



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**SEDE QUITO**

**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**ELABORACIÓN DE UN MANUAL TÉCNICO DE EQUIPOS FABRICADOS  
EN LA INDUSTRIA CASTILLO HERMANOS, UBICADA EN LA CIUDAD DE  
QUITO-ECUADOR.**

Trabajo de titulación previo a la obtención del

Título de Ingenieros Mecánicos

**AUTORES: JOSÉ AMABLE CASTILLO MATAILO**

**EDWIN FABRICIO SINGAUCHO MUILEMA**

**TUTOR: ENRIQUE FERNANDO LARCO CALVACHE**

Quito - Ecuador

2022

## **CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Nosotros, José Amable Castillo Matailo con documento de identificación N° 0107197717 y Edwin Fabricio Singaicho Muilema con documento de identificación N° 1723508360; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

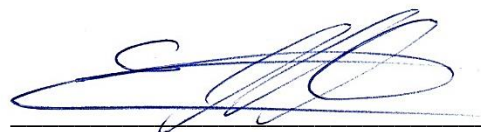
Quito, 07 de marzo de 2022

Atentamente,



\_\_\_\_\_  
José Amable Castillo Matailo

0107197717



\_\_\_\_\_  
Edwin Fabricio Singaicho Muilema

1723508360

## **CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, José Amable Castillo Matailo con documento de identificación N° 0107197717 y Edwin Fabricio Singaicho Muilema con documento de identificación N° 1723508360, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud que somos autores del Proyecto técnico: “Elaboración de un manual técnico de equipos fabricados en la Industria Castillo Hermanos, ubicada en la ciudad de Quito - Ecuador.”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingenieros Mecánicos, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 07 de marzo de 2022

Atentamente,



José Amable Castillo Matailo

0107197717



Edwin Fabricio Singaicho Muilema

1723508360

## CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Enrique Fernando Larco Calvache con documento de identificación N° 1704133550, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: ELABORACIÓN DE UN MANUAL TÉCNICO DE EQUIPOS FABRICADOS EN LA INDUSTRIA CASTILLO HERMANOS, UBICADA EN LA CIUDAD DE QUITO - ECUADOR, realizado por José Amable Castillo Matailo con documento de identificación N° 0107197717 y por Edwin Fabricio Singaicho Muilema con documento de identificación N° 1723508360, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de Proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 07 de marzo de 2022



Ing. Enrique Fernando Larco Calvache. MSc

1704133550

## **DEDICATORIA**

Dedico principalmente esta tesis a Dios por haberme permitido llegar tan lejos cumpliendo todas mis metas y sueños propuestos, a mi madre por ser el mayor de mis pilares demostrándome siempre su cariño y su apoyo incondicional. A mí padre que a pesar de que ya no se encuentra conmigo físicamente lo he sentido a mi lado siendo mi ángel guardián y sé que este momento hubiera sido tan maravilloso para él como para mí. A mí esposa y mi hijo por compartir este sueño conmigo y darme siempre su apoyo incondicional estando siempre cuando he tenido buenos y malos momentos.

*José Castillo*

Dedico este proyecto a mis padres quienes a lo largo de mi vida me han apoyado incondicionalmente y en todo momento, depositando en mí toda la confianza para asumir nuevos retos, sin dudar ni un momento de mi capacidad e inteligencia. También lo dedico a todas las personas que me brindaron consejos de superación y entrega, a mis familiares, amigos y quienes fueron partícipes de mi formación académica, moral y espiritual.

*Edwin Singaicho*

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por haberme dado unos padres maravillosos, a mi madre por haberme sabido guiar desde pequeño enseñándome a distinguir lo bueno de lo malo para con ello poder llegar a ser la persona que hoy en día soy, a mi padre que aunque no estese conmigo lo está siempre espiritualmente en cada enseñanza que aprendí de él como el que cada meta que uno se proponga se debe de cumplir con el esfuerzo y dedicación de cada uno, a mi esposa y mi hijo por darme el apoyo que necesitaba estando siempre a mi lado y por haberme enseñado lo maravilloso que es ser padre.

También agradezco a mi familia y compañeros que siempre estuvieron presentes con un consejo para poder así lograr culminar con éxitos mis estudios

***José Castillo***

El agradecimiento es a Dios por brindarme la vida y salud para poder realizar mis sueños; de la misma manera deseo agradecer a mis padres que siempre me han apoyado en todas las decisiones y gracias al esfuerzo de ellos he podido estudiar y superarme para poder salir y triunfar en un mundo tan competitivo.

***Edwin Singaicho***

## ÍNDICE

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	I
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA.....	II
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
ÍNDICE .....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS .....	XII
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XIII
RESUMEN.....	XIV
ABSTRACT.....	XV
INTRODUCCIÓN .....	1
OBJETIVOS.....	5
Objetivo general .....	5
Objetivos específicos.....	5
CAPÍTULO I.....	6
MARCO TEÓRICO.....	6
1.1.    Fundamentación teórica del mantenimiento.....	6
1.1.1.    Definición de mantenimiento.....	6
1.1.2.    Historia del mantenimiento .....	6
1.1.3.    Mantenimiento correctivo .....	8
1.1.4.    Mantenimiento preventivo .....	8
1.1.5.    Mantenimiento predictivo .....	10

1.1.6.	Mantenimiento productivo total TPM.....	10
1.1.7.	Mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM .....	13
1.1.8.	Análisis modal de fallos y efectos (AMFE).....	14
1.2.	Fundamentación teórica de equipos .....	15
1.2.1.	Cocina industrial a gas licuado de petróleo (GLP) .....	16
1.2.2.	Molinos para moler alimentos.....	16
1.2.3.	Hornos para cocción de alimentos .....	19
1.3.	Sistemas de gestión de la información técnica de equipos.....	19
1.3.1.	Fichas técnicas de equipos .....	19
1.3.2.	Codificación de equipos .....	19
1.3.3.	Procesos de manufactura.....	20
1.3.4.	Procesos de soldadura .....	21
1.3.5.	Análisis tribológico .....	23
1.3.6.	Cojinetes.....	24
1.4.	Administración del manual técnico .....	26
1.4.1.	Definición de manual técnico.....	26
1.4.2.	Manual técnico de mantenimiento .....	26
1.4.3.	Procedimiento para elaborar un manual técnico de mantenimiento .....	27
1.4.4.	Seguridad en operación y mantenimiento .....	27
1.5.	Conclusión del capítulo .....	28
CAPÍTULO II .....		29
MARCO METODOLÓGICO .....		29
2.1.	Levantamiento y búsqueda de información.....	29
2.1.1.	Identificación de equipos - Molino de granos eléctrico.....	29
2.1.2.	Lubricación de componentes.....	33
2.1.3.	Identificación de equipos, horno semi – industrial .....	36



2.1.4.	Identificación de equipos, cocina industrial .....	38
2.1.5.	Elaboración de los formatos adecuados para equipos y herramientas .....	40
2.2.	Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) .....	43
2.2.1.	Procedimiento para realizar el AMFE.....	44
2.3.	La gestión ambiental del mantenimiento.....	45
2.4.	Elaboración de un manual técnico.....	45
2.4.1.	Partes que componen un manual de mantenimiento .....	45
2.5.	Conclusión del capítulo .....	46
CAPÍTULO III .....		47
DESARROLLO DEL MANUAL TÉCNICO DE MANTENIMIENTO .....		47
3.1.	Elaboración de fichas técnicas y listado de herramientas.....	47
3.2.	Lubricación de rodamientos .....	49
3.3.	Aplicación de AMFE en equipos fabricados .....	52
3.3.1.	AMFE para molino de granos eléctrico .....	53
3.3.2.	AMFE para horno semi - industrial .....	54
3.3.3.	AMFE para cocina industrial .....	55
3.4.	Elaboración del manual técnico.....	56
3.5.	Conclusión del capítulo .....	57
CAPÍTULO IV .....		58
ANÁLISIS ECONÓMICO .....		58
6.2.	Costos por elaboración del proyecto .....	58
CONCLUSIONES .....		59
RECOMENDACIONES .....		60
LISTA DE REFERENCIAS .....		61
ANEXOS.....		66

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Esquema de organización .....	7
<b>Figura 2.</b> Flujo de información y retroalimentación .....	9
<b>Figura 3.</b> Significado del TPM.....	11
<b>Figura 4.</b> Factores que influyen en la falla del TPM.....	12
<b>Figura 5.</b> Actores principales en el proceso TPM.....	12
<b>Figura 6.</b> Fiabilidad de un equipo .....	13
<b>Figura 7.</b> Esquema de análisis del proceso RCM.....	14
<b>Figura 8.</b> Procedimiento para elaborar un AMFE.....	15
<b>Figura 9.</b> Cocina industrial a GLP .....	16
<b>Figura 10.</b> Molino eléctrico de rodillos.....	17
<b>Figura 11.</b> Molino de martillos .....	18
<b>Figura 12.</b> Molino de discos, Autores. ....	18
<b>Figura 13.</b> Horno a gas .....	19
<b>Figura 14.</b> Partes de la soldadura .....	21
<b>Figura 15.</b> Identificación AWS – A.5.1 para las varillas de aporte .....	21
<b>Figura 16.</b> Equipo de soldadura GMAW .....	22
<b>Figura 17.</b> Soldadura GTAW .....	22
<b>Figura 18.</b> Lubricación de una chumacera .....	23
<b>Figura 19.</b> Fuerza de fricción .....	23
<b>Figura 20.</b> Tipos de lubricación .....	24
<b>Figura 21.</b> Nomenclatura de un cojinete de bolas .....	25
<b>Figura 22.</b> Tipos de cojinetes .....	25
<b>Figura 23.</b> Capacitación-seguridad en operación .....	28
<b>Figura 24:</b> Molino eléctrico de discos – Diseño para planos .....	30
<b>Figura 25:</b> Discos para molino de granos – Diseño para planos.....	30

<b>Figura 26:</b> Tornillo helicoidal para molino de granos – Diseño para planos.....	31
<b>Figura 27:</b> Chumacera para molino de granos – Diseño para planos .....	31
<b>Figura 28:</b> Banda y poleas para molino de granos – Diseño para planos .....	32
<b>Figura 29:</b> Motor monofásico .....	32
<b>Figura 30:</b> Horno semi – industrial (Diseño para planos).....	36
<b>Figura 31:</b> Paredes de un horno semi – industrial (Diseño para planos) .....	37
<b>Figura 32:</b> Bandejas de un horno (Diseño para planos).....	37
<b>Figura 33:</b> Quemadores de un horno semi-industrial (Diseño para planos) .....	37
<b>Figura 34:</b> Cocina industrial (Diseño para planos). .....	38
<b>Figura 35:</b> Quemadores para cocina industrial (Diseño para planos).....	38
<b>Figura 36:</b> Llave industrial para cocina (Diseño para planos) .....	39
<b>Figura 37:</b> Shiglor para cocina industrial (Diseño para planos) .....	39
<b>Figura 38:</b> Manguera de gas para cocina industrial .....	39
<b>Figura 39:</b> Formato para elaboración de fichas técnicas.....	40
<b>Figura 40:</b> Formato para codificación de equipos .....	41
<b>Figura 41:</b> Formato para codificación de equipos .....	41
<b>Figura 42:</b> Formato para listado de equipos de trabajo .....	42
<b>Figura 43:</b> Formato para listado de repuestos .....	43
<b>Figura 44:</b> Proceso para analizar el mantenimiento por medio de AMFE.....	43
<b>Figura 45:</b> Residuos sólidos .....	45
<b>Figura 46:</b> Listado de códigos de equipos .....	47
<b>Figura 47:</b> Listado de equipos-disponibilidad .....	48
<b>Figura 48:</b> Itinerario de mantenimiento de equipos .....	48
<b>Figura 49:</b> Listado de repuestos .....	49
<b>Figura 50:</b> Programa para cálculos de lubricación.....	52
<b>Figura 51:</b> AMFE para molino de granos .....	54

<b>Figura 52:</b> AMFE para horno semi – industrial .....	55
<b>Figura 53:</b> AMFE para cocina industrial .....	56

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. División de molinos por la dimensión final del producto .....	17
Tabla 2. Procesos de manufactura utilizados en la Industria Castillo Hermanos .....	20
Tabla 3. Porcentaje de llenado de grasa .....	34
Tabla 4. Gastos generales.....	58

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Codificación de equipos, herramientas y repuestos.....	66
<b>Anexo 2.</b> Registro de equipos y herramientas de trabajo.....	68
<b>Anexo 3.</b> Listado de repuestos.....	69
<b>Anexo 4.</b> Datos del rodamiento para elaboración de cálculos.....	70
<b>Anexo 5.</b> Tabla de factores de corrección para cálculo de rodamientos.....	71
<b>Anexo 6.</b> Programa para resolución de cálculos de lubricación.....	72
<b>Anexo 7.</b> Fichas técnicas de equipos de trabajo.....	73
<b>Anexo 8.</b> Fichas técnicas de herramientas de trabajo.....	81
<b>Anexo 9.</b> Fichas técnicas de equipos fabricados.....	86
<b>Anexo 10.</b> Tablas de programa de mantenimiento de equipos.....	89
<b>Anexo 11.</b> Tabla de contenido del análisis modal de fallos y efectos en el molino de granos.....	93
<b>Anexo 12.</b> Tabla de contenido del análisis modal de fallos y efectos en el horno semi - industrial.....	94
<b>Anexo 13.</b> Tabla de contenido del análisis modal de fallos y efectos en cocina industrial.....	95
<b>Anexo 14.</b> Manual de mantenimiento para molino de granos.....	96
<b>Anexo 15.</b> Manual de mantenimiento para horno semi – industrial.....	97
<b>Anexo 16.</b> Manual de mantenimiento para cocina industrial.....	98
<b>Anexo 17.</b> Planos de los equipos fabricados (Industria Castillo Hermanos).....	99

## RESUMEN

El siguiente informe de revisión procura desarrollar un manual técnico de equipos fabricados bajo la aplicación del mantenimiento preventivo en la Industria Castillos Hermanos.

La ejecución de este trabajo se encuentra fundamentada en bases teóricas sobre mantenimiento, su historia, funcionamiento y clasificación, seguido de definiciones para cada equipo de estudio; molino de granos, horno semi – industrial y cocina industrial, junto a la descripción de sus elementos principales.

Se estableció la metodología para el levantamiento y búsqueda de información, con la implementación de fichas técnicas para equipos fabricados, listado de herramientas y reposiciones. Cada equipo dispone de elementos que presenten riesgo de falla en un futuro, para ello se planteó un análisis modal de fallos y efectos (AMFE), aquel que valida procedimientos de inspección desarrollados en cada equipo fabricado.

Con la información recopilada, cálculos de lubricación, AMFE y elaboración de planos para cada equipo, se implementó el manual técnico de mantenimiento preventivo, donde cada procedimiento se agrupa al manual y se desarrollan diferentes técnicas de inspección visual, con el fin de generar mejoras a futuro.

**PALABRAS CLAVES:** Preventivo, Mantenimiento, Mejora, Manual técnico.

## **ABSTRACT**

The following review report seeks to develop a technical manual for equipment manufactured under the application of preventive maintenance in the Castillos Hermanos Industry.

The execution of this work is based on theoretical bases on maintenance, its history, operation and classification, followed by definitions for each study team; grain mill, semi-industrial oven and industrial kitchen, along with a description of their main elements.

The methodology for the survey and search for information was established, with the implementation of technical sheets for manufactured equipment, list of tools and replacements. Each piece of equipment has elements that present a risk of failure in the future, for which a failure mode and effects analysis (FMEA) was proposed, one that validates inspection procedures developed in each piece of equipment manufactured.

With the information collected, lubrication calculations, FMEA and preparation of plans for each equipment, the preventive maintenance technical manual was implemented, where each procedure is grouped to the manual and different visual inspection techniques are developed, in order to generate improvements to future.

**KEY WORDS:** Preventive, Maintenance, Improvement, Technical Manual.



## **INTRODUCCIÓN**

Conforme a las necesidades y normativas aplicables dentro de la gestión de una compañía especializada en la elaboración de equipos gastronómicos, es de primordial mérito generar un modelo procedimental que ajuste todas las actividades de mantenimiento de equipos, posterior a su fabricación, con la intención de alcanzar una notable aprobación por parte del usuario. Dicho proceso se representará mediante la implementación de un manual técnico de equipos fabricados en la Industria Castillo Hermanos, empresa que desempeña este trabajo hasta la fecha.

Industria Castillo Hermanos es una compañía privada, comprometida en la elaboración de equipos para la industria alimenticia, que busca satisfacer las necesidades de la industria panificadora, gastronómica y afines, dando seguridad, confianza y una mejor calidad de vida para sus clientes.

### **Reseña histórica de la empresa**

Industria Castillo Hermanos inicia en el año 2015 como una microempresa dedicada a los pequeños trabajos de fabricación, verificación y mantenimiento de equipos a gas, como cocinas semi – industriales. Con el avance de los años se implementa el diseño y fabricación de equipos con mayor demanda en la industria alimenticia, ya sea hornos industriales, molino de granos, etc.

La adquisición de este tipo de implementación se obtiene de la experiencia del personal técnico que se ha dedicado a este tipo de trabajos en empresas competidoras, con capacitaciones recibidas preliminarmente y toda la certificación necesaria. También cuenta con el personal técnico y analista comprometido a brindar un excelente servicio.

### **Misión de la empresa**

“INDUSTRIA CASTILLO HERMANOS” es un equipo apasionado y orientado a brindar a sus clientes equipos eficientes, con servicios de reparación y mantenimiento solucionados con ingeniería, entregados a tiempo, totalmente funcionales, completos, sin ningún tipo de fallas y con calidad superior.

## **Visión de la empresa**

Satisfacer las expectativas de los clientes en cuanto al cumplimiento de los compromisos contractuales, tiempo de respuesta y sin mencionar al ahorro económico que esperan, dando esto como resultado a la compañía como líder de línea caliente a nivel nacional, colaborando muy estrechamente a través de servicios de excelencia, procurando procesos y resultados eficaces.

La planta de producción de la empresa está ubicada en la Av. Pedro Vicente Maldonado S24-61 y Quimiag, perteneciente a la parroquia La Argelia del cantón Quito.

La implementación del manual técnico de equipos fabricados en la Industria Castillo Hermanos facilita al supervisor encargado como medio de orientación en las actividades de mantenimiento para cada unidad. Para la puesta en marcha del proyecto se impone procedimientos divididos en capítulos, cada uno de estos tendrá un breve explicación.

El capítulo inicial, incorpora todos los antecedentes investigativos, conceptos de mantenimiento, su clasificación, como lo es el mantenimiento correctivo, predictivo y preventivo, sus ventajas y desventajas, generalidades de los equipos gastronómicos, análisis modal de fallos y efectos, lubricación y seguridad, todo lo mencionado está destinado a establecer el mantenimiento que más se acomode a las necesidades de los equipos.

El capítulo dos, expone la clase de estudio que se va a ejecutar posterior a la elaboración de equipos, mediante el levantamiento de datos para cada unidad, elaboración de planos de conjunto, detalle y ensamble, estudio tribológico a efectuar más su formulación, metodología AMFE y finalmente la metodología para elaborar los manuales con la información necesaria que deberá contener.

El capítulo tres, incorpora los resultados presentados según el levantamiento de datos realizado, posterior al estudio de lubricación, se planteó la elaboración del manual técnico de los equipos directamente involucrados. Dentro del mismo comprende acciones de verificación, aseo y mantenimiento preventivo para cada unidad fabricada, con el objeto de preservar la condición del equipo.

Finalmente se efectúa un análisis económico en base a los estudios previamente elaborados, procedimiento de elaboración del manual técnico e impresión del mismo.

## **Planteamiento del problema**

Industria Castillo Hermanos, microempresa comprometida al estudio de elaboración de equipos para la industria panificadora, gastronómica y hotelera, dispone de equipos con mayor demanda de producción, estos son: hornos semi - industriales, cocinas industriales y molinos de granos.

Uno de los grandes problemas frecuentes en la compañía se genera tras la obligatoriedad de realizar servicios de preservación o mantenimiento de las unidades, posterior a su venta, sin disponer de ningún tipo de registro de actividad para realizar los trabajos pertinentes.

La falta de conocimiento del manejo correcto de los equipos y el adecuado mantenimiento que se debe realizar, impacta directamente en la productividad y por ende genera problemas a la compañía, así como la inexistencia de repuestos en caso de emergencia que se pudiera presentar.

La empresa al momento no cuenta con una organización y planificación adecuada para la prevención de daños posterior a su fabricación en un periodo considerable, es por esta razón que se considera necesario la implementación de un manual técnico enfocado al mantenimiento preventivo, y así poder prolongar los años de vida útil de los equipos.

## **Justificación**

La elaboración del proyecto propone evitar fallos imprevistos del funcionamiento de los equipos, aumentar la seguridad del personal técnico, implementar un ABC para determinar qué actividades aportan valor agregado y las que no aporten descartarlas, y sobre todo extender el ciclo de vida para cada unidad, implementando y organizando un manual técnico de equipos, enfocado al mantenimiento preventivo.

La presente investigación servirá como base para que la empresa empiece a implementar mantenimiento preventivo no solo a sus equipos de mayor demanda y comercialización, también a equipos que se implementarán en un futuro, junto a herramientas de mayor utilidad. Beneficiará a la empresa, ya que se logrará obtener la adecuada operación del equipo, e inclusive aumentando su ciclo de vida.

Durante el proceso de elaboración del manual técnico es necesario realizar una previa investigación basada en la información técnica de los equipos, seguido del procedimiento AMFE, estudio tribológico, que incluyen cálculos de lubricación, la elaboración de planos de cada equipo (planos de conjunto y detalle considerando el despiece para una estandarización del proceso de fabricación), y finalmente las recomendaciones de seguridad en operación.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Elaborar el manual técnico de equipos fabricados en la Industria Castillo Hermanos, ubicada en Quito-Ecuador.

### **Objetivos específicos**

- Levantar información técnica de los equipos fabricados en la Industria Castillo Hermanos, como planos de conjunto, planos de detalle, planos de ensamblaje y listado de elementos de máquina.
- Estructurar un sistema de administración de la información técnica de equipos y sus repuestos.
- Establecer las tareas de mantenimiento de los equipos usando el Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE).
- Desarrollar los manuales de operación y mantenimiento de los equipos.
- Establecer recomendaciones de seguridad en operación y mantenimiento de equipos.

# **CAPÍTULO I**

## **MARCO TEÓRICO**

El presente capítulo considera una conceptualización de los distintos términos aplicables durante el desarrollo del proyecto, inicia con la definición de mantenimiento, su historia y clasificación respectiva, seguido de la enunciación de los diferentes equipos fabricados para la industria alimenticia, reseña de los procedimientos manufactura, revisión del AMFE, el estudio de lubricación de equipos que contengan elementos mecánicos en constante movimiento y fricción. Finalmente, se presenta un manual técnico para equipos a partir de su definición, su proceso de elaboración y seguridad en operación.

### **1.1. Fundamentación teórica del mantenimiento**

#### **1.1.1. Definición de mantenimiento**

En la función producción, dentro de una compañía, es necesario mencionar al mantenimiento como un tipo de servicio que sin él es imposible concluir el procedimiento manufacturero [1]. El mantenimiento es un campo de la ingeniería de gran interés cuya principal función es preservar la operatividad en cada equipo y su buena condición con el paso del tiempo.

Aquel incorpora una cadena de procedimientos que tiene como finalidad acceder a un nivel superior de credibilidad en los equipos, en los que conserva su funcionalidad e influye los puntos de vista de una entidad, como abastecimiento, costos, protección, eficiencia de combustibles y condición de productos.

Penkova [2] menciona que su principal objetivo es alcanzar un grado de estabilidad concreto, en productividad, bajo condiciones de categoría ejecutable a un menor costo, pero alta seguridad para el individuo que lo usa y preserva.

Normalmente cada mantenimiento sigue varios objetivos, pero todos en base al objetivo principal, ya que no solo busca calidad a precios moderados, sino también busca seguridad en base a normas y reglamentos que deberá seguir el usuario.

#### **1.1.2. Historia del mantenimiento**

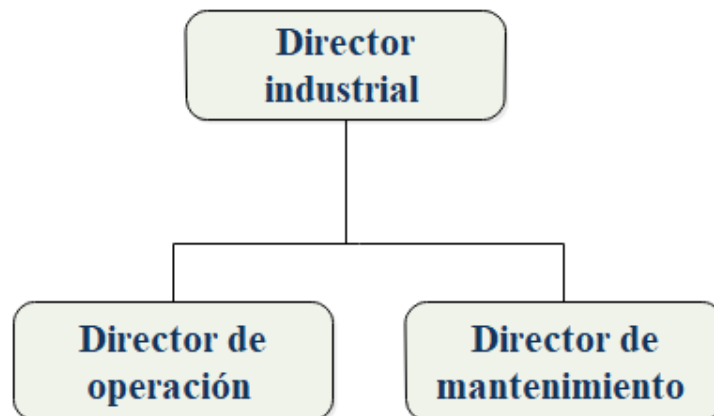
Surge como una necesidad, debido al tipo de proceso de producción que realizaba el personal encargado años atrás, se dividían en grupos donde debían dedicarse al cumplimiento de los

procedimientos de elaboración, seguido por reparar las máquinas y herramientas que presentaban alguna avería. Este tipo de proceso que realizaban con el fin de obtener un producto terminado implicaba un alto costo.

Bolarte et al. [3] mencionan que para una empresa no resulta conveniente invertir más y ganar menos, por ese motivo se vieron obligados a distribuir a todo el personal técnico y clasificarlo por tarea específica, es decir un equipo se dedica a la operación de las máquinas, mientras que otro a su corrección respectiva. Henry Ford, implantó en su empresa un esquema de asociación denominado como cadena de producción, estipulado mediante la atribución de tareas.

A partir de la implementación de dicho sistema nace la definición de mantenimiento, que esta sujeto al área operativa, cuya responsabilidad implica planificar tiempo en realizar labores de operación.

Tras el cambio generado, debido a conflictos políticos la pretensión del mercado aumentó junto a la jornada de producción, que a su vez genera mayor uso de las máquinas aumentando el desgaste de las mismas y presentando falencias durante su ejecución, la restauración del mismo abarca pérdida de tiempo en productividad para la empresa. Para evitar este inconveniente se reestructuró esquemas de organización de acuerdo al ejemplo que muestra la figura 1.



**Figura 1.** Esquema de organización, Autores.

Mediante el uso de dicho modelo, el mantenimiento se vuelve una herramienta fundamental a nivel empresarial convirtiéndose en una actividad correctiva y preventiva con el pasar del tiempo, mediante la verificación de posibles modificaciones en componentes de los equipos.

### **1.1.3. Mantenimiento correctivo**

Osorio [4] define al mantenimiento correctivo como un proceso orientado a rectificar desperfectos que se van generando de forma habitual, forzando a la compañía con un paro de producción, este tipo de inconveniente normalmente es reportado por el propio usuario de los equipos.

Es un inconveniente para el usuario, aquel se percata del problema que presenta el equipo, pero a su vez, sigue haciendo uso de la misma, sin considerar las consecuencias y empeorando aún más la situación.

Sin mencionar que los valores para un reacondicionamiento de cualquier equipo son muy elevados en la fase correctiva.

Las tareas de mantenimiento correctivo tienen como objeto restablecer la funcionalidad de la máquina hasta su estado preliminar, después de haber fallado.

Este tipo de mantenimiento propone dos maneras independientes; la primera se enfoca en el mantenimiento no programado, aquel deduce la rectificación de la avería luego de ser presentada. La segunda va dirigida al mantenimiento programado, quien deduce la reparación de cualquier fallo, considerando la disponibilidad de datos informativos, herramientas, reposición de accesorios y el personal calificado.

La producción que genera una compañía se ve afectada bajo la distinción del mantenimiento programado y no programado, ya que, con una posible avería, la corrección de este no fue prevista ni planificada.

Renovotec [5] explica como el mantenimiento correctivo tiene sus ventajas y desventajas, lo positivo es la no generación de gastos fijos, la no necesidad de programar ni prever ninguna actividad y el posible ofrecimiento de un buen resultado económico. Pero también implica inconvenientes como los paros de producción debido a los fallos que pueden originarse en cualquier momento.

### **1.1.4. Mantenimiento preventivo**

Denominada como una habilidad científica del sector manufacturero, se genera mediante un régimen de seguimiento recurrente, establecido sobre los activos fijos de la compañía y sus

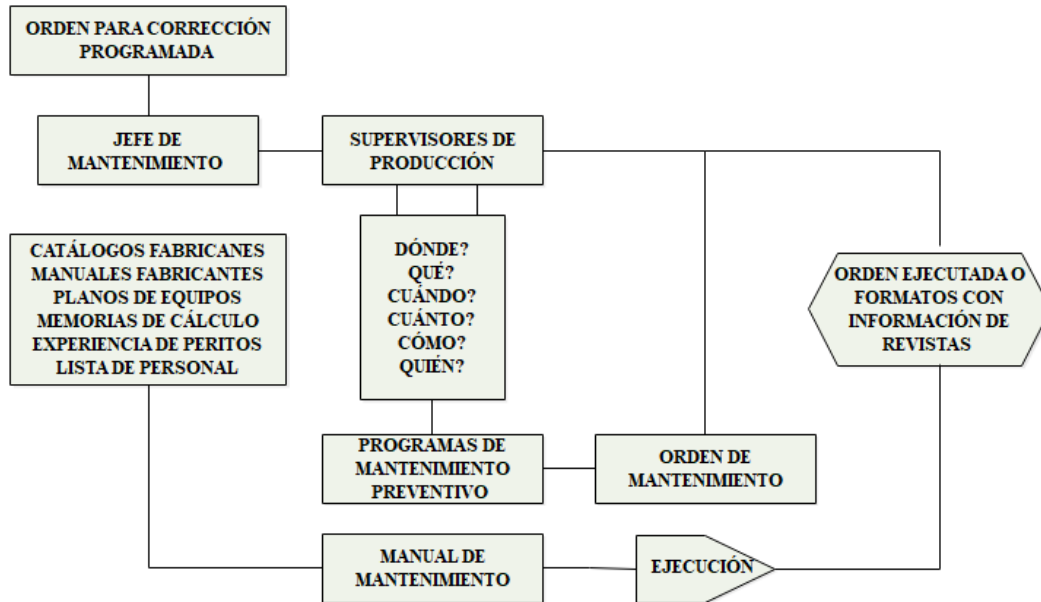


máquinas, con el objeto de identificar la condicionalidad de cada componente, sin mencionar los posibles paros de productividad o alteración del equipo [6].

El mantenimiento adecuado retardará la aparición de fallas que impliquen ajuste o reparación de sus componentes. Este generalmente se encuentra en sociedad con un programa suscitado por la información planteada a cada equipo, aplicando criticidad, bajo el requerimiento previo de averías, obtenidas con la experiencia propia del fabricante, quien elabora su propias recomendaciones.

Para implementar la planificación de mantenimiento preventivo, este debió contar con fuente de información necesaria como catálogos, planos generales de maquinaria, informe de cálculos para procedimientos de lubricación, más un listado del mismo.

Con la información obtenida se puede realizar la programación respondiendo preguntas como; ¿Qué equipo preservar?, ¿Cómo explicar para preservar su funcionamiento?, ¿De que manera y cuantas veces debo realizarlo?, ¿Cuánto tiempo y personal calificado necesito?. En la figura 2, queda demostrado el procedimiento para elaborar una programación inicial.



**Figura 2.** Flujo de información y retroalimentación, Autores.

Botero [7] menciona que mediante una programación inicial las actividades de mantenimiento semanales o mensuales dependiendo del equipo y su información, tenían observaciones acerca de su estado actual concluidas las tareas del equipo.

También considera preciso, preparar los planes de revisión y corrección previas del mantenimiento, estos deben ser revisados periódicamente con la finalidad de determinar la situación real de producción.

#### **1.1.5. Mantenimiento predictivo**

Dentro de la clasificación, el mantenimiento predictivo contempla la idea de identificar y verificar la condición de cada unidad a disponibilidad de la compañía, incluyendo su funcionalidad y debatiendo el cambio de su variables.

Olarte et al. [8] mencionan sobre el cambio de variables, si este es conocido, es posible con prontitud planificar las reparaciones pertinentes, sin afectar el proceso de construcción, y de igual manera extendiendo el periodo de validez de los equipos.

Este tipo de mantenimiento hace uso de conocimientos especializados en evaluación, bajo normativas que corresponden a la verificación de cada unidad, aplicando actos de prevención de averías antes de su aparición. Cada verificación se ejecuta con el equipo en marcha y de manera interrumpida. La reducción de tiempo de parada al conocerse la falla o avería y la optimización a la gestión de personal de mantenimiento, son las ventajas tras aplicar el mantenimiento predictivo.

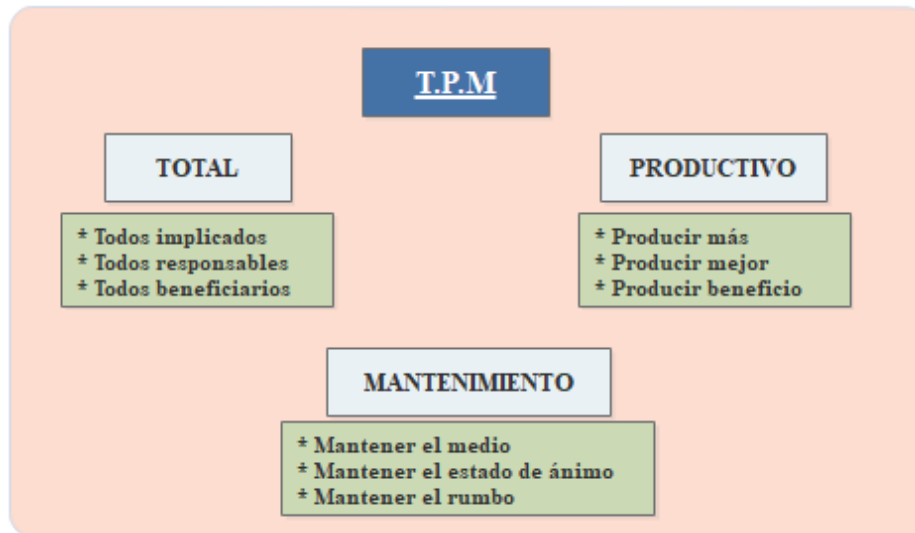
Charray [9] menciona que el análisis permite obtener información de los equipos a cada instante, pero no es económicamente viable aplicarlo de forma continua y para toda modalidad, en su mayoría necesitan de especialización superior, que implica precios elevados.

Una buena estrategia para mantenimiento no elegiría únicamente mantenimiento predictivo como forma de actuar, ya que además del elevado coste que supondría, con las técnicas disponibles no será posible llegar a todos los elementos operativos.

#### **1.1.6. Mantenimiento productivo total TPM**

López [10] menciona al mantenimiento productivo total (TPM, por sus siglas en inglés) como una habilidad de mantenimiento procedente por la condición de perfeccionar los productos y sus servicios en las compañías, enfocado a generar un plan que maximice el rendimiento durante el proceso de producción, impidiendo pérdidas de tiempo en operación sin contemplar accidentes.

Esta estrategia cambia la idea del empleado, ya que este es el responsable del equipo que usa, tiene una mayor participación y criterio tras la obtención del producto final, especificando los puntos a mejorar para el mantenimiento. La palabra TPM tiene tres significados relacionados con características del mismo (ver figura 3):



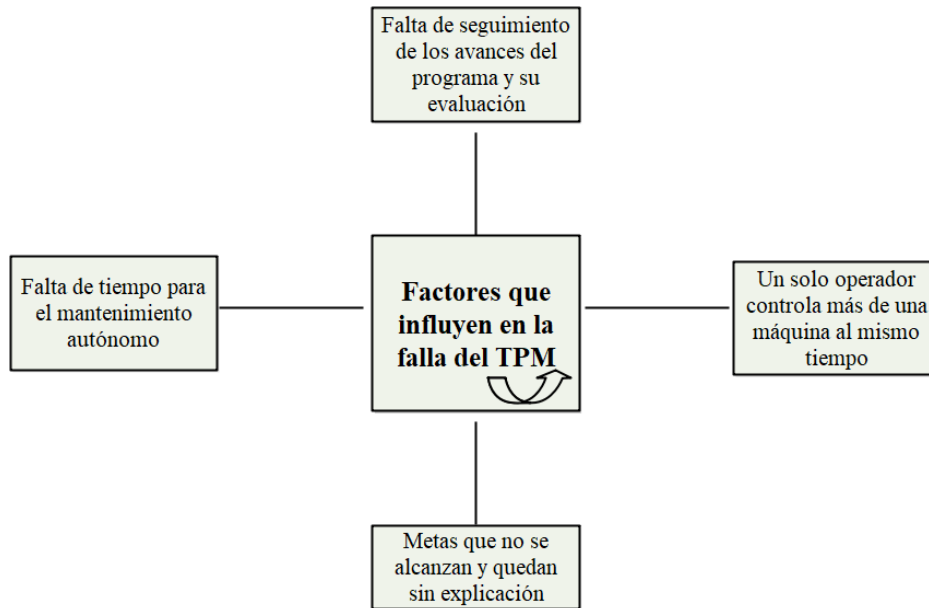
**Figura 3.** Significado del TPM, Autores.

El TPM aparece de manera inicial en la industria automotriz, como es el caso de Toyota, pero posteriormente se fueron incorporando a otras industrias de máquinas herramientas, plásticos, electrodomésticos, entre otros, formándose a partir de sus experiencias en el mantenimiento preventivo.

Rodrigues y Hatakeyama [11] menciona que la modalidad adecuada para generar un TPM depende mucho del tipo de administración que plantean las personas, sin mencionar su estrategia de trabajo.

En todo procedimiento es primordial crear indicadores de desempeño que supervisen el TPM, dentro de esta estrategia entran indicadores de costos, abastecimiento, niveles de producción y calidad, aquellos puede alcanzar cero defectos, también es notable considerar sugerencias como participación de los empleados.

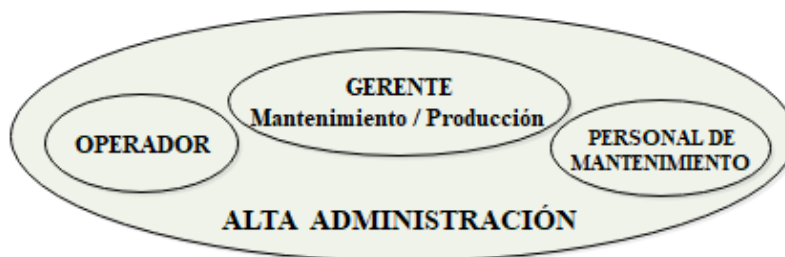
Cabe mencionar que dichos indicadores se construyen en gran parte para satisfacer el proceso de auditoría, lo cual no es así, pues la falta de compromiso por parte de los gerentes podría arruinar la estructura (ver figura 4).



**Figura 4.** Factores que influyen en la falla del TPM, Autores.

Tras observar los factores presentados en la figura 4, en su mayoría se refiere a la sobre carga de trabajo impuesta a los operarios, con esto, aparentemente se gana en productividad, pero a su vez comienzan a aparecer pérdidas junto con el aumento de costos.

Esto evita que la gente participe efectivamente en el proceso de TPM, frustrándolos profesionalmente, no solo con sobrecarga en las actividades de producción, sino al no ser escuchadas sus ideas o sugerencias (ver figura 5).



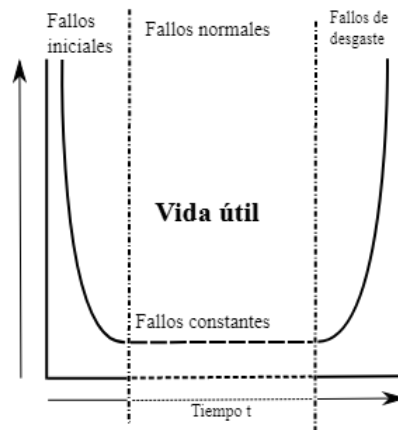
**Figura 5.** Actores principales en el proceso TPM, Autores.

Para atacar los factores expuestos que son muy comunes en las industrias es necesario la sinergia y la voluntad de los actores, la interacción de cada uno de los participantes desempeñando sus funciones dentro de sus responsabilidades, es lo que hará que el proceso de TPM sea continuo.

### 1.1.7. Mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM

Hung [12] define al mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM, por sus siglas en inglés), como un procedimiento que determina los requerimientos para el mantenimiento de cualquier equipo o instalación que ejecute su funcionalidad deseable de manera continua.

Para que la fiabilidad de un equipo se genere de manera adecuada, este tiene que cumplir con los procedimientos programados y establecer su grado de operación (ver figura 6).



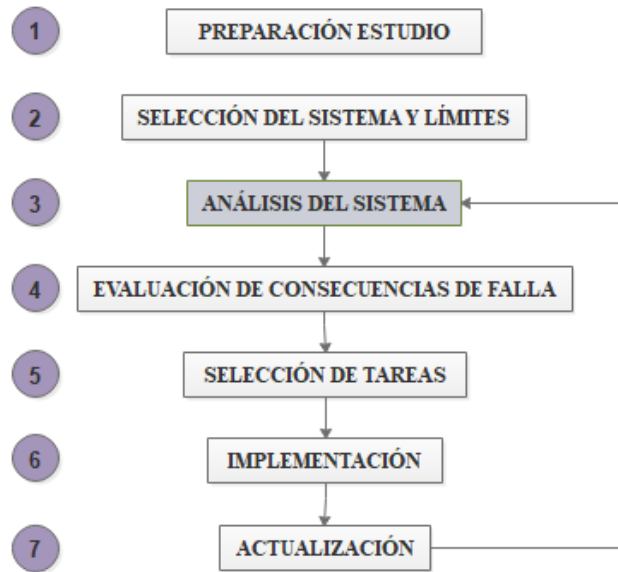
**Figura 6.** Fiabilidad de un equipo [13].

El RCM se determina tras contemplar la fiabilidad de cada unidad disponible, ajustarse a la prolongación de su comportamiento y conservando la calidad.

Mercedes [13] menciona al RCM como la metodología sistemática capaz de establecer estrategias que superen la confiabilidad de cada maquinaria mediante actividades de forma tecnológica y financiera.

Amerita preguntas como; ¿Cómo definir la función para cada equipo en estudio?, ¿Qué posibles causas puede generar falla en el equipo?, ¿Cómo diagnosticar la producción de una posible falla en particular?, ¿Qué posibles consecuencias me puede generar dicha falla?, ¿Cómo predecir o prevenir este tipo de falla?

Conceptualizar las funcionalidades de cada unidad en su entorno operativo y los niveles de funcionamiento esperado son un primer paso del RCM. En la figura 7, muestra el proceso total para la elaboración del RCM.



**Figura 7.** Esquema de análisis del proceso RCM [14].

### 1.1.8. Análisis modal de fallos y efectos (AMFE)

Merchán [14] define al análisis modal de fallos y efectos (AMFE, por sus siglas en español), como el instrumento destinado a garantizar la calidad de un equipo por medio de un estudio sistemático que consiste en detectar los métodos de falla previo a su surgimiento, destinado a prevenir y minimizar el riesgo.

Entre sus principales características son la facilidad de aplicación en distintos ámbitos de las empresas, sus técnicas avanzadas de prevención y su enfoque estructurado al considerar todas las posibilidades de fallo.

Aquel instrumento de calidad ha sido instaurado a fines de los años cuarenta por las fuerzas armadas de USA, empleado para verificar la fiabilidad y evaluar los efectos de las averías prevaletentes en cada unidad.

La normativa ISO fue estipulado en el año de 1988, con el fin de mantener la calidad. Empresas multinacionales como Ford Motor pudieron establecer sistemas administrativos que impulsaron al aprovechamiento del AMFE.

AMFE, en un principio ha sido puesto en marcha para descubrir fallas, luego de ser considerado como una herramienta de calidad, para así ser instituido en la sociedad como un instrumento de optimización permanente.

Astier y Maderuelo [15] mencionan que el propósito del AMFE garantiza la calidad de un equipo y consigue la complacencia del comprador.

Este instrumento analiza los métodos en que un proceso tiende a fracasar, establece los efectos que genera el tipo de fallo y prioriza cada uno de ellos con el objeto de decidir los más significativos, para así implantar actividades correctivas y preventivas que eluden averías futuras.

En la figura 8 demuestra el procedimiento para el desarrollo del AMFE.

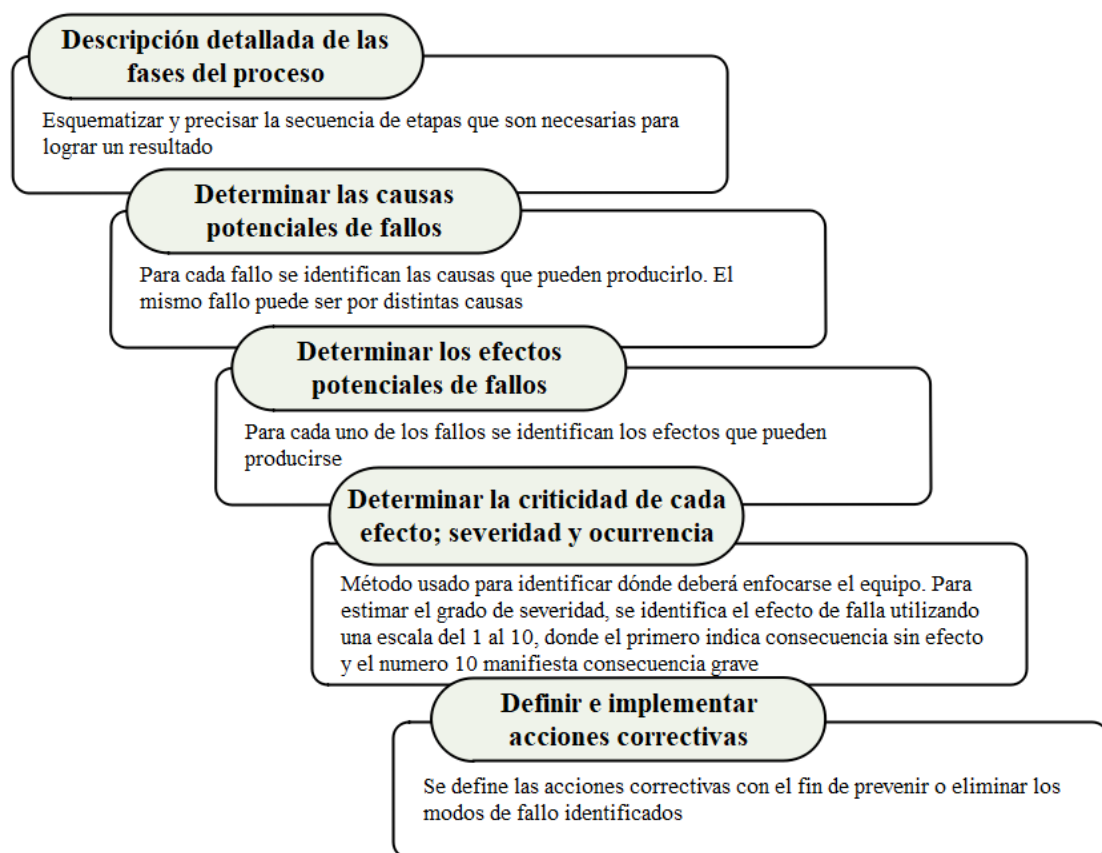


Figura 8. Procedimiento para elaborar un AMFE [15].

## 1.2. Fundamentación teórica de equipos

Dentro de la industria gastronómica existe variedad de equipos en mención, pero para su estudio específico se menciona la cocina y el horno industrial, aquellos que funcionan a base de gas licuado de petróleo (GLP), seguido del molino de granos eléctrico, junto a su estudio de lubricación.

### **1.2.1. Cocina industrial a gas licuado de petróleo (GLP)**

UNID [16] menciona que las cocinas industriales a gas son aparatos que generan calor para cocer los alimentos; para producir el calor en los quemadores utilizan la combustión del GLP, tienen también el nombre de estufas o fogones, como muestra la figura 9.



**Figura 9.** Cocina industrial a GLP, Autores

El GLP es el combustible más usado en las cocinas familiares e industriales, abarcando un 65 % del total de GLP. En las cocinas familiares e industriales los quemadores donde se realiza la combustión se caracterizan por disponer de una combustión de llama libre (FFC, por sus siglas ingles).

### **1.2.2. Molinos para moler alimentos**

El molino es una máquina que mediante el movimiento de piezas de metal realiza la trituración de un material sólido; el proceso en mención utiliza energía [17].

Conociendo el proceso de reducción de tamaño como molienda, la clasificación de los molinos dependen de la medida del producto que se requiere conseguir y el producto a procesar, la tabla 1, clasifica los diferentes molinos existentes y necesarios para obtener una dimensión final deseada, pudiendo así elegir un molino que se adapte al tipo de dimensión requerida.



Tabla 1. División de molinos por la dimensión final del producto, Autores.

Tamaño del producto final	Nombre del molino	Tipo de molino
Grande y normal	Crushers	Rodillos
		Martillos
Normal y fino	Mills o Grinders	Discos
		Rodillos
		Martillos
Fino y superfino	Ultrafine grinders	Discos

### 1.2.2.1. Molino de rodillos

Balcazar y Guamba [18] mencionan que el molino de rodillos es un equipo compuesto de dos o más rodillos de acero que se mueven circularmente (ver figura 10). El material que ingresa al equipo se comprime, dando como resultado un producto de tamaño menor. Para la fabricación de los rodillos del molino, se hace un estudio que depende de la distancia, diámetro y velocidad circular.

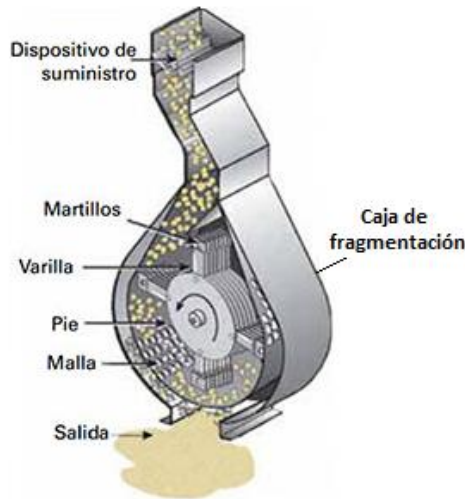


Figura 10. Molino eléctrico de rodillos [20].

### 1.2.2.2. Molino de martillos

Pallasco y Jami [19] mencionan que el equipo utiliza martillos rotativos que desmenuzan el material en el interior y giran de forma circular, como muestra en la figura 11. El producto a molerse es introducido por el embudo y debido al proceso de gravitación ingresa en torno a la

caja de fragmentación, en el cual es impactada por martillos en su interior; este procedimiento se repite hasta que el material tenga el tamaño de fragmentación requerido y pueda salir por la zona de salida del producto final.



**Figura 11.** Molino de martillos [21].

### 1.2.2.3. Molino de discos

Mieles [20] menciona que en el equipo usan cargas de corte para disminuir el tamaño del producto molido, tienen una función fundamental de ser utilizados para convertir el material en fragmentos finos (ver figura 12). La distancia entre los discos se puede graduar de acuerdo con el tamaño que se necesita conseguir como producto terminado. Se los utiliza en empresas de procesamiento de productos alimenticios.



**Figura 12.** Molino de discos, Autores.

### **1.2.3. Hornos para cocción de alimentos**

Carrera [21] menciona que el horno, como muestra la figura 13, es un equipo muy utilizado en casi todas las culturas del mundo, empleado de hace mucho tiempo en la elaboración de alimentos. Los productos alimenticios son ingresados en una cámara a temperaturas entre 100 – 250 °C para cocerlos, en las paredes del equipo se genera la radiación y convección del aire deshumedeciendo de forma acelerada al producto.



**Figura 13.** Horno a gas, Autores.

## **1.3. Sistemas de gestión de la información técnica de equipos**

La finalidad de las técnicas de gestión de la información es aportar con medios que faciliten la organización, producción y transmisión de datos acerca de los equipos construidos para optimizar tiempos de fabricación y mantenimiento [22].

### **1.3.1. Fichas técnicas de equipos**

Una ficha técnica es un escrito que muestra las propiedades importantes, la constitución y los usos de un producto, agregando información precisa de los diferentes componentes del equipo [23].

### **1.3.2. Codificación de equipos**

Monge [24] menciona que la codificación consta de un método ordenado y minucioso de estudios que desarrolla procesos y técnicas concluidas en una categoría única. Codificar es importante para equipos fabricados por una empresa, la codificación debe estar de forma ordenada y explicativa con los diferentes niveles y subniveles al cual pertenece el equipo.

Mena y Arias [25] mencionan que la clasificación en grupos y subgrupos facilita la búsqueda de piezas que conforman el equipo, se puede clasificar a los equipos aplicando; Revisión óptica, clasificación por códigos y estudio debido al procedimiento.

### 1.3.3. Procesos de manufactura

Los procesos de manufactura son procedimientos y acciones que tienen relación, un ordenamiento y consecución que con la ayuda de máquinas y herramientas se transforman los materiales para obtener un producto final para comercializar, clasificándose en procesos con arranque y sin arranque de viruta [26].

En la tabla 3 se clasifica y describe procedimientos de manufactura aplicables en la Industria Castillo Hermanos.

Tabla 2. Procesos de manufactura utilizados en la Industria Castillo Hermanos, Autores.

<b>Clasificación</b>	<b>Nombre</b>	<b>Concepto</b>
Con arranque de viruta (CAV)	Aserrado	Se utiliza cintas metálicas dentadas para desprender la viruta de un material.
	Pulido	Es una forma que permite borrar imperfecciones en los productos fabricados.
	Cizallado	Es el corte de una plancha metálica de forma lineal.
Sin arranque de viruta (SAV)	Doblado	Es la deformación del material con respecto a un eje.
	Soldado	Es la unión de dos metales con la ayuda del electrodo.

### 1.3.4. Procesos de soldadura

La soldadura por arco es realizada por la unión de dos o más elementos metálicos, ambos se vinculan a través del calor generado, alcanzando elevadas temperaturas que funden el metal a soldar [27].

Los procesos de soldadura se utilizan en la fabricación de equipos, se clasifican;

#### 1.3.4.1. Soldadura SMAW

Pérez [28] menciona la soldadura con electrodo revestido (SMAW, por sus siglas en inglés) como aquella que por arco eléctrico entre un metal base, más un electrodo revestido, produce el arco en temperaturas superiores a 3000 °C, por el extremo de la varilla de aporte, produciéndose la unión de los metales como muestra la figura 14.

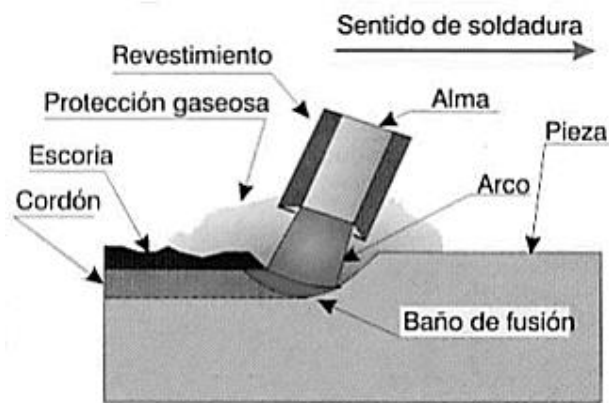


Figura 14. Partes de la soldadura [30].

Para escoger el tipo de electrodo se toma en cuenta el material base, constituido por el núcleo, el material de recubrimiento y su diámetro. La caracterización del componente se visualiza en la figura 15.

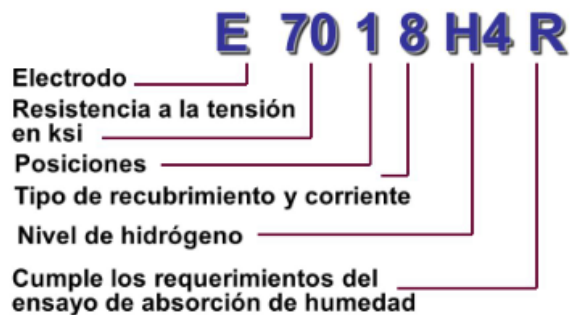


Figura 15. Identificación AWS – A.5.1 para las varillas de aporte [30].

### 1.3.4.2. Soldadura GMAW

Granja [29] menciona la soldadora de arco con protección de gas (GMAW, por sus siglas en inglés) como aquella que tiene electrodo continuo y es protegido por un gas de suministro externo. El equipo de soldadura, como se observa en la figura 16, es semiautomático, por lo que el operador debe controlar la posición de la pistola y la velocidad de avance para soldar.

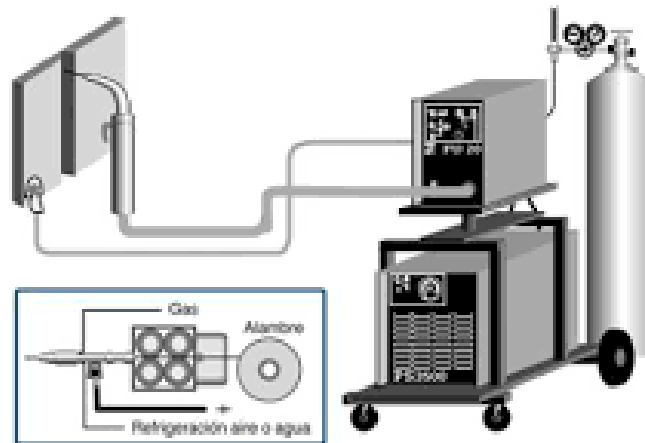


Figura 16. Equipo de soldadura GMAW [31].

### 1.3.4.3. Soldadura GTAW

La soldadora con electrodo de tungsteno (GTAW, por sus siglas en inglés) ocasiona un arco eléctrico entre la varilla no consumible y el material a soldarse, el electrodo utilizado es de tungsteno [30]. El material soldado y la varilla de soldar, como muestra la figura 17, están protegidos del efecto de la atmósfera por medio de un gas inerte, por lo común argón.

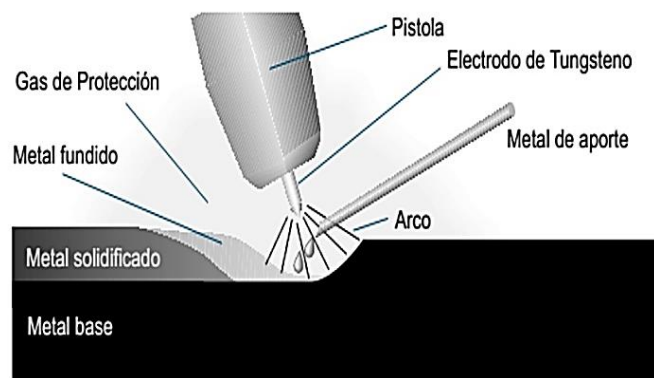


Figura 17. Soldadura GTAW [32].

### 1.3.5. Análisis tribológico

Remache et al. [31] menciona que la tribología se encarga de estudiar la fricción, lubricación y el desgaste de las diferentes piezas movilizadas y estáticas de un equipo, aproximadamente un 30 % de energía es perdida a causa de la fricción. Se contempla un gráfico del procedimiento de lubricación para una chumacera (ver figura 18).



Figura 18. Lubricación de una chumacera [31].

#### 1.3.5.1. Fricción

Silva y Ramírez [32] mencionan que la fricción ( $f_r$ ) es la fuerza que se resiste al deslizamiento entre dos superficies al inducirle una fuerza externa ( $F$ ).

Se muestra una descripción gráfica indicando la fuerza de fricción (ver figura 19), esta se produce debido a las rugosidades que tienen las superficies en contacto y es paralela a la superficie y en sentido opuesto al movimiento.

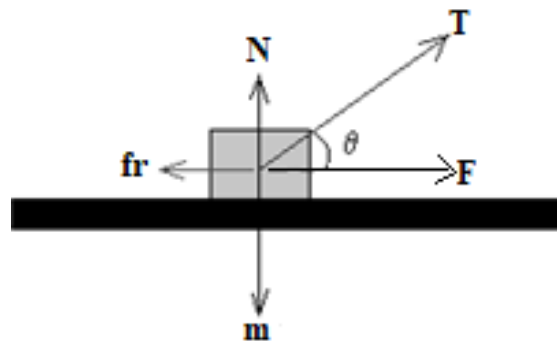


Figura 19. Fuerza de fricción, Autores.

### 1.3.5.2. Coeficiente de fricción

Silva y Ramirez [32] definen al coeficiente de fricción como el número sin unidades, se contraponen al deslizamiento de dos zonas en acoplamiento. Depende de cada material y de otros factores como la temperatura, velocidad y la rugosidad. El coeficiente de fricción cinético es menor al coeficiente de fricción estático ( $U_c < U_e$ ).

### 1.3.5.3. Lubricación

Sena [33] menciona que la lubricación es la disminución de la fricción de dos cuerpos, que se movilizan uno con respecto del otro, colocando entre ellos una sustancia existiendo los siguientes tipos de lubricación (ver figura 20);

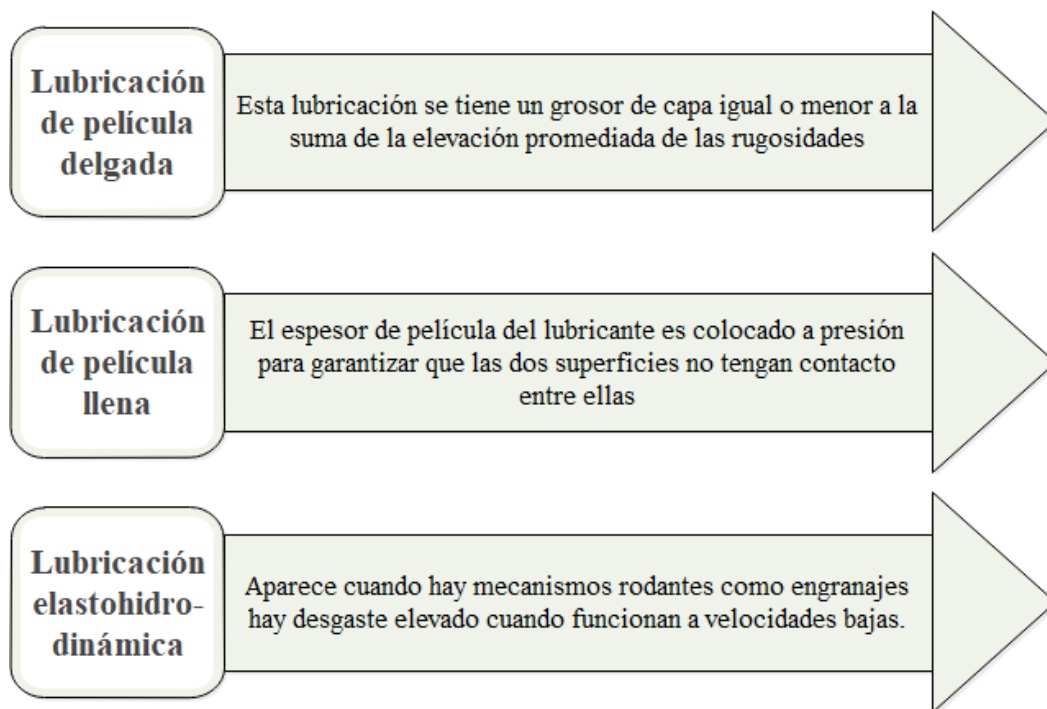
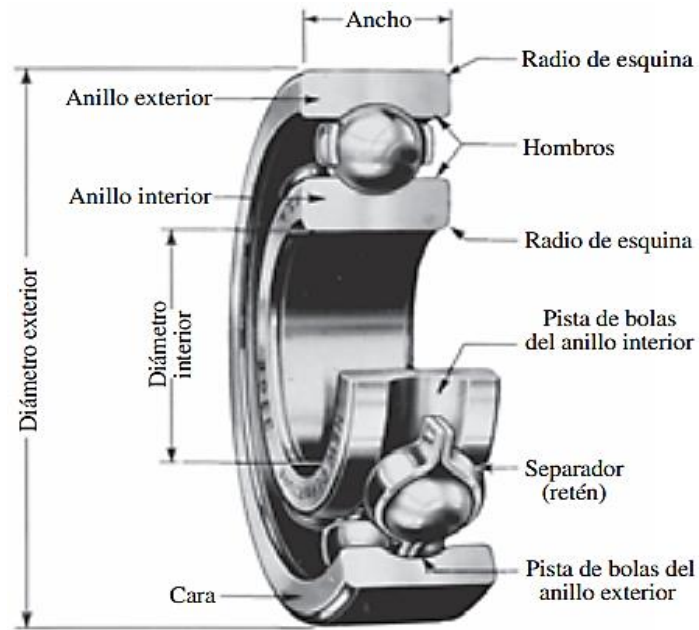


Figura 20. Tipos de lubricación, Autores.

### 1.3.6. Cojinetes

Budynas y Nisbett [34] mencionan que los cojinetes sirven para transferir la fuerza importante mediante mecanismos que se mueven por contacto rodante y no por contacto deslizante. En la figura 21 las chumaceras se construyen para aguantar fuerzas radiales y fuerzas de empuje puras o una mezcla de las dos fuerzas.

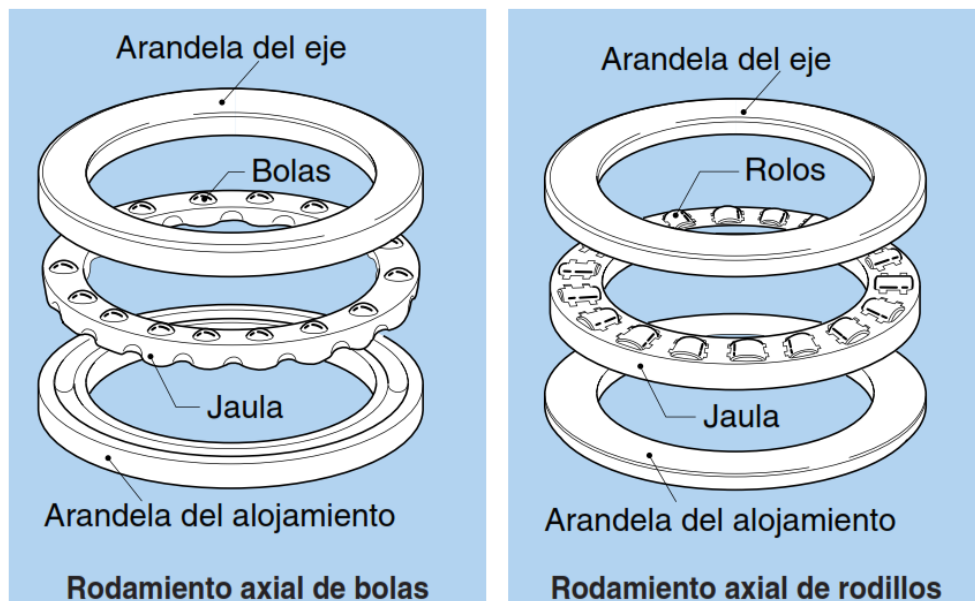




**Figura 21.** Nomenclatura de un cojinete de bolas [36].

### 1.3.6.1. Tipos de cojinetes

Ringegni [35] menciona que la clasificación de los cojinetes puede ser de distintas formas escogiendo los más primordiales los siguientes: al modo básico de funcionamiento (hidrostática o elemento rodante, frotamiento y elemento hidrodinámico,) y de la forma de la carga que soportan (radial, axial y combinada), como indica la figura 22.



**Figura 22.** Tipos de cojinetes [37].

## **1.4. Administración del manual técnico**

### **1.4.1. Definición de manual técnico**

Hernández y Rosales [36] mencionan que dentro de cualquier área, el manual técnico está orientado a cualquier individuo con o sin conocimientos técnicos, aquel contiene información sobre los recursos utilizados durante el procedimiento, caracterización de los componentes para cada equipo y una breve explicación del trabajo. El manual debe estar dividido en;

#### **1.4.1.1. Objetivos y alcance del procedimiento**

En este caso se plantea el problema por el que se requiere dicho documento, incluyendo la forma de como llegar a la solución.

#### **1.4.1.2. Normas, políticas y procedimientos**

Esta sección se adicionan normas y recomendaciones de seguridad, proporcionados por la empresa.

#### **1.4.1.3. Descripción de base de datos**

Dentro de la sección se incluye información exclusiva, obtenida posterior a la recopilación de datos de los equipos.

#### **1.4.1.4. Diseño de reportes y pantallas**

Se detalla de mejor manera posible el cómo está diseñado cada componente de los equipos fabricados, el proceso de ejecución para cada unidad y las recomendaciones pertinentes.

El manual técnico tiene un alto nivel de prioridad, incluye datos técnicos de los equipos a disponibilidad, procedimientos y metodología para cada operación.

### **1.4.2. Manual técnico de mantenimiento**

Viscalla [37] menciona al manual de mantenimiento como un conjunto de reglas y procesos que usa la compañía para generar el mantenimiento a cualquier unidad disponible, este toma un papel primordial dentro de la organización, con el objeto de efectuar sus acciones de manera exitosa. Los manuales pueden dividirse de acuerdo al tipo de trabajo que se va a efectuar, tipo de herramienta, e inclusive el tipo de mantenimiento a ejecutar;

#### **1.4.2.1. Manual de mantenimiento predictivo**

Para el procedimiento de elaboración de este tipo de manual, se toma en cuenta el estudio previo del equipo y la asignación de evaluaciones recurrentes, sus resultados permitirían detectar su condición actual para los posteriores equipos.

#### **1.4.2.2. Manual de mantenimiento preventivo**

Con este manual, se establecen actividades de primera necesidad y requerimiento del equipo, como es el caso de limpieza y ajuste de cualquier componente.

#### **1.4.2.3. Manual de mantenimiento correctivo**

El manual correctivo, considera solo reparaciones de los equipos que no han recibido, ningún tipo de mantenimiento preventivo y predictivo.

#### **1.4.3. Procedimiento para elaborar un manual técnico de mantenimiento**

Botero [38] menciona que en un manual técnico los primeros datos obtenidos y registrados deben ser mencionados dentro del mismo, así como sus procedimientos, ya sea codificación de equipos, herramientas y repuestos, todo este tipo de información debe ser precisa y entendible.

Debe disponer de un registro total de herramientas, todas las que considere necesarios para efectuar los trabajos, disponer de un registro total de repuestos, clasificado para cada equipo, repuestos disponibles o en stock y los no disponibles.

Se establece un estudio más profundo considerando previas evaluaciones con los equipos, y determinando las posibles fallas o averías que el equipo puede o no tener. Con esto se establecen los trabajos pertinentes de mantenimiento para cada equipo sin olvidar las normas de seguridad en operación y mantenimiento.

#### **1.4.4. Seguridad en operación y mantenimiento**

Se considera como un método para impedir cualquier tipo de accidente laboral, estudia el entorno material que pondría en riesgo la integridad física del individuo, ya sea por procedimientos de fabricación de equipos, instalaciones o mantenimientos.

#### **1.4.4.1.Seguridad general**

Aplica para todo el personal que realice cualquier operación, ya sea inspección o mantenimiento de equipos o instalaciones en general; Es recomendable verificar el posible estado de encendido de las máquinas, así no esté en uso, leer el manual de instrucciones de operación para cada parte del equipo, estudiar cómo funciona el equipo y comprender los procesos de operación.

Utilizar equipo de protección para cualquier tipo de labor. Mantener el área de operación libre de obstáculos con el fin de evitar el tropiezo o caída sobre la máquina en movimiento y sobre todo no operar ningún equipo si se encuentra bajo la influencia de fármacos, drogas o alcohol.

#### **1.4.4.2.Capacitación e instrucción**

Todo personal que opere, inspeccione, realice la limpieza y mantenimiento de los equipos debe recibir todo tipo de capacitación en operación y seguridad industrial [39]. En la figura 23 se ejemplifica la capacitación del personal de operación.



**Figura 23.** Capacitación-seguridad en operación [40].

### **1.5. Conclusión del capítulo**

Mediante la investigación se concluye que mediante la adecuada administración y aplicación de procedimientos, como la metodología AMFE en los equipos de uso gastronómico tienen un efecto significativo a partir de su aplicación en los diferentes campos, ya que estos permiten generar ventajas en disminución de costos, tiempos, seguridad y calidad del producto.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO METODOLÓGICO**

Este capítulo describe, la metodología utilizada para el levantamiento y búsqueda de información mediante el desarrollo de fichas técnicas para las unidades disponibles, listado de herramientas y repuestos, obtenidos a través de las recomendaciones recibidas del personal de operación.

Contiene además la caracterización de los equipos, clasificación y descripción de cada uno de los elementos que presenten mayor riesgo de falla, cálculos de lubricación inicial, cantidad de grasa y frecuencia de re lubricación de rodamientos, toda la información será proporcionada de informes técnicos.

Con la descripción de cada equipo se implementó el AMFE, seguido del estudio para cálculos de criticidad, y así finalmente proceder con la elaboración del manual técnico, paso a paso, junto a las recomendaciones de seguridad pertinentes.

#### **2.1. Levantamiento y búsqueda de información**

Para obtener una verdadera base de información técnica se necesitó de una total colaboración de la gerencia en el programa a seguir, tomando acciones inmediatas sin tener que solicitar permiso para cada intervención.

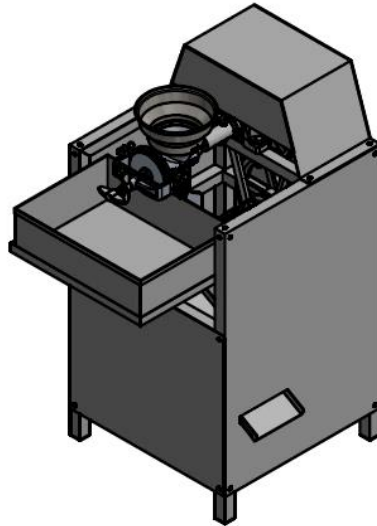
El proceso para levantamiento de información inicia con la identificación de los equipos fabricados y sus respectivas aplicaciones.

##### **2.1.1. Identificación de equipos - Molino de granos eléctrico**

El molino de granos eléctrico, como producto de uso exclusivo en el área gastronómica, es diseñado para moler granos secos o cocidos. Dicho equipo es adaptado de un molino de granos manual.

Dentro de la clasificación, el molino de discos es el objeto de estudio, debido a su facilidad de uso y necesidad en el ámbito gastronómico. Son diseñados para moler granos de harina, uno de sus elementos importantes son sus discos, no se desgastan y tampoco existe la necesidad de afilarlos, su durabilidad depende mucho de su manejo al momento iniciar el trabajo. En la figura

24 se presenta un molino de granos de 20 kilogramos por hora de capacidad, puede adaptarse un motor de 0.75 HP (300-400 rpm) [40].

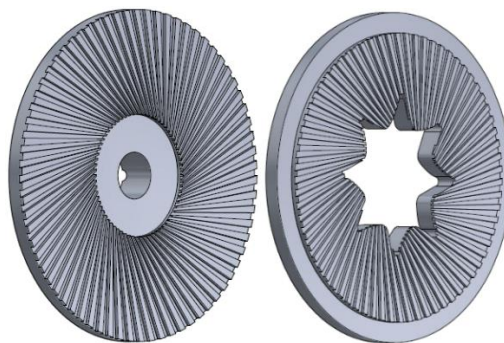


**Figura 24:** Molino eléctrico de discos – Diseño para planos, Autores.

Cuando el equipo se encuentra en funcionamiento, si al llenarse el mismo con granos que no estén de acuerdo al ajuste realizado posterior a su fabricación, este puede no empezar a moler. La identificación del equipo no solo debe ser general, también requiere de un estudio de sus principales componentes.

#### **2.1.1.1. Elementos que conforma el molino de granos**

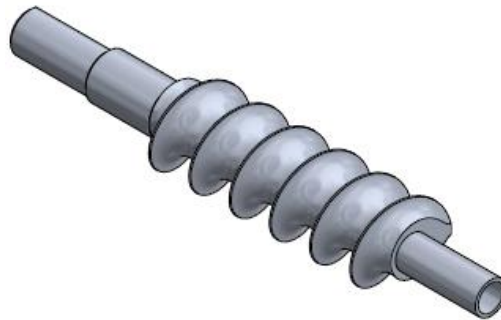
Los discos para el molino de granos, considerados como componentes principales del equipo mencionado, fabricados de hierro fundido con recubrimiento de estaño, su tipo de rotación es simple (ver figura 25), es decir, uno de los discos es estacionario y el segundo disco tiene movimiento.



**Figura 25:** Discos para molino de granos – Diseño para planos, Autores.

Cabrales [41] menciona que para el ingreso de alimentos existe una división entre discos adecuada, por ende se aplica el ajuste conveniente para cada tipo de alimento que ingrese al molino.

Para que el disco gire de manera constante, debe disponer de un tornillo helicoidal de hélice, aquel es el encargado de comprimir la materia contra el disco que permanece fijo. En la figura 26 se observa un tornillo helicoidal, encargado de moler los granos, para después ser transportados hasta el sistema de discos.



**Figura 26:** Tornillo helicoidal para molino de granos – Diseño para planos, Autores..

El molino de granos eléctrico es adaptado de uno tipo manual, quitando el manubrio ensamblado y colocando un eje principal, dependiendo del diseño, este se acopla con un bocín, seguido de una polea que transmite el movimiento, con el fin de evitar altas cargas debido al tamaño de la polea, este necesitará de chumaceras como medio de apoyo.

El tipo de chumacera adecuado para este diseño es uno de tipo bolas, como se muestra en la figura 27, el modelo del componente es una chumacera de piso  $\frac{3}{4}$ , marca SKF [42].



**Figura 27:** Chumacera para molino de granos – Diseño para planos, Autores.

La transmisión de potencia desde un eje conductor hacia uno conducido se genera mediante un sistema de poleas y bandas de perfil trapecial A36 (ver figura 28), para así mejorar su eficiencia. Se hace uso de cuatro poleas, fabricadas de aluminio, la polea inferior (2" de dimensión), que acompaña al motor, seguido de dos poleas intermedias (2 ½" y 8" respectivamente) en el eje secundario y la polea superior (8") del eje principal.



**Figura 28:** Banda y poleas para molino de granos – Diseño para planos, Autores.

Para que el equipo inicie su funcionamiento necesita de un motor, el tipo de motor recomendado para el equipo es uno monofásico rotor de jaula, este funciona en vacío, es decir, cuando no está arrastrando ningún objeto, ni soportando ninguna resistencia externa.

El motor monofásico (ver figura 29), está diseñado para servicio pesado de arranque. Rodríguez [43] menciona que se necesita definir su grado de defensa contra el ingreso de organismos pequeños, contacto accidental e ingreso de agua y esté definido por dos letras (IP) seguido de dos dígitos.



**Figura 29:** Motor monofásico [45].



## 2.1.2. Lubricación de componentes

La importancia de la lubricación en la gestión del mantenimiento es alta, y para ello se requiere seleccionar los componentes del equipo que necesitan ser lubricados con el fin de evitar cualquier tipo de desgaste o avería, el elemento a analizar es el rodamiento.

Para iniciar con el proceso de lubricación se debe decidir si se usará grasa o aceite, FAG [44] recomienda como uso de lubricante adecuado a la grasa debido a que el tipo de rodamiento disponible es abierto, y cumple satisfactoriamente con las velocidades máximas indicadas.

### 2.1.2.1. Cálculos para lubricación de rodamientos

Hoy en día existen muchos mitos sobre las prácticas para determinar la cantidad adecuada de grasa para la lubricación inicial y re – lubricación en rodamientos; sin embargo, Rodríguez [45] menciona que están lejos de aportar positivamente al buen funcionamiento y rendimiento de los equipos, son gran parte de las causas por la que estas fallan prematuramente debido al gran incremento de la temperatura en la operación.

Para ello existen métodos de cálculo adecuados para determinar la cantidad de grasa al momento de lubricar rodamientos y sigue el siguiente procedimiento:

Besa [46] mencionan que para calcular el volumen del espacio vacío total dentro de un rodamiento, que tiene la capacidad para alojar la grasa lubricante mediante la ecuación (1).

$$V = \left[ \left( \frac{\pi}{4} \times B \times (D^2 - d^2) \times 10^{-9} \right) - \frac{m}{7800} \right] \times 10^6 \quad (1)$$

Donde:

$V$  = Volumen del espacio vacío en la chumacera [ $\text{cm}^3$ ]

$D$  = Diámetro externo de la chumacera [mm]

$d$  = Diámetro interno de la chumacera [mm]

$B$  = Ancho de la chumacera [mm]

$m$  = Masa de la chumacera [kg]

Deutschman et al. [47] menciona que para calcular la relación de velocidad de rodamiento mediante la ecuación (2)

$$n_r = \frac{n}{n_{m\acute{a}x}} \quad (2)$$

Donde:

$n_r$  = Relación de velocidad (o velocidad relativa) de la chumacera.

$n$  = Velocidad de operación máxima de la chumacera.

$n_{m\acute{a}x}$  = Límite máximo de velocidad para el que está diseñado

Cabe mencionar que todos los datos necesarios para aplicar las fórmulas anteriores se encuentran en las fichas técnicas de los rodamientos que se van a analizar.

Verificar el porcentaje de llenado de grasa lubricante en función al resultado que nos alcance la relación de velocidad según la tabla 4.

Tabla 3. Porcentaje de llenado de grasa [49].

<b>Relación de velocidad (nv)</b>	<b>% de llenado de grasa en el espacio vacío del rodamiento</b>
< 0.2	100%
0.2 < nv < 0.8	33%
>= 0.8	10%

Rodriguez [45] menciona que con la información adquirida de la ecuación anterior es posible calcular la cantidad inicial de grasa adaptable en el rodamiento, que va a iniciar su operación con el uso de la ecuación (3)

$$Q_{inicial} = V \times \%_{llenado} \quad (3)$$

Donde:

$Q_{inicial}$  = Cantidad de grasa inicial a aplicar en la chumacera [gr]

$V$  = Volumen del espacio vacío en la chumacera [cm<sup>3</sup>]

%<sub>llenado</sub> = Porcentaje de llenado de grasa, según el dato de la relación de velocidad.

Álvarez [48] menciona que es importante calcular la cantidad de grasa con la que periódicamente el rodamiento va a ser re-lubricado y este se determina mediante la ecuación (4):

$$Q_{re-lub} = 0.005 \times D \times B \quad (4)$$

Donde:

$Q_{re-lub}$  = Cantidad de grasa de re-lubricación [gr]

$D$  = Diámetro externo de la chumacera [mm]

$B$  = Ancho de la chumacera [mm]

Existen consecuencias tras el ingreso excesivo de grasa y su vez la falta del mismo, provocando fallos en el componente. La primera observación genera elevación de temperatura no recomendada y a su vez la falta del mismo provoca un serio desgaste.

De acuerdo con SKF [49], más del 50% de averías en las chumaceras son consecuencia de una incorrecta lubricación o contaminación del lubricante, para evitar este inconveniente existe una fórmula que me determina la frecuencia de re lubricación de los rodamientos y es la ecuación (5):

$$T = K \times \left[ \left( \frac{14000000}{n \times \sqrt{d}} \right) - 4 \times d \right] \quad (5)$$

Donde:

$T$  = Frecuencia de re – lubricación en horas de operación

$K$  = Producto de todos los factores de corrección (ajuste) [50], ver ecuación (6).

$$K = F_t \times F_c \times F_m \times E_v \times F_p \times F_d \quad (6)$$

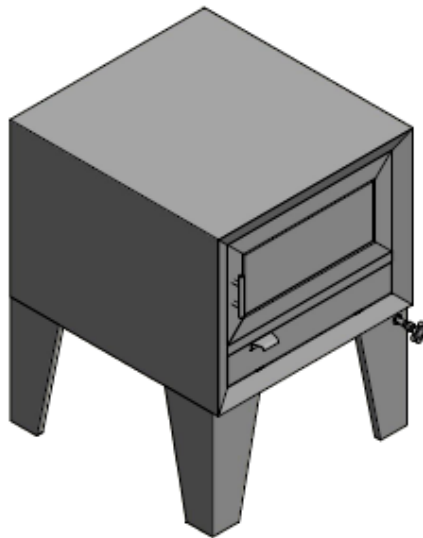
$n$  = Velocidad de la chumacera [RPM]

$d$  = Diámetro interior [mm]

Una vez que, usando  $n$  y  $d$  se calculan las horas de operación, éstas deberán corregirse de acuerdo a la información pertinentes (ver anexo 5).

### 2.1.3. Identificación de equipos, horno semi – industrial

El horno semi – industrial, mostrado en la figura 30, es un equipo que aprovecha y a la vez genera el calor necesario para calentar el material ingresado, su única aplicación según el fabricante es la panificación y la fuente de calor, para este caso, utiliza únicamente GLP.

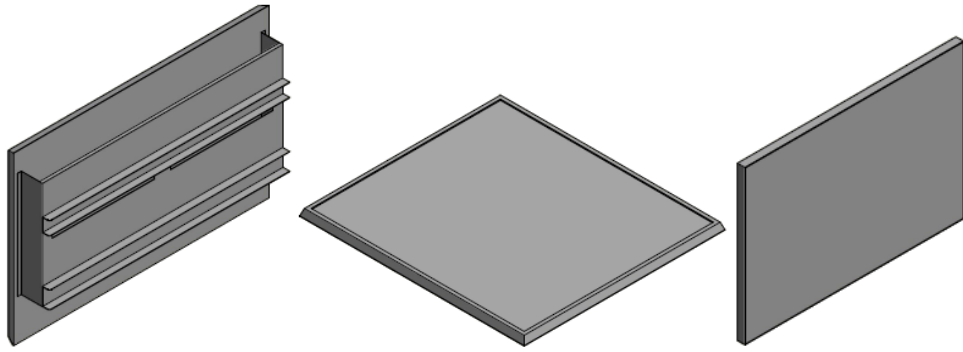


**Figura 30:** Horno semi – industrial (Diseño para planos), Autores.

Los elementos que componen el equipo, diseños y funciones especiales se incorporan según el tipo de uso para el que fue fabricado.

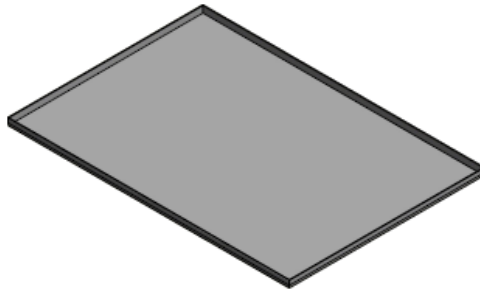
#### 2.1.3.1. Elementos principales que conforma el horno semi – industrial

Las paredes del horno no solo rodean la zona de calentamiento, también debe evitar pérdidas de calor e impedir la salida de gases, aquel fue diseñado con láminas metálicas de acero AISI 304 (ver figura 31).



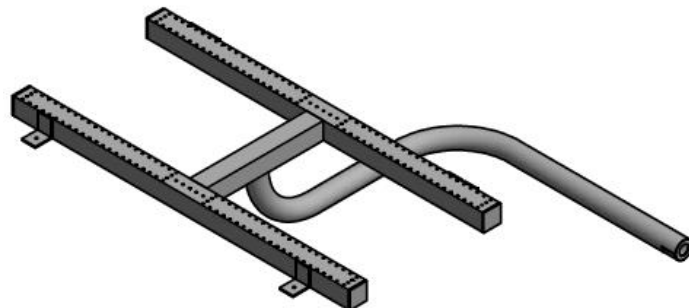
**Figura 31:** Paredes de un horno semi – industrial (Diseño para planos), Autores.

En el interior del horno, sus paredes laterales se encuentran empotradas unas cuantas series de guías metálicas para sostener las bandejas durante su cocción, aquellas se usan para colocar los panes o materia a calentar (ver figura 32).



**Figura 32:** Bandejas de un horno (Diseño para planos), Autores.

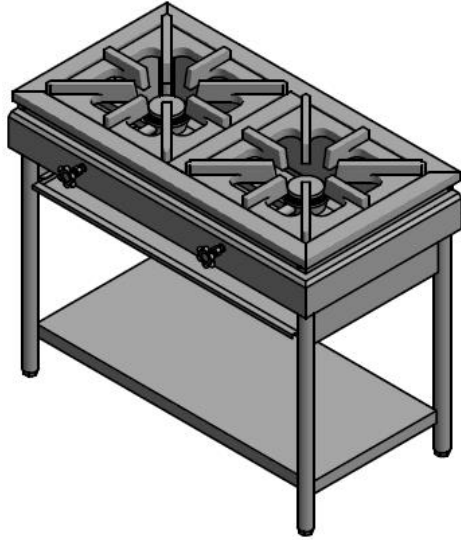
Seguido de las paredes del horno, en la figura 33 se presta atención a los quemadores, compuestos por una etapa de inyección de aire y otra de combustión.



**Figura 33:** Quemadores de un horno semi-industrial (Diseño para planos), Autores.

#### 2.1.4. Identificación de equipos, cocina industrial

Una cocina industrial, según la figura 34, cumple dicha funcionalidad gracias a toda la equipación que posee.

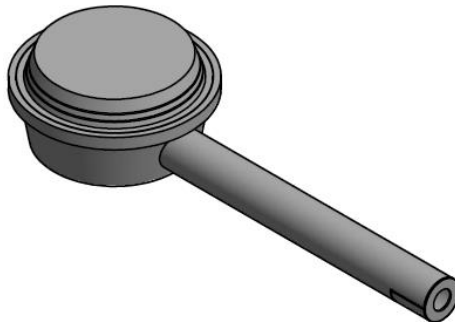


**Figura 34:** Cocina industrial (Diseño para planos), Autores.

Montes et al. [51] mencionan que para poder elegir un tipo de cocina adecuado hay que tener en cuenta qué se va a cocinar y cómo va a ser el funcionamiento. Dichas características son indispensables al momento de decidir el equipamiento que se debe instalar y cómo va a ser su mantenimiento.

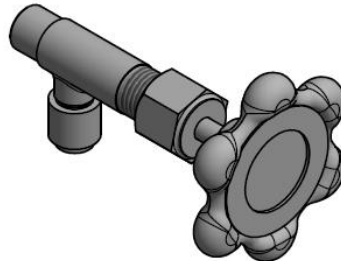
##### 2.1.4.1. Elementos principales que conforman la cocina industrial

Uno de sus elementos principales son los quemadores (ver figura 35), encargados de distribuir el gas, posterior al paso de sus cañerías, con la ayuda de una buena combustión la llama se desplaza y realiza un contacto directo a la superficie.



**Figura 35:** Quemadores para cocina industrial (Diseño para planos), Autores.

También, y como se puede visualizar en la figura 41, dispone de llaves industriales para cocina, marca keel gas de 3/4, fabricado en acero A36 para conexión a quemador de GLP, ubicadas en la parte frontal del equipo, se accionan con un giro controlando así la cantidad de la llama y el paso del gas (ver figura 36).



**Figura 36:** Llave industrial para cocina (Diseño para planos), Autores.

La llave keel gas también cuenta con un accesorio interno, este es el shiglor de 1/4", fabricado en bronce, forma parte de la regulación y dispersión del gas, y se puede observar en la figura 37. Debido al constante paso del gas a través del accesorio, este requiere de una frecuente verificación.



**Figura 37:** Shiglor para cocina industrial (Diseño para planos), Autores.

La manguera de gas, conduce el GLP a partir de la salida del tanque de 15 kg, hasta llegar al equipo de consumo. Manguera amarilla de 1/2", resiste altas presiones superiores a 100 bar. En la figura 38 se visualiza el tipo de manguera de gas usado para la conexión del equipo.



**Figura 38:** Manguera de gas para cocina industrial [50].

## 2.1.5. Elaboración de los formatos adecuados para equipos y herramientas

### 2.1.5.1. Fichas técnicas

Para administrar oportunamente la información de los equipos fabricados, tras la identificación de cada uno de ellos, se planteó elaborar un formato de fichas técnicas para ingresar los datos obtenidos de cada uno de los equipos fabricados (ver figura 39).

FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS DE TRABAJO		INDUSTRIA CASTILLO HERMANOS EQUIPOS EN ACERO A GAS, REFRIGERACIÓN Y ELÉCTRICOS	
		Fecha: <input type="text"/>	
MÁQUINA-EQUIPO		UBICACIÓN	
FABRICANTE		SECCIÓN	
MODELO		CÓDIGO DE EQUIPO:	
MARCA			
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
Material Fab.		Dimensiones	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		FOTO DE LA MÁQUINA-EQUIPO	
<ul style="list-style-type: none"><li></li></ul>			
FUNCIÓN			
<ul style="list-style-type: none"><li></li></ul>			
MANTENIMIENTO:			

**Figura 39:** Formato para elaboración de fichas técnicas, Autores.

El formato se basa en incluir información de exclusiva importancia, partiendo con el nombre del equipo, nombre del fabricante, ubicación, código del equipo, características generales, especificaciones técnicas, función y mantenimiento del equipo.

Cada equipo dispone de un código, este cuenta con un formato. Como muestra la figura 23, el código GM-V-010, se divide en tres secciones; GM: Representa el nombre abreviado del



equipo, para este caso significa molino de granos. V: Simboliza la prioridad del equipo, su significado es vital, también puede incluirse otro tipo de prioridad como importante (I) y normal (N). 010: Indica la familia del equipo y numero de inventario.

INDUSTRIA CASTILLO HERMANOS EQUIPOS EN ACERO A GAS, REFRIGERACIÓN Y ELÉCTRICOS		MANUAL DE MANTENIMIENTO		<b>CÓDIGO:</b>	RG-CD-01
				<b>REVISIÓN:</b>	C-S-001
				<b>PÁGINA:</b>	CH-01
				<b>FECHA:</b>	3/1/2022
<b>CODIFICACIÓN DE EQUIPOS-HERRAMIENTAS-REPUESTOS</b>					
	<b>Código</b>	<b>Nombre abreviado</b>	<b>Prioridad</b>	<b>Familia de equipo y número de inventario</b>	
	GM-V-010	Molino de granos	Vital	Molinos eléctricos	

Figura 40: Formato para codificación de equipos, Autores

Dentro de la ficha técnica se menciona una breve descripción del mantenimiento a aplicar, pero este solo se podrá visualizar en un plan de mantenimiento, conforme a las exigencias de trabajo y los tiempos en que deben ser aplicados. El formato del programa de mantenimiento se puede visualizar en la figura 41.

INDUSTRIA CASTILLO HERMANOS EQUIPOS EN ACERO A GAS, REFRIGERACIÓN Y ELÉCTRICOS		MANUAL DE MANTENIMIENTO				<b>CÓDIGO:</b>							
						<b>REVISIÓN:</b>	C-S-001						
						<b>EQUIPO:</b>							
						<b>FECHA:</b>	3/1/2022						
<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO</b>													
<b>Act.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Enero</b>				<b>Febrero</b>				<b>Marzo</b>			
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
1													
2													
3													
4													
5													
6													

Figura 41: Formato para codificación de equipos, Autores.

Cabe mencionar que para el caso de equipos y herramientas de trabajo, se utiliza el mismo formato de fichas técnicas, con la única diferencia en su codificación. Cada codificación será enlistada de acuerdo a su familia de equipos, es decir, equipos con sus respectivos repuestos, equipos y herramientas de trabajo.

**2.1.5.2. Listado de equipos y herramientas de trabajo**

Para que la información sea actual y veráz se administra oportunamente en el software Microsoft Excel, un listado de los equipos de trabajo disponibles.

Como muestra la figura 42, el listado se clasifica a partir de su código (registrado anteriormente en su ficha técnica), la cantidad de equipos existentes, nombre del equipo, marca, aplicación y disponibilidad, esta última necesita ser actualizada semanalmente por el encargado de bodega de la empresa, debido al constante uso de los equipos de trabajo, aquel será notificado por el resto de personal que haga uso de los mismos. Cabe mencionar que el listado de herramientas cuenta con el mismo formato utilizado para los equipos.

INDUSTRIA CASTILLO HERMANOS EQUIPOS EN ACERO A GAS, REFRIGERACIÓN Y ELÉCTRICOS		<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO</b>			<b>CÓDIGO:</b>	RG-ET-01
					<b>REVISIÓN:</b>	C-S-001
					<b>PÁGINA:</b>	H-01
					<b>FECHA:</b>	3/1/2022
<b>LISTADO DE EQUIPOS DE TRABAJO</b>						
Código	Cant.	Equipo	Marca	Aplicación	Disponibilidad	

**Figura 42.** Formato para listado de equipos de trabajo, Autores.

Definiendo las necesidades de repuestos para los trabajos de mantenimiento, se presenta un listado del mismo, como muestra la figura 43. Aquel menciona código y descripción de cada elemento, seguido del número de repuestos existentes, entradas, salidas y accesorios en stock. Se hace uso de un software básico (Microsoft excel), que recibe actualizaciones diarias, supervisadas por el encargado de bodega y dependiendo del numero de salidas y entradas diarias de los componentes.

Cabe mencionar que existen dos listados de repuestos, el primero que la empresa fabrica, y el segundo, solo disponibles de sus proveedores.

<div style="background-color: #00AEEF; color: white; padding: 5px; text-align: center;"> <b>INDUSTRIA CASTILLO HERMANOS</b>  <b>EQUIPOS EN ACERO</b>  <small>A GAS, REFRIGERACIÓN Y ELÉCTRICOS</small> </div>		<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO</b>		<b>CÓDIGO:</b>	RG.RP.01
				<b>REVISIÓN:</b>	C/S/001
				<b>PÁGINA:</b>	R-01
				<b>FECHA:</b>	3/1/2022
<b>LISTADO DE REPUESTOS (CASTILLO HNOS)</b>					
Código	Descripción	Existencias iniciales	Entradas	Salidas	Stock

Figura 43: Formato para listado de repuestos, Autores.

**2.2. Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE)**

Gonzalez et al. [52] mencionan que para un mejor manejo del mantenimiento se elabora el estudio del AMFE a partir del diseño. Existe un proceso para analizar el mantenimiento y según la figura 44, consiste en lo siguiente:



Figura 44: Proceso para analizar el mantenimiento por medio de AMFE, Autores.

### **2.2.1. Procedimiento para realizar el AMFE**

Páramo y Ramírez [53] mencionan que para el desarrollo del AMFE se consideraba en primer lugar un trabajo previo de recolección de información, identificación y registro de cada componente para cada equipo disponible.

#### **2.2.1.1. Definir la intención del diseño**

Para ello se requiere establecer el alcance del análisis que depende del objetivo de estudio, para ampliar la vida útil del producto se requiere buscar datos contundentes.

#### **2.2.1.2. Ejecutar el análisis funcional**

Para este procedimiento se considera establecer procesos, sistemas y componentes, debido a que uno de los factores puede verse perjudicado por fallas potenciales.

#### **2.2.1.3. Establecer los efectos de falla**

Haciendo uso del índice de severidad, se determina que gravedad presenta la falla o avería, para esto se hace uso de una escala nominal del 1 al 10, desde el menos severo hasta el más severo, comprendiendo el motivo del fallo y la posibilidad de evitarlo.

También se debe utilizar el índice de ocurrencia bajo una misma escala, estableciendo posibilidades de que la falla pueda provocarse de forma frecuente o no frecuente.

Orrego [54] menciona que se puede calcular la criticidad aplicando la ecuación (7):

$$Criticidad = S \times O \quad (7)$$

Donde:

$S$  = Índice de severidad

$O$  = Índice de ocurrencia

### **2.3. La gestión ambiental del mantenimiento**

Pérez [55] menciona que este tipo de sistema cumple con el objetivo de informar, establecer guías que proporcionen maneras de conservar el medio ambiente, a través de la elaboración de actividades que previenen un daño masivo en el entorno.

Diferentes talleres de fabricación de máquinas son considerabas como fuentes generadoras de desechos o residuos, su principal causa es la falta de organización y reubicación de residuos tanto solidos como líquidos, estos pueden ser trapos de aceite, aserrín usado como absorbentes y desechos de productos lubricantes y solventes (ver figura 45).



**Figura 45:** Residuos sólidos [55].

### **2.4. Elaboración de un manual técnico**

El manual técnico debe incluir información sobre materiales y elementos con los que se construyeron los equipos, al igual que disponer de especificaciones técnicas para alargar su vida útil. Las recomendaciones de mantenimiento corren a cargo del fabricante en base a su experiencia y datos de productos.

#### **2.4.1. Partes que componen un manual de mantenimiento**

##### **2.4.1.1. Portada**

Dentro de la misma se puede colocar todos los datos primordiales de la empresa, título del manual a presentar, número de página, nombres de autores, su afiliación y fecha de elaboración o actualización, de ser el caso.

#### **2.4.1.2. Introducción**

Plantea una breve justificación dirigida del autor hacia sus lectores, acerca del contenido general que dispone la guía técnica, su utilidad, los fines y propósitos que se pretenden cumplir a través del mismo.

#### **2.4.1.3. Objetivos del manual**

Contiene una explicación que se pretende cumplir tras la elaboración de manual técnico, ajustada a ciertos lineamientos, como una redacción clara y concreta expresando que se hace.

#### **2.4.1.4. Condiciones normativas**

Este aspecto describe las condiciones que requiere el procedimiento, así como la muestra de riesgos o medidas de seguridad.

#### **2.4.1.5. Procedimientos**

Constituye la parte central del manual técnico, donde cada proceso de mantenimiento debe dar idea clara de su contenido, más no incluir dos procedimientos diferentes en uno.

#### **2.4.1.6. Recomendaciones y criterios de mantenimiento**

Se coloca todas las recomendaciones que el fabricante considere necesario al momento de ejecutar cualquier actividad de mantenimiento.

#### **2.4.1.7. Glosario (opcional)**

Se coloca un listado de términos técnicos debido a que pueden no ser del dominio público, es necesario aclarar todas las palabras o tecnicismos.

### **2.5. Conclusión del capítulo**

Las metodologías para el levantamiento y búsqueda de información utilizados han permitido obtener un aporte de información completo y preciso para la ejecución del estudio planteado, con más organización y facilidad de inventarios, en caso de ser solicitado por la empresa, siendo este un punto de partida para la ejecución de actividades.

## CAPÍTULO III

### DESARROLLO DEL MANUAL TÉCNICO DE MANTENIMIENTO

El capítulo final propone especificar el tipo de procedimiento utilizado antes y después de la elaboración del manual técnico, que cuenta con la información recopilada de los equipos disponibles en las fichas técnicas, más el listado de herramientas y repuestos disponibles.

Para el caso del molino de granos, se elaboró los cálculos de lubricación inicial, cantidad de grasa y frecuencia de re lubricación de rodamientos, con el fin de obtener las recomendaciones necesarias.

La implantación del Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) para cada equipo forman parte del procedimiento previo a la elaboración del manual técnico, y posterior a ello se adiciona las recomendaciones de seguridad en uso y mantenimiento de los equipos.

#### 3.1. Elaboración de fichas técnicas y listado de herramientas

La información de cada equipo se administra bajo una rigurosa investigación preliminar. Se muestra un listado inicial, con la codificación de cada equipo, repuesto y herramienta (ver figura 46). El listado total se puede visualizar en el [anexo 1](#).

<b>INDUSTRIA CASTILLO HERMANOS</b> EQUIPOS EN ACERO A GAS, REFRIGERACIÓN Y ELÉCTRICOS	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO</b>	<b>CÓDIGO:</b>	RG-CD-01	
		<b>REVISIÓN:</b>	C-S-001	
		<b>PÁGINA:</b>	CH-01	
		<b>FECHA:</b>	3/1/2022	
<b>CODIFICACIÓN DE EQUIPOS-HERRAMIENTAS-REPUESTOS</b>				
	<b>Código</b>	<b>Nombre abreviado</b>	<b>Prioridad</b>	<b>Familia de equipo y número de inventario</b>
	<b>GM-V-010</b>	Molino de granos	Vital	Molinos eléctricos
	<b>AM-I-011</b>	Acople para molino (1 1/4" A36)	Importante	Repuestos para molinos electricos
	<b>AM-N-012</b>	Acople para molino (1 1/4" AISI 304)	Normal	
	<b>BM-I-013</b>	Banda en V para molino	Importante	
	<b>CM-I-014</b>	Chumaceras para molino (1")	Importante	
	<b>DM-I-015</b>	Discos de molino	Importante	

**Figura 46:** Listado de códigos de equipos, Autores

No solo la codificación es importante, también una breve descripción del mismo, y sobre todo su disponibilidad, en caso de que el personal lo necesite (ver figura 47 o [anexo 2](#)).

INDUSTRIA CASTILLO HERMANOS EQUIPOS EN ACERO A GAS, REFRIGERACIÓN Y ELÉCTRICOS		MANUAL DE MANTENIMIENTO			CÓDIGO:	RG-HR-01
					REVISIÓN:	C-S-001
					PÁGINA:	H-01
					FECHA:	3/1/2022
REGISTRO DE HERRAMIENTAS DE TRABAJO						
Código	Cant.	Herramienta	Marca	Aplicación	Disponibilidad	
TL-I-31	2	Taladro percutor	Dewalt	Facilidad de taladrado en piezas de cada equipo	Disponible	
AE-I-32	2	Amoladora eléctrica	Bosch	Corte, lijado y pulido de material	Disponible	
JD-I-34	1	Juego de rachas	Toptul	Ajuste y fijación de tuercas y tornillos de cabeza	Disponible	
TB-I-33	5	Caja de herramientas	BP	Contiene herramientas de trabajo	Disponible	
SW-I-34	5	Llave de pico	Stanley	Fijación rápida y segura de cualquier componente, para cada equipo	Disponible	
SD-I-35	4	Destornillador plano	Stanley		Disponible	
SP-I-36	4	Destornillador estrella	Stanley		Disponible	
HM-I-37	5	Martillo de bola	Bellota		Disponible	
RV-I-38	4	Remachadora	Stanley		Disponible	
MB-I-39	5	Escuadra metálica	Stanley	Medición y estructura para fabricación de equipos	Disponible	
MS-I-40	4	Tijera para metal	Stanley	Corte de láminas de acero	Disponible	
TS-I-49	4	Tijera de hojalatero	Stanley		Disponible	
AW-I-42	5	Llaves allen	Stanley	Fijación de cualquier componente que use tornillos de cabeza hexagonal	Disponible	

Figura 47: Listado de equipos-disponibilidad, Autores

Cada equipo dispone de un itinerario de mantenimiento preventivo y este puede ser visualizado en la figura 48. Para el resto de los equipos ver en [anexo 10](#).

INDUSTRIA CASTILLO HERMANOS EQUIPOS EN ACERO A GAS, REFRIGERACIÓN Y ELÉCTRICOS		MANUAL DE MANTENIMIENTO			CÓDIGO:	CE-V-041							
					REVISIÓN:	C-S-001							
					EQUIPO T:	Compresor de aire							
					FECHA:	3/1/2022							
PROGRAMA DE MANTENIMIENTO													
Act.	Descripción	Enero				Febrero				Marzo			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Limpieza del equipo		x		x		x					x	
2	Comprobar funcionamiento de las válvulas de presión		x				x					x	
3	Control y verificación de presión			x			x				x		
4	Control de temperatura de la mezcla a-c			x			x				x		
5	Cambio de aceite				x								x
6	Cambio de filtros de aceite				x								x

Figura 48: Itinerario de mantenimiento de equipos, Autores.



Si el programa de mantenimiento de un equipo al azar, necesita de un repuesto a la brevedad, este puede ser verificado en el listado de repuestos de la figura 49. Si el listado no es visible en la figura revisar [anexo 3](#).

INDUSTRIA CASTILLO HERMANOS EQUIPOS EN ACERO A GAS, REFRIGERACIÓN Y ELÉCTRICOS		MANUAL DE MANTENIMIENTO		CÓDIGO:	RG.RP.01
				REVISIÓN:	C/S/001
				PÁGINA:	R-01
				FECHA:	3/1/2022
LISTADO DE REPUESTOS (CASTILLO HNOS)					
Código	Descripción	Existencias iniciales	Entradas	Salidas	Stock
AM-I-011	Acople 1 1/4" A36	8	4	3	9
RM-I-111	Recolector de producto	10	0	3	7
EM-I-016	Eje AISI 304	19	4	12	11
ÑH-I-023	Cañería 1/2" para horno	11	5	0	16
BH-N-021	Bandejas	11	4	2	13
CH-I-022	Carga latas	13	2	5	10
PH-I-024	Puertas para horno	26	4	16	14
WH-I-027	Piso del horno	18	0	6	12
PC-I-031	Protección de cañería	11	6	2	15
QH-I-025	Quemador H para horno	22	12	16	18
ÑC-I-033	Cañería 1/2" para cocina	11	0	5	6
AM-N-012	Acople 1 1/4" AISI 304	8	2	3	7
					0

**Figura 49:** Listado de repuestos, Autores.

El proceso de búsqueda de información se representa mediante la elaboración de fichas técnicas divididas en equipos fabricados ([ver anexo 9](#)), equipos de trabajo ([ver anexo 7](#)) y herramientas ([ver anexo 8](#)), estos al igual que los listados anteriores puede visualizarse en la sección de anexos.

### 3.2. Lubricación de rodamientos

El proceso de lubricación de rodamientos es aplicado posterior a la preparación de sus cálculos, y para ello requiere de los siguientes datos teóricos; diámetro exterior e interior, ancho, peso y velocidad nominal del rodamiento.

Los datos necesarios se obtendrán de las fichas técnicas, y puede ser verificado en el [anexo 4](#). Se procede a iniciar el cálculo de volumen del espacio vacío total dentro del rodamiento, mediante la ecuación (1).

$$V = \left[ \left( \frac{\pi}{4} \times B \times (D^2 - d^2) \times 10^{-9} \right) - \frac{m}{7800} \right] \times 10^6 \quad (1)$$

$$V = \left[ \left( \frac{\pi}{4} \times 31 \times (47^2 - 19.05^2) \times 10^{-9} \right) - \frac{0.16}{7800} \right] \times 10^6$$

$$V = 24.43 \text{ [cm}^3\text{]}$$

Posteriormente con la ecuación (2), se determina la relación de velocidad.

$$n_r = \frac{n}{n_{m\acute{a}x}} \quad (2)$$

$$n_r = \frac{1750 \text{ [rpm]}}{8500 \text{ [rpm]}}$$

$$n_r = 0.206$$

Con el resultado obtenido se procede a verificar el porcentaje de llenado de grasa, según la tabla 4.

Tabla 4. Porcentaje de llenado de grasa.

<b>Relación de velocidad (<math>n_r</math>)</b>	<b>% de llenado de grasa en el espacio vacío del rodamiento</b>
< 0.2	100%
0.2 < $n_r$ < 0.8	33%
>= 0.8	10%

La relación de velocidad presentó un valor < 0.2, entonces el porcentaje de llenado de grasa corresponde al 33%.

El cálculo final de la cantidad inicial de grasa se aplica según la ecuación (3)

$$Q_{inicial} = V \times \%_{llenado} \quad (3)$$

Con los datos que se obtuvo de la ecuación (1), se reemplaza en la ecuación (3):

$$Q_{inicial} = (24.43) \text{ cm}^3 \times 0.33 \left[ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right]$$

$$Q_{inicial} = 8.06 \text{ [g]}$$

$1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ , equivale a la densidad promedio del lubricante, por ende, para este caso se requiere añadir ocho gramos de grasa. Haciendo uso de una engrasadora manual habría de ingresar ocho disparos en el interior de la chumacera.

Para su próximo mantenimiento se requiere calcular la cantidad de grasa con la que periódicamente el rodamiento va a ser re – lubricado, se determina con la ecuación (4):

$$Q_{re-lub} = 0.005 \times D \times B \quad (4)$$

$$Q_{re-lub} = 0.005 \times 47 \times 31$$

$$Q_{re-lub} = 7.29 \text{ [g]}$$

Con la cantidad obtenida se concluye que para el caso de re – lubricación debería añadirse 0.5 gramos de grasa aproximadamente.

No solo la cantidad de grasa para re – lubricación es necesario, el tiempo en que se necesita re – lubricar también lo es, y se determina mediante la ecuación (5).

$$T = K \times \left[ \left( \frac{140000000}{n \times \sqrt{d}} \right) - 4 \times d \right] \quad (5)$$

Para determinar los factores de corrección, se utiliza la tabla que considera las condiciones de operación y se puede observar en el [anexo 5](#).

Con el factor de corrección determinado, bajo las condiciones de trabajo indicadas, se procede a calcular el factor total, con la ecuación (6), y de la siguiente manera:

$$K = F_t \times F_c \times F_m \times F_v \times F_p \times F_d \quad (6)$$

$$K = 0.9 \times 0.9 \times 0.9 \times 0.9 \times 0.9 \times 1$$

$$K = 0.59$$

Con el dato que faltaba de la ecuación (6) se calcula la frecuencia de re – lubricación de la ecuación (5), obteniendo el tiempo requerido.

$$T = 0.59 \times \left[ \left( \frac{14000000}{1750 \times \sqrt{19.05}} \right) - 4 \times 19.05 \right]$$

$$T = 1037.32 [h] = 43 [días]$$

Para facilitar la resolución de los cálculos de lubricación pertinentes se procedió a elaborar un programa que determine todos los resultados en Microsoft excel, solo mediante el ingreso de los datos del rodamiento que necesite (ver figura 50). Cabe mencionar que existe una mejor visualización del programa en mención, y este se puede revisar en el [anexo 6](#).

**PROGRAMA PARA CALCULOS DE LUBRICACIÓN - RODAMIENTOS DE BOLAS**

**Cálculos de lubricación inicial:**

**Volumen del espacio vacío total dentro del rodamiento:**

$$V = \left[ \left( \frac{\pi}{4} \times B \times (D^2 - d^2) \times 10^{-9} \right) - \frac{m}{7800} \right] \times 10^6$$

**Ingrese los datos solicitados:**

- B =  [mm]
- D =  [mm]
- d =  [mm]
- m =  [kg]

← **Regresar a sección de datos**

**Limpiar**

V =  [cm<sup>3</sup>]

**Relación de velocidad:**

$$n_r = \frac{n}{n_{m \text{ ó } x}}$$

$$Q_{inicial} = V \times \%_{\text{reserb}}$$

**Ingrese los datos solicitados:**

- n =  [rpm]
- nmax =  [rpm]
- %Lien =  %

n<sub>r</sub> =

Q<sub>in</sub> =  [g]

**Figura 50:** Programa para cálculos de lubricación, Autores.

### 3.3. Aplicación de AMFE en equipos fabricados

El AMFE se aplica a cada equipo de forma independiente. Este se emplea al diseño seleccionado, mediante el procedimiento establecido.

### 3.3.1. AMFE para molino de granos eléctrico

**Definir la intención del diseño:** El molino de granos requiere cumplir la operación de molienda, que consiste en producir unidades de masa inferior a partir de trozos grandes del material a moler, con una capacidad de 20 kilogramos por hora y trabaja a 1750 rpm.

**Ejecutar el análisis funcional:** Rodamientos de molino presentan desgaste, cuando los anillos interiores y exteriores están seriamente dañados.

**Establecer los efectos de falla:** Por el estado actual del rodamiento, su índice de severidad tiene la escala más alta {8}.

Debido al daño de los anillos exterior e interior su índice de ocurrencia a una próxima falla es alto {7}. Con los niveles asignados se puede calcular la criticidad aplicando la ecuación (7).

$$\text{Criticidad} = S \times O \quad (7)$$

$$\text{Criticidad} = 8 \times 7$$

$$\text{Criticidad} = 56$$

Tras la aplicación del análisis de fallas en el equipo mencionado, se estableció un registro de las posibles fallas que presenta o puede presentar el equipo y su evaluación mediante criticidad (ver figura 51). Para ver el documento completo ir a [anexo 11](#).

INDUSTRIA CASTILLO HERMANOS EQUIPOS EN ACERO A GAS, REFRIGERACIÓN Y ELÉCTRICOS		AMFE: ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS			EQUIPO EN REVISIÓN:		Molino de granos
					FECHA INICIO:		29/12/2021
					FECHA FINAL:		3/1/2022
FALLA POTENCIAL				EVALUACIÓN			
Posibles fallas	Posibles causas del modo de falla	Describir los efectos de las fallas	S	O	C	Tarea recomendada	
Molino en operación se atasca	No se generó el cambio de molienda para un grano más grueso	Discos comprimen los granos en medio y fuerza insuficiente	7	6	42	Cambio de molienda fina a una más gruesa hasta que el molino logre girar	
	Ingreso de objetos extraños al molino	Se genera una pasta que se compacta en los discos	7	7	49	Verificación y limpieza constante del equipo	
	Desgaste debido a la constante fricción	Desgaste de los discos	8	3	24	Cambio inmediato de los componentes	
	Tornillo de alimentación desalineado	Desgaste abrasivo del componente	7	4	28	Alineación del tornillo y cambio, de ser necesario	
Desgaste de los rodamientos	Ingreso de material extraño y fino en el componente	Desgaste abrasivo y abolladuras	6	6	36	Cambio inmediato del accesorio	
	Lubricación inadecuada	Decoloración leve por calor y bloqueo total del rodamiento	6	8	48	Si el rodamiento aun no presenta bloqueo es posible Re lubricar	
	Montaje inadecuado	Ralladura y desgaste abrasivo	8	7	56	Seguir el procedimiento adecuado de montaje	

Figura 51: AMFE para molino de granos, Autores.

### 3.3.2. AMFE para horno semi - industrial

**Definir la intención del diseño:** Los hornos semi - industriales cumplen con la temperatura de trabajo de 100-300 °C aproximadamente.

**Ejecutar el análisis funcional:** Las puertas del horno no cierran debido a la utilización tosca y constante del equipo, esto puede hacer que las bisagras del horno se desajusten.

**Establecer los efectos de falla:** Por el estado actual de las puertas del equipo, su índice de severidad tiene la escala grave {8}.

Debido al posible desajuste de las bisagras su índice de ocurrencia a una próxima falla es frecuente {6}. Con los niveles asignados se puede calcular la criticidad aplicando la ecuación 7.

$$Criticidad = S \times O \quad (7)$$

$$\text{Criticidad} = 8 \times 6$$

$$\text{Criticidad} = 48$$

Posterior al análisis de fallas en el equipo, se estableció un registro de las posibles fallas que presenta o puede presentar el equipo y su evaluación mediante criticidad (ver figura 52 o [anexo 12](#)).

INDUSTRIA CASTILLO HERMANOS EQUIPOS EN ACERO A GAS, REFRIGERACIÓN Y ELÉCTRICOS		AMFE: ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS			EQUIPO EN REVISIÓN: FECHA INICIO: FECHA FINAL:		Horno sm-industrial 29/12/2021 3/1/2022
FALLA POTENCIAL			EVALUACIÓN				
Posibles fallas	Posibles causas del modo de falla	Describir los efectos de las fallas	S	O	C	Tarea recomendada	
No cierra la puerta del horno	Manipulación innecesaria	Salida de calor interior del equipo	6	7	42	Desmontaje y ajuste de vuelta las bisagras	
	Bisagras del horno desajustadas	Cocción inadecuada de alimentos	8	6	48	Desmontaje y cambio de las bisagras	
Falla en regulación de paso de flamas	Manipulación inadecuada y excesiva	Flamas distorsionadas	8	7	56	Verificación y cambio de válvula de gas	
	Regulación aire-combustible ineficiente	Quemadores que se apagan	7	7	49	Verificar estado de presión del gas	

Figura 52: AMFE para horno semi – industrial, Autores.

### 3.3.3. AMFE para cocina industrial

**Definir la intención del diseño:** La cocina industrial cumple con la función de cocción de distintos tipos de alimentos a una temperatura determinada, no superior a 300 °C.

**Ejecutar el análisis funcional:** Acumulación de restos de grasa o alimentos en los quemadores o conducciones de gas debido a un mal funcionamiento.

**Establecer los efectos de falla:** Por el estado actual y nivel de suciedad del equipo, su índice de severidad tiene la escala poco grave {6}. Debido al mal funcionamiento y poco mantenimiento del equipo su índice de ocurrencia a una próxima falla es alto {8}.

Con los niveles asignados se puede calcular la criticidad aplicando la ecuación 7.

$$\text{Criticidad} = S \cdot O \tag{7}$$

$$\text{Críticidad} = 6 \times 8$$

$$\text{Críticidad} = 48$$

Con el análisis de fallas en el equipo establecido, se preparó un registro de las posibles fallas que presenta o puede presentar el equipo y su evaluación mediante criticidad (ver figura 58). Para mayor información del documento ver [anexo 13](#).

INDUSTRIA CASTILLO HERMANOS EQUIPOS EN ACERO A GAS, REFRIGERACIÓN Y ELÉCTRICOS		AMFE: ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS			EQUIPO EN REVISIÓN:		Cocina industrial
					FECHA INICIO:		29/12/2021
					FECHA FINAL:		3/1/2022
FALLA POTENCIAL				EVALUACIÓN			
Posibles fallas	Posibles causas del modo de falla	Describir los efectos de las fallas	S	O	C	Tarea recomendada	
Salida de paso de gas ineficiente o inexistente	Manipulación incorrecta	Válvula de paso de gas dañada	6	5	30	Cambio inmediato de la válvula	
	Falta de higiene	Mala combustión (flama amarilla)	6	8	48	Limpiar el equipo posterior a su operación	
	Falta de verificación en manguera para gas	Fugas de gas a la salida del tanque	8	6	48	Cambio inmediato de la manguera amarilla para gas	
	Falta de verificación en válvula del tanque	Válvula del tanque averiado (ataque rápido)	7	4	28	Cambio inmediato del accesorio	

**Figura 53:** AMFE para cocina industrial, Autores.

El AMFE fue detallado mediante una evaluación para cada equipo y proyectado en las tablas anteriores, estas pueden ser revisadas a detalle en la parte de anexos.

### 3.4. Elaboración del manual técnico

El presente manual reúne toda la información operativa y de mantenimiento para cada equipo a gas y eléctrico, posterior a su fabricación, y se divide de forma independiente; para cada equipo según se observa, molino de granos ([anexo 14](#)), horno semi – industrial ([anexo 15](#)) y cocina industrial ([anexo 16](#)).

El proceso de mantenimiento preventivo detallado en cada manual, indica el tipo de elementos que requieren de una verificación o cambio inmediato; para mayor detalle de los componentes (dimensiones), de cualquiera de los equipos estudiados, puede verificarse en los planos adjuntos en el [anexo 17](#).



### **3.5. Conclusión del capítulo**

En el desarrollo del manual técnico se pudo identificar que para obtener resultados positivos, se necesitó de la elaboración de fichas técnicas de los equipos fabricados, listado de equipos de trabajo, como es el caso de compresores, soldadoras, dobladora y cortadora, listado de herramientas, como es el caso de amoladoras, taladros y listado de repuestos para cada equipo, registrado en Microsoft excel, obteniendo menor pérdida de tiempos en producción, facilidad de inventarios, menor reparación de equipos y reducción de costos.

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS ECONÓMICO

Los gastos de mantenimiento, realmente son esenciales para la buena marcha de una empresa, por ese motivo, el capítulo tiene como objetivo conocer cuál es el costo de la implementación de la guía técnica o manual de mantenimiento preventivo para los equipos fabricados en la Industria Castillo Hermanos.

#### 6.2. Costos por elaboración del proyecto

Dentro de la tabla 5 se presenta los costos que fueron necesarios para la elaboración del manual técnico.

Tabla 4. Gastos generales, Autores.

Ítem	Rubro de Gastos	Costo Unitario (USD)	Costo Total (USD)
1	Material de escritorio	\$ 50	\$ 50
2	Fotocopias.	\$ 80	\$ 80
3	Transporte	\$ 60	\$ 60
4	Capacitaciones	\$ 240	\$ 240
5	Levantamiento de información	\$ 120	\$ 120
6	Alquiler de software para registros	\$ 90	\$ 90
7	Material empleado para el diseño del manual	\$ 85	\$ 85
8	Diseño del manual técnico	\$ 1080	\$1080
	<b>Sub total</b>		<b>\$1805,00</b>
	<b>Imprevistos (10 % del Sub total)</b>		<b>\$180,50</b>
	<b>TOTAL</b>		<b>\$1985,50</b>

El valor total de los costos generales por la elaboración del manual técnico, previa búsqueda de información, levantamiento de datos, registro, análisis de fallas y obtención de procedimientos para mantenimiento preventivo, presentan un valor de \$ 1985,50.

## CONCLUSIONES

Durante esta investigación se concluye que tras elaborar planos generales, enlistar cada elemento que lo conforma y dimensionar de forma detallada, aplicando la normativa adecuada para cada equipo (INEN), se obtiene mejoras en el área de fabricación, ya que el personal técnico no necesita verificar dimensiones o buscar la herramienta adecuada, reduciendo considerablemente el tiempo de elaboración para cada equipo.

Mediante el levantamiento de información de datos, se recopiló lo necesario para la empresa, datos de equipos y herramientas registrados en fichas técnicas y divididas en equipos de trabajo; compresores, soldadoras Mig, Tig y eléctrica, dobladora, cortadora y engrasadora manual. Fichas técnicas de herramientas; taladros y amoladoras eléctricas, juego de rachas y cajas de herramientas del personal. Listado de repuestos del molino de granos; discos, poleas, chumaceras, bandas. Horno semi – industrial; bandejas, llave keel gas para hornos, quemadores. Cocina industrial; manguera amarilla, abrazaderas, llave keel gas para cocinas y quemadores. Toda la información obtenida y el registro elaborado desde un software (Microsoft excel) beneficia a la empresa, formando más organización al momento de generar inventarios, evitando el paro de producción debido a la inexistencia de herramientas o repuestos.

Para obtener AMFE, se requiere aplicar pruebas de verificación de estado de los equipos, como es el caso de pruebas de hermeticidad, verificación de fugas, para el caso de los equipos a gas, y pruebas de funcionamiento, aplicando todo lo mencionado e incluyendo análisis de criticidad, como índice de severidad y ocurrencia se obtiene como resultado una tabla de averías, que indica los posibles fallos, causa por la que se generó y la solución para evitar cualquier daño superior al obtenido, reduciendo los costos de reparación.

Mediante la elaboración del manual técnico se concluye que es fundamental la planeación y programación de mantenimiento, por ese motivo se enumera cada procedimiento, como el caso de lubricación de chumaceras, verificación y cambio de bisagras o de manguera para gas y estableciendo las recomendaciones necesarias antes y después del mantenimiento, el manual técnico ayuda al personal operativo de la compañía como una guía de capacitación enfocado al correcto mantenimiento de los equipos.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda solicitar reposición de repuestos para los equipos eléctricos y de combustión cuando la cantidad sea menor a seis unidades, por si se presenta la necesidad de realizar cualquier tipo de trabajo de emergencia.

Todo equipo debe ser limpiado posterior a su uso, siguiendo las recomendaciones del manual, con esto se conserva en buen estado y el trabajo siempre será satisfactorio.

Con los datos obtenidos, se recomienda mantener un buen almacenamiento de la información, de los registros de mantenimiento preliminares y posteriores, ya sea en discos duros externos o plataformas en línea.

Posterior a la elaboración del manual técnico, es recomendable realizar las actualizaciones necesarias de los procesos de mantenimiento, sus resultados de la mejora o cambios que pueden ocurrir en los equipos.

## LISTA DE REFERENCIAS

- [1] F. Rey Sacristán, Manual del mantenimiento integral en la empresa, Madrid : Fundación confemental, 2001.
- [2] M. Penkova Vassileva , «Mantenimiento y análisis de vibraciones,» *Ciencia y sociedad* , vol. 32, nº 4, pp. 668-678, Diciembre 2007.
- [3] W. Olarte , M. Botero y B. Cañon , «Importancia del mantenimiento industrial dentro de los procesos de producción,» *Scientia et Technica*, vol. 16, nº 44, pp. 354-356, Abril 2010.
- [4] G. Osorio , Artist, *Conceptos Básicos de mantenimiento*. [Art]. EAFIT, 2009.
- [5] Renovetec, Mantenimiento correctivo - Organización y gestión de la reparación de averías, Madrid : Renovetec, 2009.
- [6] *Conceptos básicos sobre mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo*. [Art]. Universidad Nacional de Colombia, 2013.
- [7] C. Botero, Artist, *Mantenimiento preventivo*. [Art]. Sena, 1991.
- [8] W. Olarte , M. Botero y B. Cañon , «Técnicas de mantenimiento preventivo utilizadas en la industria,» *Scientia et Technica*, vol. 2, nº 45, pp. 223-226, Agosto 2010.
- [9] C. Charray , «Mantenimiento predictivo: Una técnica que reduce o elimina averías inesperadas,» *Dyna 2006*, vol. 75, pp. 28-34, Febrero 2000.
- [10] E. A. López Arias , Artist, *El mantenimiento productivo total TPM y la importancia del recurso humano para su exitosa implementación*. [Art]. Pontificia Universidad Javeriana, 2009.
- [11] M. Rodrigues y K. Hatakeyama , «Analysis of the fall of TPM in companies,» *Science Direct*, vol. 179, nº 1-3, pp. 2776-279, 2006.
- [12] A. Hung , «Mantenimiento centrado en confiabilidad como estrategia para apoyar los indicadores de disponibilidad y paradas forzadas en la planta Oscar A. Machado EDC,» *Energética* , vol. 30, nº 2, pp. 12-18, Diciembre 2009.

- [13] K. A. Mercedes Quishpe , Artist, *Mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM)*. [Art]. 2019.
- [14] A. C. Merchán Ulloa , Artist, *Análisis modal de fallos y efectos (AMFE), en el proceso de producción de tableros eléctricos de la Empresa EC-BOX*. [Art]. Universidad del Azuay, 2015.
- [15] M. P. Astier Peña y J. Á. Maderuelo Fernández , «Análisis proactivo del riesgo: el análisis modal de fallos y efectos (AMFE),» *Revista clinica electrónica en atención primaria*, n° 18, pp. 1-8, 2010.
- [16] *Fundamentos de cocina y el servicio*. [Art]. Universidad Interamericana para el desarrollo , 2017.
- [17] J. Lee, J. Kwon, T. Kim y W. Choi, «Impact of planetary ball mills on corn stover characteristics and enzymatic digestibility depending on grinding ball properties,» *Bioresource Technology*, vol. 241, pp. 1094-1100, 2017.
- [18] M. Balcazar y J. Guamba, *Diseño de un triturador de cacao*, Quito, 2009.
- [19] L. Pallasco y A. Jami, *Diseño y construcción de un molino para triturar hojas disecadas de plantas medicinales para ingrediente del té sachet, con capacidad de 25 kg/h para “La fundación familia salesiana salinas”*, Quito, 2018.
- [20] G. Mieles, "Diseño de un Procesador para harina de arroz", Guayaquil, 2016.
- [21] R. Carrera, *Estudio del metodo de coccion al vacio a baja temperatura y aplicación a platos tradicionales ecuatorianos a base de cerdo*, Quito, 2014.
- [22] J. Arévalo, *Gestión de la Información, gestión de contenidos y conocimiento*, Salamanca, 2007.
- [23] Á. Giráldez y M. Seghiri, *Extracción terminológica*, Málaga, 2019.
- [24] V. Monge, «La codificación en el método de investigación de la grounded theory o teoría fundamentada,» *Innovaciones educativas*, n° 22, 2015.

- [25] L. Mena y D. Arias, Desarrollo de un plan de gestión del mantenimiento para los equipos del laboratorio de máquinas herramientas, soldadura y fundición de la universidad politécnica salesiana - sede quito., Quito, 2020.
- [26] O. Eraso, Procesos de manufactura, 2008.
- [27] R. Morato, Análisis de los procesos de soldadura aplicados en cuatro empresas de la ciudad de Bogotá dedicadas a la fabricación de los cuerpos de los carrotanques en acero al carbono para transporte de crudo, BOGOTÁ, 2012.
- [28] C. Pérez, Desarrollar un manual de procedimientos para la inspección de uniones de soldadura a tope y tipo T en tanques de almacenamiento fabricados de acero ASTM - A36, Quito, 2020.
- [29] H. Granja, «Proceso de soldadura GMAW para aceros ordinarios al carbón, aceros inoxidable y aluminio,» *Revista Politécnica*, vol. 32, pp. 43-50, 2013.
- [30] OXGASA, Manual del soldador, El Salvador.
- [31] A. Remache, E. Puente, R. Aulestia y M. Noroña, «Análisis tribológico en un motor de gasolina con dos marcas de lubricantes y la misma especificación,» *INNOVA Research Journal*, vol. 2, nº 3, pp. 150-166, 2017.
- [32] R. Silva y R. Ramirez, Diseño y construcción de un equipo para ensayos de lubricación hidrodinámica para el laboratorio de tribología, Quito, 2015.
- [33] SENA, Principios de lubricación, Bogotá, 1990.
- [34] R. Budynas y K. Nisbett, Diseño en ingeniería mecánica de Shigley, México: Mcgraw-Hill/Interamericana editores, s.a. De c.v., 2008.
- [35] P. Ringegni, Teoría general de los rodamientos, 2018.
- [36] F. Hernández y M. A. Rosales, ¿Qué es un manual técnico?, ¿Cuál es su estructura? Ejemplos, Querétaro , 2008.
- [37] R. Viscalla Alvarez , Definición Manual de Mantenimiento, 2008.
- [38] C. Botero , Artist, *Manual de mantenimiento*. [Art]. Sena, 1991.

- [39] Universidad técnica de prevención, Manual básico de prevención de riesgos en mantenimiento, Santander , 2007.
- [40] University of Nebraska - Lincoln , «Uso de molinos CTI para la producción y uso de harina de sorgo,» *International Sorghum and Millet Collaborative* , vol. 5, nº 72, pp. 1-3, Mayo 2011.
- [41] G. E. Cabrales Paffen, Artist, *Diseño, construcción y montaje de un molino de discos por fricción de sales*. [Art]. Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar , 1999.
- [42] SKF, «Rodamientos rígidos de bolas,» de *Rodamientos*, Gotemburgo, Suecia, Grupo SKF 2019, 2019, pp. 1-4.
- [43] M. A. Rodríguez Pozueta , «Motores monofásicos de inducción,» IEE, Santander , 2015 .
- [44] FAG, «Lubricación de rodamientos,» Sales Europe, Iberia - España, 2003.
- [45] M. Rodríguez Montán , Artist, *Cálculo de la cantidad de lubricante para rodamientos*. [Art]. Proactive, 2020.
- [46] A. J. Besa González, Diagnóstico y corrección de fallos de componentes mecánicos, Valencia : Universitat Politècnica de València, 2018.
- [47] A. Deutschman , W. Michels y C. Wilson, Diseño de máquinas, México DF: Continental SA, 1987.
- [48] E. Álvarez Sanz , Artist, *Aplicación informática sobre Android: BLAFA. Aprendizaje y cálculo de rodamientos*. [Art]. Universidad Carlos III, 2013.
- [49] SKF, Productos de mantenimiento y lubricación SKF, Gotemburgo: Grupo SKF, 2011.
- [50] NTN, Cuidado y mantenimiento de los rodamientos, Osaka: NTN Corporation , 2019.
- [51] E. Montes, I. Lloret y M. A. López , Diseño y gestion de cocinas, Madrid: Díaz de santos, 2019.



- [52] J. V. Gonzalez Sosa , J. Loyo Quijada , M. Á. López Ontiveros , P. Pérez Montoya y A. Cruz Hernández , «Mantenimiento industrial en máquinas herramientas por medio de AMFE,» *Ingeniería industrial*, vol. 17, nº 3, pp. 209-225, 24 julio 2018.
- [53] D. Páramo y E. Ramírez , *Metodología y técnicas de investigación empresariales*, Neiva , 2009.
- [54] J. C. Orrego Barrera , *Análisis de criticidad*, Bogotá, 2008.
- [55] A. Pérez Estrada , Artist, *La protección ambiental en el mantenimiento industrial*. [Art]. Empresa de Ingeniería y proyectos para la Electricidad, 2018.

## ANEXOS

### Anexo 1. Codificación de equipos, herramientas y repuestos

<b>INDUSTRIA CASTILLO HERMANOS</b> <b>EQUIPOS EN ACERO</b> A GAS, REFRIGERACIÓN Y ELÉCTRICOS	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO</b>		<b>CÓDIGO:</b>	RG-CD-01
			<b>REVISIÓN:</b>	C-S-001
			<b>PÁGINA:</b>	CH-01
			<b>FECHA:</b>	3/1/2022
<b>CODIFICACIÓN DE EQUIPOS-HERRAMIENTAS-REPUESTOS</b>				
	<b>Código</b>	<b>Nombre abreviado</b>	<b>Prioridad</b>	<b>Familia de equipo y número de inventario</b>
	<b>GM-V-010</b>	Molino de granos	Vital	Molinos eléctricos
	AM-I-011	Acople para molino (1 1/4" A36)	Importante	Repuestos para molinos eléctricos
	AM-N-012	Acople para molino (1 1/4" AISI 304)	Normal	
	BM-I-013	Banda en V para molino	Importante	
	CM-I-014	Chumaceras para molino (1")	Importante	
	DM-I-015	Discos de molino	Importante	
	EM-I-016	Eje para molino (AISI 304)	Importante	
	IM-I-017	Interruptor On-Off para molino	Importante	
	MM-I-018	Motor de molino	Importante	
	PM-I-019	Polea de molino (2 1/2")	Importante	
	PM-N-110	Polea de molino (8")	Normal	
	RM-I-111	Recolector de producto para molino	Importante	
	<b>SH-V-020</b>	Horno semi - industrial	Vital	Hornos a gas
	BH-N-021	Bandejas para horno	Importante	Repuestos para hornos a gas
	CH-I-022	Carga latas para horno	Normal	
	ÑH-I-023	Cañería para horno (1/2")	Importante	
	PH-I-024	Puertas para horno	Importante	
	QH-I-025	Quemador para horno (H)	Importante	
	TH-I-026	Termómetro para horno	Importante	
	WH-I-027	Piso para el horno	Importante	
	<b>IC-V-030</b>	Cocina industrial	Vital	Cocinas a gas
	PC-I-031	Protección de cañería para cocina	Importante	Repuestos para cocinas a gas
	LC-N-032	Llave Keel gas para cocina	Normal	
	ÑC-I-033	Cañería para cocina (1/2")	Importante	
	PC-I-034	Parrilla de hierro fundido para	Importante	
	QC-I-035	Quemador de bronce	Importante	

<b>INDUSTRIA CASTILLO HERMANOS</b> <b>EQUIPOS EN ACERO</b> A GAS, REFRIGERACIÓN Y ELÉCTRICOS	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO</b>	<b>CÓDIGO:</b>	RG-CD-01	
		<b>REVISIÓN:</b>	C-S-001	
		<b>PÁGINA:</b>	CH-01	
		<b>FECHA:</b>	3/1/2022	
<b>CODIFICACIÓN DE EQUIPOS-HERRAMIENTAS-REPUESTOS</b>				
	CE-I-040	Cortadora manual para equipos de trabajo	Importante	Equipos de trabajo
	CE-V-041	Compresor de aire para equipos de trabajo	Vital	
	DE-I-042	Dobladora manual para equipos de trabajo	Importante	
	EE-I-043	Soldadora eléctrica para equipos de trabajo	Importante	
	GE-I-044	Engrasadora manual para equipos de trabajo	Importante	
	ME-I-045	Soldadora Mig/Mag para equipos de trabajo	Importante	
	ME-I-046	Soldadora Mig/Mag para equipos de trabajo	Importante	
	OE-I-047	Soldadora de oxi-acetileno para equipos de trabajo	Importante	
	TE-V-048	Soldadora Tig para equipos de trabajo	Vital	
	AT-I-050	Amoladora eléctrica	Importante	Herramientas
	EM-I-051	Escuadra metálica	Importante	
	ET-I-052	Destornillador estrella	Importante	
	HT-I-053	Caja de herramientas	Importante	
	JT-I-054	Juego de rachas	Importante	
	LT-I-055	Llave de pico	Importante	
	LT-I-056	Llaves allen	Importante	
	MT-I-057	Martillo de bola	Importante	
	PT-I-058	Destornillador plano	Importante	
	RT-I-059	Remachadora	Importante	
	ST-I-060	Tijera para metal	Importante	
	ST-I-061	Tijera de hojalatero	Importante	
	TT-I-062	Taladro percutor	Importante	

Anexo 2. Registro de equipos y herramientas de trabajo.

INDUSTRIA CASTILLO HERMANOS EQUIPOS EN ACERO A GAS, REFRIGERACIÓN Y ELÉCTRICOS		MANUAL DE MANTENIMIENTO			CÓDIGO:	RG-ET-01
					REVISIÓN:	C-S-001
					PÁGINA:	H-01
					FECHA:	3/1/2022
REGISTRO DE EQUIPOS DE TRABAJO						
Código	Cant.	Equipo	Marca	Aplicación	Disponibilidad	
CE-V-041	1	Compresor de aire	Campbell H.	Pintura de equipos y pruebas de presión	Disponible	
ME-I-046	1	Soldadora Mig/Mag	Cebora Synstar	Para fabricación y mantenimiento de equipos	Disponible	
OE-I-047	1	Soldadora de oxi-acetileno	Victor	Suelda de tubería de cobre y equipos de uso comercial	Disponible	
ME-I-045	2	Soldadora Mig/Mag	Eliwed	Mayor velocidad de soldadura para hierro y acero inoxidable	Disponible	
TE-V-048	1	Soldadora Tig	BP	Soldadura de materiales especiales y muy finos	Disponible	
EE-I-043	1	Soldadora eléctrica	Lincoln	Unión de estructuras de hierro para cada equipo	Disponible	
DE-I-042	1	Dobladora manual	Niagra	Ajusta diferentes tipos de doblez y calibres de lamina	Disponible	
CE-I-040	1	Cortadora manual	Call6	Corte de láminas de acero de cualquier largo	Disponible	
GE-I-044	2	Engrasadora manual	Truper	Lubricación rápida en piezas de cada equipo	Disponible	

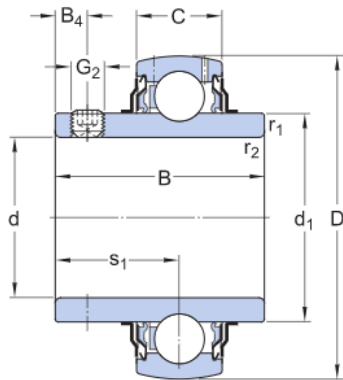
INDUSTRIA CASTILLO HERMANOS EQUIPOS EN ACERO A GAS, REFRIGERACIÓN Y ELÉCTRICOS		MANUAL DE MANTENIMIENTO			CÓDIGO:	RG-HR-01
					REVISIÓN:	C-S-001
					PÁGINA:	H-01
					FECHA:	3/1/2022
REGISTRO DE HERRAMIENTAS DE TRABAJO						
Código	Cant.	Herramienta	Marca	Aplicación	Disponibilidad	
TL-I-31	2	Taladro percutor	Dewalt	Facilidad de taladrado en piezas de cada equipo	Disponible	
AE-I-32	2	Amoladora eléctrica	Bosch	Corte, lijado y pulido de material	Disponible	
JD-I-34	1	Juego de rachas	Toptul	Ajuste y fijación de tuercas y tornillos de cabeza	Disponible	
TB-I-33	5	Caja de herramientas	BP	Contiene herramientas de trabajo	Disponible	
SW-I-34	5	Llave de pico	Stanley	Fijación rápida y segura de cualquier componente, para cada equipo	Disponible	
SD-I-35	4	Destornillador plano	Stanley		Disponible	
SP-I-36	4	Destornillador estrella	Stanley		Disponible	
HM-I-37	5	Martillo de bola	Bellota		Disponible	
RV-I-38	4	Remachadora	Stanley		Disponible	
MB-I-39	5	Escuadra metálica	Stanley	Medición y estructura para fabricación de equipos	Disponible	
MS-I-40	4	Tijera para metal	Stanley	Corte de láminas de acero	Disponible	
TS-I-49	4	Tijera de hojalatero	Stanley		Disponible	
AW-I-42	5	Llaves allen	Stanley	Fijación de cualquier componente que use tornillos de cabeza hexagonal	Disponible	

Anexo 3. Listado de repuestos.

<b>INDUSTRIA CASTILLO HERMANOS</b> <b>EQUIPOS EN ACERO</b> A GAS, REFRIGERACIÓN Y ELÉCTRICOS		<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO</b>		<b>CÓDIGO:</b>	RG.RP.01
				<b>REVISIÓN:</b>	C/S/001
				<b>PÁGINA:</b>	R-01
				<b>FECHA:</b>	3/1/2022
<b>LISTADO DE REPUESTOS (CASTILLO HNOS)</b>					
Código	Descripción	Existencias iniciales	Entradas	Salidas	Stock
AM-I-011	Acople 1 1/4" A36	8	4	3	9
RM-I-111	Recolector de producto	10	0	3	7
EM-I-016	Eje AISI 304	19	4	12	11
ÑH-I-023	Cañería 1/2" para horno	11	5	0	16
BH-N-021	Bandejas	11	4	2	13
CH-I-022	Carga latas	13	2	5	10
PH-I-024	Puertas para horno	26	4	16	14
WH-I-027	Piso del horno	18	0	6	12
PC-I-031	Protección de cañería	11	6	2	15
QH-I-025	Quemador H para horno	22	12	16	18
ÑC-I-033	Cañería 1/2" para cocina	11	0	5	6
AM-N-012	Acople 1 1/4" AISI 304	8	2	3	7
					0

<b>INDUSTRIA CASTILLO HERMANOS</b> <b>EQUIPOS EN ACERO</b> A GAS, REFRIGERACIÓN Y ELÉCTRICOS		<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO</b>		<b>CÓDIGO:</b>	RG.RP.01
				<b>REVISIÓN:</b>	C/S/001
				<b>PÁGINA:</b>	R-02
				<b>FECHA:</b>	3/1/2022
<b>LISTADO DE REPUESTOS (PROVEEDOR)</b>					
Código	Descripción	Existencias iniciales	Entradas	Salidas	Stock
DM-I-015	Discos para molino	10	5	3	12
MM-I-018	Motor	4	0	1	3
PM-I-019	Polea de 2 1/2"	16	0	4	12
PM-N-110	Polea de 8"	12	0	4	8
CM-I-014	Rodamiento de bolas 1"	22	10	8	24
BM-I-013	Banda en V	6	5	4	7
IM-I-017	Interruptor On-Off	5	2	1	6
TH-I-026	Termómetro	20	0	5	15
PC-I-034	Parrilla de hierro fundido	10	2	7	5
QC-I-035	Quemador de bronce	22	5	16	11
LC-N-032	Llave Keel gas	31	0	16	15
					0

#### Anexo 4. Datos del rodamiento para elaboración de cálculos



#### DIMENSIONES

d	19.05 mm	Diámetro del agujero
D	47 mm	Diámetro exterior
B	31 mm	Ancho del aro interior
C	14 mm	Ancho del aro exterior
d <sub>1</sub>	≈ 28.2 mm	Diámetro exterior del aro interior
B <sub>4</sub>	4.5 mm	Distancia de la cara lateral del dispositivo de fijación al centro de la rosca
r <sub>1,2</sub>	min. 0.6 mm	Dimensión del chaflán
s <sub>1</sub>	18.3 mm	Distancia de la cara lateral del dispositivo de fijación al centro del camino de rodadura









#### DATOS DEL CÁLCULO

Capacidad de carga dinámica básica	C	12.7 kN
Capacidad de carga estática básica	C <sub>0</sub>	6.55 kN
Carga límite de fatiga	P <sub>u</sub>	0.28 kN
Velocidad límite <sup>1)</sup>		8 500 r/min
Factor de cálculo	f <sub>0</sub>	13

#### MASA

Rodamiento de masa completo	0.16 kg
-----------------------------	---------

## Anexo 5. Tabla de factores de corrección para cálculo de rodamientos

TIPO DE RODAMIENTO	RODAMIENTO RADIALES DE BOLAS	RODAMIENTO DE RODILLOS CILINDRICOS O DE AGUJAS	RODAMIENTOS DE RODILLOS ESFERICOS, RODAMIENTOS DE RODILLOS CONICOS Y RODAMIENTOS DE EMPUJ. BOLAS, DE RODILLOS CILINDRICOS, DE AGUJAS O DE RODILLOS ESFERICOS)																																																																	
FORMULA BASE DE CALCULO: $L_{10} = \left[ \frac{10^6}{60 \cdot n} \left( \frac{K}{1000} \right)^{\frac{10}{3}} \right]^{\frac{3}{10}}$		 	  																																																																	
diámetro interior (d), en mm	100																																																																			
RPM	2000																																																																			
Re-lubricar en estas horas de operación	3000	1500	300																																																																	
	CRITERIOS DE AJUSTE DEL PERIODO DE RELUBRICACION DE ACUERDO A SKF: 1. SI LA TEMPERATURA ES MAYOR A 70 °C, ENTONCES REDUCIR EL PERIODO A LA MITAD POR CADA 15 °C POR ARRIBA DE 70 °C, 2. SI EL EJE ES VERTICAL, REDUCIR EN UN 50 %, 3. SI HAY PROBLEMA DE VIBRACIONES O CARGAS DE CHOQUE, REDUCIR EN UN 50 % Y, SI HAY ALTA CONTAMINACION, REDUCIR TAMBIEN EN UN 50 %. NOTA: ESTA FORMULA NO APLICA PARA RODAMIENTOS GRANDES (d > 30 CM).																																																																			
	CRITERIOS DE AJUSTE EN EL CASO DE LA NORMA DIN 81825 PARTE 2: EL CALCULO MOSTRADO (EN HORAS DE OPERACION) SE MULTIPLICA POR EL FACTOR K. $K = FT \cdot FC \cdot FM \cdot FV \cdot FP \cdot FD$ . Donde: FT = FACTOR DE TEMPERATURA, FC = FACTOR DE CONTAMINACION, FM = FACTOR DE HUMEDAD, FV = FACTOR DE VIBRACIONES, FP = FACTOR DE POSICION. NOTA: FD, EL FACTOR DE DISEÑO YA HA SIDO CONSIDERADO EN LOS CALCULOS DE LAS HORAS DE OPERACION QUE SE MUESTRAN ARRIBA Y DEPENDE DEL TIPO DE RODAMIENTO, POR LO CUAL YA ESTA IMPLICITO Y NO HACE FALTA VOLVER A MULTIPLICAR POR FD (FD = 10 PARA RODAMIENTOS DE BOLAS, FD = 5 PARA RODAMIENTOS DE RODILLOS CILINDRICOS O DE AGUJAS Y FD = 1 PARA RODILLOS ESFERICOS, CONICOS O DE EMPUJE)																																																																			
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>FACTOR</th> <th>CONDICIONES DE OPERACION</th> <th>VALOR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">TEMPERATURA - CARCASA</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">FT</td> <td>ENTRE 38 Y 65 °C</td> <td>0.9</td> </tr> <tr> <td>ENTRE 66 Y 80 °C</td> <td>0.5</td> </tr> <tr> <td>ENTRE 81 Y 93 °C</td> <td>0.2</td> </tr> <tr> <td>ARRIBA DE 94 °C</td> <td>0.1</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">CONTAMINACION</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">FC</td> <td>BAJA, PARTICULAS NO ABRASIVAS (FIBRAS DE TELA, PINTURA, PLATICOS, RESIDUOS VEGETALES, ETC.)</td> <td>0.9</td> </tr> <tr> <td>ALTA, PARTICULAS NO ABRASIVAS</td> <td>0.6</td> </tr> <tr> <td>BAJA, PARTICULAS ABRASIVAS (REBABAS, TIERRA, POLVO, METALES DE DESGASTE, ETC.)</td> <td>0.3</td> </tr> <tr> <td>ALTA, PARTICULAS ABRASIVAS</td> <td>0.1</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">HUMEDAD</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">FM</td> <td>POR DEBAJO DEL 80 %</td> <td>0.9</td> </tr> <tr> <td>ENTRE 80 Y 90 %</td> <td>0.7</td> </tr> <tr> <td>CONDENSACION OCASIONAL</td> <td>0.4</td> </tr> <tr> <td>PRESENCIA DE AGUA EN EL ALOJAMIENTO DEL RODAMIENTO</td> <td>0.1</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">VIBRACIONES Y/O CARGAS DE CHOQUE. NOTA: IPS = PLO/SEG. 0.2 IPS = 5 MM/SEG</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">FV</td> <td>MENOS DE 0.2 IPS - MODERADA</td> <td>0.9</td> </tr> <tr> <td>DE 0.2 A 0.4 IPS - ALTA</td> <td>0.6</td> </tr> <tr> <td>POR ARRIBA DE 0.4 IPS - MUY ALTA</td> <td>0.3</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">POSICION DEL EJE</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">FP</td> <td>HORIZONTAL</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>ANGULO DE 45 °</td> <td>0.7</td> </tr> <tr> <td>VERTICAL</td> <td>0.5</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">DISEÑO DEL RODAMIENTO - TIPO DE RODAMIENTO</td> </tr> <tr> <td>FD</td> <td colspan="2">VER NOTA ARRIBA, YA HA SIDO CONSIDERADO EN LA FORMULA DE CALCULO DE LAS HORAS</td> </tr> </tbody> </table>			FACTOR	CONDICIONES DE OPERACION	VALOR	TEMPERATURA - CARCASA			FT	ENTRE 38 Y 65 °C	0.9	ENTRE 66 Y 80 °C	0.5	ENTRE 81 Y 93 °C	0.2	ARRIBA DE 94 °C	0.1	CONTAMINACION			FC	BAJA, PARTICULAS NO ABRASIVAS (FIBRAS DE TELA, PINTURA, PLATICOS, RESIDUOS VEGETALES, ETC.)	0.9	ALTA, PARTICULAS NO ABRASIVAS	0.6	BAJA, PARTICULAS ABRASIVAS (REBABAS, TIERRA, POLVO, METALES DE DESGASTE, ETC.)	0.3	ALTA, PARTICULAS ABRASIVAS	0.1	HUMEDAD			FM	POR DEBAJO DEL 80 %	0.9	ENTRE 80 Y 90 %	0.7	CONDENSACION OCASIONAL	0.4	PRESENCIA DE AGUA EN EL ALOJAMIENTO DEL RODAMIENTO	0.1	VIBRACIONES Y/O CARGAS DE CHOQUE. NOTA: IPS = PLO/SEG. 0.2 IPS = 5 MM/SEG			FV	MENOS DE 0.2 IPS - MODERADA	0.9	DE 0.2 A 0.4 IPS - ALTA	0.6	POR ARRIBA DE 0.4 IPS - MUY ALTA	0.3	POSICION DEL EJE			FP	HORIZONTAL	1	ANGULO DE 45 °	0.7	VERTICAL	0.5	DISEÑO DEL RODAMIENTO - TIPO DE RODAMIENTO			FD	VER NOTA ARRIBA, YA HA SIDO CONSIDERADO EN LA FORMULA DE CALCULO DE LAS HORAS	
FACTOR	CONDICIONES DE OPERACION	VALOR																																																																		
TEMPERATURA - CARCASA																																																																				
FT	ENTRE 38 Y 65 °C	0.9																																																																		
	ENTRE 66 Y 80 °C	0.5																																																																		
	ENTRE 81 Y 93 °C	0.2																																																																		
	ARRIBA DE 94 °C	0.1																																																																		
CONTAMINACION																																																																				
FC	BAJA, PARTICULAS NO ABRASIVAS (FIBRAS DE TELA, PINTURA, PLATICOS, RESIDUOS VEGETALES, ETC.)	0.9																																																																		
	ALTA, PARTICULAS NO ABRASIVAS	0.6																																																																		
	BAJA, PARTICULAS ABRASIVAS (REBABAS, TIERRA, POLVO, METALES DE DESGASTE, ETC.)	0.3																																																																		
	ALTA, PARTICULAS ABRASIVAS	0.1																																																																		
HUMEDAD																																																																				
FM	POR DEBAJO DEL 80 %	0.9																																																																		
	ENTRE 80 Y 90 %	0.7																																																																		
	CONDENSACION OCASIONAL	0.4																																																																		
	PRESENCIA DE AGUA EN EL ALOJAMIENTO DEL RODAMIENTO	0.1																																																																		
VIBRACIONES Y/O CARGAS DE CHOQUE. NOTA: IPS = PLO/SEG. 0.2 IPS = 5 MM/SEG																																																																				
FV	MENOS DE 0.2 IPS - MODERADA	0.9																																																																		
	DE 0.2 A 0.4 IPS - ALTA	0.6																																																																		
	POR ARRIBA DE 0.4 IPS - MUY ALTA	0.3																																																																		
POSICION DEL EJE																																																																				
FP	HORIZONTAL	1																																																																		
	ANGULO DE 45 °	0.7																																																																		
	VERTICAL	0.5																																																																		
DISEÑO DEL RODAMIENTO - TIPO DE RODAMIENTO																																																																				
FD	VER NOTA ARRIBA, YA HA SIDO CONSIDERADO EN LA FORMULA DE CALCULO DE LAS HORAS																																																																			
<b>Technosis Reliability Services</b>																																																																				

## Anexo 6. Programa para resolución de cálculos de lubricación.

### PROGRAMA PARA CALCULOS DE LUBRICACIÓN - RODAMIENTOS DE BOLAS

#### Cálculos de lubricación inicial:

Volumen del espacio vacío total dentro del rodamiento:

$$V = \left[ \left( \frac{\pi}{4} \times B \times (D^2 - d^2) \times 10^{-9} \right) - \frac{m}{7800} \right] \times 10^6$$

Ingrese los datos solicitados:

$B =$   [mm]  
 $D =$   [mm]  
 $d =$   [mm]  
 $m =$   [kg]

$V =$   [cm<sup>3</sup>]



#### Relación de velocidad:

$$n_r = \frac{n}{n_{m \text{ ax}}}$$

$$Q_{\text{inicial}} = V \times \% \text{Lien}$$

Ingrese los datos solicitados:

$n =$   [rpm]  
 $n_{\text{max}} =$   [rpm]

$\% \text{Lien} =$   %

$n_r =$    
 $Q_{\text{in}} =$   [g]

#### Cálculos de re-lubricación:

$$Q_{\text{re-lub}} = 0.005 \times D \times B$$

Ingrese los datos solicitados:

$B =$   [mm]  
 $D =$   [mm]

$Q_{\text{re-lub}} =$   [g]

#### Frecuencia de re-lubricación:

$$T = K \times \left[ \left( \frac{14000000}{n \times \sqrt{d}} \right) - 4 \times d \right]$$

#### Factores de corrección:

$$K = F_t \times F_c \times F_m \times F_v \times F_p \times F_d$$

Ingrese los datos solicitados:

$F_t =$    
 $F_c =$    
 $F_m =$    
 $F_v =$    
 $F_p =$    
 $F_d =$    
 $d =$   [mm]  
 $n =$   [rpm]

$k =$    
 $T =$   [h]  
 $T =$   [días]



Anexo 7. Fichas técnicas de equipos de trabajo

<b>FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS DE TRABAJO</b>			INDUSTRIA CASTILLO HERMANOS EQUIPOS EN ACERO A GAS, REFRIGERACIÓN Y ELÉCTRICOS
		<b>Fecha:</b>	<b>07 - 12 - 2021</b>
<b>MÁQUINA-EQUIPO</b>	<b>Compresor de aire</b>	<b>UBICACIÓN</b>	<b>Taller Castillo H.</b>
<b>FABRICANTE</b>	<b>Campbell H.</b>	<b>SECCIÓN</b>	<b>Pintura</b>
<b>MODELO</b>	<b>CE4104</b>	<b>CÓDIGO DE EQUIPO:</b>	<b>CE-V-041</b>
<b>MARCA</b>	<b>Campbell Hausfeld</b>		
<b>CARACTERISTICAS GENERALES</b>			
<b>Material Fab.</b>	N.A	<b>Dimensiones</b>	N.A
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>	<b>FOTO DE LA MÁQUINA-EQUIPO</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Potencia nominal:</b> 4 kW</li> <li>• <b>Voltaje:</b> 220 V – Monofásico</li> <li>• <b>Desplazamiento CFM:</b> 24.2</li> <li>• <b>Tanque:</b> 300 L</li> <li>• <b>Presión máxima:</b> 9.65 bar</li> <li>• <b>Peso:</b> 63.5 kg</li> <li>• <b>Manguera neumática:</b> si</li> <li>• <b>Pistola de aire:</b> si</li> </ul>			
<b>FUNCIÓN</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El compresor de aire se utiliza para trabajos de campo, ya sea para pintura de equipos en acero.</li> <li>• El uso secundario del equipo es para casos de emergencia como pruebas de estanqueidad en los equipos a gas principalmente.</li> </ul>			
<b>MANTENIMIENTO:</b> El mantenimiento está programado conforme a las necesidades de trabajo, se ha fijado intervalos de acuerdo al programa de mantenimiento			

# FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS DE TRABAJO

INDUSTRIA CASTILLO HERMANOS  
EQUIPOS EN ACERO  
A GAS, REFRIGERACIÓN Y ELÉCTRICOS

Fecha: 07 - 12 - 2021

MÁQUINA-EQUIPO	Soldadora MIG/MAG	UBICACIÓN	Taller Castillo H.
FABRICANTE	Elimed	SECCIÓN	Equipos de solda
MODELO	200 M	CÓDIGO DE EQUIPO:	ME-I-045
MARCA	Cebora Synstar		

## CARACTERÍSTICAS GENERALES

Material Fab.	N.A	Dimensiones	480 x 830 x 825 mm
---------------	-----	-------------	--------------------

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- **Potencia absorbida:** 6.3 kVA
- **Voltaje:** 220 V – Monofásico
- **Fusible acción retardada:** 16 A
- **Corriente:** 20 A – 200 A
- **Clase de protección:** IP 23 S
- **Peso:** 45 kg
- **Antorcha PUSH-PULL:** si
- **Tocha PUSH-PULL:** si

## FUNCIÓN

- La soldadura MIG / MAG se utiliza para trabajos de campo, su aplicación principal es establecer el arco eléctrico. Procedimiento MAG se aplica en los aceros y MIG para el resto de los metales

## FOTO DE LA MÁQUINA-EQUIPO



**MANTENIMIENTO:** El mantenimiento está programado conforme a las necesidades de trabajo, se ha fijado intervalos de acuerdo al programa de mantenimiento

# FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS DE TRABAJO

INDUSTRIA CASTILLO HERMANOS  
EQUIPOS EN ACERO  
A GAS, REFRIGERACIÓN Y ELÉCTRICOS

**Fecha:** 16 - 04 - 2021

<b>MÁQUINA-EQUIPO</b>	<b>Soldadura de oxi-acetileno</b>	<b>UBICACIÓN</b>	<b>Taller Castillo H.</b>
<b>FABRICANTE</b>	<b>VICTOR</b>	<b>SECCIÓN</b>	<b>Equipos de suelda</b>
<b>MODELO</b>	<b>0384-2111</b>	<b>NÚMERO DE EQUIPO:</b>	<b>OE-I-047</b>
<b>MARCA</b>	<b>VICTOR</b>		

## CARACTERISTICAS GENERALES

<b>Material Fab.</b>	N.A	<b>Dimensiones</b>	N.A
----------------------	-----	--------------------	-----

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- **Soldadura:** Autógena
- **Temperatura próxima:** 3055°C
- **Disponibilidad:**
  - Cilindro de oxígeno
  - Cilindro de acetileno
  - Aditamento de corte
  - Antorcha de suelda
  - Boquilla de suelda
  - Manguera gemela
  - Manómetros (0-30/0-200 psi)
  - Regulador acetileno

### FUNCIÓN

- El equipo de suelda se trata de un proceso de soldadura con fusión, normalmente sin aporte externo de material metálico.
- El equipo es ideal para trabajos de campo, necesario para soldar tubería de cobre, si es el caso, en equipos de uso comercial.

### FOTO DE LA MÁQUINA-EQUIPO



**MANTENIMIENTO:** El mantenimiento está programado conforme a las necesidades de trabajo, se ha fijado intervalos de acuerdo al programa de mantenimiento

# FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS DE TRABAJO

INDUSTRIA CASTILLO HERMANOS  
EQUIPOS EN ACERO  
A GAS, REFRIGERACIÓN Y ELÉCTRICOS

Fecha: 07 - 12 - 2021

MÁQUINA-EQUIPO	Soldadora MIG	UBICACIÓN	Taller Castillo H.
FABRICANTE	Forney	SECCIÓN	Equipos de solda
MODELO	270	CÓDIGO DE EQUIPO:	ME-I-046
MARCA	Eliweld		

## CARACTERÍSTICAS GENERALES

Material Fab.	N.A	Dimensiones	N.A
---------------	-----	-------------	-----

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- **Voltaje:** 230 V
- **Salida de soldadura:** 270 A
- **Fusible retardado:** 50 A
- **Fase:** Única
- **Frecuencia:** 60 Hz
- **Ciclo de trabajo nominal:** 60 %
- **Rango de diámetro del alambre hasta:** 1.143 mm

## FUNCIÓN

- La soldadura MIG se utiliza para trabajos de campo, su aplicación principal permite obtener una velocidad de soldadura muy alta para hierro y acero inoxidable.

## FOTO DE LA MÁQUINA-EQUIPO



**MANTENIMIENTO:** El mantenimiento está programado conforme a las necesidades de trabajo, se ha fijado intervalos de acuerdo al programa de mantenimiento

# FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS DE TRABAJO

INDUSTRIA CASTILLO HERMANOS  
EQUIPOS EN ACERO  
A GAS, REFRIGERACIÓN Y ELÉCTRICOS

Fecha: 07 - 12 - 2021

MÁQUINA-EQUIPO	Soldadora TIG	UBICACIÓN	Taller Castillo H.
FABRICANTE	BP	SECCIÓN	Equipos de solda
MODELO	Raptor 200 S	CÓDIGO DE EQUIPO:	<b>TE-V-048</b>
MARCA	BP		

## CARACTERISTICAS GENERALES

Material Fab.	N.A	Dimensiones	N.A
---------------	-----	-------------	-----

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- **Voltaje:** 110-220 V
- **Corriente máxima:** 200 A
- **Electrodos recomendados:** 6011-6013-7018-308L hasta 1/8" de diámetro
- **Fase:** Única
- **Frecuencia:** 60 Hz
- **Ciclo de trabajo nominal:** 60 %

## FUNCIÓN

- La soldadura TIG se utiliza para trabajos de campo, su aplicación principal son la soldadura de tubos y cañerías, materiales especiales y particularmente finos

## FOTO DE LA MÁQUINA-EQUIPO



**MANTENIMIENTO:** El mantenimiento está programado conforme a las necesidades de trabajo, se ha fijado intervalos de acuerdo al programa de mantenimiento

# FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS DE TRABAJO

INDUSTRIA CASTILLO HERMANOS  
EQUIPOS EN ACERO  
A GAS, REFRIGERACIÓN Y ELÉCTRICOS

Fecha: 07 - 12 - 2021

MÁQUINA-EQUIPO	Soldadora eléctrica	UBICACIÓN	Taller Castillo H.
FABRICANTE	Lincoln	SECCIÓN	Equipos de solda
MODELO	AC 225	CÓDIGO DE EQUIPO:	EE-I-043
MARCA	Lincoln		

## CARACTERISTICAS GENERALES

Material Fab.	N.A	Dimensiones	N.A
---------------	-----	-------------	-----

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- **Voltaje:** 110-220 V
- **Corriente máxima:** 40-225 A
- **Electrodos recomendados:** 6011-6013-7018-308L hasta 1/8" de diámetro
- **Fase:** Única
- **Frecuencia:** 60 Hz
- **Ciclo de trabajo nominal:** 60 %

### FUNCIÓN

- La soldadura eléctrica se utiliza para trabajos de campo, su aplicación principal son la soldadura de hierro negro para la elaboración de estructuras de cada equipo.

### FOTO DE LA MÁQUINA-EQUIPO



**MANTENIMIENTO:** El mantenimiento está programado conforme a las necesidades de trabajo, se ha fijado intervalos de acuerdo al programa de mantenimiento.

# FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS DE TRABAJO

INDUSTRIA CASTILLO HERMANOS  
EQUIPOS EN ACERO  
A GAS, REFRIGERACIÓN Y ELÉCTRICOS

Fecha: 07 - 12 - 2021

MÁQUINA-EQUIPO	Dobladora manual	UBICACIÓN	Taller Castillo H.
FABRICANTE	Niagra	SECCIÓN	Equipos de fabricación
MODELO	S-250-P	CÓDIGO DE EQUIPO:	DE-I-042
MARCA	Niagra		

## CARACTERÍSTICAS GENERALES

Material Fab.	N.A	Dimensiones	2500 x 1700 x 1000 mm
---------------	-----	-------------	-----------------------

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- **Sistema de lubricación:** Grasera
- **Lubricante:** Grasa
- **Tipo de lubricación:** Manual
- **Sistema de refrigeración:** No aplica

## FUNCIÓN

- La dobladora manual se utiliza para trabajo pesado, puede ajustar diferentes tipos de doblado y calibres de lámina. Máquinas de fácil operación y poco mantenimiento.

## FOTO DE LA MÁQUINA-EQUIPO



**MANTENIMIENTO:** El mantenimiento está programado conforme a las necesidades de trabajo, se ha fijado intervalos de acuerdo al programa de mantenimiento

# FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS DE TRABAJO

INDUSTRIA CASTILLO HERMANOS

EQUIPOS EN ACERO

A GAS, REFRIGERACIÓN Y ELÉCTRICOS

Fecha: 07 - 12 - 2021

MÁQUINA-EQUIPO	Cortadora manual	UBICACIÓN	Taller Castillo H.
FABRICANTE	Metal Tools S.A	SECCIÓN	Equipos de fabricación
MODELO	1120C	CÓDIGO DE EQUIPO:	<b>CE-I-040</b>
MARCA	Cal16		

## CARACTERÍSTICAS GENERALES

Material Fab.	N.A	Dimensiones	1350 x 900 x 600 mm
---------------	-----	-------------	---------------------

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- **Peso:** 350 kg
- **Longitud de corte:** 1100 mm
- **Capacidad de corte en acero:** 1.5 mm
- **Tipo de lubricación:** Manual
- **Cuchillas construidas en acero F2379**

## FUNCIÓN

- La cortadora manual se utiliza para trabajo pesado, puede cortar láminas de acero de cualquier largo. Máquinas de fácil operación y poco mantenimiento.

## FOTO DE LA MÁQUINA-EQUIPO



**MANTENIMIENTO:** El mantenimiento está programado conforme a las necesidades de trabajo, se ha fijado intervalos de acuerdo al programa de mantenimiento



Anexo 8. Fichas técnicas de herramientas de trabajo

FICHA TÉCNICA DE HERRAMIENTAS			INDUSTRIA CASTILLO HERMANOS EQUIPOS EN ACERO A GAS, REFRIGERACIÓN Y ELÉCTRICOS	
		Fecha:	07 - 12 - 2021	
HERRAMIENTA	Engrasadora manual	UBICACIÓN	Taller Castillo H.	
FABRICANTE	Truper	SECCIÓN	Equipos de fabricación	
MODELO	GRAS-13	CÓDIGO DE EQUIPO:	GE-I-044	
MARCA	Truper Ligera			
CARACTERÍSTICAS GENERALES				
Material Fab.	N.A	Dimensiones	N.A	
CARÁCTERÍSTICAS MECÁNICAS		FOTO DE LA HERRAMIENTA		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Capacidad:</b> 14 oz (400 g)</li> <li>• <b>Presión máxima de trabajo:</b> 31026.42 KPa</li> <li>• <b>Longitud del cuerpo:</b> 275 mm</li> <li>• <b>Peso:</b> 1.35 kg</li> </ul>				
<p><b>FUNCIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La engrasadora manual se utiliza para trabajos de lubricación de equipos dentro del mantenimiento preventivo, puede inyectar la grasa rápidamente en las piezas de la máquina. Herramienta de fácil operación y poco mantenimiento.</li> </ul>				
<b>MANTENIMIENTO:</b> N.A				

# FICHA TÉCNICA DE HERRAMIENTAS

INDUSTRIA CASTILLO HERMANOS

EQUIPOS EN ACERO

A GAS, REFRIGERACIÓN Y ELÉCTRICOS

Fecha: 07 - 12 - 2021

HERRAMIENTA	Taladro percutor	UBICACIÓN	Taller Castillo H.
FABRICANTE	Dewalt	SECCIÓN	Equipos de fabricación
MODELO	DW505	CÓDIGO DE EQUIPO:	TT-I-062
MARCA	Dewalt		

## CARACTERISTICAS GENERALES

Material Fab.	N.A	Dimensiones	N.A
---------------	-----	-------------	-----

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- **Tensión:** 120 -127 V
- **Corriente nominal:** 0-6 A
- **Potencia:** 710 W
- **Frecuencia:** 50 – 60 Hz
- **Revoluciones por minuto:** 0-2800 rpm
- **Impacto por minuto:** 0-47600 ipm
- **Capacidad del mandril:** 13 mm

### FUNCIÓN

- El taladro percutor se utiliza para trabajos de campo, puede facilitar el taladrado rompiendo el material en las piezas de la máquina. Herramienta de fácil operación y poco mantenimiento.

### FOTO DE LA HERRAMIENTA



**MANTENIMIENTO: N.A**

# FICHA TÉCNICA DE HERRAMIENTAS

INDUSTRIA CASTILLO HERMANOS  
EQUIPOS EN ACERO  
A GAS, REFRIGERACIÓN Y ELÉCTRICOS

Fecha: 07 - 12 - 2021

HERRAMIENTA	Amoladora eléctrica	UBICACIÓN	Taller Castillo H.
FABRICANTE	Bosch	SECCIÓN	Equipos de fabricación
MODELO	GWS 11-125	CÓDIGO DE EQUIPO:	AT-I-050
MARCA	Bosch		

## CARACTERÍSTICAS GENERALES

Material Fab.	N.A	Dimensiones	330 x 130 x 110 mm
---------------	-----	-------------	--------------------

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- **Potencia:** 710 W
- **Corriente nominal:** 0-6 A
- **Frecuencia:** 50 Hz
- **Medida del disco:** 115 x 4.8 x 22 mm
- **Velocidad sin carga:** 10500 rpm
- **Peso:** 2.5 kg

## FUNCIÓN

- El taladro percutor se utiliza para trabajos de campo, puede facilitar procesos de corte, lijado y pulido de ciertos materiales. Herramienta de fácil operación y poco mantenimiento.

## FOTO DE LA HERRAMIENTA



**MANTENIMIENTO:** N.A

# FICHA TÉCNICA DE HERRAMIENTAS

INDUSTRIA CASTILLO HERMANOS  
EQUIPOS EN ACERO  
A GAS, REFRIGERACIÓN Y ELÉCTRICOS

Fecha:

07 - 12 - 2021

HERRAMIENTAS	Juego de rachas	UBICACIÓN	Taller Castillo H.
FABRICANTE	Toptul	SECCIÓN	Equipos de fabricación
MODELO	M 3/4"	CÓDIGO DE EQUIPO:	<b>JT-I-054</b>
MARCA	Toptul		

## CARACTERÍSTICAS GENERALES

Material Fab.	N.A	DIMENSIONES	19 – 50 mm
---------------	-----	-------------	------------

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

### Contiene:

- Barra de extensión M de 3/4".
- Mango en T deslizante.
- Mango de trinquete reversible 43 Teeth de 3/4.
- Conjunto combinado de tamaño métrico.
- Adecuado para uso automotriz e industrial.

## FUNCIÓN

- El juego de rachas se utiliza para trabajos de fabricación, se utilizan en conjunto con una llave para ajustar y asegurar rápidamente tuercas y tornillos de cabeza hexagonal. Herramienta de fácil operación y poco mantenimiento.

## FOTO DE LA HERRAMIENTA



**MANTENIMIENTO: N.A**

# FICHA TÉCNICA DE HERRAMIENTAS

INDUSTRIA CASTILLO HERMANOS  
EQUIPOS EN ACERO  
A GAS, REFRIGERACIÓN Y ELÉCTRICOS

Fecha: 07 - 12 - 2021

EQUIPO	Caja de herramientas	UBICACIÓN	Taller Castillo H.
FABRICANTE	BP	SECCIÓN	Equipos de fabricación
MODELO	TBC122B	CÓDIGO DE EQUIPO:	<b>HT-I-053</b>
MARCA	BP		

## CARACTERISTICAS GENERALES

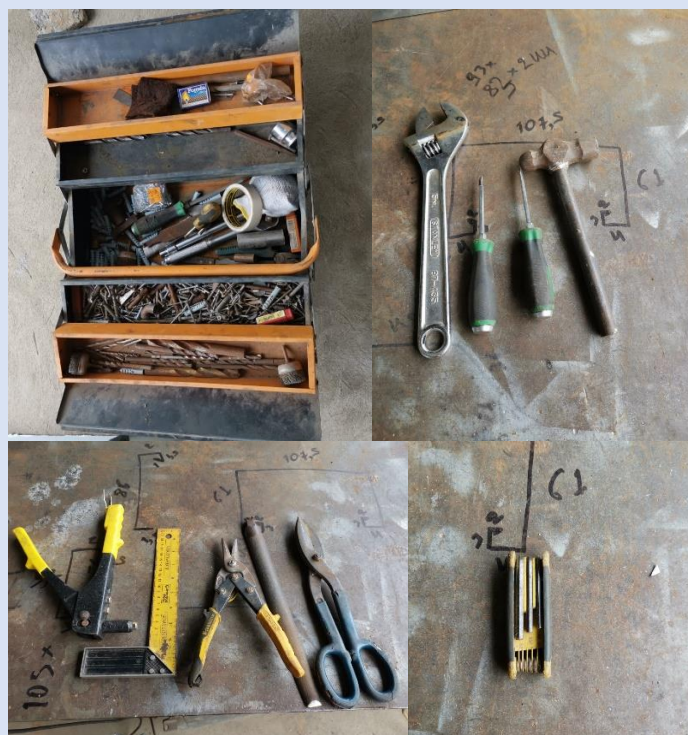
Material Fab.	N.A	Dimensiones	495 x 200 x 220 mm
---------------	-----	-------------	--------------------

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

### Dispone:

- **SW-I-34;** Llave de pico
- **SD-I-35;** Destornillador plano
- **SP-I-36;** Destornillador estrella
- **HM-I-37;** Martillo de bola
- **RV-I-38;** Remachadora
- **MB-I-39;** Escuadra metálica
- **MS-I-40;** Tijera para metal
- **TS-I-41;** Tijera de hojalatero
- **AW-I-42;** Llaves Allen

## FOTO DE LA HERRAMIENTA



## FUNCIÓN

- Caja de herramientas, disponible para cada operario, se aplica para trabajos de fabricación y mantenimiento. Equipo de herramientas de fácil operación y poco mantenimiento.

**MANTENIMIENTO: N.A**

Anexo 9. Fichas técnicas de equipos fabricados

FICHA TÉCNICA DE MOLINO DE GRANOS			INDUSTRIA CASTILLO HERMANOS EQUIPOS EN ACERO A GAS, REFRIGERACIÓN Y ELÉCTRICOS
		Fecha:	07 - 12 - 2021
EQUIPO	Molino de granos eléctrico	UBICACIÓN	Taller Castillo H.
FABRICANTE	Ind. Castillo Hnos.	SECCIÓN	Bodega
MODELO	-	CÓDIGO DE EQUIPO:	<b>GM-V-010</b>
MARCA	-		
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
Material de Fab.	N.A	DIMENSIONES	495 x 200 x 220 mm
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		FOTO DEL EQUIPO	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Capacidad:</b> 20 kg/hora</li> <li>• <b>Velocidad:</b> 1750 rpm</li> <li>• <b>Peso:</b> 25 kg</li> <li>• <b>Tipo de lubricación:</b> manual</li> </ul>			
<p><b>FUNCIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipo adaptado de un molino de granos manual, diseñado para moler granos secos o cocidos adaptado a un motor monofásico para agitar su trabajo.</li> </ul>			
<p><b>MANTENIMIENTO:</b> El mantenimiento está programado conforme a las necesidades de trabajo, se ha fijado intervalos de acuerdo al flujograma de mantenimiento</p>			

# FICHA TÉCNICA DE HORNO SEMI - INDUSTRIAL

INDUSTRIA CASTILLO HERMANOS  
EQUIPOS EN ACERO  
A GAS, REFRIGERACIÓN Y ELÉCTRICOS

Fecha: 07 - 12 - 2021

EQUIPO	Horno semi – industrial	UBICACIÓN	Taller Castillo H.
FABRICANTE	Ind. Castillo Hnos.	SECCIÓN	Bodega
MODELO	-	CÓDIGO DE EQUIPO:	SH-V-020
MARCA	-		

## CARACTERISTICAS GENERALES

Material de Fab.	N.A	DIMENSIONES	495 x 200 x 220 mm
------------------	-----	-------------	--------------------

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- **Potencia de Gas:** 23 kW
- **Número de bandejas:** 3
- **Conexión:** Roscado 13 mm
- **Capacidad máxima:** 40 kg
- **Presión recomendada:** 1.5 bar
- **Intervalo de temperatura:** 100-300 °C

### FUNCIÓN

- Equipo que aprovecha y a la vez genera el calor necesario para calentar una materia que se someterá a transformaciones químicas.

### FOTO DEL EQUIPO



**MANTENIMIENTO:** El mantenimiento está programado conforme a las necesidades de trabajo, se ha fijado intervalos de acuerdo al flujograma de mantenimiento

# FICHA TÉCNICA DE COCINA INDUSTRIAL

INDUSTRIA CASTILLO HERMANOS  
EQUIPOS EN ACERO  
A GAS, REFRIGERACIÓN Y ELÉCTRICOS

Fecha: 07 - 12 - 2021

EQUIPO	Cocina industrial	UBICACIÓN	Taller Castillo H.
FABRICANTE	Ind. Castillo Hnos.	SECCIÓN	Bodega
MODELO	-	CÓDIGO DE EQUIPO:	IC-V-030
MARCA	-		

## CARACTERÍSTICAS GENERALES

Material de Fab.	Acero AISI 304	DIMENSIONES	495 x 200 x 220 mm
------------------	----------------	-------------	--------------------

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- **Potencia Gas:** 18.5 kW
- **Número de quemadores:** 2
- **Conexión:** Roscado 13 mm
- **Capacidad máxima:** 40 kg
- **Presión de trabajo recomendada:** 1.5 bar o 0.5 psi
- **Intervalo de temperatura:** 0-150 °C

## FUNCIÓN

- Equipo que aprovecha y a la vez genera el calor necesario para efectuar la elaboración de las comidas mediante la transformación de alimentos.

## FOTO DEL EQUIPO



**MANTENIMIENTO:** El mantenimiento está programado conforme a las necesidades de trabajo, se ha fijado intervalos de acuerdo al flujograma de mantenimiento



**Anexo 10.** Tablas de programa de mantenimiento de equipos

<small>INDUSTRIA CASTILLO HERMANOS EQUIPOS EN ACERO A GAS REFRIGERACIÓN Y ELÉCTRICOS</small> <b>MANUAL DE MANTENIMIENTO</b>		<b>CÓDIGO:</b>		GM-V-010									
		<b>REVISIÓN:</b>		C-S-001									
		<b>EQUIPO:</b>		Molino de granos									
		<b>FECHA:</b>		3/1/2022									
<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO</b>													
Act.	Descripción	Enero				Febrero				Marzo			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Limpieza del equipo	x		x		x		x		x		x	
2	Desmontaje, lubricación y montaje de rodamientos			x			x			x			x
3	Cambio de rodamientos					x					x		
4	Alineación de poleas		x		x			x			x		
5	Tensión de bandas		x		x			x			x		
6	Cambio de bandas A36						x						x

<small>INDUSTRIA CASTILLO HERMANOS EQUIPOS EN ACERO A GAS REFRIGERACIÓN Y ELÉCTRICOS</small> <b>MANUAL DE MANTENIMIENTO</b>		<b>CÓDIGO:</b>		SH-V-020									
		<b>REVISIÓN:</b>		C-S-001									
		<b>EQUIPO:</b>		Horno semi-industrial									
		<b>FECHA:</b>		3/1/2022									
<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO</b>													
Act.	Descripción	Enero				Febrero				Marzo			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Limpieza del equipo		x		x		x		x		x		x
2	Lubricación de bisagras			x				x				x	
3	Desmontaje y cambio de bisagras							x					
4	Desmontaje y verificación de quemadores			x			x			x			x
5	Cambio de chiglores		x					x				x	
6	Cambio de quemadores							x					

<small>INDUSTRIA CASTILLO HERMANOS EQUIPOS EN ACERO A GAS REFRIGERACIÓN Y ELÉCTRICOS</small> <b>MANUAL DE MANTENIMIENTO</b>		<b>CÓDIGO:</b>		IC-V-030									
		<b>REVISIÓN:</b>		C-S-001									
		<b>EQUIPO:</b>		Cocina industrial									
		<b>FECHA:</b>		3/1/2022									
<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO</b>													
Act.	Descripción	Enero				Febrero				Marzo			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Limpieza del equipo	x		x		x		x		x		x	
2	Desmontaje y verificación de quemadores			x						x			
3	Cambio de chiglores					x					x		
4	Cambio de quemadores				x						x		
5	Verificación de fugas		x		x			x			x		
6	Cambio de manguera para gas									x			

<b>INDUSTRIA CASTILLO HERMANOS</b> <b>EQUIPOS EN ACERO</b> <small>A GAS, REFRIGERACIÓN Y ELÉCTRICOS</small>		<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO</b>		<b>CÓDIGO:</b>	CE-V-041								
				<b>REVISIÓN:</b>	C-S-001								
				<b>EQUIPO T:</b>	Compresor de aire								
				<b>FECHA:</b>	3/1/2022								
<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO</b>													
Act.	Descripción	Enero				Febrero				Marzo			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Limpieza del equipo		x		x		x		x			x	
2	Comprobar funcionamiento de las válvulas de presión		x				x				x		
3	Control y verificación de presión			x			x			x			
4	Control de temperatura de la mezcla a-c			x			x			x			
5	Cambio de aceite				x								x
6	Cambio de filtros de aceite				x								x

<b>INDUSTRIA CASTILLO HERMANOS</b> <b>EQUIPOS EN ACERO</b> <small>A GAS, REFRIGERACIÓN Y ELÉCTRICOS</small>		<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO</b>		<b>CÓDIGO:</b>	ME-I-045								
				<b>REVISIÓN:</b>	C-S-001								
				<b>EQUIPO:</b>	Soldadora Mig/Mag								
				<b>FECHA:</b>	3/1/2022								
<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO</b>													
Act.	Descripción	Enero				Febrero				Marzo			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Limpieza del equipo			x				x				x	
2	Verificación de tornillos sueltos o faltantes			x				x				x	
3	Verificación del módulo IBGT				x				x				x
4	Limpieza del transformador principal		x		x			x			x		
5	Limpieza de radiador		x		x			x			x		
6	Verificación del visor led												x

<b>INDUSTRIA CASTILLO HERMANOS</b> <b>EQUIPOS EN ACERO</b> <small>A GAS, REFRIGERACIÓN Y ELÉCTRICOS</small>		<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO</b>		<b>CÓDIGO:</b>	OE-I-047								
				<b>REVISIÓN:</b>	C-S-001								
				<b>EQUIPO:</b>	Suelda oxiacetileno								
				<b>FECHA:</b>	3/1/2022								
<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO</b>													
Act.	Descripción	Enero				Febrero				Marzo			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Limpieza del equipo	x		x		x		x		x		x	
2	Cambio de antorcha de corte						x				x		
3	Cambio de boquilla de suelda						x				x		
4	Verificación de mangueras		x		x			x			x		
5	Cambio de mangueras										x		
6	Cambio de manómetros												x

<b>INDUSTRIA CASTILLO HERMANOS</b> <b>EQUIPOS EN ACERO</b> <small>A GAS, REFRIGERACIÓN Y ELÉCTRICOS</small>		<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO</b>				<b>CÓDIGO:</b>	ME-I-046						
						<b>REVISIÓN:</b>	C-S-001						
						<b>EQUIPO:</b>	Soldadora Mig/Mag						
						<b>FECHA:</b>	3/1/2022						
<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO</b>													
Act.	Descripción	Enero				Febrero				Marzo			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Limpieza del equipo			x				x				x	
2	Verificación de tornillos sueltos o faltantes			x				x				x	
3	Verificación del módulo IBGT				x				x				x
4	Limpieza del transformador principal		x		x			x			x		
5	Limpieza de radiador		x		x			x			x		
6	Verificación del visor led												x

<b>INDUSTRIA CASTILLO HERMANOS</b> <b>EQUIPOS EN ACERO</b> <small>A GAS, REFRIGERACIÓN Y ELÉCTRICOS</small>		<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO</b>				<b>CÓDIGO:</b>	TE-V-048						
						<b>REVISIÓN:</b>	C-S-001						
						<b>EQUIPO:</b>	Soldadora Tig						
						<b>FECHA:</b>	3/1/2022						
<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO</b>													
Act.	Descripción	Enero				Febrero				Marzo			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Limpieza del equipo	x		x		x		x		x		x	
2	Chequeo de todos los conectores del equipo		x		x		x		x		x		x
3	Chequeo general de electroválvulas de gas			x				x				x	
4	Comprobación de conexiones de refrigeración a la entrada al cabezal		x		x			x			x		
5	Verificación de las mangueras		x		x			x			x		
6	Comprobación eléctrica de la bomba			x			x				x		

<b>INDUSTRIA CASTILLO HERMANOS</b> <b>EQUIPOS EN ACERO</b> <small>A GAS, REFRIGERACIÓN Y ELÉCTRICOS</small>		<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO</b>				<b>CÓDIGO:</b>	RG-PM-01						
						<b>REVISIÓN:</b>	C-S-001						
						<b>EQUIPO:</b>	Soldadora eléctrica						
						<b>FECHA:</b>	3/1/2022						
<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO</b>													
Act.	Descripción	Enero				Febrero				Marzo			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Limpieza del equipo	x		x		x		x		x		x	
2	Verificación de tornillos sueltos o faltantes	x		x		x		x		x		x	
3	Verificación de interruptores		x				x				x		
4	Verificación de potenciómetro		x				x				x		
5	Limpieza del transformador principal		x		x			x			x		
6	Limpieza de radiador		x					x					x

<b>INDUSTRIA CASTILLO HERMANOS</b> <b>EQUIPOS EN ACERO</b> <small>A GAS, REFRIGERACIÓN Y ELÉCTRICOS</small>		<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO</b>				<b>CÓDIGO:</b>	DE-I-042						
						<b>REVISIÓN:</b>	C-S-001						
						<b>EQUIPO:</b>	Dobladora manual						
						<b>FECHA:</b>	3/1/2022						
<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO</b>													
Act.	Descripción	Enero				Febrero				Marzo			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Limpieza del equipo	x		x		x		x		x		x	
2	Verificación en zona de doblado	x		x		x		x		x		x	
3	Cambio de cuchillas					x					x		
4	Alineación de palancas				x			x			x		
5	Verificación de estado de las muelas		x			x			x			x	
6	Lubricación de palancas			x			x				x		

<b>INDUSTRIA CASTILLO HERMANOS</b> <b>EQUIPOS EN ACERO</b> <small>A GAS, REFRIGERACIÓN Y ELÉCTRICOS</small>		<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO</b>				<b>CÓDIGO:</b>	CE-I-040						
						<b>REVISIÓN:</b>	C-S-001						
						<b>EQUIPO:</b>	Cortadora manual						
						<b>FECHA:</b>	3/1/2022						
<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO</b>													
Act.	Descripción	Enero				Febrero				Marzo			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Limpieza del equipo	x		x		x		x		x		x	
2	Verificación de la zona de corte	x		x		x		x		x		x	
3	Verificación de estado de los mandos	x		x		x		x		x		x	
4	Verificación de cuchillas de corte		x		x		x		x		x		x
5	Lubricación de cuchillas				x				x				x
6	Cambio de cuchillas												x

Anexo 11. Tabla de contenido del análisis modal de fallos y efectos en el molino de granos.

INDUSTRIA CASTILLO HERMANOS EQUIPOS EN ACERO A GAS, REFRIGERACIÓN Y ELÉCTRICOS			<b>AMFE: ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS</b>			EQUIPO EN REVISIÓN: FECHA INICIO: FECHA FINAL:	Molino de granos 29/12/2021 3/1/2022
FALLA POTENCIAL			EVALUACIÓN				
Posibles fallas	Posibles causas del modo de falla	Describir los efectos de las fallas	S	O	C	Tarea recomendada	
Molino en operación se atasca	No se generó el cambio de molienda para un grano más grueso	Discos comprimen los granos en medio y fuerza insuficiente	7	6	42	Cambio de molienda fina a una más gruesa hasta que el molino logre girar	
	Ingreso de objetos extraños al molino	Se genera una pasta que se compacta en los discos	7	7	49	Verificación y limpieza constante del equipo	
	Desgaste debido a la constante fricción	Desgaste de los discos	8	3	24	Cambio inmediato de los componentes	
	Tornillo de alimentación desalineado	Desgaste abrasivo del componente	7	4	28	Alineación del tornillo y cambio, de ser necesario	
Desgaste de los rodamientos	Ingreso de material extraño y fino en el componente	Desgaste abrasivo y abolladuras	6	6	36	Cambio inmediato del accesorio	
	Lubricación inadecuada	Decoloración leve por calor y bloqueo total del rodamiento	6	8	48	Si el rodamiento aun no presenta bloqueo es posible Re lubricar	
	Montaje inadecuado	Ralladura y desgaste abrasivo	8	7	56	Seguir el procedimiento adecuado de montaje	
Molino en operación pierde fuerza en la molienda	Las bandas no tienen la tensión correcta	Desgaste de banda del molino	8	5	40	Desmontaje y alineación correcta de la banda	
	Pérdida de alineación	Marcas anormales de impacto en las poleas	9	5	45	Desmontaje y cambio de la banda, alineación correcta de las poleas	
Molino no enciende	Sobrecarga del motor por sobrecalentamiento	Desgaste prematuro del motor	8	4	32	Instalar elementos de protección de corriente (fusibles)	

**Anexo 12.** Tabla de contenido del análisis modal de fallos y efectos en el horno semi - industrial.

INDUSTRIA CASTILLO HERMANOS EQUIPOS EN ACERO A GAS, REFRIGERACIÓN Y ELÉCTRICOS		AMFE: ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS				EQUIPO EN REVISIÓN:	Horno sm-industrial
						FECHA INICIO:	29/12/2021
						FECHA FINAL:	3/1/2022
FALLA POTENCIAL			EVALUACIÓN				
Posibles fallas	Posibles causas del modo de falla	Describir los efectos de las fallas	S	O	C	Tarea recomendada	
No cierra la puerta del horno	Manipulación innecesaria	Salida de calor interior del equipo	6	7	42	Desmontaje y ajuste de vuelta las bisagras	
	Bisagras del horno desajustadas	Cocción inadecuada de alimentos	8	6	48	Desmontaje y cambio de las bisagras	
Falla en regulación de paso de flamas	Manipulación inadecuada y excesiva	Flamas distorsionadas	8	7	56	Verificación y cambio de válvula de gas	
	Regulación aire-combustible ineficiente	Quemadores que se apagan	7	7	49	Verificar estado de presión del gas	
Puntos calientes en paredes del horno	Infiltración de aire	Daños en el aislamiento	6	6	36	Verificación y cambio de paredes del horno (si es necesario)	
	Exceder de la temperatura recomendada		6	7	42	Seguir las recomendaciones del fabricante	
	Colocar agua en superficies sin haber deja enfriar el equipo	Oxidación en superficies del horno	6	8	48	Evitar el uso de agua sobre las superficies del horno	
Sobre temperatura en cámara de combustión	Deficiente flujo de aire	Humo en cámara de combustión	7	5	35	Verificar estado de presión del gas	

Anexo 13. Tabla de contenido del análisis modal de fallos y efectos en cocina industrial.

INDUSTRIA CASTILLO HERMANOS EQUIPOS EN ACERO A GAS, REFRIGERACIÓN Y ELÉCTRICOS			AMFE: ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS			EQUIPO EN REVISIÓN:	Cocina industrial
						FECHA INICIO:	29/12/2021
						FECHA FINAL:	3/1/2022
FALLA POTENCIAL			EVALUACIÓN				
Posibles fallas	Posibles causas del modo de falla	Describir los efectos de las fallas	S	O	C	Tarea recomendada	
Salida de paso de gas ineficiente o inexistente	Manipulación incorrecta	Válvula de paso de gas dañada	6	5	30	Cambio inmediato de la válvula	
	Falta de higiene	Mala combustión (flama amarilla)	6	8	48	Limpiar el equipo posterior a su operación	
	Falta de verificación en manguera para gas	Fugas de gas a la salida del tanque	8	6	48	Cambio inmediato de la manguera amarilla para gas	
	Falta de verificación en válvula del tanque	Válvula del tanque averiado (ataque rápido)	7	4	28	Cambio inmediato del accesorio	
Quemadores ineficientes	Acumulación de restos de grasa	Mala mezcla aire - combustible	6	6	36	Limpiar el equipo posterior a su operación	
	Infiltraciones de aire por mal ajuste		6	8	48	necesita del ajuste adecuado	
	Caída de objetos rígidos sobre el accesorio	Daños en el quemador	6	6	36	Cambio inmediato del quemador	
Chiglores obstruidos	Acumulación de restos de grasa	Mala combustión (flama amarilla)	8	7	56	limpiar el accesorio posterior a su operación	
Fugas de gas	Falta de verificación y mantenimiento	Intoxicación si el equipo se encuentra en un lugar cerrado	10	8	80	Usar agua jabonosa para verificar donde esta la fuga de gas	

**Anexo 14.** Manual de mantenimiento para molino de granos



**Anexo 15.** Manual de mantenimiento para horno semi – industrial

**Anexo 16.** Manual de mantenimiento para cocina industrial

**Anexo 17.** Planos de los equipos fabricados (Industria Castillo Hermanos)