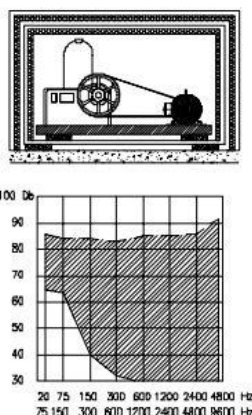


Figura 3.18 - Máquina en un cuarto de paredes dobles sólidas, con la superficie interna revestida de material absorbedor, montada sobre un conjunto de amortiguadores.

3.5. MOTORES APLICADOS EN AREA DE RIESGO / ATMOSFERAS EXPLOSIVAS

Los motores especificados para operar en áreas de riesgo poseen características adicionales de seguridad que están definidas en normas específicas para cada tipo de área de riesgo, conforme su clasificación.

Los requerimientos generales para equipamientos que operan en áreas de riesgo, están descritos en las siguientes normas brasileñas e internacionales respectivamente:

NBR 9518 = Equipamientos Eléctricos para atmósferas explosivas.
Requerimientos generales (especificaciones).
IEC 79-0 = Electrical Apparatus for explosive gas atmospheres.
General Requirements.
EN 50014 = Electrical apparatus for potentially explosive atmospheres.
General Requirements.

3.5.1. CUIDADOS GENERALES CON MOTORES ELECTRICOS APLICADOS EN AREA DE RIESGO

Antes de instalar, operar o proceder con mantenimiento en motores eléctricos de área de riesgo, deben ser tomados los siguientes cuidados:

- Las normas mencionadas abajo, aplicables para el caso en cuestión, deben ser estudiadas y entendidas;
 - Todos los requerimientos exigidos en las normas aplicables deben ser atendidos:
- Exe - Seguridad Aumentada: IEC 79-7/NBR 9883/EN 50019.
Exp - Presurizado: IEC 79-2/NBR 5420.
Exn - No encendible: IEC 7915.

3.5.2. CUIDADOS ADICIONALES RECOMENDABLES PARA MOTORES APLICADOS EN AREA DE RIESGO

- Desempezar el motor y aguardar que el mismo esté completamente parado antes de ejecutar cualquier proceso de mantenimiento, inspección o arreglo en los motores;
- Todas las protecciones existentes deben estar instaladas y debidamente ajustadas antes de la entrada en operación;
- Certificarse que los motores estén debidamente aterrados;
- Los terminales de conexión deben estar debidamente conectados de modo a evitar cualquier tipo de mal contacto que pueda generar calentamiento o chispas.

NOTA: Todas las otras instrucciones cuanto a almacenaje, manoseo, instalación y mantenimiento existentes en ese manual y aplicable al tipo de motor en cuestión, también deben ser observadas.

4. MANTENIMIENTO

En un mantenimiento de motores eléctricos, adecuadamente aplicada, se debe inspeccionar periódicamente niveles de aislamiento, la elevación de temperatura (bobinas y soportes), desgastes, lubricación de los rodamientos, vida útil de los soportes, examinar eventualmente el

ventilador, cuanto al correcto flujo de aire, niveles de vibraciones, desgastes de escobas y anillas colectoras.

El descaso de uno de los ítems anteriores puede significar paradas no deseadas del equipo. La frecuencia con que deben ser hechas las inspecciones, depende del tipo del motor y de las condiciones locales de aplicación.

La carcasa debe ser mantenida limpia, sin acúmulo de aceite o polvo en su parte externa para facilitar el intercambio de calor con el medio.

Advertencia cuánto al transporte:

Los motores previstos con rodamientos de esferas o rodillos, siempre que necesiten ser transportado, observar que el eje debe ser debidamente trabado, a fin de evitar daños a los mancales. Utilizar el dispositivo de traba ofrecido juntamente con el motor (vea ítem 2.2).

4.1. LIMPIEZA

Los motores deben ser mantenidos limpios, exentos de polvadera, detritos y aceites. Para limpiarlos, se debe utilizar escobas o trapos limpios de algodón. Si el polvo no es abrasivo, se debe emplear un soplete de aire comprimido, soplando la suciedad de la tapa deflectora y eliminando todo el acúmulo de polvo contenido en las aletas del ventilador y en las aletas de refrigeración.

Los tubos de los intercambiadores de calor (si existen) deben ser mantenidos limpios y desobstruidos para garantizar un perfecto intercambio de calor. Para la limpieza de los tubos, puede ser utilizada una baqueta con una escoba redonda en la extremidad, que al ser introducida en los tubos, retira la suciedad acumulada.

OBS.: Para la limpieza de los tubos, retirar la tapa trasera del intercambiador de calor e introducir la escoba en los tubos.

En el caso de intercambio de calor aire-agua, es necesario una limpieza periódica en las tubulaciones del radiador para retirar cualquier incrustación que pueda existir.

En los motores de anillos, el compartimiento de las escobas/anillas colectoras, nunca deberá ser limpiado con aire comprimido y si con un aspirador de polvo o con trapos humedecidos con solventes adecuados (ver ítem 4.4 e 4.5).

Los restos impregnados de aceite o humedad pueden ser limpiados con trapos embebidos en solventes adecuados.

En motores con protección IP 54, se recomienda una limpieza en la caja de conexión.

Esta debe presentar los bornes limpios, sin oxidación, en perfectas condiciones mecánicas y sin depósitos de polvo en los espacios vacíos.

En ambiente agresivo, se recomienda utilizar motores con protección IP(W)55.

4.1.1. REVISION PARCIAL

- Drene el agua condensada.
- Limpie el interior de la caja de conexión.
- Inspección visual del aislamiento de las bobinas.
- Limpie las anillas colectoras (ver ítem 4.4 y 4.5).
- Verificar las condiciones de la escoba.
- Limpieza del intercambiador de calor.

4.1.2. REVISION COMPLETA

- Limpie las bobinas sucias con un pincel o escobilla. Use un trapo humedecido con alcohol o con solventes adecuados para remover grasa, aceite y otras suciedades que estén adheridos sobre las bobinas. Seque con aire seco.
- Pase aire comprimido por entre los canales de ventilación en el paquete de chapas del estator, rotor y soportes.
- Drene el agua condensada, limpie el interior de las cajas de conexión y de las anillas colectoras.
- Mida la resistencia del aislamiento (ver tabla 2.1).
- Limpie el conjunto escobas/porta-escobas conforme ítem 4.4 e 4.5.
- Limpie completamente el intercambiador de calor.

OBS: En caso del motor poseer filtros en la entrada y la salida de aire, los mismos deberán ser limpiados a través de pasaje del aire comprimido.

Caso la polvareda sea de difícil limpieza, lavarlos en agua fría con un detergente neutro y seque en la posición horizontal.

4.2. LUBRICACION

4.2.1. SOPORTES LUBRICADOS CON GRASA

La finalidad del mantenimiento, en este caso, es prolongar lo máximo, la vida útil del sistema de soportes.

El mantenimiento abrange:

- a) Observación del estado general en que se encuentran los soportes.
- b) Lubricación y limpieza.
- c) Examen más minucioso de los rodamientos.

El ruido en los motores deberá ser observado en intervalos regulares de 1 a 4 meses. Un oído bien entrenado es perfectamente capaz de distinguir el apareamiento de ruidos anómalos, aunque empleando medios bien simples (como un desarmador, etc.).

Para un análisis más confiable de los soportes, aconsejamos la utilización de equipos que permitan hacer análisis predictivas.



El control de la temperatura en los soportes también hace parte de la rutina del mantenimiento. Donde los soportes deben ser lubricados utilizando grasas recomendadas según el ítem 4.2.1.2 y la temperatura nunca deberá superar los 60°C ($T = 60^{\circ}\text{C} / \text{Ambiente máximo} = 40^{\circ}\text{C}$; temperatura absoluta = $T + \text{ambiente}$) medido en la anilla externa del rodamiento.

La temperatura puede ser controlada permanentemente con termómetros, colocados de lado de fuera del soporte, o con termoelementos embutidos.



Las temperaturas de alarma y parada para los descansos de rodamiento pueden ser ajustadas para 90°C y 100°C.

Los motores Weg son normalmente equipados con rodamientos de esfera o de rodillos, lubricados con grasa. Los rodamientos deben ser lubricados para evitar el contacto metálico entre los cuerpos girantes y también para proteger los mismos contra oxidación y desgaste.

Las propiedades de los lubricantes se deterioran en virtud del desgaste y trabajo mecánico, y más, todos los lubricantes sufren contaminación en el trabajo, por ésta razón se deben substituir de tiempo en tiempo.

4.2.1.1. INTERVALOS DE LUBRICACION

Los motores WEG son provistos con grasa POLIREX EM (fabricante: ESSO) basada en polyurea, suficiente para el periodo de funcionamiento indicado en la hoja de datos y en la placa de identificación de los rodamientos.

Los intervalos de lubricación, cantidad de grasa y los rodamientos usados en los motores, están en las tabelas anexadas, como valores orientativos.

El periodo de relubricación depende del tamaño del motor, de la velocidad de rotación, de las condiciones de trabajo, del tipo de grasa utilizado y de la temperatura de trabajo.

El periodo de lubricación y el tipo de rodamientos para cada motor están gravados en la plaqueta de identificación colocada en el motor.



El motor que permanezca en stock debe ser relubricado a cada 6 meses. Todos los meses se debe girar el eje algunas vueltas para homogeneizar la grasa por los descansos.

Tabla 1

MAXIMO INTERVALO DE LUBRICACION PARA MOTORES MONTADOS EN LA HORIZONTAL													
RODAMIENTO FIJOS DE BOLAS													
Rodamiento	Polos	Intervalo de lubricación (horas)		Cantidad de grasa (gramos)	Límite de velocidad de los rodamientos (rpm)		Rodamiento	Polos	Intervalo de lubricación (Horas)		Cantidad de grasa (gramos)	Límite de Velocidad de los rodamientos (rpm)	
		60 Hz	50 Hz		100%	75%			60 Hz	50 Hz		100%	75%
6204	8 ou +	12000	13200	5	15000	11250	6216	8 ou +	8000	9000	20	4500	3375
	6	10200	11300						6600	7500			
6205	8 ou +	11100	12300	5	13000	9750	6316	8 ou +	4800	5600	35	3800	2850
	6	9500	10500						2	750			
6206	8 ou +	10500	11600	5	11000	8250	6218	8 ou +	7700	8700	25	4000	3000
	6	9000	9900						6	6300			
6306	4	7100	7800	10	9500	7125	6318	8 ou +	4500	5300	45	3600	2700
	2	4500	5100						6220	2			
6307	4	6800	7500	10	8500	6375	6220	8 ou +	7500	8400	35	3600	2700
	2	4100	4800						6	6000			
6208	8 ou +	9600	10700	10	8500	6375	6320	8 ou +	7200	8300	40	2800	2100
	6	8100	9200						6	5900			
6308	4	6300	7200	10	7500	5625	6222	8 ou +	3900	4800	60	2400	1800
	2	3800	4500						6322	4			
6209	8 ou +	9300	10400	10	7500	5625	6224	8 ou +	7100	8000	45	2600	1950
	6	8000	8900						6	5600			
6309	4	6200	6900	15	6700	5025	6324	8 ou +	6600	7700	50	2400	1800
	2	3500	4200						6	5300			
6210	8 ou +	9000	10100	10	7100	5325	6326	8 ou +	2700	4100	85	2200	1650
	6	7700	8600						6	6200			
6310	4	5900	6600	15	6000	4500	6228	8 ou +	6200	7100	55	2200	1650
	2	2900	3900						6	4800			
6211	8 ou +	8900	9800	15	6300	4725	6328	8 ou +	2000	3600	95	2000	1500
	6	7400	8300						6	5700			
6311	4	5700	6500	20	5600	4200	6230	8 ou +	5700	6800	65	2000	1500
	2	2400	3800						6	4400			
6212	8 ou +	8600	9600	15	5600	4200	6230	8 ou +	1500	3000	105	1800	1350
	6	7200	8100						6	1500			
6312	4	5400	6200	20	5300	3975	6232	8 ou +	5400	6300	70	1900	1425
	2	2100	3300						6	4100			
6214	8 ou +	8300	9300	15	5000	3750	6332	8 ou +	4100	5000	120	1700	1275
	6	6900	7800						6	4100			
6314	4	5100	5900	30	4500	3375	6234	8 ou +	5100	6000	85	1800	1350
	2	1400	2600						6	3800			
6315	2	1050	2100	30	4300	3225	6238	8 ou +	4500	5300	95	1600	1200
	6	6900	7800						6	2600			
6314	4	5100	5900	30	4500	3375	6338	8 ou +	2600	3900	160	1400	1050
	2	1400	2600						6	2600			
6315	2	1050	2100	30	4300	3225	6244	8 ou +	3600	4500	130	1300	975
	6	6900	7800						6	1400			
6314	4	5100	5900	30	4500	3375	6344	8 ou +	1400	2700	205	1200	900
	2	1400	2600						6	1400			
6315	2	1050	2100	30	4300	3225	6252	8 ou +	2000	3300	195	1100	825
	6	6900	7800						6	1400			

NOTA:

- Intervalo de lubricación estándar para temperatura ambiente de 40°C y tipos de grasa conforme tabla 4.1.;
- Para motores montados en la vertical, el intervalo de lubricación debe ser reducido a la mitad;
- Temperatura media de los rodamientos considerada 90°C;
- Para temperaturas mayores que 40°C, utilizar la siguiente corrección:
 $T_{amb} = 45^{\circ}C$ (intervalo de lubricación a 40°C) x 0.6.
 $T_{amb} = 50^{\circ}C$ (intervalo de lubricación a 40°C) x 0.36.

Tabla 2

MAXIMO INTERVALO DE LUBRICACION PARA MOTORES MONTADOS EN LA HORIZONTAL													
RODAMIENTOS DE RODILLOS CILINDRICOS													
Rodamiento	Polos	Intervalo de Lubricación (Horas)		Cantidad de Grasa (gramos)	Límite de Velocidad de los Rodamientos (rpm)		Rodamiento	Polos	Intervalo de Lubricación (horas)		Cantidad de Grasa (gramos)	Límite de Velocidad de los rodamientos (rpm)	
		60 Hz	50 Hz		100%	75%			60 Hz	50 Hz		100%	75%
NU310	4	4700	5300	15	5600	4200	NU224	8 ou +	5600	6500	45	2400	1800
NU212	8 ou +	6900	7700	15	5000	3750		6	4200	5100			
	6	5700	6500				NU324	4	1700	2700	75	1900	1425
NU312	4	4100	5000	20	4000	3000	NU226	8 ou +	5300	6000	50	2200	1650
NU214	8 ou +	6600	7400	15	4500	3375		6	3600	4800			
	6	5400	6200				NU326	4	1400	2300	85	1800	1350
NU314	4	3500	4700	30	3600	2700	NU228	8 ou +	5000	5700	55	2000	1500
NU216	8 ou +	6300	7200	20	4000	3000		6	3000	4400			
	6	5300	6000				NU328	4	1050	1800	95	1800	1350
NU316	4	3000	4200	35	3200	2400	NU230	8 ou +	4500	5400	65	1900	1425
NU218	8 ou +	6200	6900	25	3600	2700	NU330	6	2600	3800	105	1700	1275
	6	5000	5700				NU232	8 ou +	3900	5000	70	1800	1325
NU318	4	2700	3800	45	2800	2100	NU332	6	2300	3300	120	1500	1125
NU220	8 ou +	6000	6800	35	3200	2400	NU234	8 ou +	3500	4800	85	1800	1325
	6	4800	5600				NU334	6	1800	2900	130	1600	1200
NU320	4	2400	3300	50	2400	1800							
NU222	8 ou +	5700	6600	40	2800	2100							
	6	4500	5400										
NU322	4	2000	3000	60	2000	1500							

NOTA:

- Intervalo de lubricación estándar para temperatura ambiente de 40°C y tipos de grasa conforme tabla 4.1.;
- Para motores montados en la vertical, el intervalo de lubricación debe ser reducido a la mitad;
- Temperatura media de los rodamientos considerada 90°C;
- Para temperaturas mayores que 40°C, utilizar la siguiente corrección:
 $T_{amb} = 45^{\circ}C$ (intervalo de lubricación a 40°C) x 0.6.
 $T_{amb} = 50^{\circ}C$ (intervalo de lubricación a 40°C) x 0.36.

MAXIMO INTERVALO DE LUBRICACION PARA MOTORES MONTADOS EN LA HORIZONTAL						
RODAMIENTOS DE RODILLOS A ROTULA						
Rodamientos	Cantidad de Grasa (gramos) (g)	Límite de Velocidad de los Rodamientos (rpm)		Polos	Intervalo de Lubricación (h)	
		100%	75%		60Hz	50Hz
23032	75	1700	1275	12 ou +	2400	3000
				10	1800	2400
				8	1300	1700
				6	700	1100
23036	105	1400	1050	12 ou +	1800	2400
				10	1500	1800
				8	1000	1400
				6	-	800
23040	130	1200	900	12 ou +	1500	2000
				10	1200	1500
				8	750	1100

NOTA:

- Intervalo de lubricación estándar para temperatura ambiente de 40°C y tipos de grasa conforme tabla 4.1.;
- Para motores montados en la vertical, el intervalo de lubricación debe ser reducido a la mitad;
- Temperatura media de los rodamientos considerada 90°C;
- Para temperaturas mayores que 40°C, utilizar la siguiente corrección:
 $T_{amb} = 45^{\circ}\text{C}$ (intervalo de lubricación a 40°C) x 0.6.
 $T_{amb} = 50^{\circ}\text{C}$ (intervalo de lubricación a 40°C) x 0.36.

ALGUNAS GRASAS TÍPICAS PARA DETERMINADAS APLICACIONES			
FABRICANTE	APLICACION	GRASA	TEMPERATURA DE TRABAJO CONSTANTE (°C)
ESSO	NORMAL	POLYREX EM (BASADA EN POLYUREA)	(-30 a +170)
		UNIREX N2 (BASADA EN LITIO)	(-30 a +165)
SHELL		(*)ALVANIA R3 (BASADA EN LITIO)	(-35 a +130)
KLÜBER	BAJAS TEMPERATURAS	ISOFLEX NBU15 (COMPLEJO DE BARIO)	(-60 a +130)

Tabla 4.1.

NOTA: (*) En el caso del uso de la grasa ALVANIA R3, hacer la siguiente corrección:

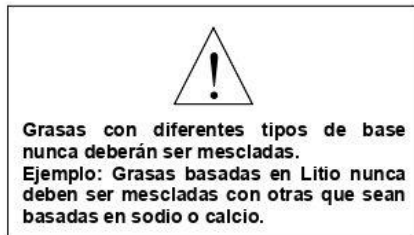
INTERVALO DE LUBRIFICACIÓN (ALVANIA R3) = Intervalo de lubricación normal x 0.65.

4.2.1.2. CALIDAD Y CANTIDAD DE LA GRASA

Es importante que se haga una lubricación adecuada, o sea, aplicar una grasa correcta y en cantidad indicada, ya que una lubricación deficiente como una lubricación en exceso, provocan efectos perjudiciales.

La lubricación en exceso ocasiona aumento de temperatura, debido a la gran resistencia que ofrece al movimiento de las partes rotativas, y principalmente debido a la licuación de la grasa, que acaba por perder completamente sus características de lubricación.

Esto puede provocar vazamiento, con penetración de grasa para el interior del motor, depositándose sobre las bobinas, anillas colectoras y escobas.



4.2.1.3. COMPATIBILIDAD

La compatibilidad de los diversos tipos de grasas constituyen, ocasionalmente, un problema. Puedese decir que las grasas son compatibles, cuando las propiedades de la mezcla se encuentran entre las fajas de propiedades de las grasas individualmente.

Para se evitar cualquier posible problema de incompatibilidad de grasas, una buena práctica de lubricación consiste en se introducir una nueva grasa en el equipamiento, eliminándose por completo la grasa vieja y limpiando perfectamente el local que vá a ser lubricado.

Cuando esto no fuere posible, debese aplicar grasa nueva bajo presión, expulsándose la antigua, hasta salir la grasa limpia por el drenó del descanso.

En general, grasas con el mismo tipo de jabón son compatibles entre si, pero dependiendo de la proporción de mezcla, puede haber incompatibilidad. Así siendo, no es recomendable la mezcla de diferentes tipos de grasas, sin antes consultar el representante técnico o la WEG.

Algunos espesantes y aceites básicos, no pueden ser mezclados entre si.

Se forma entonces una mezcla no homogénea. En este caso, no se puede despreciar una tendencia al endurecimiento, o al contrario, un ablandamiento de la grasa (o caída del punto de gota de la mezcla resultante).



Para los motores WEG, la grasa padrón es **POLIREX EM** (Fabricante: ESSO) a basada en Polyurea. La especificación de esta grasa, bien como los intervalos de lubricación y cantidad de grasa, se encuentran indicados en la placa de identificación de los rodamientos, fijada en la carcaza del motor.

4.2.1.4. INSTRUCCIONES PARA LUBRICACION

Todos los motores de alta/baja tensión poseen graseras para lubricación de los rodamientos. El sistema de lubricación fue proyectado para que en la relubricación de los rodamientos, toda la grasa sea retirada de las pistas de los rodamientos y expelida a través de un drenó que permita la salida e impide la entrada de polvos u otros contaminantes nocivos al rodamiento. Este drenó también evita el daño de los rodamientos por el conocido problema de la relubricación excesiva. Es aconsejable hacer la relubricación durante el funcionamiento del motor, de modo a permitir la renovación de la grasa en el alojamiento de rodamiento. Si esto no fuera posible debido a la presencia de las piezas girantes cerca de la engrasadera (poleas, etc.) que pueden poner en riesgo la integridad física del operador, se procede de la siguiente manera:

- Se inyecta aproximadamente mitad de la cantidad total estimada de la grasa y se coloca el motor a girar durante aproximadamente 1 minuto en plena rotación;
- Se para el motor y se inyecta el restante de la grasa.

La inyección de toda la grasa con el motor parado puede llevar a entrar una parte del lubricante en el interior del motor, a través de la vedación interna de la caja del rodamiento.

OBS: Es importante mantener las graseras limpias antes de la introducción de la grasa con el fin de evitar la entrada de materiales extraños en los rodamientos. Para lubricación, use exclusivamente pistola engrasadora manual.

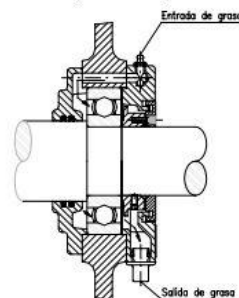


Figura 4.1 - Rodamientos y sistemas de lubricación.

ETAPAS DE RELUBRICACIÓN DE LOS RODAMIENTOS

1. Retirar la tapa del drenó.
2. Limpiar con trapo de algodón las proximidades del agujero de la grasea.
3. Con el motor en funcionamiento, adicionar la grasa por medio de la pistola engrasadora manual hasta que la grasa comience a salir por el drenó o hasta haber sido introducida la cantidad de grasa recomendada en la tabla.
4. Dejar el motor funcionando durante el tiempo suficiente para que se drene todo el exceso de grasa.

4.2.1.5. SUBSTITUCION DE RODAMIENTOS

Con la finalidad de evitar daños a los núcleos, será necesario después de retirar la tapa del soporte cuñar el rotor en el entrehierro con cartulina de espesor correspondiente. El desmontaje de los rodamientos no es difícil, desde que sea usado herramientas adecuadas (extractor de rodamientos con 3 garras conforme figura 4.2).

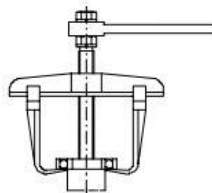


Figura 4.2. – Extractor de rodamientos.

Las garras del extractor deberán ser aplicadas sobre la fase lateral de la anilla a ser desmontada, o sobre una pieza adyacente.

Es esencial que el montaje de los rodamientos sea efectuado en condiciones de rigurosa limpieza y por personas competentes, para asegurar un buen funcionamiento y evitar daños. Rodamientos nuevos solamente deberán ser retirados del embalaje en el momento de ser montados. Antes de la colocación del rodamiento nuevo, será necesario corregir cualquier señal de rebarba o golpes en el asiento del rodamiento del eje.

Los rodamientos no pueden recibir golpes directos durante el montaje. Se recomienda que sea calentados (calentador inductivo) visando, a partir de la dilatación de la anilla interna, facilitar el montaje. El apoyo para prensar el rodamiento debe ser aplicado sobre la anilla interna.

4.2.2. MONTAJE/DESMONTAJE DE SOPORTES DE DESLIZAMIENTO

4.2.2.1. INSTRUCCIONES GENERALES

El mantenimiento de soportes de deslizamiento incluye la verificación periódica del nivel y de las condiciones del lubricante, verificar los niveles de ruido y de vibraciones del soporte, acompañar el nivel de temperatura de trabajo y ajuste de los tornillos de montaje. La carcasa debe ser mantenida limpia, sin acúmulo de aceite o polvo en la parte externa para facilitar el intercambio de calor con el medio ambiente.

Agujeros con rosca para conexión de termómetro, visor de nivel, entrada y salida de aceite, bomba de circulación de aceite o termómetro para lectura en el reservatorio son entregados en ambos lados, de manera que las conexiones puedan ser hechas por el lado derecho o izquierdo de la carcasa del soporte.

El drenó del aceite esta localizado en la parte inferior del soporte.

En caso de soportes con lubricación por circulación de aceite la tubulación de salida debe ser conectada en la posición del visor de nivel.

Si el soporte es eléctricamente aislado las superficies esféricas del asiento del casquillo en la carcasa son encapados con un material aislante. Nunca retire esta capa.

La traba antirotación tambien es aislado, y los sellos de vedación son hechos de material no conductor.

Instrumentos de control de temperatura que estén en contacto con el casquillo tambien deben ser debidamente aislados.

Soportes refrigerados con agua son entrefados con la serpentina de refrigeración instalada y deben ser manejados con cuidado especialmente para no maltratar la conexiones durante el transporte y la propia instalación.

4.2.2.2. DESMONTAJE DEL SOPORTE (TIPO "EF")

Para desmontar el soporte y tener acceso a los casquillos, bien como a otros componentes siga cuidadosamente las instrucciones indicadas a seguir. Guardar todas las piezas desmontadas en un local seguro (ver figura 4.3.).

Lado accionado:

- Limpie completamente el exterior de la carcasa. Desatornille y retire el enchufe del drenó del aceite (1) localizado en la parte inferior de la carcasa permitiendo que todo el aceite choree.
- Remover los tornillos (4) que fijan la parte superior de la carcasa (5) en el motor (3).
- Retire los tornillos (6) que unen las faces bipartidas de la carcasa (2 y 5).

- Use los tornillos con ojales (9) para levantar la parte superior de la carcaza (5) desenchajandole completamente de la inferior de la vedación externa (11), los laberintos de vedación, de los alojamientos de los laberintos (20) y de casquillo (12).
- Continúe desmontando la parte superior de la carcaza sobre una banca. Desatornille los tornillos (19) y retire la parte superior de la protección externa. Remover los tornillos (10) y desenchaje la parte superior del alojamiento del laberinto (20).
- Desenchaje y retire la parte superior del casquillo (13).
- Remover los tornillos que unen las dos partes de la anilla pescadora (14) y separarlos cuidadosamente y sacarles.
- Retire los resortes circulares de la anilla laberinto y remover la parte superior de cada anilla. Gire las partes inferiores de las anillas para fuera de sus alojamientos y retiradas.
- Desconecte y retire el sensor de temperatura que está en la parte inferior del casquillo.
- Usando un levantador o una gata, levantar el eje apenas unos milímetros para que la parte inferior del casquillo pueda girar para fuera de su asiento.

Importante: Para esto es necesario que los tornillos 4 y 6 de la otra parte del soporte estén sueltos.

- Gire cuidadosamente la parte inferior del casquillo sobre el eje y retirarla.
- Desatornille los tornillos (19) y retire la parte inferior de la protección externa (11).
- Desatornille los tornillos (10) y remover la parte inferior del alojamiento de la anilla laberinto (21).
- Retire los tornillos (4) y remover la parte inferior de la carcaza (2).
- Desatornille los tornillos (8) y remover el sello máquina (7).
- Limpie e inspeccione completamente las piezas removidas y el interior de la carcaza.
- Para montar el soporte siga las instrucciones dadas para desmontar en orden inversa.

NOTA: Torque de apreto de los tornillos de fijación del soporte al motor = 10 Kgfm.

Lado no accionado:

- Limpie completamente el exterior de la carcaza. Suelte y retire el enchufe (1) del drenó del aceite localizado en la parte inferior de la carcaza, permitiendo así para que todo el aceite lubricante choree.
- Suelte los tornillos (19) y retire la tapa de soporte (11).
- Desatornille los tornillos (4) que fijan la parte superior de la carcaza (5) al motor (3). Retire los tornillos (6) que unen las fases bipartidas de la carcaza del soporte (2 y 5).

- Use los tornillos de ojales (9) para levantar la parte superior de la carcaza (5) desenchajandoles completamente las partes inferiores de la carcaza (2), del laberinto de vedación y del casquillo (12).
- Desenchaje y retire la parte superior del casquillo (13).
- Remover los tornillos que unen las dos partes de la anilla pescadora (14) y separarlos cuidadosamente y retirarlas.
- Retire el resorte circular de la anilla laberinto y remover la parte superior de la anilla. Gire la parte inferior de la anilla laberinto para fuera de su alojamiento y retirarla.
- Desconecte y remueva el sensor de temperatura que está en la parte inferior del casquillo.
- Usando un levantador o una gata levante el eje apenas unos milímetros para que la parte inferior del casquillo pueda girar para fuera de su asiento.
- Gire cuidadosamente la parte inferior del casquillo (12) sobre el eje y removerlo.
- Retire los tornillos (4) y remueva la parte inferior de la carcaza (2).
- Desatornille los tornillos (8) y remueva el sello máquina (7).
- Limpie e inspeccione completamente las piezas removidas y el interior de la carcaza.
- Para montar el soporte siga las instrucciones dadas para desmontar de forma inversa.

NOTA: Torque de apreto de los tornillos de fijación del soporte al motor = 10 Kgfm.

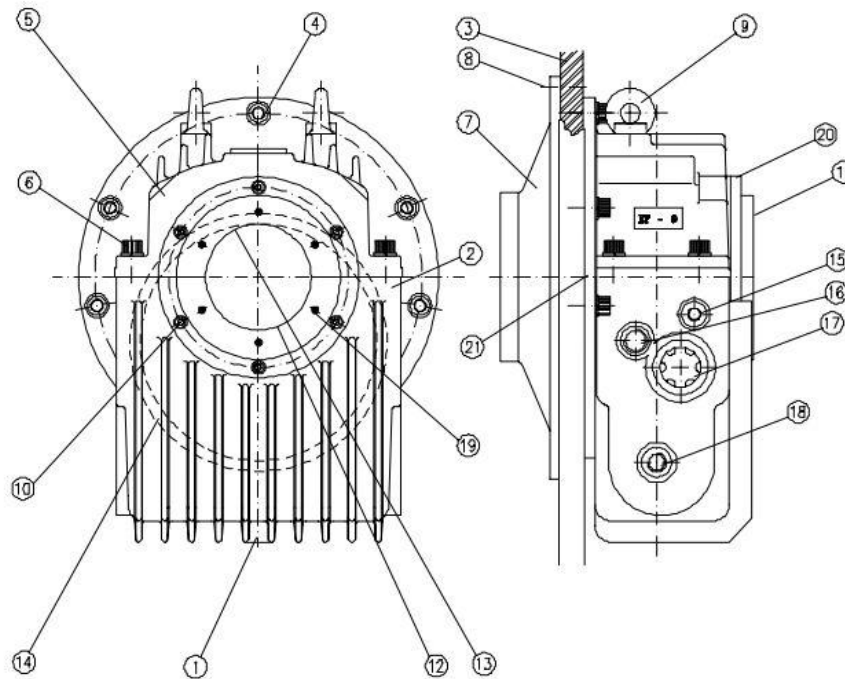


Figura 4.3

- 1) Tapón de drenaje;
- 2) Carcaza del soporte;
- 3) Carcaza del motor;
- 4) Tornillos;
- 5) Tapa de la carcaza del soporte;
- 6) Tornillos de la tapa del soporte bipartido;
- 7) Sello de la máquina;
- 8) Tornillos del sello máquina;
- 9) Ojal para suspender;
- 10) Tornillos de la tapa externa;
- 11) Tapa externa
- 12) Casquillo inferior;
- 13) Casquillo superior;
- 14) Anilla pescadora;
- 15) Entrada del aceite;
- 16) Conexión para sensor de temperatura;
- 17) Nivel de aceite o salida de aceite para lubricación;
- 18) Tapón para tubos;
- 19) Tornillos de protección externa;
- 20) Alojamiento del laberinto;
- 21) Mitad inferior del alojamiento del laberinto.

4.2.2.3. MONTAJE DEL SOPORTE

Verificar las superficies del encaje de la brida certificándose para que estén limpias, planas y sin rebabas.

Verifique si las medidas del eje están dentro de las tolerancias especificadas por la Renk y si la rugosidad está dentro de lo exigido ($< 0,4$).

Remueva la parte superior de la carcaza (2) y los casquillos (12 y 13), verifique si no hubo ningún daño durante el transporte y limpie completamente las superficies de contacto.

Levante el eje algunos milímetros y encaje la brida de la parte inferior del bancal en el rebajo torneado en la tapa de la máquina atornillándole en esta posición. Aplique aceite en el asiento esférico de la carcaza y el eje, coloque el casquillo inferior (12) sobre el eje y gire para su posición cuidando para que las superficies axiales de posicionamiento no sean dañadas.

Después alinear cuidadosamente las caras de la parte inferior del casquillo y de la carcaza baje con mucho cuidado el eje hasta la posición de trabajo. Con un martillo golpee suavemente en la carcaza para que el casquillo se posicione correctamente en relación a su asiento y su eje. Este procedimiento genera una vibración de alta frecuencia que disminuye el rozamiento estático entre el casquillo y la carcaza y facilita el correcto

alineamiento. La capacidad de autoalineamiento del soporte tiene la función de compensar solo la deflexión normal del eje durante el montaje. En seguida debe montarse la anilla pescadora, lo que tendrá que ser hecho con mucho cuidado, pues el funcionamiento perfecto del soporte depende de la lubricación provista por la anilla. Los tornillos deben ser apretados levemente y cualquier rebamba cuidadosamente retirada para proporcionar un funcionamiento suave y uniforme de la anilla. En un eventual mantenimiento se debe cuidar para que la geometría de la anilla no sea alterada.

Las partes inferior y superior del casquillo poseen números de identificación o marcaciones para orientar su posicionamiento. Posicione la parte superior del casquillo alineado con las marcas con las correspondientes de la parte inferior. Montajes incorrectas pueden causar serios daños a los casquillos.

Verifique si la anilla pescadora gira libremente sobre el eje. Con la parte inferior del casquillo posicionada instale el sello de vedación del lado de la brida del soporte. (Ver parágrafo "Vedaciones").

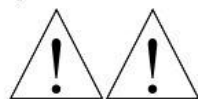
Después revestir las fases bipartidas de la carcaza con un componente de vedación que no endurezca rápidamente, monte la parte superior de la carcaza (5) cuidando para que los sellos de vedación ajusten perfectamente en sus encajes. Certifíquese también que el buje antigiro esté encajado sin ningún contacto con el agujero correspondiente en el casquillo.

NOTA: Carcaza o casquillo son intercambiables siempre que considerados completos (mitades individuales no son intercambiables).

4.2.2.4. AJUSTE DE LAS PROTECCIONES (PT100)

Cada soporte está equipado con un detector de temperatura tipo PT100 instalado directamente en el casquillo, próximo a la zona de la carga. Este dispositivo deberá ser conectado a un panel de comando con la función de indicar sobrecalentamientos y de proteger el soporte de daños debido al trabajo con temperatura elevada.

Importante: Las temperaturas deben ser ajustadas en el sistema de protección del soporte:



**ALARMA 100°C.
DESCONEXION 120°C.**

4.2.2.5. REFRIGERACION CON CIRCULACION DE AGUA

En estos casos el reservatório de aceite, en el soporte, posee una serpentina por donde circula el agua.

El agua que circula debe presentar, en la entrada del soporte, una temperatura menor o igual a la del ambiente, con la finalidad de que ocurra la refrigeración.

La presión del agua debe ser de 0,1 Bar y el caudal igual a 0,7 l/s. El P.h. debe ser neutro.



NOTA: Bajo ninguna hipótesis puede haber infiltración de agua para el interior del reservatorio de aceite, lo que representaría en contaminación del aceite.

4.2.2.6. LUBRICACION

El cambio de aceite de los soportes debe ser efectuada a cada 8000 horas de trabajo, o siempre que el aceite demuestre sus características alteradas. La viscosidad y el Ph del aceite deben ser verificados periódicamente.



El nivel del aceite debe ser acompañado diariamente, debiendo ser mantenido aproximadamente en el medio del visor de nivel.

El uso de mayor cantidad de aceite no perjudica el soporte, pero puede ocasionar el derrame de aceite.



Importante: Los cuidados tomados con la lubricación determinarán la vida útil de los soportes y la seguridad en el funcionamiento del motor. Por esto, es de extrema

importancia observar las siguientes recomendaciones:

- El aceite seleccionado debe ser aquel que tenga la viscosidad adecuada para la temperatura de trabajo de los soportes. Eso debe ser observado en un cambio eventual de aceite o en mantenencias periódicas.
- Cantidad insuficiente de aceite, debido a la colocación incompleta o falta de acompañamiento del nivel puede dañar los casquillos. El nivel mínimo es alcanzado cuando el lubricante puede ser visto tocando en la parte inferior del visor de nivel con el motor fuera de funcionamiento.

4.2.2.7. VEDACIONES

Las dos mitades de la anilla laberinto de vedación son unidas por un resorte circular. Ellas deben ser inseridas en el alojamiento de la anilla de modo que el buje de trabamiento este encajado

en su rebajo de la parte superior de la carcaza. La instalación incorrecta destruye la vedación.

Antes de montar las vedaciones limpie cuidadosamente las fases del contacto de la anilla y de su alojamiento, y recubrirlas con un componente de vedación que no endurezca. Los agujeros de drenaje existen en la parte inferior de la anilla deben ser limpios y desobstruidos. Al instalar la otra mitad de la anilla de vedación, aprete levemente contra la parte inferior del eje. Una vedación adicional está instalada internamente al motor para prevenir la succión de aceite debido a la baja presión que genera el sistema de ventilación de la máquina.

4.2.2.8. FUNCIONAMIENTO

El funcionamiento de motores equipados con soportes de desliz es similar al de motores equipados con soportes de rodamiento.

La partida del sistema debe ser acompañada cuidadosamente, así como las primeras horas de funcionamiento.

Antes de dar la partida verifique:

- Si el aceite especificado esta conforme la especificación.
- Las características del aceite.
- El nivel del aceite.
- Las temperaturas de alarma y desconexión ajustadas para el soporte (respectivamente 100 y 120°C para alarma y desconexión).

Durante la primera partida se debe estar atento para las vibraciones o ruidos. Caso el soporte no trabaje de manera silenciosa y uniforme el motor debe ser desconectado inmediatamente.

El motor debe funcionar durante varias horas hasta que la temperatura de los soportes se estabilize dentro de los limites citados anteriormente. Caso ocurra una elevación anormal de la temperatura el motor deberá ser desconectado y los soportes así como los sensores deberán ser revisados.

Después de ser alcanzada la temperatura de trabajo de los soportes revise si no existe algunas infiltraciones de aceite por las conectores, juntas o por el punta eje.

4.3. CONTROL DEL ENTREHIERRO (motores abiertos de grande potencia)

Después de desconectar y montar el motor, será necesario analizar la medida del entrehierro para controlar la concentricidad del mismo. La variación del entrehierro en dos puntos diametralmente opuestos, tendrá que ser inferior a 10% de la medida del entrehierro medio.

4.4. ANILLAS COLECTORAS (para motores con rotor bobinado)

Estos deberán ser mantenidos limpios y lisos. La limpieza deberá ser hecha a cada mes, ocasión en que deberá ser retirado el polvo depositado entre las anillas (ver ítem 4.10).

En caso de desmontaje de las anillas colectoras, el montaje debe garantizar su centralización evitando ovalización o golpes radiales. También deberá ser garantizado el correcto posicionamiento de la escoba sobre la anilla (100% de contacto). Si estos cuidados no son tomados, ocurrirán problemas de desgaste de las anillas colectoras y escobas.

4.5. PORTA ESCOBAS

Los porta escobas deben quedar en sentido radial con referencia a la anilla colectoras, y separados 4mm como máximo, de la superficie de contacto, con la finalidad de evitar ruptura o daños de las escobas (figura 4.4).

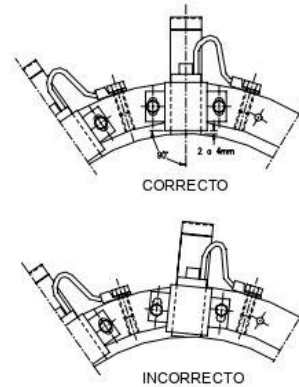


Figura 4.4 - Distancia entre porta escobas y la superficie del contacto.

OBS.: Semanalmente, las escobas deberán ser verificadas para garantizar el libre deslizamiento en el alojamiento del porta escobas.

4.6. ESCOBAS (para motores con rotor bobinado)

Los motores eléctricos dotados de anillas colectoras, son entregados con un determinado tipo de escobas, que son especificadas para la potencia nominal del motor.



NOTA: En caso que el motor este operando abajo de su potencia nominal (carga baja) o carga intermitente, el conjunto de escobas (tipo de escoba y cantidad), deberán ser adecuados a las condiciones reales de trabajo, bajo pena del motor sufrir daños graves.

Esta adecuación deberá ser hecha bajo consulta y consentimiento de la Weg Máquinas.

Nunca deben mezclarse sobre la misma anilla, escobas de tipos diferentes. Cualquier alteración en el tipo de escoba solamente será hecha, con la autorización de la Weg Máquinas, porque las diferentes especies de escobas provocan modificaciones en el comportamiento de la máquina en servicio.

Las escobas deberán ser observadas semanalmente durante el funcionamiento. Las que revelan desgaste, ultrapassando la marca indicada en figura 4.5, deberán ser substituidas en tiempo hábil.

Por ocasión del cambio y siempre que sea posible deberá ser substituido para cada anilla, primeramente una escoba, cambiandose el segundo después de haber pasado algún tiempo, a fin de dar tiempo necesario para su asentamiento. Al ser substituido, las escobas deberán ser lijadas a fin de que se molden perfectamenta a la curvatura de la superficie de la anilla (mínimo 75%).

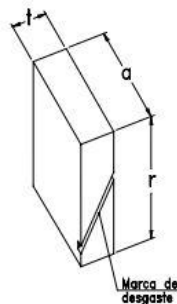


Figura 4.5.

En máquinas que se trabajan siempre con el mismo sentido de rotación, el asentamiento de las escobas deberá ser hecho solamente en el mismo sentido y no en movimientos alternados, debiendo ser levantada la escoba durante el movimiento de retorno del eje (figura 4.6).

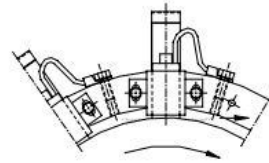


Figura 4.6. - Asentamiento de las escobas.

Las escobas deberán asentarse con una presión uniforme sobre la superficie de contacto, para que quede asegurada una distribución uniforme de la corriente y un bajo desgaste de las escobas.

Es importante que en todas las escobas montadas, la presión sea igual, con una tolerancia de más o menos 10%. Desvíos mayores llevan a una distribución desigual de la corriente y con eso hay desgastes desiguales de las escobas.

El control de la presión de las escobas es hecho con un dinamómetro.

Resortes cansados deben ser substituidos.

4.7. PORTA ESCOBAS LEVANTABLES

4.7.1. ESQUEMA DE CONEXION

OPERACION MOTORIZADA:

Condición para operación con escobas asentadas y anillos colectores no cortocircuitados.

Para garantizar que las escobas estén bajadas, las llaves:

- CCA1 - contactos 34 y 35,
- CCA2 - contactos 22 y 23,
- CCD - contactos 13 y 14, deben estar simultáneamente cerrados (lógica "AND").

Con esta lógica el motor está apto para arrancar.

Descripción de los componentes:

A - Actuador eletromecánico ATIS.

Tipo: MAI-25. B3. d9-25.10-F10-2CC-2CT-IP65.

B - Motor trifásico N° 71.

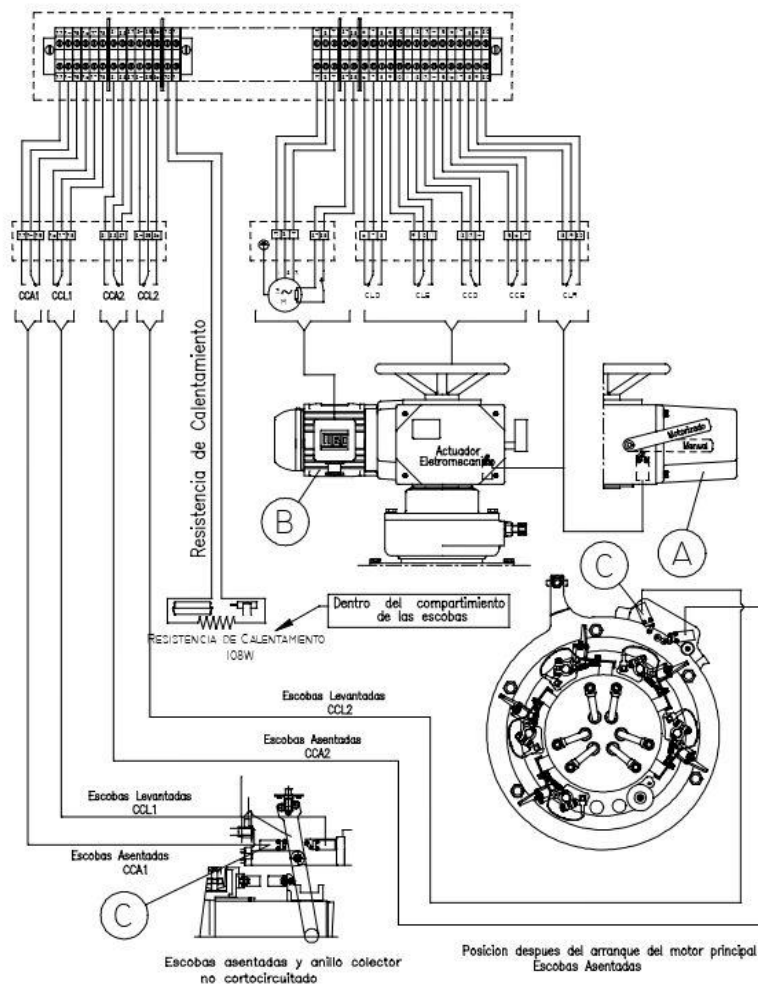
06 Polos - 0,25kW - F.C. B3E - IPW55.

Brida C105 - DIN 42948.

Tensión y frecuencia conforme solicitud del cliente.

C - Llave fin de curso con doble aislamiento.

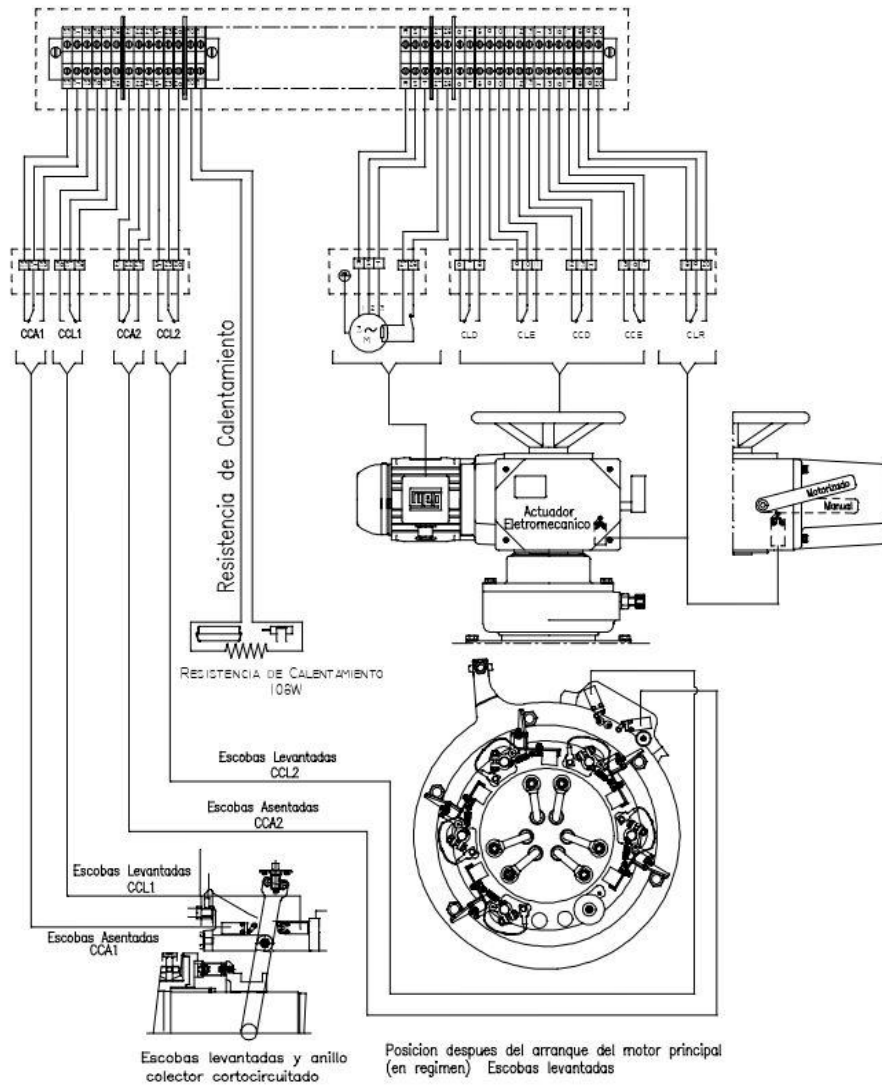
Tipo XCK-P121 - Telemecanique.



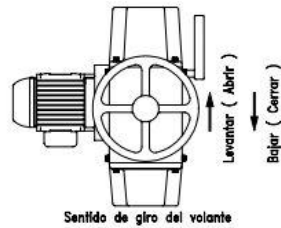
Condición para operación con escobas levantadas y anillos colectores no cortocircuitados.

Para garantizar que las escobas estean levantadas, las llaves:

- CCL1 - contactos 37 y 38,
 - CCL2 - contactos 28 y 29,
 - CCE - contactos 16 y 17, deben estar simultáneamente cerrados (lógica "AND").
- Con esta lógica el motor está en regimen.



OPERACION MANUAL:



SIMBOLOGIA:

CLD = Llave de par para desconexión en sobre carga durante el asentamiento de las escobas (o inversión de fases).

Si hubiere falla en CCD.



CLE = Llave de par para desconexión en sobre carga durante el levantamiento de las escobas (o inversión de fases).

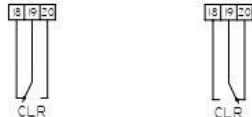
Si hubiere falla en CCE.



CCD = Llave fin de curso para indicar cuando las escobas estuvieren totalmente asentadas.

CCE = Llave fin de curso para indicar cuando las escobas estuvieren totalmente levantadas.

CLR = Llave selectora indicando posición manual o motorizado.



Accionamiento remoto Accionamiento manual.

LLAVES FIN DE CURSO ADICIONALES PARA SENALIZACION

CCL1 e CCL2 = Llave fin de curso para indicar cuando las escobas estuvieren totalmente levantadas.

CCA1 e CCA2 = Llave fin de curso para indicar cuando las escobas estuvieren totalmente asentadas.

4.7.2. OPERACION

Antes de efectuar el arranque del motor, deberá ser hecho una inspección en el dispositivo de cortocircuito (1) y levantamiento verificando a través de la tapa de inspección la posición de la escoba o a través de una señalización proveniente de la llave CCD, que indica la posición de la escoba, totalmente asentada.

Caso esta señalización no estuvier indicando la posición de escobas totalmente asentadas, no se debe arrancar el motor, sin antes llevar el comando para la posición de escobas totalmente asentadas.

Esto podrá ser hecho manualmente, a través del volante (7), accionándose la palanca (8) o automáticamente accionándose el actuador eletromecánico (9). Caso sea utilizado el sistema manual (7), la palanca (8) retorna automáticamente a la posición anterior accionándose el actuador eletromecánico (9). En esta condición (escobas totalmente asentadas), los anillos (5) no se encuentran cortocircuitados, permitiendo de esta forma la conexión de las resistencias externas (reóstato) en serie con el bobinado rotórico, a través de las escobas (6).

NOTA: Realizar los testes de comando con todo el sistema de porta escobas levantables antes del arranque bajo carga del motor.

4.7.2.1. PROCEDIMIENTO SEGUIDO DEL ARRANQUE DEL MOTOR

Cuando el motor tuviere atingido la rotación nominal, debe ser iniciado el procedimiento de cortocircuito de los anillos colectores, accionándose el dispositivo de cortocircuito (1) y levantamiento em sentido opuesto, a través del actuador eletromecánico (9), o manualmente a través del volante (7).

El cortocircuito se realiza a través del casquillo de deslizamiento (2) que soporta los contactos de plata (3).

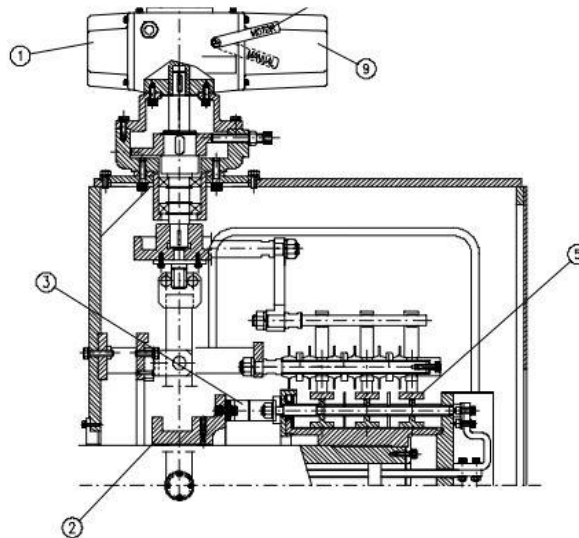
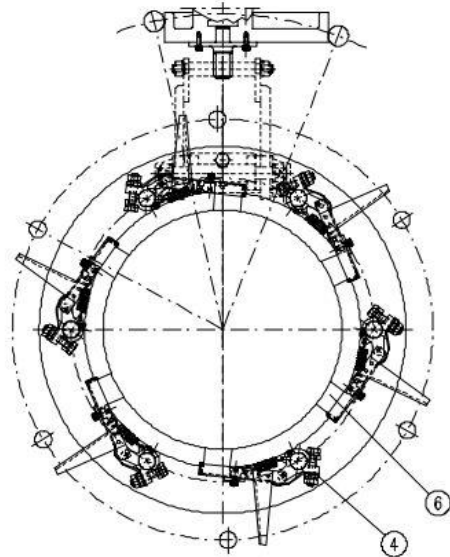
Enseguida, es accionado el mecanismo de levantamiento de las escobas (4).

Cuando las escobas estuvieren totalmente levantadas, el dispositivo es desconectado automáticamente, a través de la llave CCE.

OBS. 1: El sistema automático de levantamiento de las escobas, posee un sistema de protección de sobrecarga del actuador eletromecánico de accionamiento (9), a través de las llaves de torque para desconexión bajo sobrecarga, durante el asentamiento (CLD) o levantamiento de las escobas (CLE).

OBS. 2: Antes de la puesta en marcha del motor, asegurese de que las llaves CLD, CLE, CCD y CCE estean correctamente conectadas en el panel.

OBS.3: Cuando una de las llaves CLE o CLD actúen, debe ser evitado el uso del sistema nuevamente, antes que sea verificado el motivo por cual ellas actuaron.

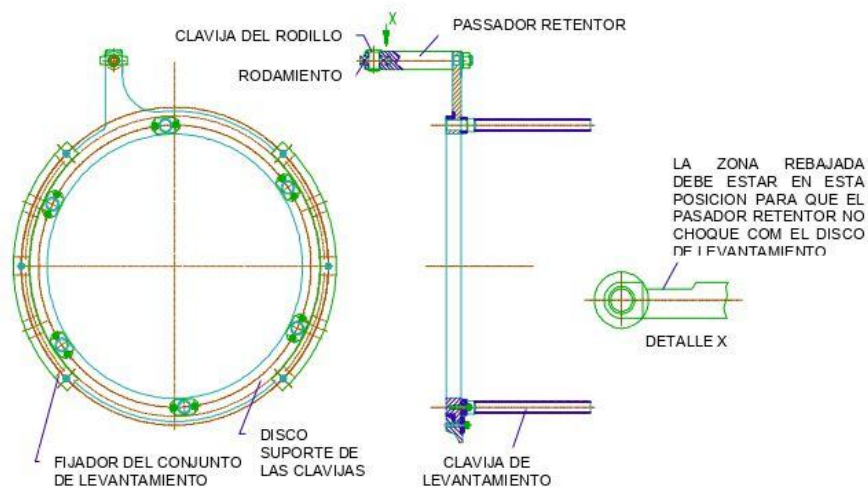


4.7.3. MONTAJE

4.7.3.1. CONJUNTO DE LEVANTAMIENTO DEL PORTA ESCOBAS

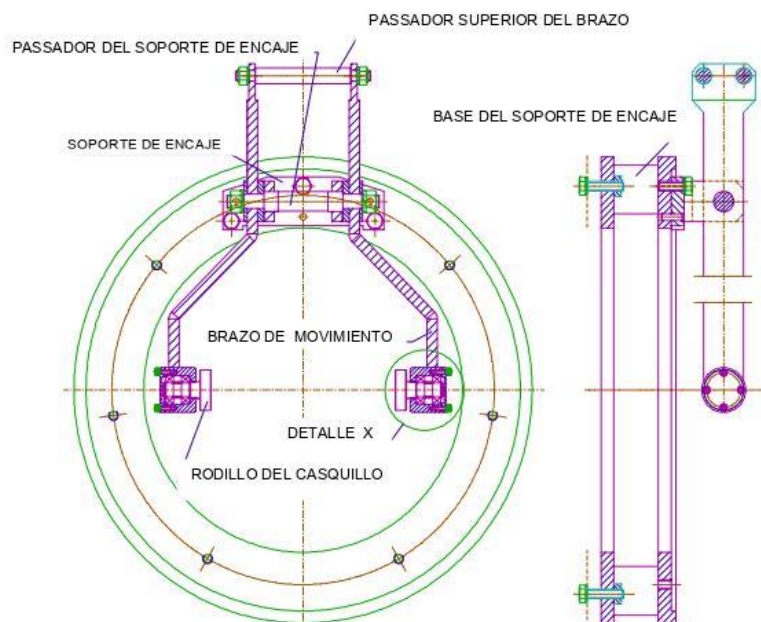
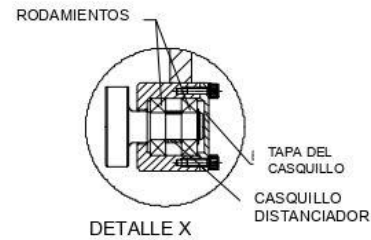
1. Fijar el disco soporte de las clavijas con fijador del conjunto de levantamiento en la caja de protección del conjunto porta escobas.
2. Montar el rodamiento en el pasador retentor y fijar con clavija que debe ser fija con anillo de retención. Fijar el pasador retentor del rodamiento en el disco soporte.
3. Fijar las clavijas de levantamiento del porta escobas en el disco soporte de las clavijas.

OBS.: Rodamiento del pasador retentor: 6305
2ZRS1.



4.7.3.2. CONJUNTO DE MOVIMIENTO DEL BUJE DE CORTOCIRCUITO

1. Montar el rodillo en el casquillo del rodillo en el brazo de movimiento del casquillo de corto y enseguida, los rodamientos, el casquillo distanciador y fijar la tapa del rodamiento.
2. Fijar los pasadores superiores en un de los brazos de movimiento.
3. Montar el pasador del soporte de encaje en este.
4. Fijar el soporte de encaje en la base del soporte y los brazos de movimiento en el soporte. Los rodillos deberán estar alineados con el casquillo de cortocircuito de manera que estos toquen simultáneamente en el casquillo.



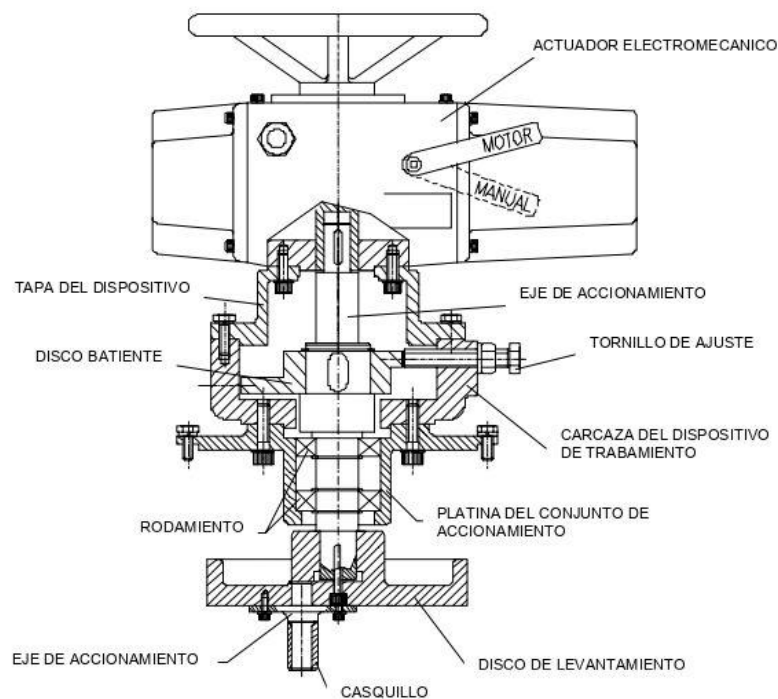
4.7.3.3. CONJUNTO DE ACCIONAMIENTO DEL PORTA ESCOBAS

1. Montar el rodamiento en el eje y fijar con anillo de retención, enseguida colocar el anillo de retención para apoyo del segundo rodamiento y después montarlo con anillo de retención.
2. Montar y fijar el disco en el eje del accionamiento.
3. Introducir el eje de accionamiento en la platina del conjunto
4. Fijar el disco de levantamiento en el eje de accionamiento.
5. Montar el casquillo en el eje de accionamiento del brazo y fijar con el anillo de retención. Fijar el eje en el disco de accionamiento.

6. Fijar en la tapa el dispositivo de trabamiento en el actuador electromecánico y enseguida fijarla a la carcasa del dispositivo.
7. Fijar en la tapa el dispositivo de trabamiento en el actuador electromecánico y enseguida fijarla a la carcasa del dispositivo.

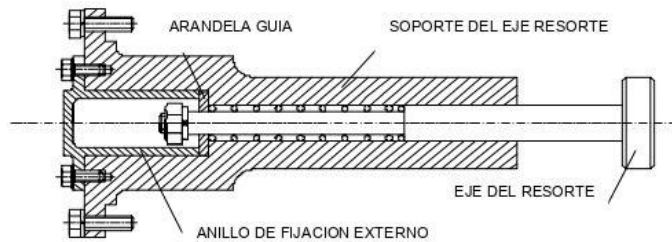
OBS.1: El eje de accionamiento debe pasar entre los pinos superiores del brazo de levantamiento.

OBS.2: Todas las partes con contactos mecánicos deberán ser lubricados. Después de 6 meses de uso, verificar la lubricación de estas partes.



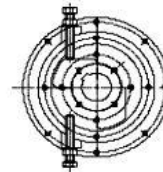
4.7.3.4. CONJUNTO DEL PASADOR DE REPOSICION

1. Montar el eje del resorte en el soporte del eje.
Montar la arandela guía del eje, colocarla en el eje y trabarla con la tuerca.
2. Cerrar el conjunto con el anillo de fijación fijarlo en la caja de protección del porta escobas.

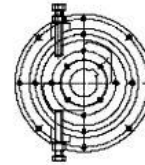


4.7.3.5. CONJUNTO DEL PORTA ESCOBAS

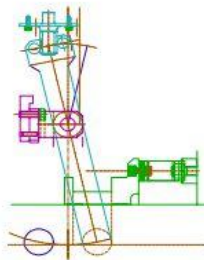
1. Fijar las escobas en el porta escobas. Fijar los pasadores aislados en el soporte. Montar los discos aislantes, porta escobas y anillos de contacto sobre los pasadores.
2. Alinear el radio de curvatura existente en las escobas con los anillos colectores y colocar una lija entre la escoba y el anillo. La lija debe ser movimentada de un lado para otro para promover en mejor asentamiento del radio de la escobas con el radio del anillo. Desprender el tornillo de fijación del porta escoba y girar el porta escobas en sentido horario hasta que el radio de la escoba se ajuste perfectamente al anillo.



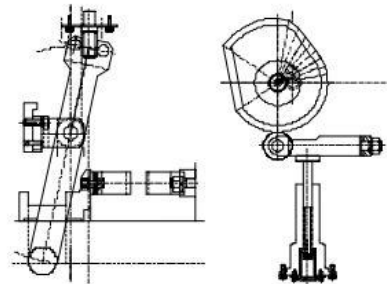
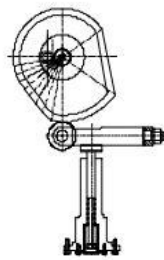
POSICION NO CORTOCIRUITADO



POSICION CORTOCIRUITADO



ESCOBAS LEVANTADAS



ESCOBAS ASENTADAS

4.7.4. DESMONTAJE

Para el desmontaje del porta escobas levantara, proceder de la manera inversa al proceso de montaje.

4.7.5. AJUSTE DEL SISTEMA E LEVANTAMIENTO DE LAS ESCOBAS

1. Girar el disco de levantamiento hasta la posición de cortocircuito y enseguida girar un poco más hasta liberar los rodillos, para evitar esfuerzos desnecesarios sobre los rodamientos del rodillo.
2. Roscar el tornillo de ajuste hasta el disco batiente y después trabar el tornillo de ajuste.
3. Girar el disco de levantamiento hasta la posición de no cortocircuito (escobas asentadas) y repetir la misma operación realizada para la posición de cortocircuito.

4.8. SECADO DE LAS BOBINAS

Esta operación debe ser hecha con el máximo cuidado y, solamente por personas calificadas.

La faja de incremento de la temperatura no debe exceder a 5°C por hora, y la temperatura final no debe pasar de 150°C. Tanto una temperatura final cuanto una faja de incremento de la temperatura muy elevada puede generar vapor, perjudicando el aislamiento.

Durante el proceso de secado, la temperatura debe ser cuidadosamente controlada y la resistencia del aislamiento medido a intervalos regulares.

En el inicio del proceso, la resistencia ira disminuir en consecuencia del aumento de temperatura, para crecer a medida que el aislamiento este secando.

El proceso del secado debe continuar hasta que sucesivas mediciones de resistencia del aislamiento indiquen que ésta llevo al valor mínimo indicado, conforme indicado en ítem 2.3.3.

Es muy importante imponer una buena ventilación en el interior del motor durante la operación del secado para asegurar que la humedad sea efectivamente retirada.

4.9. MONTAJE Y DESMONTAJE DEL MOTOR

4.9.1. LINEA "Master"

A) ROTOR DE JAULA:

Lado accionado:

1. Retire el intercambiador de calor (si existir).
2. Retire los detectores de temperatura del soporte (si existir).
3. Suelte los tornillos que fijan el conjunto de soporte.

4. Retire las anillas externas de fijación (para motores con mancales de rodamiento).

4.1. Para motores con mancales de deslizamiento seguir el procedimiento descrito en el ítem 4.2.2.2.

5. Desatornille la tapa. Los tornillos después de ser retirados deberán ser colocados en las roscas vacías existentes en las tapas para forzar su salida. Certifíquese que el eje este apoyado para evitar la caída del rotor sobre el estator.
6. Remueva el(los) rodamiento(s) (para motores con mancales de rodamiento).
7. Retire la anilla interna de fijación (para motores con mancales de rodamiento).

Lado no accionado:

1. Desatornille la tela de protección del ventilador (motores cerrados).
2. Retire el ventilador soltando los tornillos que lo sujetan sobre el eje.
3. Suelte las 4 tuercas que fijan la caja de protección del ventilador y remuevalo. Retire los tornillos distanciadores.
4. Repita la operación 2 a 7 del ítem anterior.

B) ROTOR DE ANILLOS

Lado accionado: Idéntico al de rotor de jaula.

Lado no accionado:

1. Retire la tapa trasera de protección del porta escobas.
2. Desconecte los cables de la anilla colectora. Retire las escobas y desmonte el porta escobas.
3. Desatornille la caja de protección del porta escobas de la caja de ventilación.
4. Retire el colector de anillas y el disco de ventilación.
5. Repita las operaciones 2 a 4 del "lado no accionado" para motores de jaula.

4.9.1.1. RETIRADA DEL ROTOR

Por medio de un dispositivo adecuado, retire el rotor de dentro del estator. El dispositivo deberá impedir que el rotor se raspe en el paquete del estator o en las cabezas de la bobina.

4.9.2. LINEA "A" y "H"

a) Lado accionado:

1. Desconecte los cables de las resistencias de calentamiento de las cajas de conexión.
2. Retire los detectores de temperatura de los soportes (si existir).
3. Suelte los tornillos que fijan el conjunto del soporte.

4. Retire las anillas externas de fijación (para motores con mancales de rodamiento).
 - 4.1. Para motores con mancal de deslizamiento, seguir el procedimiento descrito en el ítem 4.2.2.2.
5. Desatomille la tapa. Por medio de herramienta adecuada vaya forzando la tapa para que salga, girándole. Certifíquese que el eje este apoyado para evitar la caída del rotor sobre el estator.
6. Remueva el(los) rodamiento(s) (para motores con mancales de rodamiento).
7. Retire la anilla interna de fijación.

b) Lado no accionado:

1. Retire la tapa deflectora.
5. Suelte la anilla de retención del ventilador.
6. Repita las operaciones 2 a 7 del ítem 4.8.2(a).

OBS:

1. Para retirar el rotor observe el ítem 4.8.1.2.
2. El estator no necesita ser retirado de la carcasa para eventual reembobinamiento.

4.9.3. LINEA "FAF"

a) Lado accionado: Idéntico línea "A" y "H".

b) Lado no accionado:

1. Repetir operaciones 1 a 3 del ítem 4.8.2(b).
2. Retire la tapa trasera de la protección de los porta escobas.
3. Desconecte los cables de las anillas colectoras. Retire las escobas y desmonte el porta escobas.

4.10. RECOMENDACIONES GENERALES

Cualquier pieza maltratada (rajaduras, golpes de partes tomeadas, roscas defectuosas), debe ser, preferencialmente substituida, evitándose recuperaciones.

Todos los servicios aquí descritos deberán ser efectuados por personal especializado y con experiencia bajo pena de ocasionar daños completos al equipo. En caso de dudas, consulte a Weg Máquinas.

4.11. PLAN DE MANTENIMIENTO

COMPONENTE	DIARIAMENTE	SEMANALMENTE	CADA 3 MESES	ANUALMENTE (revisión parcial)	CADA 3 AÑOS (revisión completa)
- Motor completo	- Inspección de ruido y de vibración		- Drenar agua condensada (si hay)	- Reapretar los tornillos	- Desmontar el motor. Verificar partes y piezas
- Bobinas del estator y rotor				- Inspección visual; medir resistencia del aislamiento	- Limpieza; verificar la fijación de las bobinas; medir resistencia del aislamiento
- Soportes	- Control de ruido	- Reengrasar: respetar intervalos conforme placa de lubricación			- Limpieza de los soportes, sustituir, si necesario; inspeccionar casquillo y sustituir, si necesario (soporte de manguito); inspeccionar pista de desliz (eje) y recuperar cuando necesario
- Cajas de conexión, conexión a tierra				- Limpiar interior, reapretar tornillos	- Limpiar interior y reapretar tornillos
- Acoplamiento (observe las instrucciones de mantenimiento del fabricante del acoplamiento)		- Después de la primera semana: verifique alineamiento y fijación		- Verifique alineamiento y fijación	- Verifique alineamiento y fijación
- Dispositivos de monitorización		- Registre los valores de la medición			- Si es posible, desmontar y hacer test del modo de funcionamiento
- Filtro			- Limpie (cuando necesario)	- Limpie (cuando necesario)	- Limpie (vea ítem 4.1.2)
- Areas de las anillas		- Control y limpieza, si necesario		- Control y limpieza	
- Anillas		- Control de la superficie, limpieza y contacto			
- Escobas		- Control, sustituir cuando del tamaño haya sido gastado (vea marca de desgaste, figura 4.5)			
- Intercambiador de calor aire-aire					- Limpiar los tubos del intercambiador