



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

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PROPUESTA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO PARA MÁQUINAS HERRAMIENTAS DEL TALLER DE CARPINTERIA DEL
INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL (IGSS)**

Boris Fernando Orozco Rivas

Asesorado por la Inga. Narda Soledad González Morales

Guatemala, noviembre de 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PROPUESTA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO PARA MÁQUINAS HERRAMIENTAS DEL TALLER DE CARPINTERIA DEL
INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL (IGSS)**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

BORIS FERNANDO OROZCO RIVAS

ASESORADO POR LA INGA. NARDA SOLEDAD GONZÁLEZ MORALES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Mynor Roderico Figueroa Fuentes
EXAMINADOR	Ing. Carlos Snell Chicol Morales
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PROPUESTA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO PARA MÁQUINAS HERRAMIENTAS DEL TALLER DE CARPINTERIA DEL
INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL (IGSS)**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Estudios de Postgrado con fecha 08 de junio de 2021.

Boris Fernando Orozco Rivas

Ref. EEPFI-0617-2021
Guatemala, 08 de junio de 2021

Director
Gilberto Morales Baiza
Escuela de Ingeniería Mecánica
Presente.

Estimado Ing. Morales:

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: **PROPUESTA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MÁQUINAS HERRAMIENTAS DEL TALLER DE CARPINTERIA DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL (IGSS)**, presentado por el estudiante **Boris Fernando Orozco Rivas** carné número **201114358**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en Ingeniería de Mantenimiento.

Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28 -2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"



Mtra. Narda Soledad González Morales
Asesora

Narda Soledad González Morales
INGENIERA INDUSTRIAL
Colegiado No. 11731



Mtra. Rocío Carolina Medina Galindo
Coordinador de Maestría
Ingeniería de Mantenimiento



Mtro. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director

Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería



El Director de la Escuela de Ingeniería en Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **PROPUESTA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MÁQUINAS HERRAMIENTAS DEL TALLER DE CARPINTERIA DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL (IGSS)**, presentado por el estudiante universitario **Boris Fernando Orozco Rivas**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. Gilberto Morales Baiza
Director
Escuela de Ingeniería en Mecánica

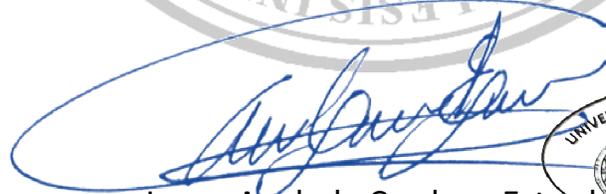
Firmado electrónicamente por Ing. Gilberto Morales
Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica

Guatemala, julio de 2021

DTG. 665.2021

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PROPUESTA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MÁQUINAS HERRAMIENTAS DEL TALLER DE CARPINTERIA DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL (IGSS)**, presentado por el estudiante universitario: **Boris Fernando Orozco Rivas**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana

Guatemala, noviembre de 2021.

AACE/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Mis padres** Por su ejemplo de superación, sus palabras de aliento, sus consejos con los que no concibo que fuera de mi sin ellos.
- Mis hermanos** Vanesa y Dayana Orozco, Gabriela Matzir Rivas, por su apoyo, cariño y compañía durante mi vida.
- Mis abuelos** German Evelio Orozco Navarro, Celsa Marta Valdez Cifuentes, por sus sabias enseñanzas y consejos durante toda mi vida.
- Mi novia** Josselyn Andrea González Cruz, porque solo se llega rápido, pero se llega más lejos acompañado.
- Familia y amigos** Por sus palabras y momentos que llevo presente con mucho cariño.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser la <i>alma mater</i> que me permitió nutrirme de conocimientos.
Facultad de Ingeniería	Por proporcionarme los conocimientos que me han permitido realizar este trabajo de graduación.
Instituto Guatemalteco de Seguridad Social	Por haberme brindado la información necesaria para realizar este diseño de investigación.
Mi asesor	Mtra. Inga. Narda Soledad González Morales, por ser guía durante el trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XI
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
4. JUSTIFICACIÓN	7
5. OBJETIVOS	9
5.1. General	9
5.2. Específicos	9
6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN	11
7. MARCO TEÓRICO	13
7.1. Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS)	13
7.1.1. División de mantenimiento	14
7.1.2. Taller de carpintería	15
7.2. Mantenimiento	15
7.2.1. Mantenimiento preventivo	16

7.2.2.	Tareas en un mantenimiento preventivo	17
7.2.2.1.	Indicadores de mantenimiento	17
7.2.3.	Mantenimiento predictivo.....	19
7.2.3.1.	Inspección V.O.S.O.....	19
7.2.3.2.	Termografía infrarroja.....	20
7.3.	Máquinas herramienta	21
7.3.1.	Máquinas de corte	21
7.3.2.	Máquinas de desbaste	21
7.4.	Motores eléctricos.....	22
7.4.1.	Red de alimentación	22
7.4.2.	Tipos de motores eléctricos.....	23
7.4.3.	Correas de transmisión	25
7.4.4.	Rodamientos.....	26
7.5.	Salud y seguridad ocupacional.....	29
7.5.1.	Efectos del aserrín a las máquinas y ambiente de trabajo	30
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS	31
9.	METODOLOGÍA	33
9.1.	Ruta de investigación	33
9.2.	Alcance de investigación	33
9.3.	Tipo de investigación	33
9.4.	Variable.....	34
9.5.	Fases de investigación	34
9.6.	Población y muestra	35
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....	37

11.	CRONOGRAMA.....	39
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO.....	41
13.	REFERENCIAS.....	43
14.	APÉNDICES	47

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Esquema de solución	12
2.	Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS)	14
3.	Evolución de los tipos de mantenimiento	16
4.	Universo tecnológico de los motores.....	24
5.	Partes de la correa en “V”	25
6.	Causas de problemas en los sistemas de transmisión	26
7.	Partes de un rodamiento	27
8.	Gráfico para el cálculo de la duración	28
9.	Cronograma de actividades.....	39

TABLAS

I.	Operativización de variables.....	34
II.	Presupuesto de la investigación	42

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
°C	Centígrados
C/P	Factor de vida nominal
V	Forma de sección transversal
K	Kelvin
TPM	Mantenimiento Productivo Total
RPM	Revoluciones por minuto
TMPR	Tiempo de reparación
TMEF	Tiempo medio entre fallas
L ₁₀	Vida nominal de un rodamiento

GLOSARIO

Acrónimo	Palabra formada por la unión de elementos de dos o más palabras.
Aserrín	Polvo desprendido de la madera al momento de maquinarla.
Asíncrono	Relación entre dos objetos en la cual su tiempo no coincide.
Autoclaves	Recipientes los cuales con un sistema de temperatura y presurizado utilizado para curar materiales.
Decreto	Resolución de un organismo el cual tiene la autoridad para esto.
Desbastar	Operación previa al acabado y busca retirar partículas con herramientas que gasten la materia para reducir su volumen.
Discontinuidad	Región de un objeto el cual tiene un patrón diferente a su entorno.
IGSS	Instituto Guatemalteco de Seguridad Social.

Máquinas herramienta	Máquina que utiliza una fuente de energía distinta a la fuente humana.
Rodamiento	Elemento que permite que una pieza gire respecto a una parte fija.
Salvavidas	Persona designada por la unidad correspondiente para resguardar a las personas que se recrean en la línea costera del país.
Termograma	Imagen en la cual se representa con una escala de colores en función de la temperatura.
Viruta	Residuo del material en forma de láminas delgadas curvadas o en espiral.
V.O.S.O.	Ver. Oler. Sentir. Oír.

RESUMEN

La madera ha estado presente en varias etapas del desarrollo humano y hasta el día de hoy se sigue utilizando de forma amplia, desde muebles para el hogar hasta en la fórmula 1, esto ha llevado a que se desarrollen varias técnicas para trabajar a la madera y así mismo máquinas y herramientas que faciliten estos trabajos, máquinas que van desde el accionamiento mediante fuerza mecánica tanto como eléctrica, existen industrias tan grandes dedicadas a la madera y estas a su vez tienen máquinas que son indispensables para la producción de la madera que se vuelven críticas.

El taller de carpintería del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, IGSS por sus siglas, está dedicado a la creación y mantenimiento de varios puestos de salvavidas y de todo lo referente a madera en todas las unidades del IGSS en toda la república de Guatemala.

El presente diseño de investigación busca definir qué parámetros son necesarios tener en cuenta y en función de ellos desarrollar una propuesta de mantenimiento, dado a que no existe un plan de mantenimiento actual en el cual el personal se pueda basar para hacer rutinas de limpieza, observación, engrase entre otras cosas, considerando la antigüedad de algunas máquinas se hace aún más necesario crear un plan de mantenimiento para extender su periodo de funcionalidad.

1. INTRODUCCIÓN

El Instituto Guatemalteco de Seguridad Social IGSS, se crea a través de la ley orgánica del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, decreto 295, el cual tiene como fin aplicar el régimen de seguridad social obligatorio en la república de Guatemala. En su formación se crean los departamentos y divisiones que auxilian a la institución y en estas divisiones se forma el taller de carpintería, en el cual está enfocada la investigación.

La carpintería opera para dar mantenimiento y crear infraestructura de todas las clínicas a nivel nacional y a torres de salvavidas en la cinta costera de la república de Guatemala, dada la función que desempeña el taller de carpintería hace que los instrumentos y máquinas herramientas tenga la mayor disponibilidad posible para cubrir casos de emergencia y de volumen de trabajo alto. Una máquina con fallas o que este imposibilitada de operar crea retrasos en los trabajos y en algunos casos también se arriesga la calidad del producto.

La importancia de la solución se hace necesaria para contar con un plan de mantenimiento el cual aumente la disponibilidad de las máquinas, crear una rutina de mantenimiento para poder planificar cambios, lubricación, revisiones y reparaciones en las máquinas herramientas, disminuyendo el tiempo en el cual las máquinas herramientas están fuera de servicios por averías, las cuales con el tiempo se hace más compleja y más costosa la reparación.

Con la solución planteada se espera crear una conciencia de mantenimiento en las personas que estén involucradas en el taller, justificando esta conciencia de mantenimiento a través de los resultados esperados, los cuales son

indicadores de mantenimiento de: disponibilidad de la maquinaria, tiempo entre fallas y tiempo de reparación. Y que estos indicadores actualmente sin necesidad de hacer cálculos, dejan en evidencia la importancia de aplicar un plan de mantenimiento en el taller de carpintería.

Se esperan aportes para las máquinas herramientas son rutinas de mantenimiento las cuales incluyan limpieza y lubricación reducir el tiempo en el cual las máquinas fuera de uso y también es reducir el número de paradas por desperfectos inesperados gracias a las rutinas de mantenimiento a proponer, gracias a estos pasos el aporte se puede adoptar estas rutinas de mantenimiento a nuevas máquinas herramientas que se incorporen al taller.

Al considerar el aserrín como un elemento dañino tanto como para las máquinas y para los operarios de las máquinas se puede beneficiar de esto haciendo recomendaciones al momento del uso de las máquinas las cuales generen aserrín, el beneficio económico en el cual con rutinas de mantenimiento semanales se puede evitar paradas imprevistas y también en beneficios económicos ya que corregir una falla es mayor a evitarla.

En el capítulo I se desarrolla toda la base teórica en la cual investigación toma conceptos de motores eléctricos y sus mecanismos auxiliares más propensos a fallar, también se desarrollan conceptos de técnicas y rutas de mantenimiento de bajo costo para que estas puedan ser llevadas a cabo por los mismos operarios.

2. ANTECEDENTES

De acuerdo a García (2003) realizó una organización y gestión integral de mantenimiento, en la cual define aspectos básicos y avanzados para la gestión de un mantenimiento, como se debe de organizar y herramientas usadas para hacer un buen historial de mantenimiento para poder crear referencias. Con un aporte metodológico porque da las directrices para poder gestionar un mantenimiento y herramientas a poder usar en la investigación.

De acuerdo al Ministerio de Empleo y Seguridad Social (2007) se realizó el estudio de las atmósferas perjudiciales para el trabajador y entre ellas están las atmósferas provocadas por polvos de aserrín, aunque no existe un estudio detallado de cuáles y cómo afecta cada polvo de madera, si existe la correlación de enfermedades respiratorias y alergias a exposiciones prolongadas a el polvo de madera. Con un aporte práctico, ya que nos define un listado de polvos de diferentes tipos de árbol y que tiene relación con este problema

La investigación de Alavedra, et *al.* (2013) en la que detalla el análisis para la gestión de un mantenimiento preventivo el cual introduce a los indicadores de mantenimiento y con estos poder observar la disponibilidad de las máquinas evaluadas. Con un aporte metodológico, porque nos detalla la implementación de indicadores en la gestión de un mantenimiento preventivo.

En su investigación Grupo WEG (2016) en la que presenta tanto características como funciones de un motor eléctrico, sus diferentes variantes y alimentación para cada motor y las condiciones en las o características del ambiente en el cual el motor opera y que da un aporte metodológico porque

dentro de esta investigación una de las consideraciones más notables es el medio en el que el motor se desempeña y en función de estos iniciar la detección de una falla que se presente en las rutinas de mantenimiento o en función, también nos muestra características a considerar en la alimentación y que en esta incluye la protección del motor, elementos importantes con un motor en funcionamiento.

En su investigación García (2003) en la cual nos habla de la importancia de la implementación de un plan de mantenimiento y por qué se debe de gestionar un plan de mantenimiento y que consideraciones tomar para la gestión del mismo, también da las pautas para determinar que tareas de mantenimiento se pueden aplicar a los equipos y su periodicidad, en su investigación también habla sobre la gestión de prevención de riesgos al momento de los mantenimientos, ya que al aplicar un mantenimiento el personal también corre riesgos, dejando así un aporte metodológico.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el taller de carpintería del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, todas las máquinas herramientas son utilizadas sin un plan de mantenimiento, esto hace que la confiabilidad en las máquinas a medida que siguen funcionando disminuya y paralelo a esto aumente el riesgo de que las máquinas puedan sufrir daños tanto leves como severos hasta el punto de dejar sin posibilidad de funcionar de forma total o parcial a las máquinas, por falta de un plan de mantenimiento el cual busca corregir fallas y evitar las mismas.

- **Descripción y delimitación del problema**

El taller de carpintería del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social IGSS, tiene maquinaria la cual ha estado en funcionamiento sin ningún plan de mantenimiento desde por lo menos 25 años, dentro de ese tiempo ha tenido solo intervenciones correctivas, y en algunos casos las máquinas se han quedado sin uso a raíz de una falta de intervención.

Esto puede conllevar retrasos en algunos trabajos o en otros casos, cuando este tiempo ya es admisible se puede convertir en un ahorro de tiempo al momento de aumentar el tiempo de disponibilidad de cada máquina. Un aspecto a considerar es la viruta y aserrín que desprende la materia prima al momento de su maquinado, ya que puede ser perjudicial tanto como para el personal y para las máquinas, siendo este un problema a considerar al momento de proponer el plan de mantenimiento, ya que este plan debe de adecuarse en esta circunstancia.

La importancia de resolver este problema es que hay casos donde las máquinas han pasado un lapso bastante largo, sin funcionar debido a que hay ocasiones que se interviene la máquina y su intervención no se completa, o bien es una intervención sin el conocimiento adecuado para la manipulación de los elementos.

- **Pregunta central**

¿Qué propuesta se adecúa mejor para una gestión de mantenimiento preventivo para maquinaria del taller de carpintería del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social?

- **Preguntas auxiliares de investigación**

- ¿Qué indicadores de mantenimiento son necesarios medir para poder trazar una ruta de mantenimiento preventivo adecuada al taller de carpintería?
- ¿Cuáles son los indicadores de mantenimiento adecuados de las máquinas herramientas para su correcto funcionamiento?
- ¿Cuál es la secuencia más acertada para el mantenimiento preventivo de las máquinas herramientas del taller de carpintería?

4. JUSTIFICACIÓN

En el taller de carpintería del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, no existe un plan de mantenimiento para las máquinas utilizadas, razón por la cual existen máquinas que han estado paradas por desperfectos o máquinas las cuales funcionan con problemas aumentando su probabilidad de falla.

El taller de carpintería de la división de mantenimiento, tiene en sus funciones dar mantenimiento a las torres de los salvavidas, repartidos en las costas de la república de Guatemala y tienen una función importante dar una vista panorámica al salvavidas en las playas, interviniendo en el rescate y asistencia a los bañistas. Otra de sus funciones son realizar muebles para archivos, escritorios, puertas para clínicas y para salas de operaciones. Estas son puertas de marco de madera revestidas de acero inoxidable. También tienen a su cargo todos los trabajos de carpintería en las unidades médicas que tiene el IGSS en el país.

Existen varios factores a considerar que pueden afectar en la maquinaria que no se toman en cuenta y que la afectan actualmente, uno de ellos es el aserrín: este puede afectar contactos, entrar a los circuitos de control o de potencia, teniendo problemas de falso contacto o de incendio. Este es un problema que se evidencia desde el primer acercamiento al taller. Otro problema ante la falta de mantenimiento, es el rendimiento ya que existen máquinas que trabajan con una capacidad limitada o están paradas en su totalidad, otro es la seguridad ocupacional que al no tener una forma de protección es perjudicial en un ambiente saturado de aserrín.

Careciendo de un plan de mantenimiento y de personal capacitado para los mantenimientos, ya que quienes hacen la labor de reparaciones son los mismos carpinteros, es un hecho que las únicas acciones que se apliquen sean las correctivas, y en algunos casos por el tipo de falla, las máquinas han quedado fuera de uso, evidenciado en el primer acercamiento con el personal del taller de carpintería

Este problema repercute directamente con la producción del taller de carpintería ya que la máquina se queda fuera de servicio y solo existe una máquina para cada función, obligando a los carpinteros a realizar de forma manual el trabajo de esta máquina, teniendo como consecuencia atrasos en las entregas del producto y aumentando el tiempo de producción de piezas.

También es necesario crear un histórico de trabajos y de rutinas de mantenimiento, dado a que no existe y es necesario para llevar un control de las rutinas de mantenimiento por medio de hojas de chequeo en la cual se evidencia el estado de las maquinas por medio de la técnica V.O.S.O. como principal herramienta en las hojas de chequeo, dejando esto como principal antecedente de futuras investigaciones de fallas y de planes de mantenimiento.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Diseñar una propuesta para la gestión de mantenimiento preventivo para las máquinas herramientas de taller de carpintería del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social.

5.2. Específicos

- Establecer indicadores de mantenimiento necesarios a medir para poder trazar una ruta de mantenimiento preventivo adecuada al taller de carpintería.
- Definir los indicadores de mantenimiento adecuados para las máquinas herramientas para su correcto funcionamiento.
- Detallar la secuencia de mantenimiento más acertada para el mantenimiento preventivo de las máquinas del taller de carpintería.

6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

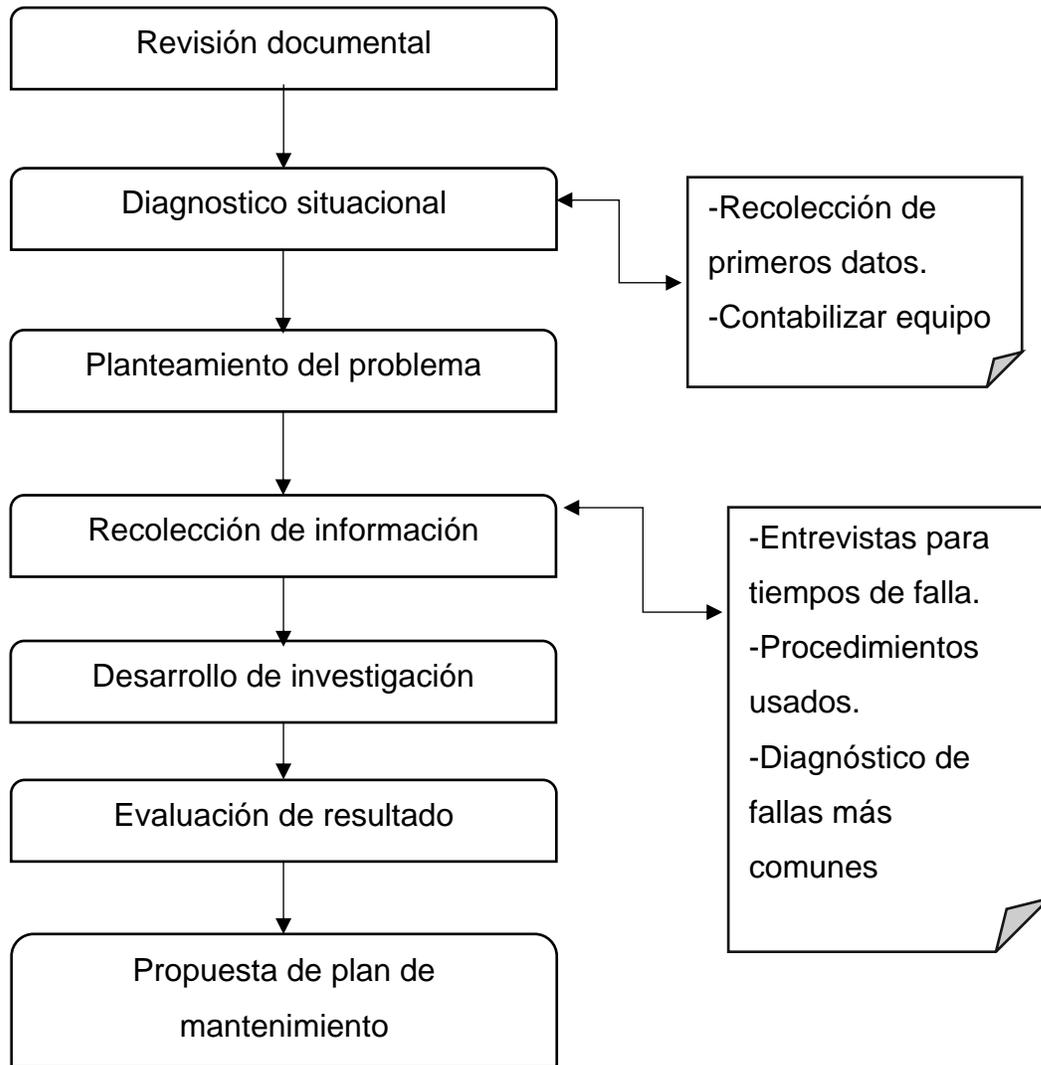
La necesidad de resolver este problema porque actualmente no existe un plan de mantenimiento para el área de carpintería de la división de mantenimiento del instituto guatemalteco de seguridad social, esto ha causado el fallo repentino en algunas máquinas y dejándolas fuera de uso por un tiempo prolongado, y a consecuencia de lo anterior existe el riesgo de que una máquina falle por falta periódica de mantenimiento. Con esto se busca reducir el tiempo entre fallas y el tiempo de reparación de una máquina.

Se plantea cubrir con un plan de mantenimiento preventivo las máquinas del taller pudiendo así eliminar los paros prolongados en las máquinas, implementando rutinas de inspecciones en tiempos predeterminados creando un historial.

Como punto de partida se diagnosticará el problema principal y se recolectará información, sobre el tema, se definirá la situación actual de las máquinas creando parámetros de referencia para adecuar una ruta de mantenimiento en general y el proceso de mantenimiento para cada máquina, teniendo como referencia el listado de fallas más comunes y la revisión recomendada por el fabricante de las máquinas que aún tienen respaldo por el mismo.

Finalizando con la selección de la ruta de mantenimiento de cada máquina y cuáles serán sus rutinas definidas para sus intervenciones.

Figura 1. **Esquema de solución**



Fuente: elaboración propia.

7. MARCO TEÓRICO

El Instituto Guatemalteco de Seguridad Social en su taller en sus máquinas contienen elementos los cuales son propensos a fallar y estos elementos pueden generar fallas las cuales dejen sin funcionar la máquina, teniendo así un riesgo alto de una reparación correctiva, la cual es mucho más costosa que una preventiva, teniendo en cuenta eso se analiza el caso de las máquinas herramientas del taller de carpintería adecuando así, una ruta de mantenimiento óptima para las máquinas herramientas del taller de carpintería.

7.1. Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS)

Según Bolaños (2016), la institución nace a partir de garantizar la seguridad social y que toda su regulación estará en la ley orgánica del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social decreto 295 y por medio del artículo 63 “estableció el seguro social obligatorio, y que cubriría situaciones de invalidez, vejez, muerte, enfermedad y accidentes de trabajo” el cual teniendo varias operaciones en diferentes puntos del país, teniendo varias divisiones dedicadas a la función, infraestructura y mantenimiento.

Figura 2. **Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS)**



Fuente: NOTICIAS IGSS. (2017). *Inhabilitan a 500 patronos en Guatecompras por impago al IGSS*. Consultado el 01 de septiembre de 2020. <https://www.igssgt.org/noticias/2017/09/18/el-periodico-inhabilitan-a-500-patronos-en-guatecompras-por-impago-al-igss/>

7.1.1. División de mantenimiento

La división de mantenimiento la cual en su momento fue el departamento de ingeniería y mantenimiento, es actualmente una división del departamento de servicio de apoyo, según Álvarez (2013) desde su creación es la encargada del mantenimiento del equipo e infraestructura “la división de mantenimiento del instituto guatemalteco de seguridad social, atiende a los 186 edificios”. (p. 2)

Dentro de los talleres que conforman la división de mantenimiento están: carpintería, herrería, pintura, plomería, electricidad y autoclaves. En la cual la aplicación del mantenimiento está orientada al taller de carpintería.

7.1.2. Taller de carpintería

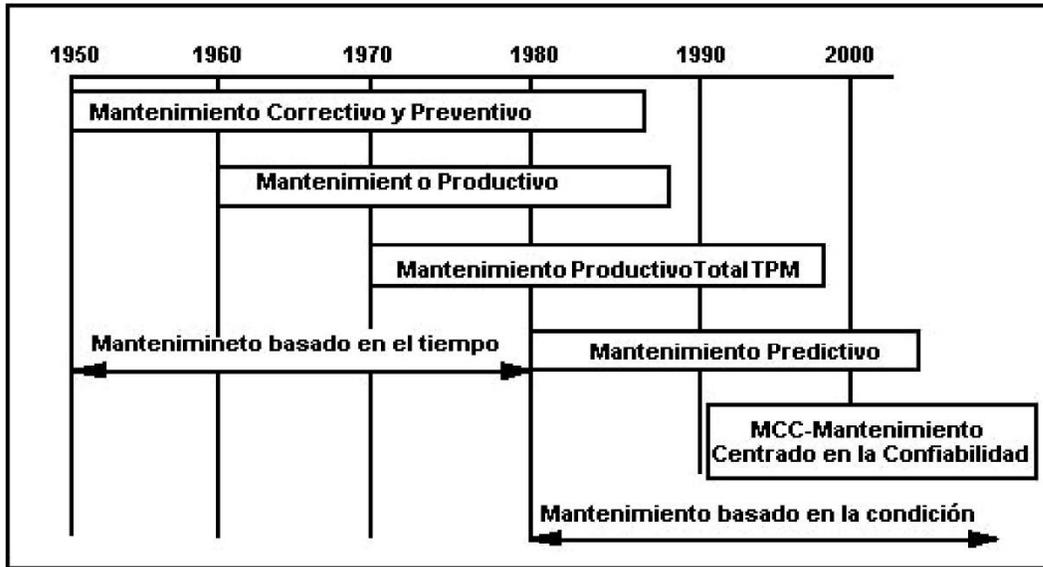
El taller de carpintería de la división de mantenimiento, es el encargado de dar mantenimiento a las torres de salvavidas, cuales están instaladas en diferentes puntos de la línea costera tanto del pacífico, como del atlántico. También tienen a cargo la creación de muebles, puertas, archivos y otros trabajos que sean necesarios en todas las unidades médicas con las que cuenta el IGSS en todo el país.

7.2. Mantenimiento

Según Mesa, Ortiz y Pinzón (2006) la finalidad del mantenimiento es “el conjunto de acciones destinadas a mantener o reacondicionar un componente, equipo o sistema, en un estado en el cual sus funciones puedan ser cumplidas”. (p. 155)

La importancia de un mantenimiento para el cumplimiento de las funciones de cualquier máquina, es de mucha relevancia para que este en condición de uso. De esto podemos decir que el mantenimiento se ha basado en tiempo y en condición.

Figura 3. Evolución de los tipos de mantenimiento



Fuente: Mesa, Ortiz y Pinzón. (2006). *La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento*. Consultado el 01 de septiembre de 2020. Recuperado de <https://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/6513/3787>

7.2.1. Mantenimiento preventivo

Según Gómez (2004) el mantenimiento preventivo es una serie de pasos que tienen como base para su periodicidad, el tiempo, “este tipo de mantenimiento se puede dividir en mantenimiento preventivo por tiempo el cual es efectuado a partir de un programa preestablecido”. (p. 12) Teniendo como desventaja, que deja de lado la condición real del elemento, pero para la implementación en un lugar donde no existe historial de fallas, ni de un registro de mantenimiento se ajusta bien.

7.2.2. Tareas en un mantenimiento preventivo

Según Acuña (2018) “un plan de mantenimiento preventivo es un conjunto de acciones y decisiones que tienen como fin común, evitar la prolongación de tiempo de fallas inesperadas” (p. 24) para lograr esto se deben de cumplir rutinas de mantenimiento, estas definen los pasos a seguir para mantener las condiciones esperadas para la operatividad de las máquinas.

Estas tareas son: inspecciones visuales, estas permiten tomar en cuenta cambios significativos en la máquina, en esta inspección es aplicable a técnica V.O.S.O. Limpieza y lubricación, estas permiten retirar el exceso ya sea de desprendimientos producto de la fricción o virutas que la máquina crea al momento de trabajar, la lubricación en las partes más expuestas y que no cuentan con un sistema cerrado de lubricación, se hace necesario crear rutinas de lubricación para garantizar el mínimo desgaste por fricción. Reemplazos, estos tienen como objetivo sustituir las piezas que ya sea por el tiempo de operación o por una falla previamente identificada, para garantizar la operatividad de la máquina. Dentro de estos tenemos lubricantes, grasas, rodamientos o piezas que estén sometidas a esfuerzos, calibración, esta acción mide, controla y ajusta mediante comparación los parámetros de la máquina para asegurar el estándar de calidad al que se trabaja.

7.2.2.1. Indicadores de mantenimiento

Los indicadores de mantenimiento tienen como función conocer aspectos sobre la disponibilidad de las máquinas, estos indicadores representan tiempos en los que una máquina está disponible o está en reparación, cuanto cuenta reparar, entre otros.

Según Azoy Andy, (2014) “la evaluación del mantenimiento dentro de una organización permite analizar el cumplimiento de los objetivos trazados y posibilita identificar los aspectos sobre los cuales es necesario trabajar para hacer más eficiente esta actividad y desarrollar las acciones para la continua mejora”. (p. 45)

Con esto podemos evaluar los rendimientos de las máquinas y en unos casos de la eficiencia del personal en la intervención de una máquina. Dentro de esta descripción se ocupan los siguientes indicadores: Tiempo medio entre fallas (TMEF), tiempo promedio de reparación (TMPR), disponibilidad del equipo.

Estos indicadores necesitan datos como el tiempo de operación el cual se estipula en un rango de tiempo que puede ser: mensual, trimestral, semestral o anual según Azoy (2014) las horas trabajadas en los diferentes días del mes. Al realizar la sumatoria dentro del mes se obtiene el tiempo real trabajado” (p. 46). Es necesario contabilizar las fallas que en ese periodo se dan, esto se puede contabilizar por las personas que realizan las intervenciones y con esto logramos determinar el tiempo entre fallas.

Para la disponibilidad de los equipos es la relación que se da en el tiempo entre fallas y la sumatoria en el tiempo entre fallas y el tiempo de reparación, este indicador nos da el porcentaje de tiempo del total del tiempo que la máquina estuvo operando, el fin del mantenimiento es aumentar este indicador mediante rutas de mantenimiento que prevengan fallas catastróficas y que tenga más repercusiones en la máquina.

7.2.3. Mantenimiento predictivo

Este tipo de mantenimiento está basado en la condición de la máquina y en función de la evaluación y comparación con sus condiciones ideales o dentro de las condiciones aceptables, se recomienda o no su intervención. Tiene como gran desventaja el alto costo de implementación y necesita a personal capacitado para llevar a cabo las evaluaciones.

Las evaluaciones que se llevan a cabo en este mantenimiento son a través de técnicas como: inspección V.O.S.O. Termografía infrarroja, análisis de vibraciones, líquidos penetrantes, partículas magnéticas, ultrasonidos. Estas técnicas están orientadas a conocer pequeñas variaciones en parámetros como temperatura, movimientos de la máquina, discontinuidades superficiales e internas.

7.2.3.1. Inspección V.O.S.O.

La técnica V.O.S.O. Acrónimo de ver, oír, sentir y oler es una técnica inicial y que es de fácil y rápida aplicación, ya que esta es una aplicación de los sentidos humanos hacia las máquinas, previo a parámetros predeterminados, este tiene la finalidad conocer desviaciones en los parámetros, que pueden ser sensibles al humano, siendo precedente para una parada programa.

A través de la vista se pueden percibir fugas, variaciones de colores, cambios físicos, que anteriormente no existían. Con el sentido auditivo se pueden escuchar ruidos que anteriormente no estaban, estos ruidos pueden ser producidos por golpeteos, rodamientos en mal estado, obstrucciones en pasos, poleas o fajas, desalineaciones en ejes y poleas, rozas entre metales. El tacto se aplica en superficies que no representen peligro, con esto se pueden percibir

cambios en bajas temperaturas, discontinuidades superficiales, irregularidades, vibraciones y líquidos que a la vista no son notables. Con el olfato se puede percibir olores desprendidos de piezas ya sea por aumento en la temperatura, gases desprendidos o de escape.

7.2.3.2. Termografía infrarroja

Según Carmona (2008) “técnica que permite, a través de la radiación infrarroja que emiten los cuerpos, la medida superficial de la temperatura” (p. 27) esta técnica no es destructiva y tampoco invasiva, es decir, que la técnica no necesita contacto directo con la pieza, ni penetración ni tampoco someterla a esfuerzos, la técnica no necesita que la máquina este en reposo, por el contrario se necesita que esté en funcionamiento para que la termografía refleje la temperatura en la máquina, producto de sobre esfuerzos, fricción, pérdidas de calor, entre otros.

La termografía se puede dividir en termografías activas y pasivas, según Balageas (2007) la termografía activa es la termografía en la cual puede que existan otras fuentes de calor y que sean controladas por el operador a esto se le denomina termografía activa, y la pasiva las transferencias de calor son independientes del operario, para este caso la investigación tiene transferencias de calor pasivas las cuales son independientes de los operadores ya que no se pueden variar o controlar.

Las imágenes reveladas por la cámara termográfica amplían el rango de visión humano, por medio de la radiación que el calor emite en un cuerpo toda vez esté por arriba de 0 K. y esta imagen que representa en una escala el calor se le llama termograma.

7.3. Máquinas herramienta

Según Schvab (2011) “se denomina máquinas herramientas a las herramientas que utilizan una fuente de energía distinta del movimiento humano” (p. 8) las máquinas herramientas en este caso las podemos catalogar como máquinas de corte y desbaste las cuales ayudan a dar las dimensiones necesarias y los mecanizados requeridos en el producto. Siendo una energía diferente a la humana estas son impulsadas por energía eléctrica pudiendo así multiplicar la velocidad y fuerza en las máquinas en comparación con las herramientas aplicadas con energía humana.

7.3.1. Máquinas de corte

Las herramientas de corte se utilizan para hacer cortes en el material, el corte comúnmente se hace por medio de arranque de viruta, estos cortes de acuerdo a la máquina se pueden hacer cortes rectos y corte a un ángulo, estas últimas tienen un transportador incluido dando más exactitud en los cortes hechos en ángulos en comparación con los cortes en ángulo hechos a mano.

7.3.2. Máquinas de desbaste

Las máquinas de desbaste sirven ya sea para afinar acabados, caso de las lijadoras, o bien para detallar formas en la madera como puede ser un taladro o torno, estas sirven para dar formas en la madera en las cuales ingresan otras piezas como por ejemplo en donde ingresa el mecanismo cerradura o bien donde encajaran el resto de piezas de madera. Mientras tanto las que sirven para dar acabados finos eliminan asperezas en la superficie del material o para dar un ajuste pequeño como es el caso de los cepillos.

7.4. Motores eléctricos

Según Grupo WEG (2016) “el motor eléctrico es la máquina destinada a transformar energía eléctrica en energía mecánica” (p. 6) el motor eléctrico es quien induce el movimiento en las máquinas, este puede considerarse la parte más importante de las máquinas y por consiguiente al que se le debe de tener en mejores condiciones para garantizar su funcionamiento, desde la alimentación hasta las partes que auxilian al motor. Existen motores de acuerdo al tipo de corriente que utilizan siendo estos; de corriente continua los cuales utilizan corriente continua y luego los motores de corriente alterna, estos últimos son los más utilizados en la industria.

Dentro de la división de motores eléctricos también podemos dividirlos en motores sincrónicos y motores de inducción. Los motores sincrónicos según Grupo WEG (2016) los motores sincrónicos “funcionan con velocidad fija, o sea, sin interferencia del deslizamiento” (p. 6) esto quiere decir que los motores sincrónicos tienen igual velocidad en el rotor y en el campo magnético del estator, mientras que el motor de inducción o motor asincrónico se rigen por el principio de inducción mutua en Faraday, cuando la corriente circula por las bobinas el campo magnético generado es inducido al rotor el cual lleva un desfase con respecto a la velocidad del campo magnético este desfase permite que exista par en el motor, este retraso es producido por el deslizamiento del rotor.

7.4.1. Red de alimentación

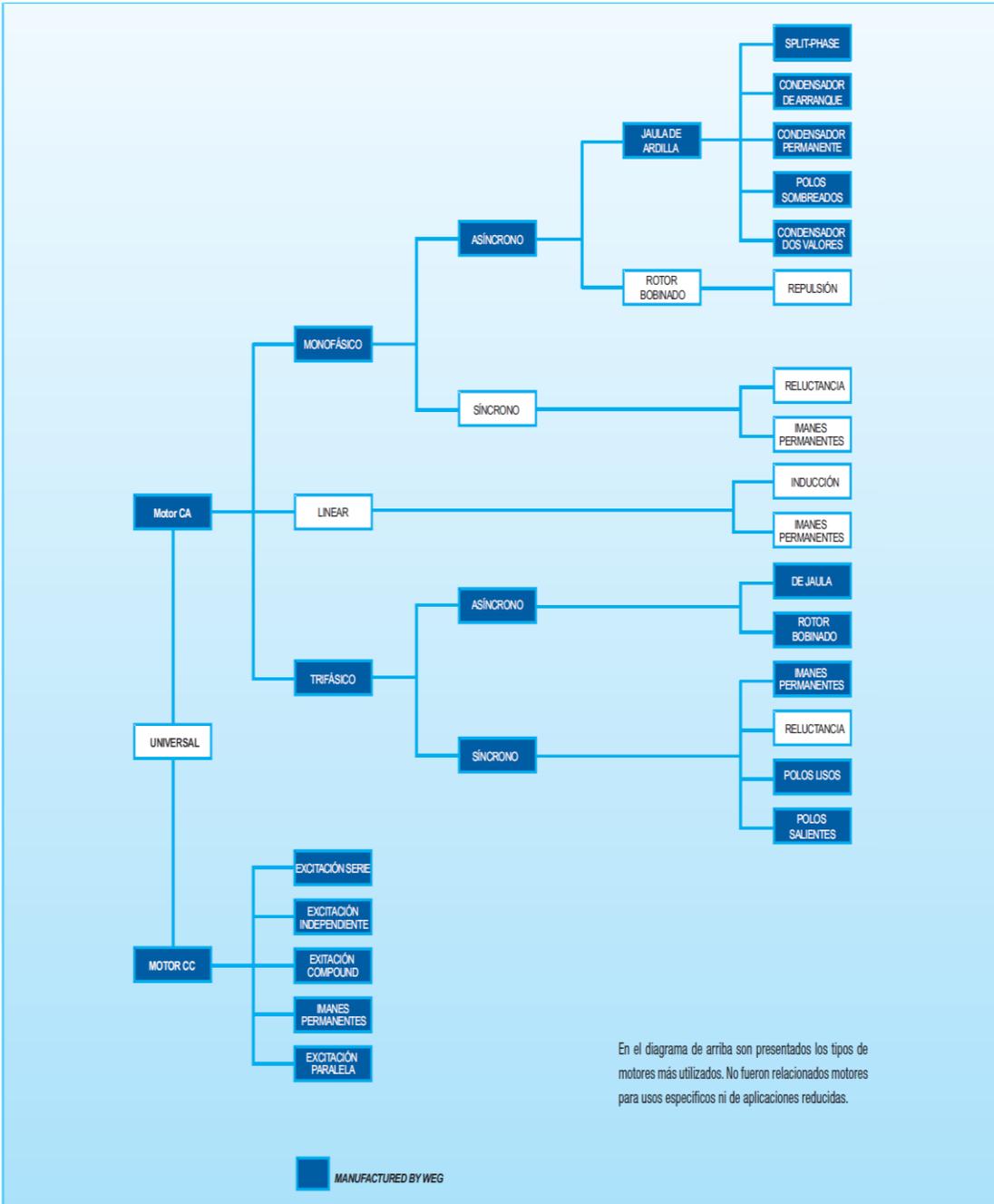
La red de alimentación es la encargada de transferir la corriente eléctrica al motor, en el tablero de distribución que tiene dentro de sí un flipon que es un mecanismo que protege el motor abriéndose en caso de una sobre carga en el motor, esto también se complementa con un relevador de corriente térmico y un

guardamotor, la alimentación puede ser de dos formas: la primera la alimentación trifásica, esta tensión es más utilizadas en las redes industriales están en el rango de baja tensión y alta tensión. Alimentación monofásica, estas alimentaciones son más recomendadas para uso residencial y en estos motores están conectados a dos líneas, una de neutro y otra de fase. Una consideración cuando un motor monofásico se conecta a una red trifásica las cargas se deben de distribuir de manera uniforme.

7.4.2. Tipos de motores eléctricos

Los motores tienen como gran división motores trifásicos y monofásicos. Motores monofásicos, estos motores funcionan con dos líneas: la línea de neutro y la línea de fase este tipo de motores son utilizados por la necesidad de la utilización de motores de baja potencia que son más recomendados para labores domésticas y a raíz de esto electrodomésticos cuentan con motores monofásicos. Motores trifásicos funcionan con tres líneas de fase y con una línea de neutro estos motores son más utilizados en la industria y para máquinas herramientas son los más utilizados pueden estar presentes en tornos eléctricos, sierras eléctricas, barrenos de banco, entre otros.

Figura 4. Universo tecnológico de los motores



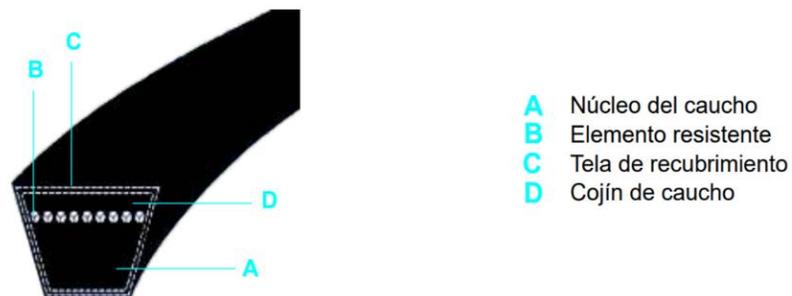
Fuente: Grupo WEG. (2016). *Motores eléctricos guía de especificación.*

7.4.3. Correas de transmisión

Las correas son elementos de transmisión las cuales transfieren movimiento desde una polea o engrane motriz hacia otro quien es conducido, existen diferentes tipos de correas de transmisión las cuales se adaptan ya sea a la geometría de la polea o de la forma transversal de la correa. Las correas son una parte importante dentro del funcionamiento de las máquinas herramientas y estas por ende no están exentas de mantenimiento.

En el taller de carpintería la correa más utilizada es la correa en “V” la cual tiene una sección de contacto mayor que una plana esta comúnmente está en el rango de temperatura de trabajo de entre $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ la cual gracias a su proceso de vulcanización logra adquirir propiedades que resisten estas temperaturas, las partes que soportan estas temperaturas se sitúan en el núcleo y en el cojín de la faja, el elemento resistente es una cuerda de fibra sintética las cuales están dotadas de una alta resistencia a la tracción, previniendo la elongación en la faja, y por último la tela de recubrimiento tiene como función proteger los elementos internos de la correa.

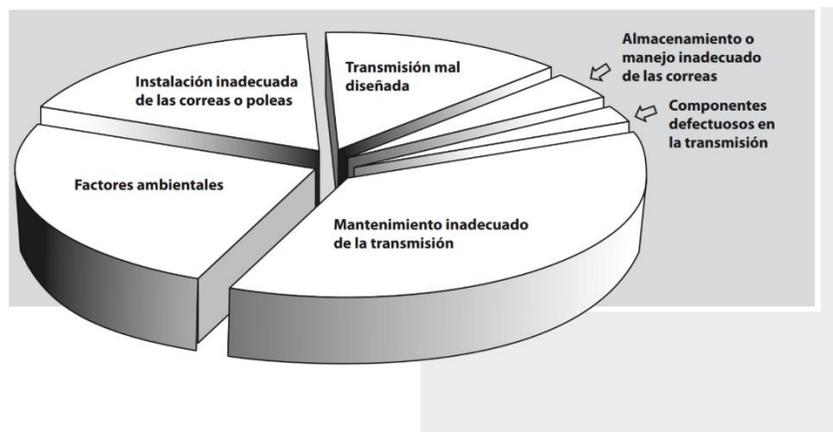
Figura 5. Partes de la correa en “V”



Fuente: Dunlop. (2018). *Correas de transmisión industrial*. Consultado el 05 de septiembre de 2020. Recuperado de <https://rodavigo.net/blog/actualizacion-del-catalogo-correa-dunlop/>.

El mantenimiento en las fajas garantiza una buena transferencia de par motor, según Gates (2009) “el uso de correas es el método de transmisión de potencia más efectivo en cuanto a su coste y fiabilidad. Pero las correas y las transmisiones son efectivas solo cuando reciben un mantenimiento adecuado” (p. 2) de acá nace la importancia de un buen mantenimiento esto garantiza la disminución de los problemas en las correas, aumentando la fiabilidad y la vida útil de la misma.

Figura 6. **Causas de problemas en los sistemas de transmisión**



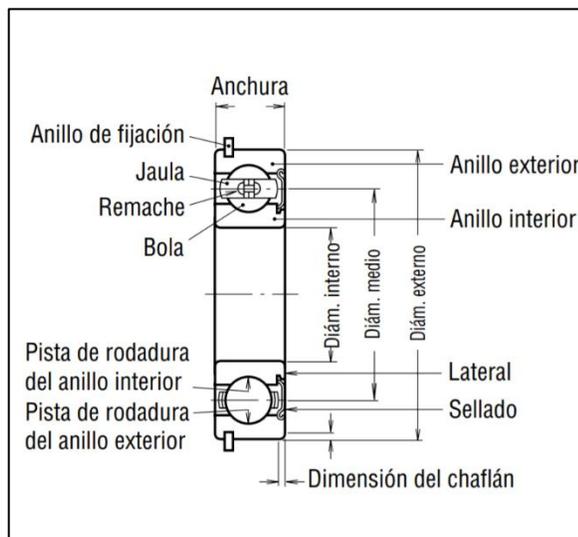
Fuente: Gates. (2009). *Mantenimiento preventivo de correas y transmisiones para un rendimiento duradero y óptimo*. Consultado el 05 de septiembre de 2020. Recuperado de https://ww2.gates.com/Europe/file_display_common.cfm?thispath=Europe/documents_module&file=20087_E4_PREVENTIVE_MAINTENANCE_MANUAL.pdf

7.4.4. Rodamientos

Los rodamientos permiten el movimiento entre de un eje y una parte fija, se conforman por dos anillos en los cuales los elementos rodantes circulan y están sujetos en su lugar por la jaula, estos rodamientos por el tipo de carga se diferencian entre rodamientos de carga axial, radial y mixta, los rodamientos más

utilizados en las máquinas herramientas son los rodamientos rígidos de bolas de una hilera.

Figura 7. Partes de un rodamiento

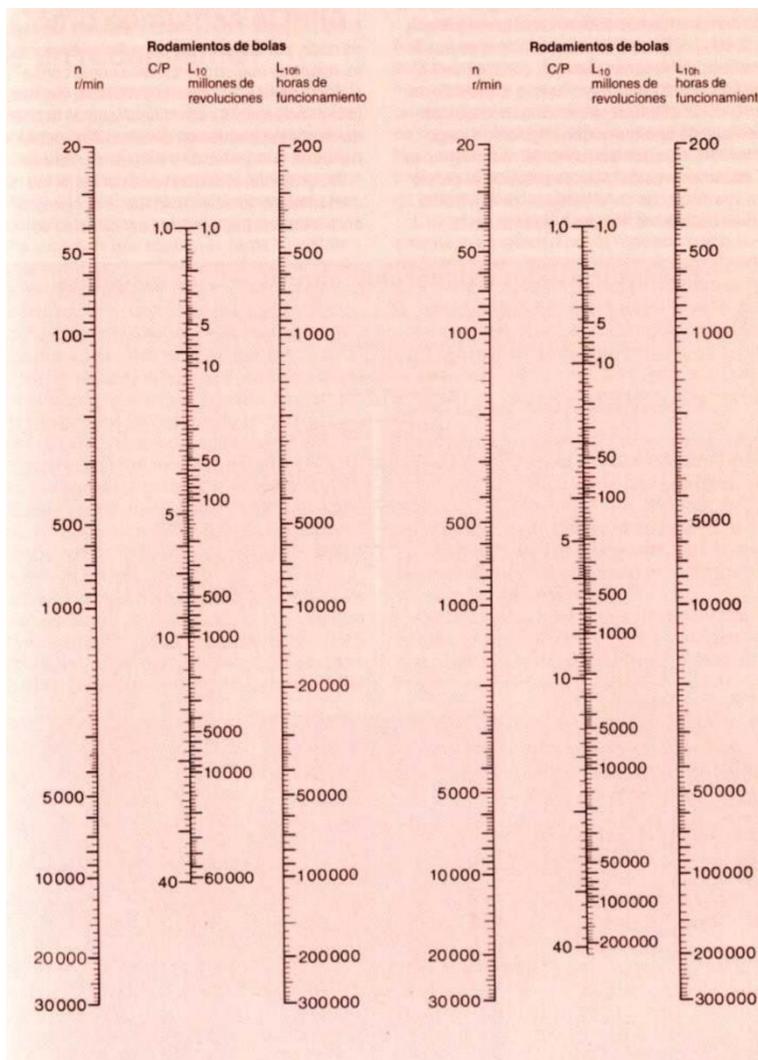


Fuente: NSK. (2011). *Catalogo general*. Consultado el 07 de septiembre de 2020. Recuperado de <https://www.nsk-literature.com/es/rolling-bearings/>

Las condiciones de funcionamiento de un rodamiento garantizan el buen funcionamiento y la menor pérdida posible de potencia por resistencia a la fricción, en el momento que se hace una inspección en el rodamiento se recomienda aplicar la técnica V.O.S.O. También se recomienda rutinas de lubricación una vez año bajo condiciones en las que no exista fugas, según Grupo SKF (2010) si la temperatura está entre los 50 °C ó 60 °C o si la temperatura alcanza más de los 60°C hasta los 100 °C la rutina debe de ser trimestral, si la temperatura tiene valores de hasta 120 °C esta rutina es mensual y arriba de 130 °C se hace una rutina semanal de lubricación con aceite.

Un rodamiento tiene un cálculo aproximado de vida útil gracias al factor de vida nominal del rodamiento denominado C/P en la siguiente tabla se puede encontrar la vida nominal ya sea en función de las RPM o bien de las horas de funcionamiento.

Figura 8. **Gráfico para el cálculo de la duración**



Fuente: Grupo SKF. (2010). *Manual SKF de mantenimiento de rodamiento*.

7.5. Salud y seguridad ocupacional

El polvo que se libera al momento de maquinar la madera se define como aserrín y este a su vez, se puede dividir por el tipo de árbol de la cual vienen siendo estos: maderas duras, maderas duras tropicales y maderas blandas. Este polvo liberado causa afecciones tanto a las máquinas como a los operarios.

Según Ministerio de Empleo y Seguridad Social (2007) existen suficientes evidencias en las cuales se puede considerar fuertemente al aserrín como un causante de afecciones a la salud de las personas expuestas “existe fuerte evidencia en la asociación entre exposición al polvo de madera y el desarrollo de cánceres nasales” (p. 41). En este estudio no se esclarece si las afecciones se dan al polvo de maderas duras, o bien por la prolongación a la exposición del polvo de todos los tipos de maderas.

Las consideraciones de seguridad que se deben de tener también al momento de realizar el mantenimiento, son importantes para salvaguardar la integridad del personal, según Garrido (2003) considera una serie de situaciones en las cuales el personal puede sufrir accidentes y da condiciones para evitarlas, siendo estas:

- Riesgos en la ejecución del mantenimiento:
 - Caídas de personal
 - Caídas de objetos por desplome, manipulación y desprendidos
 - Pisar objetos
 - Golpes contra objetos inmóviles y móviles
 - Cortes y golpes con herramientas
 - Contacto con superficies calientes
 - Contacto con conductores eléctricos

7.5.1. Efectos del aserrín a las máquinas y ambiente de trabajo

El aserrín es una clara contaminación para las máquinas, por su fácil adhesión a las grasas y aceites que están lubricando las máquinas y siendo este un material altamente inflamable crea un ambiente propicio para un incendio.

Según Escobar (2016) Cuando el aserrín entra en contacto con los lubricantes y las grasas que permiten disminuir la fricción en las máquinas, se vuelve ineficiente el proceso de reducción de fricción “estos residuos del maquinado de la madera pueden adherirse a rodamientos y engranajes, causando con un desgaste innecesario y, por tanto, incurrir en gastos excesivos de mantenimiento” (p. 11).

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SIMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

HIPÓTESIS

RESUMEN DE MARCO TEÓRICO

INTRODUCCIÓN

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS)

1.1.1. División de mantenimiento

1.1.2. Taller de carpintería

1.2. Mantenimiento

1.2.1. Mantenimiento preventivo

1.2.1.1. Tareas en un mantenimiento preventivo

1.2.1.1. Indicadores de mantenimiento

1.2.2. Mantenimiento predictivo

1.2.2.1. Inspección V.O.S.O.

1.2.2.2. Termografía Infrarroja

1.3. Máquinas Herramienta

1.3.1. Máquinas de corte

1.3.2. Máquinas de desbaste

- 1.4. Motores eléctricos
 - 1.4.1. Red de alimentación
 - 1.4.2. Tipos de motores eléctricos
 - 1.4.3. Correas de transmisión
 - 1.4.4. Rodamientos
- 1.5 Salud y seguridad ocupacional
 - 1.5.1. Efectos del aserrín en las máquinas y ambiente de trabajo

2. PRESENTACION DE RESULTADOS

3. DISCUSION DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

APÉNDICES

9. METODOLOGÍA

9.1. Ruta de investigación

La ruta de investigación que se plantea es mixta, ya que se tomarán en cuenta rutas de investigación tanto cualitativas, en las cuales se evaluarán características de su entorno y su forma de uso, así como, sus aditivos y repuestos que se necesitan. También cuantitativo, en el cual se medirán parámetros como el tiempo de disponibilidad tiempo medio entre fallas tiempo de reparación y cantidades de repuestos.

9.2. Alcance de investigación

El alcance de investigación es descriptivo, porque se observarán los comportamientos, funcionamientos e historial de cada máquina para poder proponer una ruta de mantenimiento en función de lo observado anteriormente y proponer puntos de mejora para futuras investigaciones.

9.3. Tipo de investigación

El tipo de investigación es de tipo no experimental, dado a que los valores solo se observarán y en función de estos se propondrá un plan de mantenimiento preventivo, pero estos factores no se controlan o se alteran durante la investigación por voluntad del investigador.

9.4. Variable

Se realiza desglose de variables y su tabulación

Tabla I. **Operativización de variables**

No.	Objetivos específicos	Variables	Plan de tabulación
1	Establecer parámetros necesarios a medir para poder trazar una ruta de mantenimiento preventivo adecuada al taller de carpintería.		Anexo 2
2	Definir las condiciones adecuadas para la máquina para su correcto funcionamiento.		Anexo 3
3	Detallar la secuencia de mantenimiento más acertada para el mantenimiento preventivo de las máquinas del taller de carpintería.		

Fuente: elaboración propia.

9.5. Fases de investigación

- Fase 1: Revisión documental: se realizará la revisión de la bibliografía base para la elaboración del trabajo.
- Fase 2: Recopilación de datos: esta fase consta de recopilar los datos correspondientes para poder iniciar el análisis de detallar con más precisión las variables que influyen en la selección de la ruta de mantenimiento preventivo, se buscar información que se pueda usar de referencia para las máquinas que se encuentren en el área de carpintería, así mismo, como indicaciones que se puedan encontrar a través de los fabricantes que aun existan. Se visitará el taller para evaluar condiciones tanto de las máquinas como de su ambiente.

- Fase 3: Análisis: con los análisis y las tendencias que se tomaron, podemos iniciar a detallar la periodicidad de la intervención, bajo qué condiciones deben de hacerse y tiempos de limpieza.
- Fase 4: Conclusiones: se concluirá con todos los datos para proponer una ruta de mantenimiento preventivo adecuado al taller de carpintería.

9.6. Población y muestra

La población de estudio es una división de mantenimiento dada la importancia de la labor desempeñada por esta división en la institución se cuenta con un solo taller que cuenta con la capacidad de cubrir necesidades en todas las clínicas en la república de Guatemala, por ende, nuestra población es igual a uno.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Entre las técnicas de análisis de información que se utilizarán para realizar la investigación, están: la revisión y análisis documental con textos que detallen el mantenimiento preventivo en máquinas y como el aserrín afecta a las máquinas y a la salud de los operarios.

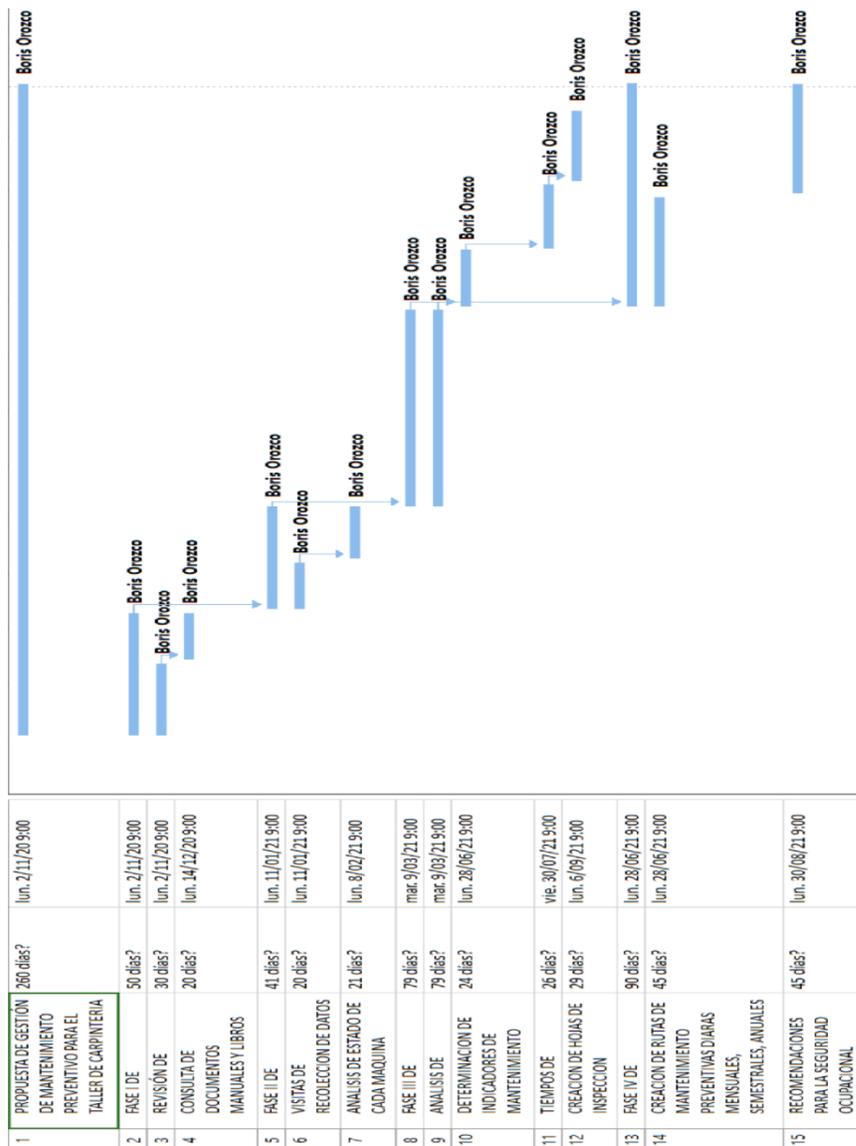
Se evaluará la situación actual del taller y su atmósfera de trabajo, también las técnicas de uso por parte del personal en las máquinas para evaluar si existen malas prácticas, se evaluará la frecuencia de intervención en función de los históricos encontrados, se contabilizará el equipo y situación de cada uno de ellos, con esto podemos tener un diagnóstico inicial de cada máquina.

Se debe de realizar una revisión documental, en la que se revisarán documentos de históricos disponibles, manuales o sugerencias, así como apuntes que puedan existir en los archivos de la secretaría del taller. Y poder adecuar una frecuencia de intervención a cada máquina; también, información que respecta a consideraciones de mantenimiento preventivos en un ambiente muy contaminado por el aserrín, tiempos entre fallas, tiempo de reparación de cada máquina, y disponibilidad de las máquinas.

Con la información recolectada se podrá clasificar, ordenar, analizar y representar los datos obtenidos de tiempo entre fallas, tiempo de reparación, disponibilidad entre máquina, costo de reparación y con esto ya se permitirá tomar previsiones, y predecir comportamientos de los parámetros antes mencionados.

11. CRONOGRAMA

Figura 9. Cronograma de actividades



Fuente: elaboración propia.

12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

En el taller de carpintería del instituto guatemalteco de seguridad social, se cuenta con el apoyo del recurso humano del taller de carpintería, encargado y jefe de la división, también se cuenta con la disponibilidad de los proveedores.

El aprendizaje que el trabajo de investigación desarrollara en el estudiante, se ha decidido financiar por completo la investigación en forma de agradecimiento a la institución por prestarse al desarrollo de la educación superior publica en el país.

Se contará con todos los recursos tecnológicos necesarios y también acceso a la información que se obtendrá mayormente por medio de encuestas y en menor medida encuestas presenciales, realizadas al personal del taller que en su tiempo libre intervinieron las máquinas para hacer una tarea de mantenimiento, con esto también se cuenta con acceso a la información indicada en placas y manuales existentes de las máquinas, como a la información del personal de carpintería que no intervenía en el mantenimiento, jefe del área y encargado en cuanto a intervención a las máquinas se refiere. Teniendo así la información necesaria y el taller a disponibilidad para consultas y toma de datos y poder llevar a cabo la investigación.

Se cuenta con la disponibilidad de equipo para la recolección y toma de datos, como también para diagnóstico e intervención de la maquinaria del taller de carpintería.

Tabla II. **Presupuesto de la investigación**

Recurso		Costo
Caja de herramientas	Q	300.00
Laves hexagonales	Q	60.00
Multímetro	Q	180.00
Combustible para visitas	Q	600.00
Computadora	Q	7,000.00
Cámara termográfica	Q	1,800.00
Destornilladores	Q	200.00
Maneral, matraca y juego de dados	Q	700.00
Cámara GoPro	Q	2,200.00
Total	Q	13,040.00

Fuente: elaboración propia.

13. REFERENCIAS

1. Acuña, M. (2018). *Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo mediante el análisis de modos y efectos de fallas y criticidad para los componentes del equipo cuádruple, pertenecientes a la línea de producción de aserradero de la empresa misima Chile S.A* (Tesis de licenciatura). Universidad Técnica Federico Santa María, Concepcion. Recuperado de <https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/46212/3560901550065UTFSM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
2. Alavedra, C., Pinedo, G., Méndez, G., Minaya, C., Pineda, B., Prieto, K., Ríos, K. y Moreno, C. (Diciembre, 2016). Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013. *Ingeniería Industrial*, 34(1), 11-26.
3. Álvarez, V. (2013). *Anteproyecto edificio administrativo y talleres para el desarrollo de capacidad de respuesta técnica de la division de mantenimeinto, IGSS*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02_3556.pdf
4. Azoy, A. (Octubre, 2014). Método para el cálculo de indicadores de mantenimiento. *Ingeniería Agrícola*, 4(4), 45-49. Recuperado de <https://revistas.unah.edu.cu/index.php/IAgric/article/view/666>

5. Balageas, D. (Enero, 2007). Termografía infrarroja: una técnica multifacética para la evaluación no destructiva. *IV Conferencia Panamericana de END*, 1-14. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/234037813_Termografia_Infrarroja_una_tecnica_multifacetica_para_la_Evaluacion_No_Destructiva_END
6. Bolaños, R. (30 de octubre de 2016). El 30 de octubre, hace 70 años fue creado el IGSS. [Mensaje de blog]. Recuperado de <https://www.prensalibre.com/guatemala/comunitario/hace-70-aos-fue-creado-el-igss/>
7. Carmona, F. (2008). *Procedimiento para el mantenimiento predictivo en subestaciones de 115 / 34,5 / 13,8 kV, utilizando técnicas de la termografía y ultrasonido. Caso de estudio. Empresa electricidad de valencia*. Universidad de Carabobo, Valencia. Recuperado de <http://mriuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/handle/123456789/53/ochcar.pdf?sequence=4>
8. Decreto 295. Ley orgánica del instituto guatemalteco de seguridad social decreto 295. Congreso de la republica de Guatemala. Guatemala: 28 de octubre de 1946
9. Dunlop. (20 de febrero de 2018). Correas de transmisión industrial. [Mensaje de blog]. Recuperado de <https://rodavigo.net/blog/actualizacion-del-catalogo-correa-dunlop/>

10. Escobar, F. (2016). *Diseño de un sistema de extracción de virutas de madera para el departamento de carpintería de una fábrica de aplicadores de pintura*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/5894/1/Fredy%20Ronaldo%20Escobar%20Calito.pdf>
11. García, S. (2003). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Madrid: Díaz de Santos, S.A.
12. Gates. (Octubre de 2009). *Mantenimiento preventivo de correas y transmisiones para un rendimiento duradero y óptimo*. Bélgica: Autor. Recuperado de https://ww2.gates.com/Europe/file_display_common.cfm?thispath=Europe/documents_module&file=20087_E4_PREVENTIVE_MAINTENANCE_MANUAL.pdf
13. Gomez, M. (2004). *Plan de mantenimiento para los equipos de la empresa maderas el ceibla*. Universidad Tecnológica de Bolívar, Colombia. Recuperado de <https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0031697.pdf>
14. Grupo SKF. (2010). *Manual SKF de mantenimiento de rodamiento*. Suecia: Autor.
15. Grupo SKF. (2019). *Rodamientos*. Suecia: Autor.
16. Grupo WEG. (2016). *Motores eléctricos guía de especificación*. Jaraguá do Sul, Brasil: Autor.

17. IGSS. (s.f.). *Institución*. [Mensaje de blog]. Recuperado de <https://www.igssgt.org/historia/institucion/>
18. Mesa, D., Ortiz, Y. y Pinzón, M. (Mayo, 2006). La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento. *Scientia Et Technica*, 12(30), 155-160. Recuperado de <https://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/6513/3787>
19. NOTICIAS IGSS. (18 de septiembre de 2017). *Inhabilitan a 500 patronos en Guatecompras por impago al IGSS*. [Mensaje de blog]. <https://www.igssgt.org/noticias/2017/09/18/el-periodico-inhabilitan-a-500-patronos-en-guatecompras-por-impago-al-igss/>
20. NSK. (2011). *Catalogo general*. México: Autor. Recuperado de <https://www.nsk-literature.com/es/rolling-bearings/>
21. Real Decreto 665/1997. Guia tecnica para la evaluacion y prevencion de los riesgos relacionados con la exposicion a agentes cancerígenos o mutágenos durante el trabajo. Ministerio de Empleo y Seguridad Social. Madrid, España. 12 de mayo de 1997.
22. Schvab, L. (2011). *Máquinas y herramientas*. Buenos aires : Instituto nacional de educacion tecnológica. Recuperado de <https://es.calameo.com/books/00379612744f760c3625e>

14. APÉNDICES

Apéndice 1. Matriz de coherencia

MATRIZ DE COHERENCIA			
TÍTULO	PROPUESTA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MÁQUINAS HERRAMIENTAS DEL TALLER DE CARPINTERIA DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL (IGSS)		
OBJETIVO GENERAL	Diseñar una propuesta para la gestión de mantenimiento preventivo para las máquinas herramientas de taller de carpintería del instituto guatemalteco de seguridad social.		
PREGUNTA CENTRAL	¿Qué propuesta se adecua mejor para una gestión de mantenimiento preventivo para las máquinas herramientas del taller de carpintería del instituto guatemalteco de seguridad social		
No.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	METODOLOGÍA
1	Establecer indicadores de mantenimiento necesarios a medir para poder trazar una ruta de mantenimiento preventivo adecuada al taller de carpintería.	¿Qué indicadores de mantenimiento son necesarios medir para poder trazar una ruta de mantenimiento preventivo adecuada al taller de carpintería?	
2	Definir los indicadores de mantenimiento adecuados para las máquinas herramientas para su correcto funcionamiento.	¿Cuáles son los indicadores de mantenimiento adecuados de las máquinas herramientas para su correcto funcionamiento?	
3	Detallar la secuencia de mantenimiento más acertada para el mantenimiento preventivo de las máquinas del taller de carpintería.	¿Cuál es la secuencia más acertada para el mantenimiento preventivo de las máquinas herramientas del taller de carpintería?	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Condiciones de operación**

Condiciones de operación			
Variable	Cantidad	Unidad de medida	Medición
Tiempo de uso		Tiempo	Cronometro
Reparaciones		Tiempo	Cronometro
Tipo de fallas		Cantidad	Mecánica, eléctrica
Suministros		Cantidad	Descripción de repuesto

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Cuadro comparativo de condiciones**

Variable	Cantidad medida	Valor esperado	Diferencia entre valores	Unidad de medida	Medición
Tiempo de uso				Tiempo	Cronometro
Reparaciones				Tiempo	Cronometro
Tipo de fallas				Cantidad	Mecánica, eléctrica
Suministros				Cantidad	Descripción de repuesto

Fuente: elaboración propia.