

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**  
**CARRERA: INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR,**  
**MODALIDAD PRESENCIAL**

**TEMA:**

**“PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS Y**  
**MAQUINARIA DE LAS MIPYMES METALMECANICAS”**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de ingeniera industrial

**Línea de investigación: Gestión, productividad, producción.**

**AUTORA**

Jenifer Viviana Huera Rayo

**DIRECTORA**

Jenyffer Alexandra Yépez Chicaiza, MSc

**Ibarra, julio 2024**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**  
**AUTORIZACION DE USO Y PUBLICACION A FAVOR**  
**DE LA UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE**

**IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	2100766985		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Huera Rayo Jenifer Viviana		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Vía interoceánica km 23		
<b>EMAIL:</b>	<a href="mailto:jvhuerar@utn.edu.ec">jvhuerar@utn.edu.ec</a>		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>		<b>TELF. MOVIL</b>	0967954768

DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	Plan de mantenimiento preventivo para los equipos y maquinaria de las MiPymes metalmecánicas.
<b>AUTOR:</b>	Jenifer Viviana Huera Rayo
<b>FECHA:</b>	23/07/2024
SOLO PARA TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	
<b>CARRERA/PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>GRADO</b> <input type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b>
<b>TITULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniera Industrial
<b>DIRECTOR:</b>	Ing. Jenyffer Yépez, MSc.

## CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 23 días, del mes de julio de 2024

### EL AUTOR:

Firma.....  


Nombre: Jenifer Viviana Huera Rayo

## CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, 23 de julio de 2024

Ing. Jenyffer Alexandra Yépez Chicaiza, MSc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de Integración Curricular, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

(f) .....

Ing. Jenyffer Alexandra Yépez Chicaiza, MSc.

C.C.: 199301331-6

## APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificador del trabajo de Integración Curricular “Plan de mantenimiento preventivo para los equipos y maquinaria de las MiPymes metalmecánicas.” elaborado por Jenifer Viviana Huera Rayo, previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:

(f).....

Ing. Jenyffer Alexandra Yépez Chicaiza, MSc.

C.C.: 100301335-6.....

(f).....

Ing. Víctor Alfonso Erazo Arteaga, MSc.

C.C.: 17.0188024.....

## **DEDICATORIA**

*Dedico este trabajo a mis padres Yolanda y Alfonso, que me han apoyado en cada paso y siempre me han guiado con su ejemplo y rectitud, los amo y son mi inspiración.*

*A mis hermanos Jhoselyn y Sneyder, porque me han inspirado a ser cada día mejor y darles un buen ejemplo.*

*A mi familia, porque siempre me animaron para no darme por vencida y me impulsaron a que logre mis objetivos propuestos.*

*A mis amigos, quienes han compartido conmigo conocimientos y aprendizajes a lo largo de la carrera, los llevo en el corazón y deseo que tengan éxito en su vida personal y profesional.*

***Jenifer Viviana Huera Rayo***

## AGRADECIMIENTO

*Primero quiero agradecer a Dios por sus infinitas bendiciones, por darme sabiduría para tomar buenas decisiones a lo largo de mi vida. y por guiarme en cada paso que he dado.*

*A mis padres, hermanos y familia por sus palabras de aliento, consejos y sobre todo por brindarme su apoyo incondicional.*

*Agradezco a la Universidad Técnica del Norte, a la carrera de Ingeniería Industrial, que me han permitido convertirme en una profesional.*

*A mi directora, MSc, Jenyffer Yépez y a mi asesor, MSc, Víctor Erazo, por brindarme su apoyo y guiarme con sus conocimientos en el tema de mi investigación.*

*Finalmente, a Macusa Industrial, por abrirme sus puertas para desarrollar mi proyecto de investigación, en especial al MSc, Joffre Espín, por guiarme con sus conocimientos técnicos y experiencia laboral.*

***Jenifer Viviana Huera Rayo***

## RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación, titulada "Desarrollo de un Plan de Mantenimiento Preventivo para los Equipos y Maquinaria en las MiPymes Metalmecánicas de Imbabura", tiene como objetivo principal el diseño de un plan de mantenimiento preventivo dirigido a los equipos y maquinaria utilizados en las MiPymes del sector metalmecánico en la provincia de Imbabura. La metodología empleada es de carácter aplicada y documental, con un enfoque mixto que integra técnicas tanto cuantitativas como cualitativas.

El proceso investigativo se basa en la implementación de técnicas de observación, entrevistas y encuestas para la recolección de información relevante y datos críticos necesarios para el desarrollo del estudio. A través de la encuesta realizada a los operarios del taller, se llevó a cabo un análisis de criticidad de los activos correspondientes a las áreas de producción y pintura, utilizando una estructura de preguntas con ponderaciones específicas para elaborar una matriz de análisis de criticidad, debido a la ausencia de un historial de fallos y mantenimientos para los equipos en cuestión.

El análisis de los datos permitió identificar 10 equipos con una criticidad alta, 10 con una criticidad media y 3 con una criticidad baja. Se aplicó el Análisis Modal de Fallos y Efectos (FMEA) a los equipos clasificados como críticos para calcular el Índice de Prioridad de Riesgo (RPN) de los principales componentes de estos activos. A partir de este análisis, se definieron las actividades preventivas necesarias para ser ejecutadas de manera periódica, adaptadas a las especificidades de cada máquina y equipo para optimizar su desempeño y prolongar su vida útil.

**Palabras clave:** Mantenimiento, análisis de criticidad, análisis modal de fallos y efectos, averías, mantenimiento preventivo.

## **ABSTRACT**

This research, titled "Development of a Preventive Maintenance Plan for Equipment and Machinery in Metalworking MSMEs of Imbabura", has as its main objective the design of a preventive maintenance plan aimed at the equipment and machinery used in MSMEs in the sector. metalworking in the province of Imbabura. The methodology used is applied and documentary in nature, with a mixed approach that integrates both quantitative and qualitative techniques.

The investigative process is based on the implementation of observation techniques, interviews and surveys for the collection of relevant information and critical data necessary for the development of the study. Through the survey carried out with the workshop operators, a criticality analysis of the assets corresponding to the production and painting areas was carried out, using a structure of questions with specific weights to develop a criticality analysis matrix, due to the absence of a history of failures and maintenance for the equipment in question.

The analysis of the data allowed us to identify 10 teams with a high criticality, 10 with a medium criticality and 3 with a low criticality. Failure Modal and Effects Analysis (FMEA) was applied to equipment classified as critical to calculate the Risk Priority Index (RPN) of the main components of these assets. Based on this analysis, the necessary preventive activities were defined to be executed periodically, adapted to the specificities of each machine and equipment to optimize its performance and prolong its useful life.

**Keywords:** Maintenance, criticality analysis, failure and effects modal analysis, breakdowns, preventive maintenance.

## **LISTA DE SIGLAS**

**AC.** Análisis de Criticidad

**AMFE.** Análisis Modal de Fallos y Efectos

**MP.** Mantenimiento preventivo

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA .....	i
CONSTANCIAS .....	ii
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR .....	iii
APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR .....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
RESUMEN EJECUTIVO .....	vii
ABSTRACT .....	viii
LISTA DE SIGLAS .....	viii
CAPITULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1    Problema de investigación.....	1
1.2    Objetivos.....	1
1.2.1    Objetivo General.....	1
1.2.2    Objetivos Específicos .....	1
1.3    Alcance .....	2
1.4    Justificación.....	2
CAPÍTULO II.....	4
MARCO TEÓRICO .....	4
2.1    Historia del mantenimiento industrial .....	4
2.2    Definición de mantenimiento .....	5
2.3    Importancia del mantenimiento .....	5
2.4    Plan de mantenimiento .....	6
2.5    Funciones y objetivos del mantenimiento .....	6

2.6	Actividades del mantenimiento .....	6
2.7	Tipos de mantenimiento .....	7
2.8	Mantenimiento Correctivo.....	8
2.9	Mantenimiento Predictivo .....	8
2.10	Mantenimiento Preventivo .....	8
2.11	Categorías del Mantenimiento.....	8
2.11.1	Ventajas del mantenimiento preventivo .....	9
2.11.2	Técnicas para detectar anomalías en el mantenimiento preventivo .....	10
2.12	Métodos para prevención de fallas .....	10
2.13	RCM .....	11
CAPÍTULO III .....		13
DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....		13
3.1	Historia .....	13
3.1.1	Datos generales.....	14
3.1.2	Ubicación geográfica de la empresa.....	14
3.1.3	Dirección estratégica .....	15
3.1.4	Estructura organizacional .....	16
3.1.5	Distribución de la planta “Macusa Industrial” .....	16
3.1.6	Áreas de la empresa.....	19
3.1.7	Mapa de procesos de “Macusa Industrial”. .....	21
3.1.8	Procesos .....	22
3.2	Enfoque y tipo de investigación .....	24
3.3	Tipo de investigación .....	25
3.4	Operacionalización de la variable independiente .....	26
3.5	Operacionalización de la variable dependiente .....	27
3.6	Técnicas e instrumentos.....	28
3.6.1	Instrumentos .....	28

3.7	Análisis de criticidad .....	29
3.7.1	Ponderación de encuesta de criticidad de equipos y maquinaria. ....	30
3.8	Análisis modal de efectos y fallos (AMFE) .....	32
CAPITULO IV .....		36
RESULTADOS Y ANÁLISIS .....		36
4.1	Ficha de recolección de datos .....	36
4.2	Entrevista .....	37
4.3	Análisis de criticidad .....	39
4.4	Análisis modal de efectos y fallos (AMFE) de equipos y maquinaria. ....	43
4.4.1	Número de Prioridad de Riesgo (IPR).....	43
4.5	Discusión .....	45
4.6	Plan de mantenimiento preventivo .....	46
4.6.1	Introducción.....	47
4.6.2	Objetivo .....	47
4.6.3	Alcance .....	47
4.6.4	Responsables .....	47
4.6.5	Nivel de mantenimiento.....	47
4.6.6	Frecuencia de mantenimiento .....	48
4.6.7	Procedimientos generales del plan de mantenimiento preventivo.....	48
4.6.8	Instructivo para maquinaria y equipos .....	49
4.7	Conclusiones.....	112
4.8	Recomendaciones .....	113
Referencias .....		114
Anexos.....		117

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
TABLA I. DATOS GENERALES DE LA EMPRESA.....	14
TABLA II. PERSONAL QUE LABORA POR AREA .....	21
TABLA III. DIAGRAMA DE FLUJO DE PRODUCCIÓN .....	23
TABLA IV. DIAGRAMA DE FLUJO DE PINTURA .....	24
TABLA V. VARIABLE INDEPENDIENTE .....	26
TABLA VI. VARIABLE DEPENDIENTE .....	27
TABLA VII. FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	29
TABLA VIII. PONDERACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CRITICIDAD.....	30
TABLA IX. PONDERACIÓN DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD.....	32
TABLA X. CLASIFICACIÓN DE LA GRAVEDAD DEL FALLO.....	33
TABLA XI. CLASIFICACIÓN DE LA FRECUENCIA DEL FALLO.....	34
TABLA XII. CLASIFICACIÓN DE LA DETECTABILIDAD DE FALLO .....	34
TABLA XIV. RESUMEN DE RESULTADOS DE CRITICIDAD.....	40
TABLA XV. RESUMEN ÍNDICE DE PRIORIDAD DE RIESGOS .....	44
TABLA XVI. CODIGO DE COLORES DE FRECUENCIA.....	48
TABLA XVII. IDENTIFICACION CIZALLA HIDRAULICA .....	49
TABLA XVIII. ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA CIZALLA HIDRÁULICA .....	53
TABLA XIX. IDENTIFICACION SOLDADORA MIG .....	56
TABLA XXI. ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA SOLDADORA MIG.....	60
TABLA XXI. IDENTIFICACION TORNO ITALCO .....	62
TABLA XXIII. ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL TORNO .....	66
TABLA XXIII. IDENTIFICACION SOLDADORA TIG .....	68

TABLA XXIVII. ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA SOLDADORA TIG.....	72
TABLA XXV. IDENTIFICACION AMOLADORA.....	74
TABLA XXVIII. ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA AMOLADORA .....	78
TABLA XXVII. IDENTIFICACION MONTACARGAS .....	80
TABLA XXVIII. ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL MONTACARGAS VEHÍCULO.....	86
TABLA XXIX. IDENTIFICACION TORNO CS.....	89
TABLA XXXII. ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL TORNO .....	93
TABLA XXXI. IDENTIFICACION SOLDADORA DE PALILLO.....	95
TABLA XXXIII. ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA SOLDADORA DE PALILLO.....	98
TABLA XXXIII. IDENTIFICACION PRENSA HIDRAULICA.....	100
TABLA XXXIVII. ACTIVIDADES DEL MANTENIMEINTO PREVENTIVO DE LA PRENSA HIDRÁULICA.....	104
TABLA XXXV. IDENTIFICACION COMPRESOR.....	106
TABLA XXXVIII. ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL COMPRESOR.....	109

## ÍNDICE FIGURAS

	Pág.
Fig. 1. Tipos de mantenimiento.....	7
Fig. 2. Categorías del mantenimiento preventivo.....	9
Fig. 3. Fases RCM.....	12
Fig. 4. Macusa Industrial.....	13
Fig. 5. Ubicación geográfica .....	14
Fig. 6. Estructura organizacional.....	16

Fig. 7. Distribución de planta Macusa Industrial .....	18
Fig. 8. Área de gerencia y proyectos .....	19
Fig. 9. Área de producción .....	20
Fig. 10. Área de pintura.....	20
Fig. 11. Área de máquinas y herramientas .....	21
Fig. 12. Mapa de procesos.....	22
Fig. 13. Clasificación por familias .....	36
Fig. 14. Diagrama Ishikawa .....	38
Fig. 15 Gráfico estadístico de Análisis de Criticidad.....	41

## ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Formato entrevista .....	117
Anexo 2. Resultado encuesta para análisis de criticidad.....	118
Anexo 3. Análisis de criticidad .....	119
Anexo 4. Formato matriz análisis modal de fallos y efectos.....	120
Anexo 5. Formato ficha técnica. ....	121
Anexo 6. Ficha técnica cizalla hidráulica.....	122
Anexo 7. Ficha técnica soldadora MIG.....	123
Anexo 8. Ficha técnica torno.....	124
Anexo 9. Ficha técnica Soldadora TIG .....	125
Anexo 10. Ficha técnica montacargas vehículo .....	126
Anexo 11. Ficha técnica torno CS.....	127
Anexo 12. Ficha técnica soldadora de palillo.....	128
Anexo 13. Ficha técnica prensa hidráulica.....	129
Anexo 14. Ficha técnica amoladora. ....	130
Anexo 15. Ficha técnica del compresor .....	131

Anexo 16. AMFE de cizalla hidráulica .....	133
Anexo 17. Soldadora MIG .....	136
Anexo 18. AMFE soldadora TIG .....	138
Anexo 19. AMFE montacargas vehículo .....	139
Anexo 20. AMFE torno CS .....	141
Anexo 21. AMFE soldadora de palillo.....	142
Anexo 22. AMFE prensa hidráulica.....	144
Anexo 23. AMFE amoladora .....	145
Anexo 24. AMFE compresor .....	148
Anexo 25. Cronograma general de mantenimiento.....	155
Anexo 26. Formato orden de trabajo.....	156
Anexo 27. Formato registro de actividades.....	157
Anexo 28. Formato registro de fallas .....	158

# CAPITULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 Problema de investigación

Menciona en su investigación Quezada [1] que en Ecuador existen alrededor de 8.020 empresas, divididas en micro, pequeñas, medianas y grandes empresas, en ese contexto, argumenta que las PYMES del sector metalmecánico constituyen menos del 2% del total, con lo que representan una participación menor al 8% en las ventas globales y emplean aproximadamente el 14% de los trabajadores del sector.

En base a una encuesta de empleo realizada por el (INEC) en 2010, se conoció que el total de trabajadores dedicados al sector metalmecánico eran alrededor de 10.000, de aquel valor menos del 90% estaban empleados en micro y pequeñas empresas, lo que deja claro que el sector está compuesto en su mayoría de MiPymes, es decir las pequeñas empresas [2].

Con base en lo anterior, se evidencia que la participación de las micro, medianas y pequeñas metalmecánicas aporta de manera directa a la economía y desarrollo del país.

En un estudio comparativo de la productividad realizado en varias MiPymes metalmecánicas, se determinó que, en el ámbito del mantenimiento, las metalmecánicas tienen conocimiento sobre la documentación que involucra un registro de actividades de mantenimiento de sus activos, sin embargo, muchas MiPymes aún no están familiarizadas con el control y seguimiento que se debe dar a sus máquinas y equipos cuando ya cuentan con un cronograma de actividades preventivas [3].

De acuerdo con los resultados de dicho estudio, se deduce que las metalmecánicas en su mayoría conocen acerca del mantenimiento y sus procesos, sin embargo, su aplicación ha sido deficiente.

### 1.2 Objetivos

#### 1.2.1 Objetivo General

- Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para los equipos y maquinaria de las MiPymes metalmecánicas de Imbabura.

#### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Investigar en diferentes fuentes bibliográficas sobre el mantenimiento industrial.

- Conocer la situación actual de las máquinas y equipos existentes en las instalaciones.
- Elaborar el plan de mantenimiento preventivo para llevar el control y administración de los mantenimientos de equipos y maquinaria.

### **1.3 Alcance**

El diseño que pretende este proyecto tomará como base la maquinaria presente en las áreas de producción y pintura de las instalaciones a analizar, se entregará el inventario realizado con su respectiva codificación y clasificación por familias, las fichas técnicas de cada equipo y las fichas de mantenimiento en base a las especificaciones técnicas, procurando minimizar las acciones correctivas por fallas o averías inesperadas, adicional a ello, se pretende mejorar la operatividad de los equipos y maquinaria.

### **1.4 Justificación**

El mantenimiento industrial en el campo de la ingeniería es de gran relevancia e impacto económico, debido a que los costos relacionados con el mantenimiento y las operaciones industriales constituyen una proporción considerable del producto interno bruto nacional, este aspecto adquiere aún más importancia cuando se considera que una gestión eficiente del mantenimiento incrementa la eficiencia productiva y disminuye costos. En consecuencia, el adecuado mantenimiento de los equipos y maquinarias no solo garantiza la continuidad de la producción, sino que también optimiza el uso de recursos y alarga el tiempo de vida de los activos industriales, contribuyendo significativamente al desarrollo económico del país [4].

La importancia y el valor de implementar un plan de mantenimiento en los equipos de las instalaciones se evalúan en función de los costos o tiempos de inactividad evitados gracias a las acciones preventivas.

Según Campos [5] en un análisis de experiencias de implementación de planes de mantenimientos en la industria en los últimos 14 años, deduce que todas las industrias metalmeccánicas utilizan infraestructura y máquinas en sus operaciones y producción, también requieren de la durabilidad a largo plazo de sus activos físicos, por ende, sus resultados dependen de la operación continua y confiable, la cual logran a través de un buen mantenimiento.

Tomando en cuenta la vida útil de cada máquina y equipo, es esencial implementar un programa de mantenimiento adecuado, este enfoque no solo prolongará la eficiencia operativa y funcionalidad de los equipos, sino que también optimizará el rendimiento general del sistema, como resultado, se logrará una significativa reducción de los costos de producción, al minimizar

las interrupciones no planificadas y al evitar reparaciones costosas y reemplazos prematuros, en última instancia, un mantenimiento preventivo y bien planificado contribuye a una mayor rentabilidad y sostenibilidad de las operaciones [6].

El presente estudio, pretende mejorar la productividad de las MiPymes del sector metalmecánico, a través del desarrollo de un plan de mantenimiento para la maquinaria y equipos, ajustado a las características específicas de las instalaciones evaluadas.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Historia del mantenimiento industrial

Según Dounce & Villanueva [7] desde que el hombre empezó a idear las máquinas para ayudarse en sus labores, hasta el siglo XVII, fue deficiente la forma en la que trataron de preservar y mantener en buen estado las máquinas que utilizaban para elaborar los productos para sus clientes, en ese período, el desarrollo se veía obstaculizado debido a la escasa prioridad que se le otorgaba a las máquinas en comparación con el personal que laboraba, poco antes del año 1880, se tenía el concepto de que para la elaboración o fabricación de un producto, la mano de obra del hombre representaba el 90% mientras que la máquina representaba el 10% restante.

Aquellos acontecimientos dedujeron que el cuidado que se les diera a las máquinas se denominaría “mantenimiento”, fue ahí cuando empezaron a marcar una gran diferencia en sus avances, utilizando comillas para diferenciar al “mantenimiento” moderno del antiguo, con aquel orden de ideologías, el mantenimiento que se realizaba a cualquier máquina, tanto como proveedores o compradores, solo se limitaban al arreglo cuando ocurría el fallo a fin de que vuelva a funcionar de la mejor manera posible, dejando de lado el servicio que dicha máquina representaba en el proceso de producción, dicho de otro modo, en aquel tiempo el “mantenimiento” consistía únicamente en acciones correctivas, que se realizaban al momento de presentarse el fallo o parada imprevista de la máquina.

A medida que la industria fue evolucionando, claramente las exigencias del mercado aumentaban, incrementó la demanda, se requería mayor calidad y variedad en los productos, por aquella razón se debía implementar mayor número de máquinas para obtener una mayor producción, además de que las máquinas eran más complejas por las tecnologías que se les adaptaba, aquel acontecimiento cambió los roles de la penetrancia que tenía la mano de obra respecto a la maquinaria, pues para mayor producción era imposible que la demanda se cubra utilizando 90% de trabajadores para la producción, debido a que representaba más tiempo.

Cuando la Segunda Guerra Mundial dio inicio en el año 1914, la maquinaria tenía que trabajar a su mayor capacidad sin interrupciones ni paradas, muy aparte de las industrias que se encontraban en los países del conflicto armado, las industrias que estaban fabricando las armas, artefactos y vehículos para guerra, ello debido que aquellos insumos eran de vida o muerte para aquellos tiempos, por esa razón es que el hombre empezó a poner más cuidado y a darle mayor importancia a la maquinaria, al igual que se vio la necesidad de que dichas máquinas contengan mayor cantidad de funciones haciéndolas más completas a fin de darles usos diferentes [7].

Así nació el “mantenimiento” preventivo, mismo que en el año 1920 ya se aceptó como una labor, independientemente de la labor que conllevaba era muy necesario para garantizar operatividad continua de la maquinaria, fue así como ya el hombre tuvo el enfoque máquina, es decir, mientras la máquina funcione adecuadamente, dará un servicio y producto adecuado.

## **2.2 Definición de mantenimiento**

Según Medrano, González & Díaz [8] Es representado por las actividades que realizan a un activo para preservar los aspectos operativos y fundamentales de una empresa, éstos pueden ser la productividad, funcionalidad, imagen corporativa, seguridad e higiene y comodidad.

En cuanto a los activos físicos de una industria se puede hablar la maquinaria, vehículos, instalaciones o edificios, los cuales son cruciales dentro de proceso productivo que desarrolle cada una, puesto que el correcto funcionamiento u operatividad constante de las mismas es posible llevar a cabo la producción sin paradas imprevistas, evitando retrasos productivos y por ende retrasos en la entrega de sus productos.

El mantenimiento hoy en día es un pilar fundamental dentro de las industrias, pues las máquinas representan la mayor parte de trabajo para la producción de cualquier producto, y a medida que avanza la tecnología, las máquinas son más sofisticadas, requieren mayor atención y realizar reparaciones cuando ocurre el fallo representa costos más altos.

## **2.3 Importancia del mantenimiento**

Se considera muy esencial ya que contribuye asegurando la disposición de activos, edificaciones e instalaciones en cualquier empresa, es vital para mantener la planta en un estado óptimo de operatividad [8].

El mantenimiento se debe considerar como un elemento crucial e indispensable en una planta que gestiona una etapa de procesos, la forma correcta de trabajo sería interrelacionando el departamento de producción y el de mantenimiento, a que a medida que las tecnologías aumentan es más complejo el mantenimiento y cuidado de ciertos equipos, a ello se le puede sumar el hecho de que, si bien el mantenimiento representa un costo, sería aún mayor el costo por mantenimientos correctivos.

La relevancia del mantenimiento no se limita únicamente a preservar la maquinaria en condiciones operativas, sino también asegurar que la interacción de los trabajadores con la maquinaria sea segura y eficaz, lo cual ayuda a mejorar el ambiente de trabajo y permite que desempeñen sus actividades de forma segura.

## **2.4 Plan de mantenimiento**

Un plan de mantenimiento contribuye significativamente a la disminución de costos al minimizar tanto los tiempos de inactividad de las máquinas como las interrupciones en la producción. Este tipo de plan también reduce el número de intervenciones necesarias, así como las horas de trabajo involucradas y los gastos asociados al mantenimiento correctivo que se requieren posteriormente para abordar fallos [9].

La implementación del plan de mantenimiento varía según cada tipo de equipo. Para desarrollar dicho plan, es esencial recopilar información detallada sobre la maquinaria en cuestión., verificar su funcionamiento, indagar sobre sus características técnicas y en base a ello y las condiciones que presente ideas actividades de mantenimiento basadas en características específicas de cada máquina.

## **2.5 Funciones y objetivos del mantenimiento**

El mantenimiento al ser un proceso con un fin determinado agrupa actividades que permitan que los activos de una empresa no sufran detenciones o paradas que causen pérdidas en el proceso productivo, las actividades que comprenden el mantenimiento buscan como enfoque simple los activos presentes las condiciones óptimas de operatividad, para lograr esto de la mejor manera es necesario realizar una buena gestión de los recursos, [10].

Algunos de los objetivos que tiene el mantenimiento son:

- Trabajar para asegurar que los activos físicos de la empresa mantengan un elevado nivel de disponibilidad, garantizando el cumplimiento de los objetivos productivos establecidos por la entidad.
- Preservar los activos de la empresa en sus máximos niveles de rendimiento, minimizando al mínimo el desgaste o deterioro resultante del uso, con el fin de conservar su valor en el mercado en caso de una eventual venta.
- Implementar una gestión del área que garantice el funcionamiento adecuado de las zonas productivas, optimizando los costos del servicio y de los materiales; en otras palabras, el mantenimiento aplicado debe ser tanto eficiente como eficaz.

## **2.6 Actividades del mantenimiento**

Según Medrano, González & Díaz [8] dentro de un plan son varias las acciones que se deben llevar a cabo están enfocadas en: limpieza, inspección y revisión, ajuste o calibración, cambio de piezas y lubricación.

- **Limpieza:** Es un proceso que se debe realizar de forma periódica para eliminar la suciedad que pueda interrumpir en su rendimiento.
- **Inspección y revisión:** Está basada en la observación de los recursos para conocer el estado y funcionamiento que presenta.
- **Ajuste o calibración:** Consiste en corregir cualquier falla que presente el activo, o alguno de sus componentes, debido al desgaste por el tiempo de uso.
- **Cambio de piezas:** Se refiere al reemplazo de componentes que presenten fallos irreversibles o que ya cumplieron su tiempo de vida útil, por lo que deben ser reemplazados por componentes funcional que cumplan con las mismas características.
- **Lubricación:** Se aplica aceite o grasa de acuerdo con las especificaciones del fabricante del activo.

## 2.7 Tipos de mantenimiento

Se categorizan según la metodología aplicada en cada caso y se ejecutan en los equipos y maquinaria según su condición actual.

Con el objetivo de facilitar la comprensión visual, la Fig. 1 organiza de forma precisa sus diversas categorías y subcategorías.



Fig. 1. Tipos de mantenimiento

## **2.8 Mantenimiento Correctivo**

Consiste en acciones de servicio técnico que responden a informes de fallas de equipos, activos o procesos, incluye un grupo de tareas técnicas encaminadas a corregir disfunciones en el funcionamiento de la máquina, estas acciones pueden ser inesperadas e imprevistas [11].

Este mantenimiento como se mencionó anteriormente se realiza solo cuando la máquina o equipo presenta el fallo de manera repentina, por lo general se debe realizar un mantenimiento predictivo o a su vez un preventivo a fin de evitar que se tenga que ejecutar el correctivo, no solo conlleva realizar tareas sin previa planificación, sino que existen mayores costos por reparación.

## **2.9 Mantenimiento Predictivo**

El mantenimiento predictivo se vincula estrechamente con las prácticas de mantenimiento preventivo y anticipado de todos los activos físicos de una empresa, involucrados en sus diversos procesos productivos. Además, se enfoca en la prevención de daños y la identificación de posibles fallas futuras. En el contexto de la Industria 4.0, el mantenimiento predictivo desempeña un papel crucial, contribuyendo directamente a la eficiencia operativa de cualquier organización. Además, ayuda a reducir costos asociados con reparaciones, errores y retrasos en la producción [12].

Cabe destacar que, a diferencia de los otros mantenimientos, el predictivo funciona mediante una cultura de monitoreo constante, misma que pueden desarrollar técnicos del mantenimiento o a su vez operarios que interactúan a diarios con las maquinaria y equipos de las instalaciones.

## **2.10 Mantenimiento Preventivo**

Para su diseño, se requiere un conocimiento preciso del estado inicial de los equipos y sus componentes, primero los analiza y en base a sus necesidades se establecen las actividades preventivas y sus frecuencias, este plan debe incluir acciones que detecten con anterioridad posibles fallas o irregularidades en el rendimiento, así como la frecuencia con la que se realizarán estas evaluaciones, además, se deben establecer los intervalos de tiempo en los que se llevarán a cabo las intervenciones necesarias en los equipos [13].

## **2.11 Categorías del Mantenimiento**

Hay dos maneras de categorizar y separar las formas de accionar con una máquina, la primera basado en el estado y lo observable en la máquina y la segunda dependerán tanto de la estadística, datos históricos del equipo, el uso o tiempo operativo, la Fig. 2, muestra las dos categorías [14].

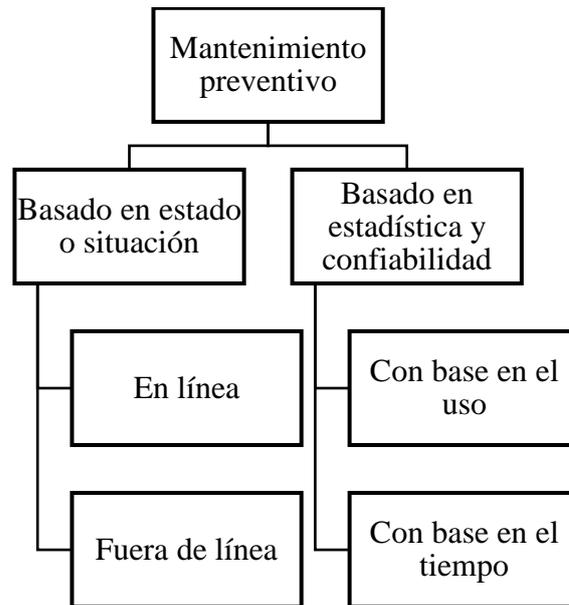


Fig. 2. Categorías del mantenimiento preventivo

### 2.11.1 Ventajas del mantenimiento preventivo

Su implementación es vital para los equipos, ya que las actividades que involucra previenen fallas futuras y evita las averías repentinas, disminuyendo costos por reparación de daños y por sobrecompra de repuestos, a continuación, se exponen algunas de las ventajas del mantenimiento preventivo [13].

- Disminuye la frecuencia de las paradas.
- Aprovecha la intervención preventiva para efectuar operaciones adicionales en el equipo.
- Garantiza la disponibilidad de recursos para las acciones preventivas.
- Organiza el trabajo de mantenimiento de manera equilibrada, para que las tareas se desarrollen de forma correcta.
- Evita el aumento de averías repentinas.
- Disminuye riesgos para todos los sistemas de seguridad.
- Ayuda a mantener un ambiente de trabajo seguro y salvaguarda la vida de los operadores que realizan la interacción hombre-máquina.

### 2.11.2 Técnicas para detectar anomalías en el mantenimiento preventivo

Según menciona Boero [13] el MP inicia determinando la situación actual de los activos y sus componentes, dentro de su mantenimiento emplea técnicas que ayuden a detectar anomalías existentes, algunos de los métodos más comunes que se emplean en el MP son:

- **Inspecciones visuales:** Identificación de posibles defectos internos o externos que puedan presentarse en los componentes de los equipos, la externa es más fácil de identificar ya que se puede verificar a simple vista y sin necesidad de instrumentos complejos, a diferencia de la interna que ya es más tediosa debido a su difícil acceso a ciertas partes de las máquinas.
- **Medición de temperatura:** Cuando el equipo produce temperaturas elevadas o sufre sobrecalentamientos, lo cual puede ser resultado de una ausencia de lubricación o rozamientos entre componentes.
- **Monitoreo de lubricación:** El consumo de lubricante es una señal evidente de eventuales inconvenientes que puede presentar la máquina, es importante verificar el lubricante que se empleará en el equipo, ya que puede contener partículas metálicas, humedad o descomposición anticipada, entre otras variantes que indiquen el mal funcionamiento de la máquina.
- **Medición de vibraciones:** Estudiar las vibraciones proporciona datos cruciales para identificar los componentes que comienzan a deteriorarse.
- **Control de fisuras:** Es realizado con la ayuda de líquidos penetrantes, corrientes inducidas y radiográficas, la detección de fisuras en piezas o componentes de una máquina o equipo permite tomar decisiones informadas sobre los componentes afectados.
- **Control de corrosión:** El monitoreo de oxidación se realiza mediante radiografías o ultrasonidos, se practica en algunas industrias, una de ellas es la química debido al constante uso y manejo de químicos.

### 2.12 Métodos para prevención de fallas

Dentro del mantenimiento preventivo es muy común entrar en la duda sobre qué tipo de acciones o mantenimiento se deben realizar a fin de que el activo se mantenga operativo, en este caso hay dos formas de averiguarlo y de prever de qué forma actuar frente a las fallas que presente la maquinaria.

Entonces, se tiene la reparación que se lleva a cabo en base al tiempo de uso de la máquina, es decir ya cumplió o excedió incluso las horas de funcionamiento, y presenta un

desgaste, es decir si no se atiende de manera oportuna el desgaste se puede seguir presentando y empeorará la condición del equipo.

Si es probable que la máquina muestre fallas constantes, independientemente del tiempo, o de las horas de uso o edad de la máquina, misma que se va degradando de forma constante, da a entender que las actividades de mantenimiento que se le realicen es en base a las condiciones que presenta.

### **2.13 RCM**

Es una metodología desarrollada por la industria de la aviación en Estados Unidos, tenía como finalidad proporcionar asistencia al personal de mantenimiento en la identificación de las mejores prácticas para asegurar la confiabilidad de la función de los activos fijos, se centra en optimizar los procedimientos de mantenimiento para garantizar que los equipos operen de manera eficiente y confiable, además, busca manejar eficazmente los efectos de las fallas que puedan surgir, minimizando su impacto en el rendimiento general y en la seguridad de las operaciones para promover una gestión más efectiva de los activos, asegurando que se mantengan en condiciones óptimas a lo largo de su ciclo de vida [15].

El mantenimiento basado en la confiabilidad plantea actividades de forma cronológica y organizada dentro de sus diferentes fases, cada una desempeña un papel crucial ya que van desde la identificación de los activos hasta la selección de actividades que formarán parte del plan que se oriente a la conservación y funcionamiento del plan de mantenimiento.

La Fig. 3, presenta las etapas del mantenimiento basado en la confiabilidad, las cuales son fundamentales para la elaboración de un plan de mantenimiento, este proceso comienza con la identificación de los activos y culmina con la determinación de las actividades necesarias para garantizar que las máquinas se mantengan en condiciones operativas.

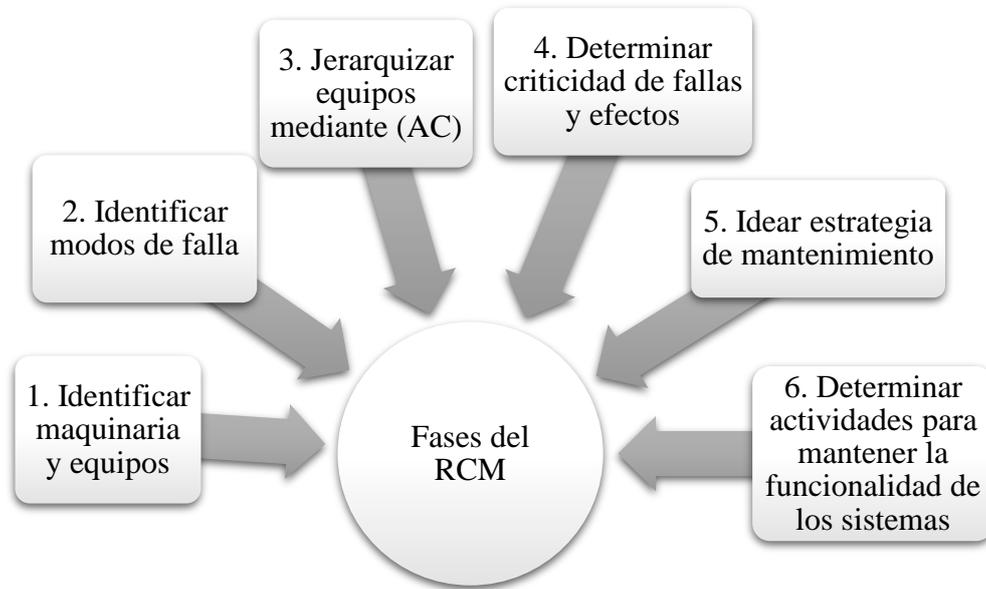


Fig. 3. Fases RCM

## CAPÍTULO III

### DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

#### 3.1 Historia

Según Macusa [16], La empresa fue establecida el 07 de Febrero 1994, en la ciudad de Ibarra Provincia de Imbabura, en el sector de Yacucalle, desde sus inicios ha direccionado su enfoque a la fabricación y mantenimiento de equipos industriales.

El nombre “MACUSA”, fue creado en base a las iniciales de Manuel Cuestas Sociedad Anónima, quién fundó su propia empresa y hasta la actualidad desempeña el rol de Gerente General de la empresa metalmecánica, según relato del Gerente Propietario, su idea de crear la empresa nace luego de haber trabajado en la empresa (UNACEM) por 14 años, de donde a través de la experiencia que adquirió dentro de dicha empresa decidió emprender y fundar su propia empresa con el enfoque hacia la industria metalmecánica.

En sus inicios requirió ayuda del Banco de Fomento para obtener el capital necesario, mismo que emplearía en la compra de maquinaria, insumos y contratación de personal para abrir sus puertas y brindar el servicio metalmecánico.

Actualmente, "Talleres Macusa" continúa esforzándose por posicionarse entre los primeros en servicios metalmecánicos en el norte del país, a lo largo del tiempo, ha realizado inversiones significativas en su desarrollo, buscando mantenerse actualizado con los avances tecnológicos, además ha implementado nuevas estrategias en sus procesos de producción y en los servicios que ofrece, incorporando maquinaria, equipos e insumos de alta calidad en sus instalaciones, dichos recursos contribuyen a un mejor desempeño y funcionamiento en los trabajos realizados, permitiéndoles cumplir con los requerimientos de sus clientes, a empresa se asegura de que sus productos finales cumplan con los estándares de calidad exigidos y se alineen con las necesidades específicas de sus clientes [16].



Fig. 4. Macusa Industrial

### 3.1.1 Datos generales

La información de la empresa se detalla en la TABLA I que se muestra a continuación.

**TABLA I.**  
**DATOS GENERALES DE LA EMPRESA**

<b>Empresa:</b>	Macusa Industrial
<b>Ciudad:</b>	Ibarra
<b>Provincia:</b>	Imbabura
<b>Dirección:</b>	Socapamba Panamericana, Norte km6, Ibarra
<b>Número de Contacto:</b>	099 966 2898
<b>Representante Legal:</b>	Manuel Cuestas
<b>Correo electrónico:</b>	<a href="mailto:info@macusaindustrial.com">info@macusaindustrial.com</a>
<b>Actividad Económica:</b>	Mantenimiento y fabricación de maquinaria y equipos industriales
<b>Tipo de Industria:</b>	Metalmecánica
<b>Número de trabajadores:</b>	28

### 3.1.2 Ubicación geográfica de la empresa

"Macusa Industrial" se encuentra situada en la provincia de Imbabura, Cantón Ibarra, en el kilómetro 6 de la vía Socapamba Panamericana Norte, la Fig. 5 muestra la ubicación.



Fig. 5. Ubicación geográfica

### **3.1.3 Dirección estratégica**

#### **3.1.3.1 Misión**

Ser la empresa líder en la industria metalmecánica del norte del país, contribuyendo al desarrollo de nuestros colaboradores y de la provincia. Mantener siempre altos estándares de productividad y calidad, ofreciendo consistentemente lo mejor de nuestra organización [16].

#### **3.1.3.2 Visión**

Aportar valor a nuestras labores, priorizando las necesidades del cliente y ofreciendo siempre un servicio técnico de excelencia y puntualidad [16].

#### **3.1.3.3 Valores**

Los valores que mantiene la empresa [16] la encaminan a la constante búsqueda de excelencia y compromiso hacia sus clientes, a continuación:

- Salud y seguridad: tanto en el ámbito laboral como en el hogar.
- Ética: generamos confianza mediante la honestidad y la transparencia.
- Excelencia: logramos un alto rendimiento a través de la mejora continua.
- Compromiso: las personas confían en nosotros y no nos defraudamos.
- Liderazgo: somos una referencia local y nacional que inspira a otros a avanzar juntos.

#### **3.1.3.4 Objetivos Estratégicos**

Los objetivos estratégicos que maneja Macusa [16] se encaminan a la prevención de riesgos, optimización de recursos e incluso el cumplimiento de normativas, a continuación, se enlistan:

- Promover e integrar la cultura de prevención de riesgos laborales en todos los niveles de gestión de la empresa.
- Asegurar el cumplimiento de la normativa vigente.
- Optimizar el uso de los recursos durante las actividades laborales.
- Brindar a los clientes y a la dirección la certeza de que se está alcanzando la calidad deseada a través de la verificación documental correspondiente.
- Realizar las obras y servicios mediante la implementación de nuevas tecnologías, procesos logísticos y de gestión, así como el uso de nuevos productos, con el objetivo de mejorar todos estos aspectos para incrementar la satisfacción de las partes interesadas (accionistas, clientes, proveedores, sociedad, empleados y colaboradores).
- Establecer objetivos anuales que reflejen el compromiso con la “mejora continua” en todos los procesos.

### 3.1.4 Estructura organizacional

Dentro de su estructura organizacional, "Macusa Industrial" se erige con una disposición jerárquica meticulosamente elaborada, la cual entrelaza hábilmente sus diversas áreas y departamentos. Cada sector de la empresa está liderado por un personal especializado, cuyo cometido principal radica en la ejecución de roles y responsabilidades claramente definidos. Este conjunto de habilidades y funciones se organiza con el propósito principal de unificar esfuerzos y colaborar de manera sinérgica en la consecución de los objetivos corporativos. Desde la dirección superior hasta los niveles operativos, se promueve un entorno de cooperación y compromiso que abarca todas las áreas de la organización, fomentando así el éxito colectivo y la excelencia empresarial [16].

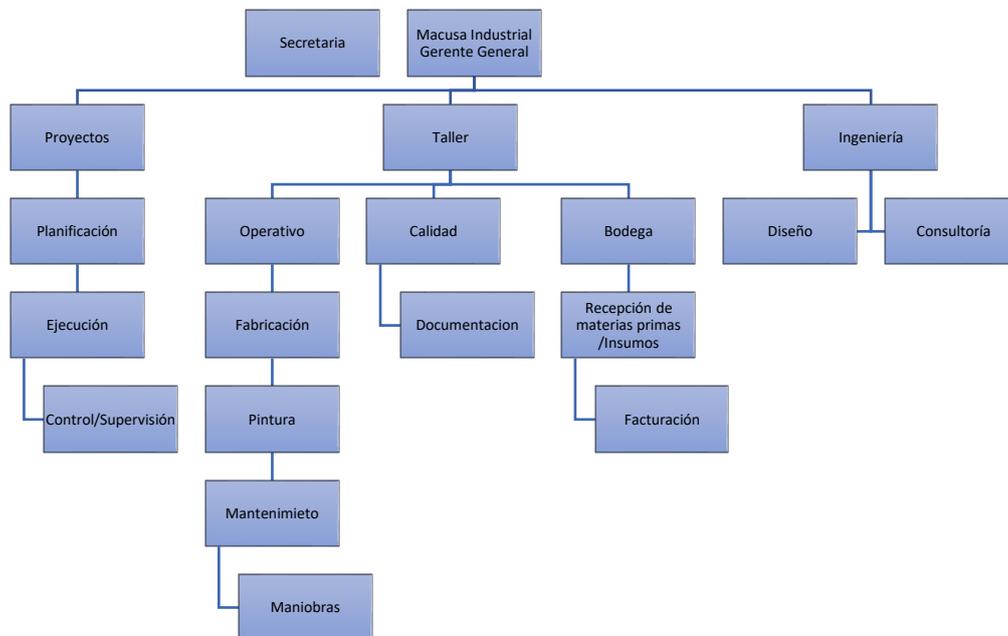


Fig. 6. Estructura organizacional

### 3.1.5 Distribución de la planta “Macusa Industrial”

El layout de la MiPyme simplifica la identificación de las áreas de interés y contribuye a una comprensión más clara de su disposición, más adelante, se realizará una revisión detallada

de cada una de estas áreas, detallando sus características, funciones y relaciones con el conjunto del entorno investigado.

El diseño del espacio físico ha sido concebido con precisión para permitir una eficiente localización de las áreas pertinentes para el análisis, facilitando la comprensión y la distribución de elementos clave. Esta planificación estratégica sirve como base para elaborar una descripción completa de cada área, ya que ofrece un marco que facilita la identificación de patrones y conexiones espaciales.

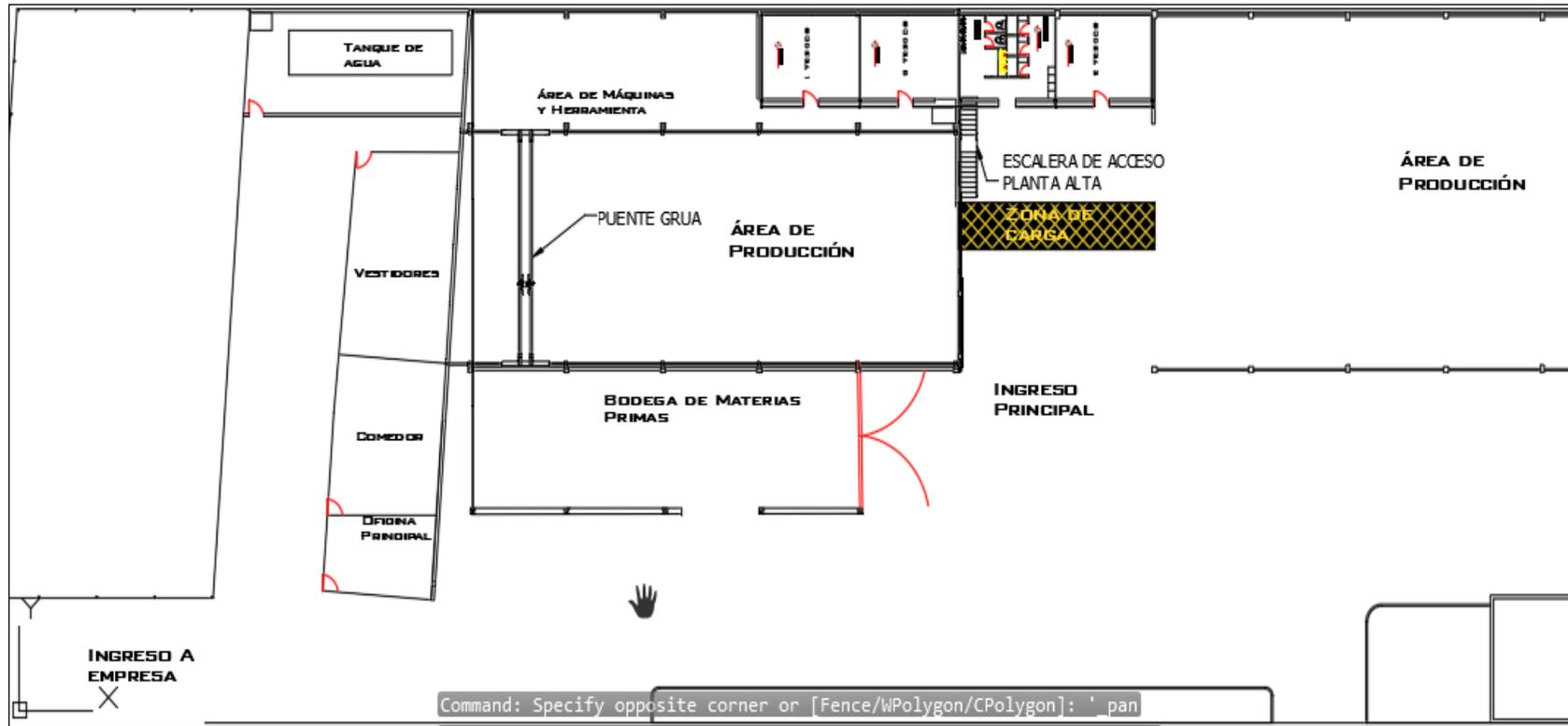


Fig. 7. Distribución de planta Macusa Industrial

### **3.1.6 Áreas de la empresa**

#### **3.1.6.1 Gerencia y proyectos**

El área de gerencia y proyectos se encuentra en la planta superior, donde el gerente se encarga de ejecutar las funciones de planificación, organización, dirección y control de recursos corporativos para lograr los objetivos establecidos por la entidad organizacional.

En un contexto diferente, la sección de proyectos está integrada por el líder del taller y el ingeniero encargado de la concepción y el diseño de productos metalmecánicos, atendiendo a las exigencias y especificaciones particulares planteadas por los clientes.

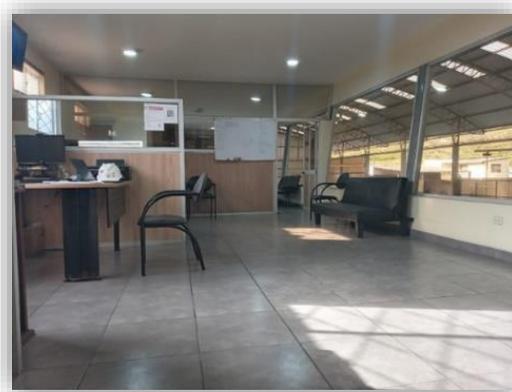


Fig. 8. Área de gerencia y proyectos

#### **3.1.6.2 Producción**

El área de producción abarca actividades cruciales para transformar materias primas metálicas en productos finales o en componentes útiles para diversas aplicaciones industriales, en esta área se llevan a cabo procesos de mecanizado, soldadura, doblado, corte y rolado, entre otros, cada una de estas actividades es vital para la obtención del producto final.

Por ende, las distintas partes y secciones deben operar de manera coordinada y sincronizada para asegurar la calidad del producto.



Fig. 9. Área de producción

### 3.1.6.3 Pintura

El área de pintura juega un papel fundamental en el proceso productivo, ya que proporciona protección y acabados estéticos a los productos finales, garantizando la calidad a lo largo de todo el proceso, desde la preparación de las superficies hasta el recubrimiento de los productos terminados. Cada sección y fase del proceso requiere habilidades técnicas especializadas, prestando atención a cada detalle para garantizar resultados de alta calidad.



Fig. 10. Área de pintura

### 3.1.6.4 Máquinas y herramientas

El área de máquinas y herramientas proporciona los recursos necesarios para dar forma a diversas estructuras o productos en fabricación. Esta área se encarga de mantener, operar y optimizar una variedad de equipos, máquinas y herramientas esenciales para el desarrollo de los distintos procesos que realiza la MiPyme, garantizando eficiencia y precisión en cada operación.



Fig. 11. Área de máquinas y herramientas

### 3.1.6.5 Personal que labora en cada área

Actualmente la empresa cuenta con 28 trabajadores, están divididos por áreas y cada uno desempeña un rol fundamental dentro de la Metalmecánica, en la TABLA II se detallan los trabajadores y áreas en las que se desempeñan.

**TABLA II.**  
**PERSONAL QUE LABORA POR AREA**

Áreas	Número de personas
Gerencia y proyectos	4
Área de producción	18
Área de pintura	4
Área de máquinas y herramientas	2
<b>Total</b>	<b>28</b>

### 3.1.7 Mapa de procesos de “Macusa Industrial”.

El mapa de procesos de una empresa metalmecánica actúa como una guía estratégica que traza el camino hacia la excelencia de sus procesos y productos terminados que satisfagan los requerimientos de sus clientes. Sus principales entradas son las necesidades y requisitos de los clientes potenciales, cuyos deseos impulsan cada actividad de la empresa. En el ámbito estratégico, se encuentran la planificación y ejecución de proyectos, donde se definen los pasos necesarios para llevar a cabo cada iniciativa con éxito de inicio a fin. Además, se destacan los

procesos clave que añaden valor a los productos, como la fabricación de precisión y el mantenimiento especializado.

Por otro lado, los procesos de apoyo, que incluyen áreas como recursos humanos, ventas, almacenamiento, contabilidad y distribución, brindan el respaldo necesario para mantener la eficiencia operativa y la rentabilidad del negocio. Finalmente, la gestión de la salida de productos y servicios, cuidadosamente administrada para cumplir con los plazos de entrega, completa el ciclo de producción, asegurando una experiencia satisfactoria para todos los involucrados. Este enfoque integral y orientado al cliente es la base de la filosofía empresarial de la compañía, permitiéndole destacarse en un mercado competitivo y en constante cambio.

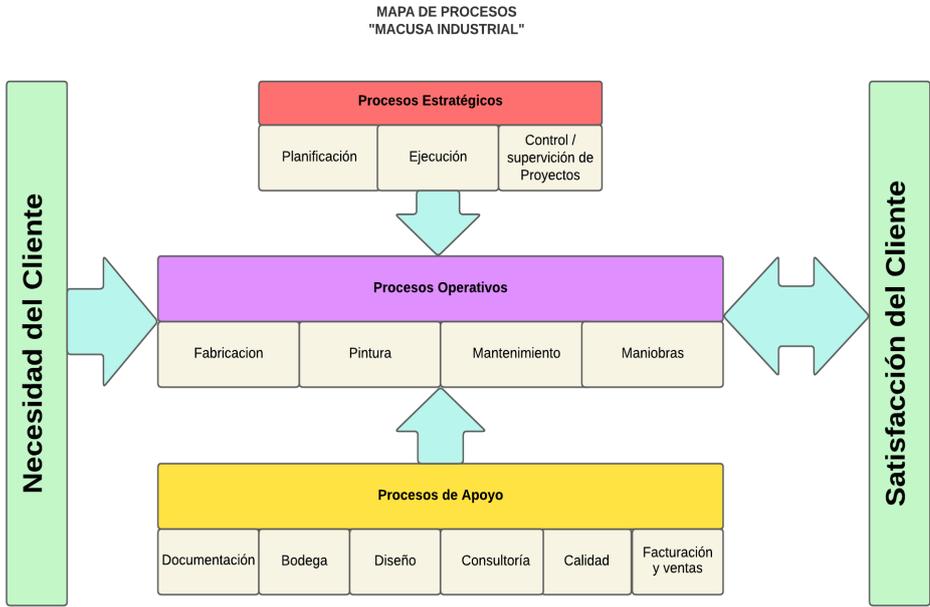


Fig. 12. Mapa de procesos

**3.1.8 Procesos**

La metalmecánica fabrica maquinaria, equipo y otras instalaciones, siguiendo rigurosamente los pedidos y especificaciones proporcionados por los clientes, independientemente de la naturaleza del pedido, el proceso de fabricación se adhiere a las pautas y procedimientos establecidos por la empresa.

En la MiPyme objeto de estudio tienen claro que la alta calidad de sus productos finales depende de un personal altamente calificado, por ello los operarios de las diferentes máquinas y equipos utilizan maquinaria avanzada y emplean técnicas especializadas que les permitan realizar las diferentes piezas, garantizando el cumplimiento de las especificaciones del diseño que lleven a cabo.

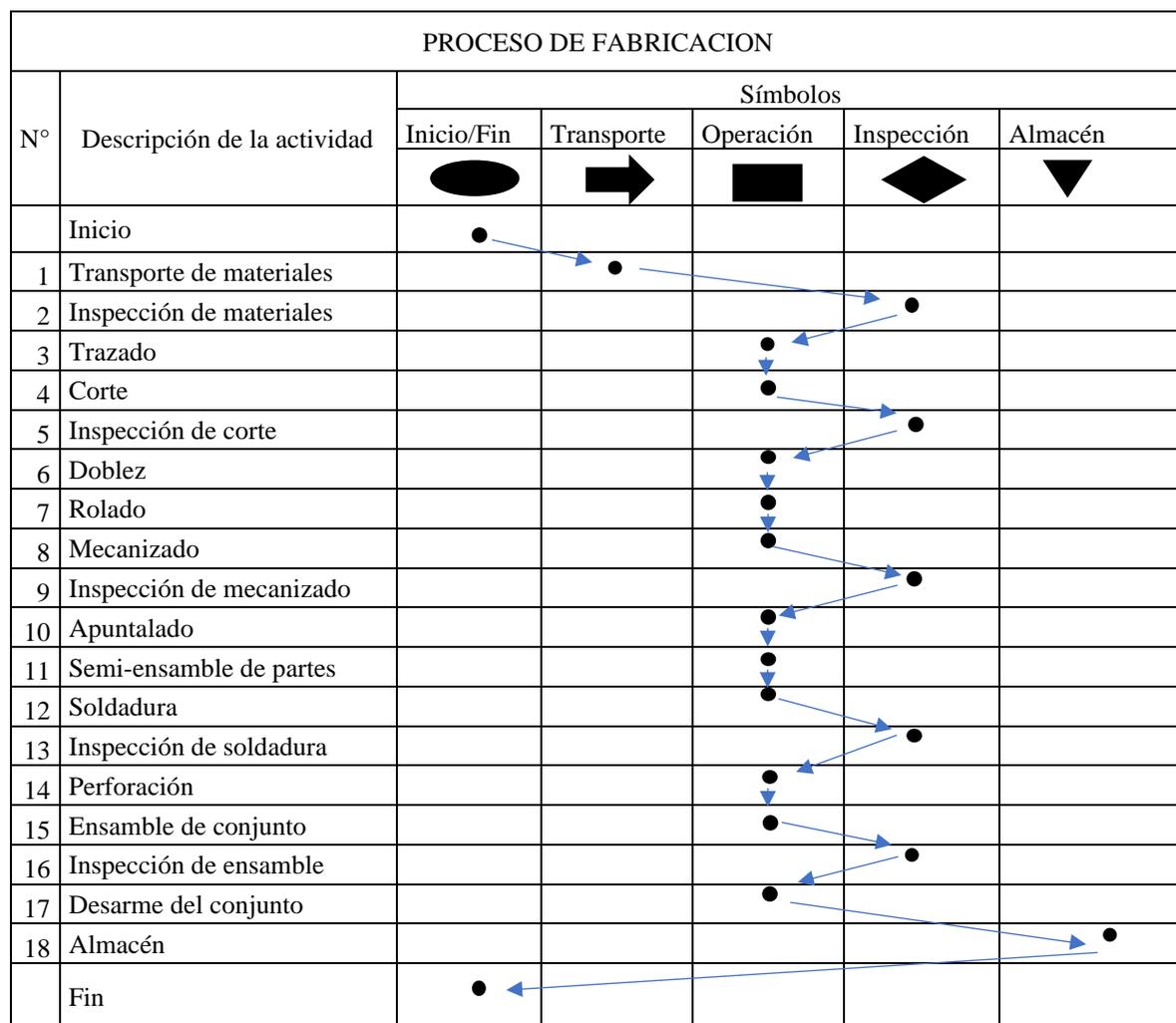
Por otro lado, integrar los diversos puestos de trabajo con sus respectivas funciones es esencial para alcanzar el éxito de la MiPyme metalmecánica. Esto permite ofrecer productos que cumplan con altos estándares de calidad y satisfagan las expectativas y requisitos de los clientes.

### 3.1.8.1 Producción

El proceso de fabricación conlleva actividades altamente especializadas que ayuda a la transformación de materias primas en productos terminados. En su desarrollo es importante un mecanizado preciso hasta una buena soldadura, ello a fin de garantizar la integridad estructural y funcional de los diferentes componentes que se fabriquen.

A continuación, se presenta el diagrama de flujo del proceso de producción, en el cual se detallan los pasos necesarios para obtener el producto, el cual será posteriormente sometido al proceso de pintura.

**TABLA III.**  
**DIAGRAMA DE FLUJO DE PRODUCCIÓN**



### 3.1.8.2 Pintura

En proceso de pintura se desarrolla en varias fases, se puede observar en el siguiente diagrama de flujo el paso a paso desde que se transporta a dicha área la estructura, maquinaria o equipo al área de pintura, hasta llegar al despacho para que pueda adquirir el cliente.

**TABLA IV.**  
**DIAGRAMA DE FLUJO DE PINTURA**

PROCESO DE PINTURA						
N°	Descripción de la actividad	Símbolos				
		Inicio/Fin	Transporte	Operación	Inspección	Almacén
	Inicio	●				
1	Transporte de pieza		●			
2	Lijado			●		
3	Inspección de lijado				●	
4	Limpieza			●		
5	Fondeado			●		
6	Pintado			●		
7	Inspeccionar si el espesor es adecuado				●	
8	Almacén					●
	Fin	●				

### 3.2 Enfoque y tipo de investigación

Adoptará un enfoque mixto, ya que acopla el método cualitativo y cuantitativo, lo que conlleva el uso de datos numéricos para obtener información precisa al evaluar la criticidad de los activos investigados, así como la aplicación de conocimientos y técnicas para compilar características técnicas y el estado de la maquinaria y equipos.

#### **-Método cuantitativo:**

El empleo del método cuantitativo a través de datos numéricos facilitó la elaboración del inventario y fichas técnicas de cada máquina y equipo, así como el Análisis de Criticidad y el Análisis Modal de Fallos y efectos (AMFE), para detectar y priorizar los equipos críticos. Este proceso se basará en datos objetivos, como la frecuencia de fallos, el impacto en la producción y los costos asociados.

El enfoque cuantitativo se fundamenta en la aplicación de números, por ello se usa en la presente investigación para realizar el análisis de información y datos. Este método se emplea en áreas científicas como las matemáticas, la informática y la estadística [17].

**-Método cualitativo:** Para el desarrollo de la investigación, el empleo del método ayudará a desarrollar las encuestas al personal de operación y la entrevista al jefe de taller para recolectar información detallada sobre sus percepciones y experiencias para conocer los procedimientos de mantenimiento que manejan actualmente en la metalmecánica.

El método, se centra en la búsqueda y recopilación de información, dentro del método se puede emplear entrevistas, o a su vez técnicas de observación directa [18].

### **3.3 Tipo de investigación**

**-Investigación documental:** Permite obtener información mediante la recopilación, análisis y organización de diferentes documentos escritos, revistas y libros [19].

La ejecución de esta investigación facilitó la adquisición de conocimientos específicos y significativos sobre el mantenimiento preventivo, destacando su relevancia y los beneficios que conlleva cuando se implementa en los activos de cualquier empresa. La investigación también permitió la construcción de un marco teórico que abarca conceptos clave y que sirve como guía para la presente investigación.

**-Investigación aplicada:** Se utilizó para diseñar un plan de mantenimiento preventivo acorde a las necesidades de la metalmecánica, con el fin de abordar el problema investigado: las fallas en la maquinaria y equipos del proceso de fabricación y pintura.

### 3.4 Operacionalización de la variable independiente

**TABLA V.  
VARIABLE INDEPENDIENTE**

<b>Variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Técnica e instrumento</b>
Plan de mantenimiento preventivo	Planificación estructurada de acciones preventivas, para mantener operativos los equipos y maquinaria	Documento que detalla las actividades de mantenimiento, frecuencia y procedimientos.	Planificación y programación	Cronograma de mantenimiento	<b>Técnica:</b> Entrevista <b>Instrumento:</b> Guía de entrevista
				Cumplimiento del cronograma	
			Factibilidad del plan	Asignación de tareas	<b>Técnica:</b> Encuesta <b>Instrumento:</b> Cuestionario
				Frecuencia de revisión del plan	
			Documentación y registro	Disponibilidad de recursos	<b>Técnica:</b> Revisión documental <b>Instrumento:</b> Manuales de usuario de maquinaria y equipos
				Tiempo de implementación	
				Evaluación de costos	
				Existencia de manuales y procedimientos	
				Sistema de registro de mantenimiento	
				Sistema de seguimiento y control	

### 3.5 Operacionalización de la variable dependiente

**TABLA VI.  
VARIABLE DEPENDIENTE**

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Técnica e instrumento
Reducción de fallas y averías de la maquinaria y equipos, mediante la implementación de un plan de mantenimiento preventivo	Estima disminuir las fallas y averías de la maquinaria y equipos, mediante la implementación de un plan de mantenimiento preventivo	Proyección mediante el análisis de fallos históricos, los costos asociados y el impacto que ocasionan a la producción.	Frecuencia de fallas	Número de fallas que ocurren mensualmente	Técnica: Observación directa Instrumento: Formatos de registro de fallas
				Tiempo promedio entre fallas (MTBF)	
				Porcentaje de reducción de fallas recurrentes.	
			Costos asociados	Índice de fallas repetitivas.	
				Reducción de costos por reparación de fallas	
				Reducción en pérdida de producción por fallas	
				Reducción en costos anuales por fallas	
				Reducción en costos de reparación	
				Incremento de productividad de los equipos	
				Incremento de eficiencia operativa	
Impacto en la producción	Reducción de tiempos de inactividad				
Incremento en el nivel de producción anual					

### 3.6 Técnicas e instrumentos

Las metodologías de investigación implementadas en el actual proyecto de investigación comprenden la observación y entrevista. Estas técnicas posibilitan la adquisición de datos de manera directa mediante visita técnica a la instalación, entrevistas al jefe de taller y operarios de los activos estudiados.

**-Técnica de observación:** Consiste en examinar personas, fenómenos, hechos, objetos, casos, acciones y situaciones para reunir la información específica y esencial requerida para el desarrollo del tema de investigación [20].

En la presente investigación, esta técnica permitirá observar los equipos de las áreas de producción y pintura, recopilar información importante para conocer su estado y las condiciones que presentan.

**-Técnica de entrevista:** Esta técnica se utiliza para recopilar datos tanto cualitativos como cuantitativos sobre un tema específico, para obtener resultados claros y precisos [21].

En el contexto de la investigación, se realiza una entrevista estructurada, constituida por 9 preguntas, dirigida al jefe de taller, con el propósito de obtener información detallada acerca de la maquinaria y los equipos, así como de los métodos de control y mantenimiento de los activos. Las respuestas obtenidas de esta entrevista se emplearán para confeccionar un diagrama de Ishikawa, que reflejará los resultados de la encuesta. Este diagrama facilitará la identificación del problema principal de la empresa metalmecánica, así como de las distintas causas que contribuyen a dicho problema.

El propósito de esta investigación es identificar la causa que ocasiona el problema, para desarrollar soluciones que mitiguen los efectos negativos de las causas identificadas y mejoren la situación de la empresa.

**Técnica de encuesta:** Se realizó una encuesta a 5 trabajadores de las áreas de producción y pintura, es una investigación de caso que contiene preguntas con ponderaciones, que pretenden recopilar datos que muestren el estado actual de la maquinaria, las preguntas contienen opciones de respuestas con ponderaciones diferentes y valores específicos en cada parámetro en base a las características que presenta cada activo.

#### 3.6.1 Instrumentos

**Fichas de recolección de datos:** Se emplean para documentar datos cuantitativos y cualitativos sobre las máquinas y equipos objeto de estudio. Durante el desarrollo del análisis, se registran en estas fichas los nombres, marcas, modelos y números de serie de cada máquina, permitiendo la elaboración de un inventario detallado de los activos en cuestión. Esta

metodología asegura la recopilación de información verídica y facilita la evaluación del estado actual de cada equipo.

El formato de ficha usado para recolectar información de los activos y crear el inventario es el siguiente:

**TABLA VII.**  
**FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Nombre	Marca	Modelo	Código

**Guía de Entrevista:** Se plantea una entrevista estructurada al jefe de taller con el fin de recolectar datos concretos y relevantes sobre la maquinaria y equipos existentes dentro de la metalmecánica, y lograr priorizar los activos dependiendo de su rol dentro de los diferentes procesos de fabricación.

### **3.7 Análisis de criticidad**

La metodología empleada para la obtención de información es un cuestionario que contiene los criterios para el cálculo de criticidad y se plantea con base en el autor García [15]. El método se emplea en este punto de la investigación ya que la metalmecánica no cuenta con un registro de mantenimientos de sus activos, al hacerlo de ese modo se puede puntualizar los diferentes criterios y obtener resultados más reales y precisos.

El implemento de la matriz de criticidad permitirá identificar la maquinaria y equipos que tengan riegos altos, medios y bajos, a fin de priorizarla según su criticidad y actuar bajo dichos resultados.

El diseño del cuestionario que será utilizado en la encuesta incluye opciones de respuesta cerradas que contienen los valores específicos, los resultados de dichas preguntas se utilizarán en el proceso de cálculo correspondiente en la matriz del análisis de criticidad.

### 3.7.1 Ponderación de encuesta de criticidad de equipos y maquinaria.

**TABLA VIII.  
PONDERACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CRITICIDAD**

<b>Pregunta 1. ¿Qué porcentaje representa el nivel de producción de la máquina/equipo?</b>	
Ponderación	Porcentaje
4	>80%
2	Entre 50 y 80%
1	50%
<b>Pregunta 2. ¿Cuál es el tiempo promedio para reparar una falla de la máquina o equipo?</b>	
Ponderación	Tiempo
1	< 4 Horas
2	4-8 Horas
3	8-24 Horas
4	24-8 Horas
5	Más de 48 Horas
<b>Pregunta 3. ¿Cuál es el impacto del activo sobre la producción?</b>	
Ponderación	Afectación
1	No afecta la producción
2	25% de impacto
3	50% de impacto
4	75% de impacto
5	Afecta totalmente
<b>Pregunta 4. ¿Cuál es el impacto del activo sobre la seguridad?</b>	
5	Riesgo operario
2	Riesgo equipo
1	Relativo
<b>Pregunta 5. ¿Cuál es el impacto que tiene el activo sobre el medio ambiente?</b>	
Ponderación	Importancia
5	Grave
2	Relativa
1	Nula
<b>Pregunta 6. ¿Cuál es el estimado de costos de mantenimiento del activo?</b>	
5	>5.000\$
4	1.000 a 5.000\$
2	500 a 1.000\$
1	<500\$
<b>Pregunta 7. ¿Con qué frecuencia se presentan fallas en maquinaria?</b>	
Ponderación	Número de fallas
1	< 3 fallas al año
2	3-5 fallas al año
4	5-10 fallas al año
5	>10 fallas al año

Nota: Parámetros utilizados para el cálculo de criticidad [15].

Los parámetros que se utilizaron para elaborar la encuesta y posteriormente emplear en el análisis de criticidad de los activos objeto de estudio se detallan a continuación:

**Nivel de producción:** Determina el porcentaje de producción que representa la maquinaria o equipo cuando se encuentra en funcionamiento.

**Tiempo promedio para reparar una falla:** Es el tiempo promedio diario dedicado a reparar una falla o avería, desde el momento en que ocurre la detención hasta que el equipo vuelve a estar en funcionamiento.

**Impacto sobre la producción:** Determina el impacto porcentual que presenta la avería mientras la máquina o equipo se encuentra averiado por presencia de fallas que obliguen a realizar su parada total.

**Impacto en la seguridad:** Es la probabilidad de que ocurra un evento que cause daño al equipo, al operario o que pueda ser de alguna manera relativo.

**Impacto sobre el medio ambiente:** Es el nivel de importancia que representa el daño de equipos, maquinaria, instalaciones y el nivel de contaminación que puedan representar para el medio ambiente.

**Costos de mantenimiento:** Es el costo promedio que se invierte para reparar una máquina o equipo cuando presente alguna falla o avería y dejarlo en condiciones óptimas de operatividad, Los gastos consideran los componentes y el trabajo que se requiere.

**Frecuencia de fallas de maquinaria:** Es la cantidad de fallas que experimenta cualquier componente de la maquinaria o equipos, produciendo la pérdida de su función y la parada del equipo en el lapso de un año.

Para calcular el valor de la consecuencia se toman en cuenta el nivel de producción, tiempo medio entre fallos, impacto en la producción, costo de mantenimiento o reparación, impacto en seguridad e impacto al medio ambiente.

La ecuación para calcular la consecuencia es la siguiente:

$$\textit{Consecuencia} = (\textit{Nivel de prod} * \textit{MTTR} * \textit{Impacto prod}) + \textit{CR} + \textit{IA} + \textit{IS}$$

El cálculo de la criticidad multiplica la frecuencia de fallas por el valor que se obtiene en la consecuencia, su cálculo es sencillo y a continuación se muestra la ecuación:

$$\textit{Criticidad} = \textit{Frecuencia de fallas} \times \textit{consecuencia}$$

Con base en la TABLA IX que integra la frecuencia y la consecuencia como elementos clave, se procede a asignar a cada máquina y equipo las numeraciones obtenidas, con el propósito de determinar el nivel de criticidad que cada uno exhibe.

**TABLA IX.**  
**PONDERACIÓN DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD**

<b>FRECUENCIA</b>	5					
	4					
	2					
	1					
		(1-13)	(14-27)	(28-40)	(41-52)	(53-62)
		<b>CONSECUENCIA</b>				

### 3.8 Análisis modal de efectos y fallos (AMFE)

Este método de investigación se emplea en el desarrollo de la investigación es clave de aplicar puesto que su objetivo es detectar las debilidades o fallas potenciales de un proceso, producto o servicio. En este caso en particular, su implementación ayuda a identificar los componentes que se deben priorizar al establecer las actividades preventivas activo para reducir su nivel de riesgo [22].

Cabe mencionar que se usará como documento guía la NTP 679 de donde se usarán las tablas de ponderaciones y el modelo de la matriz (AMFE) para el desarrollo y evaluación de los diferentes componentes de la maquinaria y equipos.

Fundamentado en la NTP 679 y las valoraciones que contiene, se desarrollan las matrices AMFE para las máquinas y equipos que reflejan valores altos una vez aplicada la matriz de Análisis de Criticidad, el fin de aplicar la matriz AMFE es priorizar los componentes más críticos y que tienden a presentar mayor cantidad de fallas, al igual que las causas y efectos de estos y de ese modo obtener mejores resultados en la planificación del mantenimiento preventivo [23].

Los detalles de cada evaluación se describen más adelante, proporcionando información sobre la severidad del modo de falla en relación con el cliente/usuario, la clasificación de la frecuencia/probabilidad de ocurrencia del modo de falla, y la detectabilidad que mide la facilidad de identificar el modo de falla [23].

## Gravedad

En la TABLA X se detalla el criterio de gravedad, que está compuesto de 5 opciones y puntuaciones con sus diferentes rangos, en base a la situación que presente cada activo se designará una puntuación a fin de obtener valores que muestren el nivel de gravedad.

**TABLA X.**  
**CLASIFICACIÓN DE LA GRAVEDAD DEL FALLO**

<b>GRAVEDAD</b>	<b>CRITERIO</b>	<b>VALOR</b>
Muy Baja Repercusiones imperceptibles	No es razonable esperar que este fallo de pequeña importancia origine efecto real alguno sobre el rendimiento del sistema. Probablemente, el cliente ni se daría cuenta del fallo.	1
Baja Repercusiones irrelevantes apenas perceptibles	El tipo de fallo originaría un ligero inconveniente al cliente. Probablemente, éste observaría un pequeño deterioro del rendimiento del sistema sin importancia. Es fácilmente subsanable	2 a 3
Moderada Defectos de relativa importancia	El fallo produce cierto disgusto e insatisfacción en el cliente. El cliente observará deterioro en el rendimiento del sistema	4 a 6
Alta	El fallo puede ser crítico y verse inutilizado el sistema. Produce un grado de insatisfacción elevado.	7 a 8
Muy Alta	Modalidad de fallo potencial muy crítico que afecta el funcionamiento de seguridad del producto o proceso y/o involucra seriamente el incumplimiento de normas reglamentarias. Si tales incumplimientos son graves corresponde un 10	9 a 10

Nota: Criterio que mide la gravedad que presenta el activo [23].

## Frecuencia

En la TABLA XI se muestra la frecuencia, consta de 5 opciones y dentro de ellas también están los valores correspondientes, al igual que la gravedad se designarán las valoraciones dependiendo del estado que presente cada activo y de ese modo determinar la frecuencia de fallo de cada uno.

**TABLA XI.**  
**CLASIFICACIÓN DE LA FRECUENCIA DEL FALLO**

<b>FRECUENCIA</b>	<b>CRITERIO</b>	<b>VALOR</b>
Muy Baja Improbable	Ningún fallo se asocia a procesos casi idénticos, ni se ha dado nunca en el pasado, pero es concebible.	1
Baja	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos. Es razonablemente esperable en la vida del sistema, aunque es poco probable que suceda.	2 a 3
Moderada	Defecto aparecido ocasionalmente en procesos similares o previos al actual. Probablemente aparecerá algunas veces en la vida del componente/sistema.	4 a 6
Alta	El fallo se ha presentado con cierta frecuencia en el pasado en procesos similares o previos procesos que han fallado.	7 a 8
Muy Alta	Fallo casi inevitable. Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente.	9 a 10

Nota: Criterio que identifica la frecuencia del fallo [23].

### **Detectabilidad**

La TABLA XII contiene el compendio el criterio detectabilidad, contiene 5 opciones al igual que la gravedad y la frecuencia, los valores permiten diferenciar y determinar qué tan detectable es el fallo del activo

**TABLA XII.**  
**CLASIFICACIÓN DE LA DETECTABILIDAD DE FALLO**

<b>DETECTABILIDAD</b>	<b>CRITERIO</b>	<b>VALOR</b>
Muy Alta	El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes	1
Alta	El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría en alguna ocasión escapar a un primer control, aunque sería detectado con toda seguridad a posteriori.	2 a 3
Mediana	El defecto es detectable y posiblemente no llegue al cliente. Posiblemente se detecte en los últimos estadios de producción	4 a 6
Pequeña	El defecto es de tal naturaleza que resulta difícil detectarlo con los procedimientos establecidos hasta el momento.	7 a 8
Improbable	El defecto no puede detectarse. Casi seguro que lo percibirá el cliente final	9 a 10

Nota: Criterio para determinar facilidad con que se puede detectar el modo de fallo [23].

### **Cálculo del Índice de prioridad de riesgos.**

La ecuación para obtener (IPR) se realiza de la siguiente manera:

$$**IPR = P \times G \times D**$$

La multiplicación de los criterios previamente expuestos conduce a la obtención del Índice de Prioridad de Riesgo (IPR), como se describe en la Norma Técnica Peruana NTP 679. Según esta normativa, si el valor del IPR es superior a 100, se considera que el riesgo es elevado. En consecuencia, en las matrices confeccionadas en este proyecto, aquellos componentes con un IPR superior a dicho umbral serán resaltados en color rojo, indicando así la posibilidad de que ocurra un fallo en dichos elementos [23].

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y ANÁLISIS

En esta sección se analizan los resultados obtenidos mediante el enfoque metodológico utilizado en el estudio actual.

#### 4.1 Ficha de recolección de datos

Se presenta el resultado de los datos de los activos recopilados en los recorridos por las áreas de estudio de la metalmecánica.

Previo a la enumeración detallada del inventario, se lleva a cabo una categorización por grupos familiares, tal como se ilustra en la Fig. 13, estas categorías se dividen en tres tipos distintos. En el informe del inventario se detallará el tipo correspondiente a cada artículo mediante sus respectivas iniciales, lo cual facilita la identificación y organización de los elementos según su clasificación.

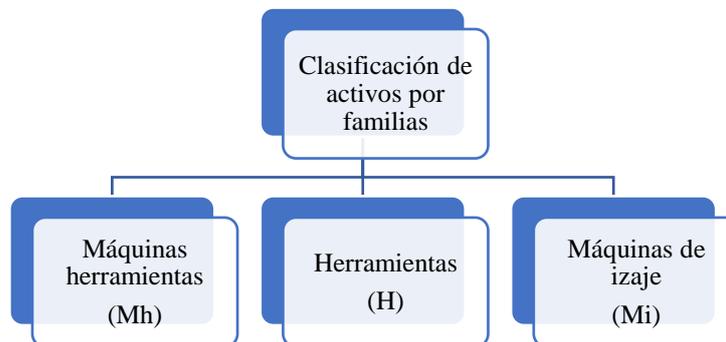


Fig. 13. Clasificación por familias

A continuación, se muestra el inventario de las máquinas y equipos, los activos que se enlistaron son los que interfieren en los procesos de fabricación y pintura.

**TABLA XIII.**  
**INVENTARIO DE ACTIVOS**

Nombre	Código	Marca	Modelo	Tipo
Montacargas manual	5136	HANGCHA	CRHAV016	H
Montacargas vehículo	5142	CIARK	DP50	Mh
Puente grúa	5113	PIMEG	N. D	Mi
Brazo grúa	5190	PALFIGER	N. D	Mh
Cizalla	5149	GAIRU	MI-8	Mh
Sierra cinta	5132	KTC	465-HBS-9-1	Mh
Pantógrafo	5146	KOIKE	HYD-2100B	Mh
Plasma	5145	CEBORA	PC 110/T	Mh
Plegadora	5104	MEBUSA	RG 205	Mh
Prensa	5123	N. D	N. D	Mh
Roladora	5141	N. D	N. D	Mh
Torno	5098	ITALCO	IT 560 X 20T	Mh
Torno	5097	CS	CS 6266C/2000	Mh
Cepillo	5103	KLOPP	KFL 8B	Mh
Taladro radial	5101	META	AF-304-P48	Mh
Taladro fresadora	5099	TRUPER	TAPI-17	Mh
Soldadora de palillo	5093	CEBORA	EN60974-1	H
Soldadora TIG	5046	INDURA	ARCTIG 180 HF PRO	H
Soldadora MIG	5138	CEBORA	STAR WELD 465 S	H
Tecele	5114	DEMAC	N. D	Mi
Amoladora	5006	TOTAL	UTG1251806	H
Compresor	5107	PUMA	TE6580V	Mh
Graco	5191	N. D	N. D	H

## 4.2 Entrevista

La Fig. 14, proporciona una visión detallada de las causas subyacentes a las fallas en la maquinaria empleados en el proceso productivo de la MiPyme metalmecánica "Macusa Industrial". El diagrama se elaboró a partir de la entrevista realizada al jefe de taller y se encuentra en el Anexo 1, donde se formularon preguntas específicas sobre la maquinaria y equipos objeto de estudio.

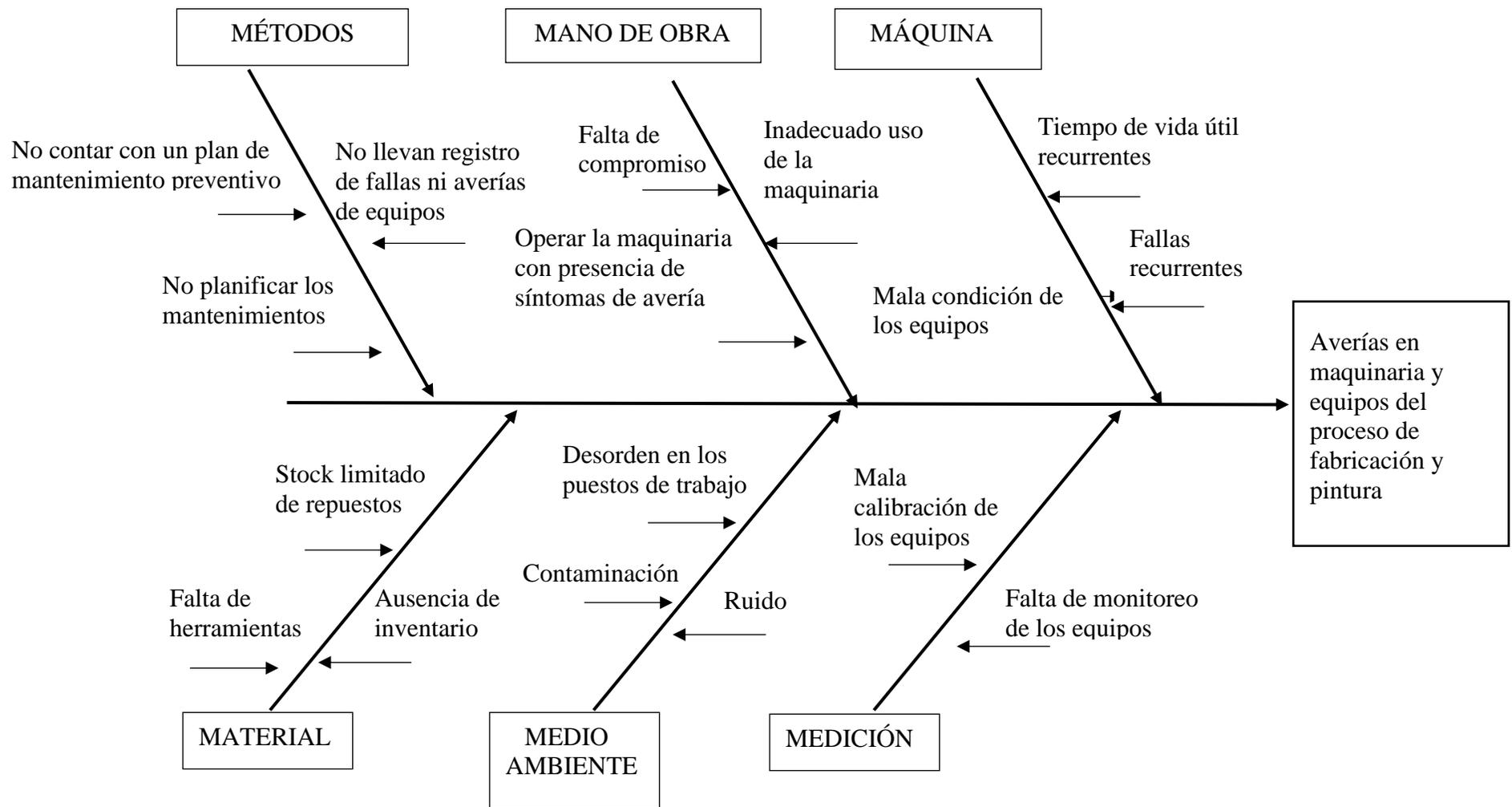


Fig. 14. Diagrama Ishikawa

En el Ishikawa se puede observar que la MiPyme presenta diversos problemas, como fallas recurrentes debido a paradas inesperadas. Además, algunos equipos muestran una condición deficiente y deterioro, ya sea por un uso inadecuado o porque han alcanzado su vida útil. Otro problema identificado es la operación continua de la maquinaria incluso cuando ya presenta síntomas de avería; es decir, si se percibe un síntoma y la máquina aún puede seguir funcionando, se continúa utilizándola para no interrumpir el proceso productivo. Este proceder afecta significativamente a los equipos, ya que los síntomas no son atendidos de manera oportuna, lo que eventualmente resulta en averías y paradas totales del equipo, necesitando entonces un mantenimiento correctivo para volver a estar operativos.

Finalmente, la MiPyme carece de un plan de mantenimiento preventivo y únicamente realiza mantenimiento correctivo a su maquinaria, adicionalmente no lleva un registro de las fallas que se presentan en cada equipo, lo que dificulta realizar un diagnóstico preciso y conocer el estado real de los mismos. Esta deficiencia en la estrategia de mantenimiento se traduce en una operatividad subóptima de los activos físicos y aumenta la probabilidad de fallas inesperadas, afectando negativamente la eficiencia y productividad del proceso de manufactura.

### **4.3 Análisis de criticidad**

Desarrollar la matriz de Análisis de Criticidad ayudó a conocer la condición actual de cada máquina, equipo y herramienta de las áreas objeto de estudio, se logró identificar los equipos con criticidad alta, media y baja.

Luego de realizar los cálculos correspondientes, se obtuvo como resultado 10 activos con criticidad alta, tales como: Cizalla, suelda MIG, suelda TIG, Suelda de palillo, amoladora, torno CNC, torno paralelo universal, Compresor, montacargas y prensa hidráulica.

La determinación de equipos críticos permitió priorizarlos a fin de realizarles un análisis más exhaustivo y profundo, mediante el análisis de sus modos de fallas y efectos, con lo que es posible idear actividades y frecuencias que ataquen los problemas principales de las fallas de los equipos críticos dentro del plan de mantenimiento preventivo.

En la TABLA XIV se presenta un resumen de los resultados del análisis de criticidad, los campos contienen el nombre de cada equipo, su código, y la criticidad, siendo categorizados con los colores rojo, amarillo y verde, que corresponden a criticidad alta, media y baja respectivamente. Se destacan los equipos con criticidad alta, indicando la necesidad de aplicar

un control inmediato. Por consecuencia, se utilizará la matriz AMFE para los 10 activos con el propósito de identificar sus componentes más críticos, con el fin de diseñar actividades que disminuyan la criticidad de dichos componentes.

**TABLA XIV.**  
**RESUMEN DE RESULTADOS DE CRITICIDAD**

<b>Máquina/equipo</b>	<b>Código</b>	<b>Criticidad</b>
Cizalla	5149	Criticidad alta
Brazo grúa	5190	Criticidad media
Puente grúa	5113	Criticidad baja
Soldadora MIG	5138	Criticidad alta
Torno	5098	Criticidad alta
Soldadora TIG	5046	Criticidad alta
Cepillo	5103	Criticidad media
Montacargas vehículo	5142	Criticidad alta
Torno	5097	Criticidad alta
Taladro radial	5101	Criticidad media
Roladora	5141	Criticidad media
Soldadora de palillo	5093	Criticidad alta
Plegadora	5104	Criticidad media
Prensa	5123	Criticidad alta
Taladro fresadora	5099	Criticidad media
Amoladora	5038	Criticidad alta
Pantógrafo	5146	Criticidad media
Compresor	5107	Criticidad alta
Plasma	5145	Criticidad media
Montacargas manual	5136	Criticidad media
Sierra cinta	5132	Criticidad media
Tecles	5114	Criticidad baja
Graco	5191	Criticidad baja

Una vez ejecutado el análisis de criticidad se generó un gráfico que exhibe los valores de criticidad asociados a cada máquina y equipo, con el propósito de facilitar la visualización y comprensión de los resultados obtenidos mediante las barras de colores y nombres de los activos.

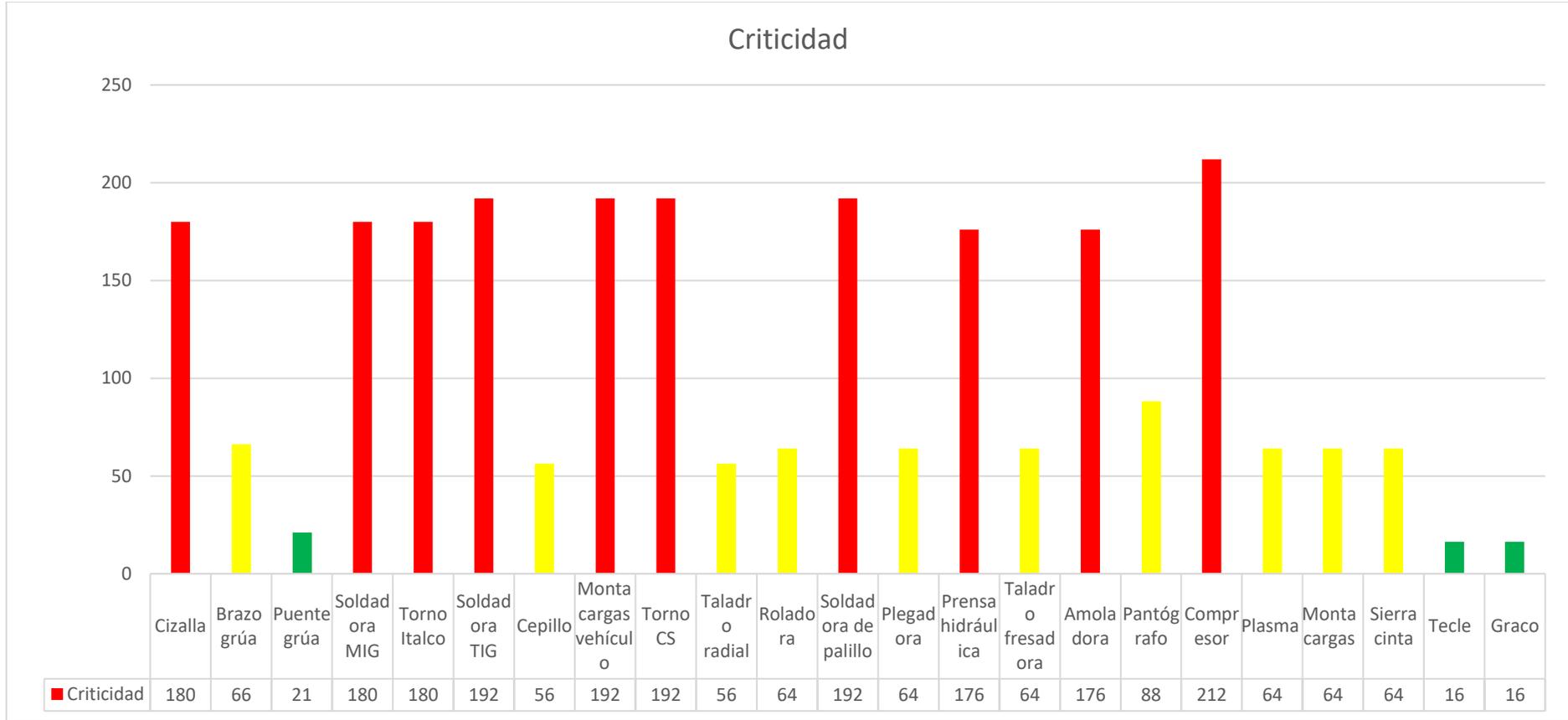


Fig. 15 Gráfico estadístico de Análisis de Criticidad

De acuerdo con el gráfico estadístico de análisis de criticidad, se identifican tres equipos como los más críticos: la soldadora TIG, el montacargas y el torno. Estos equipos presentan los valores más elevados de criticidad, lo que indica una necesidad urgente de intervención. A continuación, se encuentran la cizalla, la soldadora MIG, el torno CS y la prensa hidráulica, que también requieren atención significativa, aunque en un grado ligeramente inferior. Por último, la soldadora de palillo, la amoladora y el compresor se ubican en la categoría de alta criticidad, pero con valores más bajos en comparación con los equipos previamente mencionados.

Los diez activos mencionados requieren una intervención inmediata debido a sus elevados valores de criticidad. Esta alta criticidad se refleja en parámetros tales como la frecuencia de fallos, el impacto en la producción y los costos asociados con el tiempo de inactividad y las reparaciones. Comparativamente, estos valores son sustancialmente más altos que aquellos de los equipos con criticidad media y baja, lo que subraya la urgencia de implementar medidas de mantenimiento preventivo y correctivo de manera prioritaria para estos activos. Este análisis detallado permite una mejor asignación de recursos y la planificación efectiva de actividades de mantenimiento, con el objetivo de minimizar el riesgo y maximizar la disponibilidad y eficiencia operativa de los equipos críticos.

#### **4.4 Análisis modal de efectos y fallos (AMFE) de equipos y maquinaria.**

Se realizó un Análisis de Modos de Fallo y Efectos (AMFE) a los diez equipos y máquinas previamente identificados como críticos tras la aplicación del análisis de criticidad.

En este proceso, se logró discernir los componentes que presentan un nivel prioritario de riesgo más elevado, es decir, aquellos con una propensión más pronunciada a experimentar fallos. Este hallazgo es esencial para orientar con mayor precisión la formulación del plan de mantenimiento preventivo, concentrándose específicamente en los componentes de mayor riesgo.

Los diez activos a los que se les empleó la AMFE son los siguientes:

- Cizalla
- Soldadora MIG
- Torno ITALCO
- Soldadora TIG
- Montacargas vehículo
- Torno CS
- Soldadora de palillo
- Prensa
- Amoladora
- Compresor

##### **4.4.1 Número de Prioridad de Riesgo (IPR)**

A continuación, la TABLA XV muestra un resumen de la selección de fallas críticas de los diferentes componentes de los diez activos evaluados mediante la AMFE. El cálculo del IPR en base a los criterios: Frecuencia, gravedad y detectabilidad para cada falla especificados arrojaron valores inaceptables para ciertos componentes y fallas al ser valores  $>100$  tal como lo menciona la NTP 769 tomada como guía para el desarrollo del análisis modal de fallos y efectos.

**TABLA XV.**  
**RESUMEN ÍNDICE DE PRIORIDAD DE RIESGOS**

Maquina/equipo	Ítem	Componente	Descripción de falla crítica	F	G	D	IPR
Cizalla Hidráulica	3	Mangueras de aceite hidráulico	Pérdida de presión	5	7	3	105
	8	Cuchilla	No cortar material de manera adecuada	8	7	2	112
	11	Pisón	Fuga de aceite hidráulico	8	7	2	112
Soldadora MIG	1	Antorcha	No permitir el paso del hilo o alambre	5	8	3	120
	5	Manómetro	Fugas internas y externas	4	7	4	112
Torno ITALCO	4	Bancada	Mal estado de las guías de la parte superior	4	8	4	128
Soldadora TIG	1	Antorcha	No permitir el paso del hilo o electrodo	5	8	4	160
	4	Manómetro	Fugas internas y externas	5	8	3	120
Montacargas vehículo	3	Mangueras hidráulicas	Pérdida de presión	5	7	5	175
Torno CS	4	Bancada	Mal estado de las guías de la parte superior	4	8	4	128
Soldadora de palillo	3	Cables de soldadura	Mal estado de las mangueras	8	9	2	144
	6	Porta electrodo	Conexiones sueltas o dañadas	6	9	2	108
	7	Pinza de masa	Conexiones sueltas o contaminación en el área de sujeción	7	9	2	126
Prensa Hidráulica	3	Bomba hidráulica	Pérdida de presión	5	7	5	175
	6	Mangueras de presión	Pérdida de presión	5	8	3	120
Amoladora	3	Disco	Ruptura del disco	6	8	3	144
	4	Rotor	Deterioro del rotor	5	8	3	120
Compresor	4	Mangueras y conexiones	Fugas, desgaste o rupturas	5	8	3	120

A partir de los resultados obtenidos del Índice de Prioridad de Riesgo (IPR) para los diez activos críticos, y considerando los componentes que presentan el mayor nivel de riesgo, se delinearán actividades específicas dentro del plan de mantenimiento preventivo. Estas actividades están diseñadas para mitigar los riesgos y reducir la criticidad actual de estos componentes.

Primero, se realiza un análisis detallado de los componentes con mayor IPR para identificar las causas subyacentes de los riesgos elevados. Posteriormente, se establecen intervenciones preventivas precisas que incluyen inspecciones regulares, calibraciones, lubricaciones y reemplazos programados de piezas. Además, se implementan procedimientos de monitoreo continuo para detectar signos tempranos de fallos potenciales, permitiendo acciones correctivas antes de que ocurran averías significativas.

El plan de mantenimiento preventivo también contempla la formación y capacitación del personal operativo en prácticas de mantenimiento proactivo y en la utilización de herramientas de diagnóstico avanzadas. Esto no solo contribuye a la reducción del riesgo, sino que también mejora la eficiencia operativa y prolonga la vida útil de los activos.

Finalmente, se incorporan mecanismos de retroalimentación y revisión periódica del plan, para ajustar y optimizar las actividades de mantenimiento en función de los datos recopilados y las experiencias obtenidas. Esta estrategia integral asegura una gestión de riesgos efectiva, minimizando la criticidad de los componentes y garantizando una operación más segura y confiable de los equipos críticos.

#### **4.5 Discusión**

Al concluir el estudio llevado a cabo en esta investigación, se verificó que la MiPyme objeto de análisis experimenta fallos recurrentes en su maquinaria y equipos debido a la falta de mantenimiento. Actualmente, se limitan a realizar únicamente mantenimiento correctivo una vez que ocurre una avería, lo cual genera costos elevados debido a la naturaleza no planificada de estos mantenimientos. Para abordar este problema, se implementó un Análisis de Criticidad con el fin de identificar los activos más críticos. Posteriormente, se aplicó la metodología AMFE para determinar el Índice de Prioridad de Riesgo de los diferentes componentes, priorizando así los riesgos identificados. Finalmente, se elaboró un plan de mantenimiento preventivo adaptado a las necesidades específicas de la maquinaria de la metalmecánica.

Haciendo referencia al antecedente anterior, teniendo por autores a otros González & Loyo [24], que propone un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas productoras de una fábrica de helados, en el que centra su metodología únicamente en el uso del Análisis Modal de Fallas y Efectos (AMFE) para la propuesta del plan de mantenimiento preventivo de la maquinaria estudiada, el método inició con la selección del equipo, fichas técnicas, identificó las partes, los responsables y finalmente aplica AMFE. Como resultado demostró la eficiencia de AMFE en la identificación y mitigación de fallas potenciales en la maquinaria seleccionada,

cabe recalcar que dentro de sus resultados específicos están la identificación de componentes que requieren mantenimiento preventivo y predictivo para optimizar el tiempo de vida de los activos. Sin embargo, en antecedente anterior incluye matriz de Análisis de Criticidad previo al uso de la MAFE, aportando una capa adicional de priorización que mejora la eficiencia del proceso de mantenimiento, siendo un método más efectivo y enfocado, disminuyendo de manera significativa los tiempos de inactividad de los equipos y maquinaria.

A diferencia del estudio realizado por Castellón [25] que desarrolló un plan de mantenimiento preventivo para maquinaria y equipos en una fábrica de helados basado únicamente mediante observaciones y entrevistas, careciendo de profundidad analítica y metodológica debido a la ausencia de un análisis que determinara la criticidad y priorizara las acciones preventivas de los equipos estudiados, la presente investigación emplea herramientas estructuradas como la matriz de Análisis de Criticidad (AC) y el Análisis de Modo y Efecto de Fallas (AMFE). Estas herramientas permiten realizar un análisis exhaustivo y detallado, diseñando un plan de mantenimiento más robusto y específico, adaptado a las necesidades de los activos.

Refiriéndose al estudio realizado por Valdivieso [26] donde se propone un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Extruplas S.A., el autor efectúa un análisis exhaustivo de la compañía. Además, aplica un análisis de criticidad basado en el impacto de los fallos y elabora un registro minucioso de estos y de las reparaciones realizadas, con el propósito de utilizarlos en análisis posteriores. Un aspecto destacado del trabajo es la implementación de un software de gestión de mantenimiento, que permite organizar y administrar eficientemente la información relacionada con el mantenimiento. A diferencia del presente trabajo de grado, la ventaja de utilizar un software en el diseño y propuesta radica en que esto facilita una mejor organización de las actividades de mantenimiento, incrementando la disponibilidad y confiabilidad de la maquinaria y equipos en la industria metalmeccánica.

#### **4.6 Plan de mantenimiento preventivo**

El plan de mantenimiento detalla un conjunto de actividades diseñadas específicamente para cada máquina y equipo que ha sido sometido a análisis. Este modelo de planificación se extiende a lo largo de todo el año, abarcando todas las estaciones y ciclos operativos relevantes.

Es importante resaltar que las actividades propuestas dentro de estos planes han sido cuidadosamente elaboradas teniendo en cuenta las especificaciones técnicas y los manuales de usuario correspondientes a cada equipo en consideración. Esta práctica garantiza un enfoque

preciso y adecuado para la preservación y optimización del funcionamiento de los activos industriales, minimizando así el riesgo de fallos y maximizando su vida útil.

#### 4.6.1 Introducción

Es esencial que las industrias comprendan la importancia de disponer de un plan de mantenimiento preventivo para sus activos. La continuidad de los procesos productivos depende de la operación ininterrumpida de las máquinas y equipos utilizados en dichos procesos. Por lo tanto, es crucial implementar un plan que incluya actividades destinadas a prevenir fallas y averías, evitando así paradas imprevistas que puedan interrumpir la productividad.

#### 4.6.2 Objetivo

El objetivo del mantenimiento preventivo es asegurar la operatividad y seguridad de la maquinaria y equipos, optimizando el funcionamiento de los sistemas mecánicos, eléctricos, hidráulicos y neumáticos. Esto se logra mediante inspecciones regulares, limpieza, reemplazo de componentes dañados, y ajustes según las especificaciones del fabricante. Así, se previenen fallas, se minimizan paradas imprevistas, se disminuye costos y se garantiza la continuidad del proceso productivo.

#### 4.6.3 Alcance

El plan de mantenimiento preventivo para la cizalla hidráulica abarca la inspección regular, limpieza, lubricación, ajuste de cuchillas y reemplazo de componentes según las recomendaciones del fabricante. Incluye el monitoreo de los sistemas hidráulicos y eléctricos, la verificación de la presión del sistema, y la calibración de la máquina. Se asegura la correcta documentación de las actividades realizadas, el cumplimiento de las normativas vigentes, y se implementan medidas de mejora continua para que los activos se mantengan operativos.

#### 4.6.4 Responsables

Gerente general  
Jefe de taller

#### 4.6.5 Nivel de mantenimiento

Los niveles están estructurados en base a la complejidad y especialización de las tareas que contiene el plan de mantenimiento preventivo.

El presente plan contiene niveles: Básico, intermedio y avanzado.

- **Básico:** Las frecuencias de las tareas que contiene este nivel son (Diario o semanal y mensual).

- Las tareas del nivel básico pueden ser realizadas por los operarios que tengan un entrenamiento básico.
- **Intermedio:** Contiene frecuencias de tareas (Trimestral, semestral y anual)
- Las tareas del nivel intermedio pueden ser desarrolladas por personal de mantenimiento con habilidades técnicas específicas.

#### 4.6.6 Frecuencia de mantenimiento

Los intervalos de tiempo para las actividades e inspecciones son: (Diario, semanal, mensual, trimestral, semestral, anual).

Se usará la siguiente tabla para diferenciar las frecuencias de las tareas con un código de colores, facilitando su visualización.

**TABLA XVI.**  
**CODIGO DE COLORES DE FRECUENCIA**

<b>Código de colores para frecuencia de actividades de mantenimiento</b>	
<b>Frecuencia</b>	<b>Color</b>
Diario (D)	
Semanal (S)	
Mensual (M)	
Trimestral (T)	
Semestral (SM)	
Anual (A)	

#### 4.6.7 Procedimientos generales del plan de mantenimiento preventivo

- Inspecciones visuales
- Limpieza
- Lubricación
- Verificar niveles de aceite.
- Ajustes y calibraciones
- Reemplazo de componentes y partes desgastadas

## 4.6.8 Instructivo para maquinaria y equipos

### MÁQUINA/ EQUIPO 1

#### 4.6.8.1 Identificación Cizalla hidráulica

TABLA XVII.

IDENTIFICACION CIZALLA HIDRAULICA

	"MACUSA INDUSTRIAL"						
DEPARTAMENTO DE MATENIMIENTO INDUSTRIAL							
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO							
Máquina/equipo	Cizalla Hidráulica	Código	5149	Marca	GAIRU	Elaborado por:	Jenifer Huera

#### 4.6.8.2 Herramientas y materiales necesarios

- Herramientas de mano (llaves, destornilladores, playo de presión, etc.)
- Aceite hidráulico y lubricantes
- Repuestos (cuchillas, pernos, etc.)
- Trapo o gamuza de limpieza.
- Desengrasante industrial

#### 4.6.8.3 Procedimiento de seguridad

- Usar equipo de protección (EPP) adecuado, guantes resistentes para evitar cortes, gafas de seguridad, botas punta de acero.
- Desconectar la cizalla de la fuente de alimentación previo al inicio de actividades de mantenimiento y asegurarse que no se pueda reconectar accidentalmente.
- Mantener el área de trabajo limpia y despejada, asegurar que el suelo esté seco y libre de derrames de fluidos.
- Se debe asegurar que las cuchillas de la cizalla estén en posición segura a fin de evitar accidentes en el desarrollo de las tareas.
- Colocar protecciones o guardas si es necesario trabajar cerca de las cuchillas.
- Previo a al mantenimiento del sistema hidráulico, liberar la presión acumulada siguiendo procedimientos del fabricante.
- Hay que asegurar que las válvulas estén en posición segura para evitar movimientos inesperados de las partes móviles.

- Asegurarse de que las herramientas que se van a usar para el mantenimiento estén en buenas condiciones.
- Mantener extintores cerca del lugar de trabajo por cualquier emergencia.
- Evitar el uso de materiales inflamables cerca del área de trabajo.
- Utilizar señalética para indicar que la máquina se encuentra en mantenimiento.

#### 4.6.8.4 Procedimiento de mantenimiento

##### **Actividad 1: Limpieza externa de suciedad y partículas de polvo.**

- limpiar con trapos y gamuzas o usar aire comprimido para soplear el polvo y partículas.
- Limpiar con desengrasante las partes donde se requiera eliminar grasa.

##### **Actividad 2: Revisión del pedal de accionamiento.**

- Verificar que el pedal se encuentre en un estado óptimo para operar, probar con el pie para ver que funciones correctamente, si requiere ajustarlo usar las llaves de mano para ajustarlo.

##### **Actividad 3: Revisión de válvulas hidráulicas y cambiar de ser necesario.**

- Localizar las válvulas, una válvula se encuentra a lado de la bomba hidráulica dentro de la placa base y la otra alado de los pisadores.
- Retirar las cubiertas que protege las válvulas.
- Desconectar las mangueras con las llaves y herramientas adecuadas y señalarlas para reconectar de manera correcta.
- Aflojar y retirar los tornillos y pernos que sujetan las válvulas.
- Retirar las válvulas para verificar su estado.
- Si es necesario cambiarla reemplazarla con una nueva y realizar la conexión, ubicarla de forma cuidadosa alineando las conexiones y puntos del montaje.
- Fijar la válvula en su lugar correspondiente y asegurarla con pernos y tornillos, conectar las mangueras nuevamente en su debido lugar y poner las cubiertas.

##### **Actividad 4: Verificar niveles de aceite hidráulico.**

- Ubicarse en la bomba de aceite hidráulico.
- Aflojar la tapa del depósito de aceite y elevar la varilla de medida para verificar en qué nivel y estado se encuentra el aceite.
- En caso de estar faltante rellenarlo hasta la medida indicada.

- Volver a poner la colocar la tapa y asegurar que esté bien cerrado.

**Actividad 5: Verificar estado de interruptores, botones y cables eléctricos.**

- Realizar una inspección de los interruptores y revisar de manera visual si están en buen estado.
- Revisar los botones de manera visual y manipular para verificar su estado.
- Revisar todo el cableado y conexiones eléctricas externas de la cizalla.

**Actividad 6: Verificar estado de mangueras hidráulicas.**

- Realizar inspección detallada de todas las conexiones hidráulicas y detectar fallas, fisuras o signos de desgaste.

**Actividad 7: Lubricar las partes móviles.**

- Ubicar todas las partes mecánicas y móviles de la cizalla
- Sopletear con aire comprimido o limpiar con trapos el polvo o suciedad presente en las partes a engrasar.

**Actividad 8: Reajuste de tornillos, tuercas y pernos.**

- Usar llaves con las distintas medidas de los pernos y tornillos externos
- Reajustar cada uno hasta que queden con el ajuste correcto.

**Actividad 9: Inspección y limpieza de motor.**

- Limpiar la superficie de la cubierta del motor.
- Quitar pernos y tornillos de la cubierta del motor.
- Verificar de forma visual el estado del motor, sus conexiones eléctricas para identificar cualquier cable suelto.
- Verificar el estado de las terminales de todas las conexiones eléctricas, revisar que estén bien sujetos y que no presenten algún signo de corrosión.
- Girar el eje para verificar que no haya alguna falla e irregularidad
- Visualizar el estado del estator y demás componentes del motor
- Usar un multímetro para medir la resistencia de los bobinados del motor.
- Medir la tensión de alimentación del motor
- Medir el consumo de corriente con una pinza amperimétrica y asegurar que esté dentro de los límites.
- Encender el motor para detectar cualesquiera ruidos extraños, vibraciones o sobrecalentamiento.

- Reajustar cualquier componente del motor que lo requiera y volver a poner la
- Actividad 10: Revisión de pisonos y cambiar si es necesario.**
- Verificar de forma visual el estado de los pisonos.
- En caso de requerir reemplazar alguno usar llave para quitar pernos y quitar el pisón que presente falla.
- Realizar el reemplazo del pisón y ubicarlo de forma correcta.
- Ajustarlo los pernos o tornillos para asegurarlo.

**Actividad 12: Revisar desgaste de piezas mecánicas (bancada, mesa, porta cuchillas).**

- Inspeccionar la bancada y verificar que esté en buen estado, de lo contrario realizar ajustes necesarios.
- Revisar el estado de la mesa y realizar ajustes con las llaves en caso de ser necesario.
- Revisar la porta cuchillas y apretar con las llaves hasta que tenga el ajuste
- correcto.

**Actividad 11: Inspección de cilindros hidráulicos.**

- Identificar la ubicación de los cilindros.
- Limpieza de superficies externa de cilindros y sus conexiones.
- Quitar cubiertas usando llaves y herramientas para acceder a los cilindros.
- Retirar el cilindro y sus conexiones y señalar para su posterior conexión.
- Verificar el estado del cilindro y si es necesario reemplazarlo.
- Instalar el cilindro en su lugar y realizar conexiones de mangueras.

**Actividad 12: Revisión general del sistema de lubricación (limpiado, llenado y filtrado).**

- Ver que no haya fugas o liqueos de lubricante en conexiones y tuberías.
- Limpiar polvo y suciedad de las conexiones y tuberías.
- Abrir la tapa del depósito de lubricante.
- Tomar una muestra para ver su estado y reemplazar por aceite nuevo en caso de ser necesario.
- Revisar que esté en el nivel correcto con la varilla de medir que está sujeta a la tapa del depósito.

- Revisar estado de los filtros y si es necesario cambiarlos por unos nuevos, usar las llaves para aflojar y retirar y luego poner en su lugar y volver a ajustarlos.
- Una vez listo proceder a poner la tapa nuevamente y apretarla hasta que esté con el ajuste correcto.

#### 4.6.8.5 Actividades del mantenimiento preventivo

TABLA XVIII.

ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA CIZALLA HIDRÁULICA

Máquina/Equipo	Frecuencia	MES																																			
		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre																								
		Semana	Semana	Semana	Semana	Semana	Semana	Semana	Semana	Semana	Semana	Semana	Semana																								
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Limpieza externa de la máquina	S																																				
Revisión del pedal de accionamiento	S																																				
Revisión de válvulas hidráulicas y cambiar de ser necesario	M																																				
Verificar niveles de aceite hidráulico	M																																				

Máquina/Equipo	Frecuencia	MES																																															
		Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
		Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana											
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
		Verificar interruptores, botones y cables eléctricos	M																																														
Verificar estado de mangueras hidráulicas	M																																																
Lubricar las partes móviles	M																																																
Reajuste de tornillos, tuercas y pernos	T																																																
Inspección y limpieza del motor	T																																																
Revisión de pisones y cambiar si es necesario.	T																																																
Revisar desgaste de piezas mecánicas (bancada, mesa, porta cuchillas)	S M																																																
Inspección de cilindros hidráulicos	S M																																																



## MÁQUINA/ EQUIPO 2

### 4.6.8.6 Identificación soldadora mig

TABLA XIX.  
IDENTIFICACION SOLDADORA MIG

	"MACUSA INDUSTRIAL"						
DEPARTAMENTO DE MATENIMIENTO INDUSTRIAL							
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO							
Máquina/equipo	Soldadora MIG	Código	5118	Marca	CEBORA	Elaborado por:	Jenifer Huera

### 4.6.8.7 Herramientas y materiales necesarios

- Herramientas de mano (juegos de llaves, destornilladores, playo de presión, alicates de corte, etc.)
- Multímetro
- Medidor de presión de gas
- Aceite para motor y lubricantes
- Trapo o gamuza de limpieza, desengrasante industrial

### 4.6.8.8 Procedimiento de seguridad

- Usar equipo de protección (EPP) adecuado, guantes resistentes para evitar cortes, gafas de seguridad para protección ante salpicaduras de fluidos o partículas, utilizar botas punta de acero para protección de objetos pesados que puedan caer en el desarrollo del mantenimiento.
- Desconectar la soldadora de la fuente de alimentación previo al inicio de actividades de mantenimiento y asegurarse que no se pueda reconectar accidentalmente.
- Mantener el área de trabajo despejada, asegurar que el suelo esté seco y libre de derrames de fluidos.
- Mantener extintores cerca del lugar de trabajo por cualquier emergencia.
- Evitar el uso de materiales inflamables cerca del área de trabajo.
- Inspeccionar la soldadora en un estado seguro y asegurar que todos los componentes estén en buen estado previo realizar las tareas de mantenimiento.

- Usar las herramientas y materiales en base a las especificaciones del fabricante y seguir los procedimientos recomendados.

#### **4.6.8.9 Procedimiento de mantenimiento**

##### **Actividad 1: Limpieza externa de la máquina.**

- Limpiar toda la parte externa de la máquina con trapos o telas suaves para eliminar suciedad y partículas de polvo.

##### **Actividad 2: Revisar estado de las conexiones eléctricas.**

- Verificar de manera visual siguiendo las líneas y conexiones eléctricas en busca de posibles fallas, ver que las líneas no presenten raspones o estén pelados.

##### **Actividad 3: Inspección de terminales de la antorcha.**

- Revisar las terminales de la antorcha de forma visual para asegurarse que no presente fallas ni deformación.
- En caso de presentar dichas condiciones realizar el reemplazo, aflojarla y reemplazar con una nueva.

##### **Actividad 4: Revisar voltímetro y amperímetro.**

- Revisar a detalle los cables y conexiones que van al voltímetro y amperímetro para verificar que no tengan fallas, que no presenten signos de corrosión y que no haya ningún cable suelto.
- Con un multímetro y pinza amperimétrica medir las corrientes del voltímetro y amperímetro.
- Revisar los fusibles y de presentar fallas aflojarlos manualmente para retirarlos y reemplazar los nuevos, colocarlos en el lugar que corresponde y ajustarnos manualmente.

##### **Actividad 5: Verificar estado de la pinza masa.**

- De forma visual y manual revisar la pinza masa, ver que no presente signos de corrosión tanto en el cable como en las mordazas.
- Revisar que las mordazas y su función de agarre estén funcionales probando con una pieza, si la sujeta correctamente no requerirán ser reemplazadas.
- Verificar que al momento del agarre de la pieza la pinza masa tenga la fuerza adecuada para asegurar una adecuada conexión eléctrica.
- Verificar que haya continuidad eléctrica en el cable y la pinza masa, colocar una punta en una mordaza y la otra en el extremo del cable que conecta la soldadora,

debe haber un pitido que muestre que hay continuidad mostrando buena conexión eléctrica.

- Finalmente limpiar las mordazas con un cepillo de alambre para eliminar polvo o suciedad y que no se obstruya la conductividad.

**Actividad 6: Revisar el estado y funcionamiento del manómetro y asegurar que no presente fallas.**

- Realizar una limpieza del manómetro con un trapo limpio y seco.
- Revisar visualmente que las conexiones del manómetro estén bien ajustadas a fin de evitar la presencia de fugas.
- En caso de que el manómetro presente alguna fuga, realizar ajuste de las conexiones.

**Actividad 7: Verificar y calibrar las configuraciones de corriente y voltaje.**

- Conectar la soldadora al tomacorriente y encenderla.
- Con un multímetro y una pinza amperimétrica, medir la corriente de la soldadora conectando el multímetro a los terminales de salida de la soldadora mientras está en funcionamiento, finalmente observar la lectura del multímetro.
- Finalmente, si las lecturas presentan normalidad no hay necesidad de ningún reajuste o calibración del amperímetro.

**Actividad 8: Inspeccionar mangueras y conexiones del sistema de gas.**

- Examinar las mangueras y sus conexiones, incluyendo el cilindro, el regulador de gas y la antorcha para detectar signos de daños, grietas o fisuras.
- Verificar que no presenten torceduras, o que no estén aplastadas porque podría obstaculizar el paso de gas.
- Para asegurar que no hay fugas ocupar una solución de agua y jabón y colocar a lo largo de las mangueras y conexiones.
- Abrir la válvula del cilindro de gas y si se forman burbujas en algún punto es porque hay fuga de gas.
- Cerrar la válvula y verificar si la fuga es por alguna conexión que no está bien ajustada o porque hay fisura.
- Si solo está mal conectada ajustarla, si presenta fisura reemplazarla.
- Finalmente realizar una limpieza de las mangueras con un trato o alguna tela suave.

**Actividad 9: Inspección general de todos los componentes mecánicos y eléctricos.**

- Previo a las actividades sopletear la soldadora con aire comprimido o limpiar manualmente con trapos toda la superficie de la soldadora.
- Revisar el estado del alimentador de alambre.
- Revisar e inspeccionar la antorcha y ver que esté en buen estado.
- Revisar componentes móviles como bisagras y articulaciones para identificar posibles fallas y engrasar si lo requieren.
- Revisar los componentes eléctricos como cables de alimentación y conexiones en general para detectar posibles desgastes, daños o presencia de corrosión.
- Revisar los interruptores de encendido y apagado, y los controles de ajuste de la soldadora para detectar algún posible daño o desgaste y asegurarse que funcionen correctamente.
- Ver que las perillas y botones estén en su lugar y que funcionen correctamente.
- Realizar una inspección de los componentes eléctricos internos, abrir la carcasa y revisarlos detenidamente incluyendo transformadores y demás componentes electrónicos.
- Ver que no haya componentes quemados, sueltos o dañados y eliminar polvo o suciedad presente en la parte interna.

### 4.6.8.10 Actividades del mantenimiento preventivo

**TABLA XXI.**

**ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA SOLDADORA MIG**

Verificación y actividades	Frecuencia	MES																																																	
		Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre					
		Semanas																																																	
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4										
Limpieza externa de la máquina	S	█																																																	
Revisión de las conexiones eléctricas	S	█																																																	
Inspección de terminales de la antorcha	M	█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█					
Revisar voltímetro y amperímetro	M		█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				
Verificar estado de pinza de masa	M			█					█					█					█					█					█					█					█					█				█			
Revisar el estado y funcionamiento del manómetro y asegurar que no presente fallas	M				█						█					█						█						█						█						█						█					
Verificar y calibrar las configuraciones de corriente y voltaje	S M																																																		
Inspeccionar mangueras y conexiones del sistema de gas	S M																																																		



## MÁQUINA/ EQUIPO 3

### 4.6.8.11 Identificación torno ITALCO

**TABLA XXI.**  
**IDENTIFICACION TORNO ITALCO**

	<b>"MACUSA INDUSTRIAL"</b>						
<b>DEPARTAMENTO DE MATENIMIENTO INDUSTRIAL</b>							
<b>PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>							
<b>Máquina/equipo</b>	<b>Torno</b>	<b>Código</b>	5098	<b>Marca</b>	ITALCO	<b>Elaborado por:</b>	Jenifer Huera

### 4.6.8.12 Herramientas y materiales necesarios

- Herramientas de mano (juegos de llaves de caja y abiertas), para ajustar y desmontar componentes, destornilladores, playo de presión, alicates de corte, etc.)
- Manómetro
- Calibrador
- Pinzas de presión
- Aceite para el torno y lubricantes.
- Trapo o gamuza de limpieza, desengrasante industrial

### 4.6.8.13 Procedimiento de seguridad

- Usar equipo de protección (EPP) adecuado, guantes resistentes, gafas de seguridad, máscara de polvo, botas punta de acero para protección de los pies,
- Desconectar el torno de la fuente de alimentación previo al inicio de actividades de mantenimiento y asegurarse que no se pueda reconectar accidentalmente.
- Mantener el área de trabajo despejada, hay que asegurar que el suelo esté seco y libre de derrames de fluidos.
- Mantener extintores cerca del lugar de trabajo por cualquier emergencia.
- Evitar el uso de materiales inflamables cerca del área de trabajo.
- Colocar señaléticas de advertencia y delimitar el área de trabajo.

- Inspeccionar el torno en un estado seguro y asegurar que todos los componentes estén en buen estado previo realizar las tareas de mantenimiento.
- Usar las herramientas y materiales en base a las especificaciones del fabricante y seguir los procedimientos recomendados.
- Organizar las herramientas en el área de trabajo.
- Informar a los miembros del equipo sobre el mantenimiento en curso.

#### 4.6.8.14 Procedimiento de mantenimiento

##### **Actividad 1: Limpiar partículas de polvo y suciedad de la superficie de la máquina.**

- Limpiar toda la superficie del torno con trapos, telas o cepillos.

##### **Actividad 2: Verificar el estado del sistema de refrigeración.**

- Abrir la tapa del depósito de refrigeración.
- Verificar que el agua esté en el nivel correcto según la medida del depósito y ver que no esté sucio ni contaminado.
- Si está en malas condiciones reemplazar con agua nueva.
- Revisar la manguera de fluido que está conectada al sistema de refrigeración para identificar posibles fugas o daños.
- Cerrar y asegurar la tapa del depósito.

##### **Actividad 3: Verificar niveles de aceite de los sistemas de lubricación.**

- Revisar de forma visual que no existan derramen de aceite alrededor del torno o en los accesos a los puntos de revisión del nivel de aceite.
- Retirar la tapa protectora, si tiene pernos para asegurarla aflojar con llaves manuales o destornilladores, de lo contrario levantarla cuidadosamente.
- Abrir el tapón del depósito de aceite.
- Usar la varilla de medición del torno, introducirla en el aceite y sacarla para observar el nivel que contiene y el estado que presenta.
- Si el nivel está bajo llenar aceite hasta la medida que corresponde y si el aceite está quemado o sucio reemplazarlo por aceite nuevo.
- Limpiar con un trapo cualquier derrame de aceite que haya habido en el proceso.
- Finalmente volver a colocar la cubierta y ajustarla correctamente.

##### **Actividad 4: Lubricar puntos de engrase.**

- Localizar los puntos de engrase incluyendo husillos, guías, engranajes y demás componentes móviles.
- Limpiar cada punto móvil con trapos o cepillos para eliminar la suciedad.
- Usar una aceitera y aplicar en el punto de lubricación en pocas cantidades.
- Si algún punto requiere grasa, coloca en pocas cantidades con la pistola de engrase.
- Mover los componentes de forma manual para que el aceite o grasa se distribuya correctamente.
- Finalmente limpiar cualquier exceso de aceite o grasa que se haya derramado en el proceso.

#### **Actividad 5: Verificar tensión de correas.**

- Retirar las cubiertas de protección de las correas, si las cubiertas tienen pernos aflojar con llaves de mano o desarmadores.
- Inspeccionar visualmente las correas para ver su estado y asegurarse que no presenten daños.
- De forma manual, presionar el centro de la correa y verificar su tensión, si está muy floja se debe ajustar y si está muy templada se debe aflojar.
- Para ajustar se debe aflojar el perno del templador con una llave de mano y subir la correa hasta el punto de ajuste deseado, finalmente se aprieta el perno y para asegurar.
- Para aflojar la correa, se debe aflojar el perno del templador con ayuda de la llave de mano y bajar la correa hasta que esté en la tensión deseada.
- Para finalizar volver a ejercer presión sobre las correas para ver que estén con el ajuste deseado.

#### **Actividad 6: Inspección general y calibración de la máquina.**

- La inspección general se inicia revisando de forma visual toda la parte exterior de la máquina para verificar cualquier anomalía.
- Se debe revisar el sistema mecánico y ver que los componentes de todo el sistema estén en su lugar y debidamente ajustados. De no ser así ajustar con ayuda de las llaves de mano los diferentes componentes.
- Revisar el sistema hidráulico en general, revisar visualmente las líneas de aceite hidráulico y ver que no haya fisuras o liqueos.
- Revisar el sistema eléctrico de forma visual, revisar que los cables y conexiones estén en buen estado, que no haya cables sueltos.

- En caso de que alguno de los sistemas presente componentes dañados reemplazarlos, realizar la calibración de los componentes que lo requieran.

**Actividad 7: Inspección de las conexiones eléctricas.**

- Verificar de manera visual siguiendo las líneas y conexiones eléctricas en busca de posibles fallas, ver que las líneas no presenten raspones o estén pelados.

**Actividad 8: Comprobar funcionamiento del sistema de paro de emergencia.**

Limpiar el botón de paro de emergencia.

Verificar de forma visual que el botón esté en buen estado.

Encender la máquina y realizar alguna maniobra, luego pulsar el botón de paro para asegurar que funcione correctamente.

Apagar la máquina.

**Actividad 9: Nivelar y alinear la máquina.**

- Para nivelar se debe ajustar los tornillos de nivelación en la base del torno. Primero
- Repetir el proceso de ajuste de los tornillos hasta que la nivelación sea correcta.
- Mover el nivel de presión a lo largo de las guías para asegurar que esté completamente nivelado.
- Para la alineación del husillo, colocar el indicador de cuadrante en una barra de prueba en el husillo, girara lentamente y ver las lecturas del indicador, la desviación debe estar en lo mínimo (0.01mm).

**Actividad 10: Limpieza del sistema de refrigeración.**

- Colocar un balde o recipiente debajo del sistema de refrigeración.
- Abrir manualmente la tapa de drenaje para que caiga el refrigerante.
- Lavar el interior del tanque de refrigeración con agua o detergente, usar un cepillo de cerdas suaves.
- Enjuagar el tanque con agua limpia
- Finalmente verificar que no haya fugas en las conexiones del sistema de refrigeración.

**Actividad 11: Inspección de cabezal y bancada.**

- Realizar una inspección visual del cabezal para identificar cualquier fallo o desgaste.
- Retirar la cubierta para realizar una inspección de los componentes internos en busca de signos de daños o desgaste, entre los componentes revisar el
- Revisar de forma visual la superficie de la bancada para detectar posibles signos de corrosión, desgaste o golpes.
- Revisar minuciosamente las guías de la bancada para verificar que estén en buen estado.

**4.6.8.15 Actividades del mantenimiento preventivo**

**TABLA XXIII.**

**ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL TORNO**

Verificación y actividades	Frecuencia	MES																																			
		Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre													
		Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana							
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Limpiar partículas de polvo y suciedad de la superficie de la máquina	M	█				█				█				█				█				█				█				█				█			
Verificar el estado del sistema de refrigeración	M		█				█				█				█				█				█				█				█				█		
Verificar niveles de aceite de los sistemas de lubricación	T									█								█								█								█			



## MÁQUINA/ EQUIPO 4

### 4.6.8.16 Identificación soldadora TIG

TABLA XXIII.  
IDENTIFICACION SOLDADORA TIG

	"MACUSA INDUSTRIAL"						
DEPARTAMENTO DE MATENIMIENTO INDUSTRIAL							
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO							
Máquina/equipo	Soldadora TIG	Código	5046	Marca	INDURA	Elaborado por:	Jenifer Huera

### 4.6.8.17 Herramientas y materiales necesarios

- Herramientas de mano (juegos de llaves de caja y abiertas), para ajustar y desmontar componentes, destornilladores, playo de presión, alicates de corte, etc.)
- Multímetro
- Medidor de presión de gas
- Aceite para motor y lubricantes
- Trapo o gamuza de limpieza, desengrasante industrial

### 4.6.8.18 Procedimiento de seguridad

- Usar equipo de protección (EPP) adecuado, guantes resistentes, gafas de seguridad, máscara de polvo, botas punta de acero para protección de los pies,
- Desconectar la soldadora de la fuente de alimentación previo al inicio de actividades de mantenimiento y asegurarse que no se pueda reconectar accidentalmente.
- Mantener el área de trabajo despejada, hay que asegurar que el suelo esté seco y libre de derrames de fluidos.
- Mantener extintores cerca del lugar de trabajo por cualquier emergencia.
- Evitar el uso de materiales inflamables cerca del área de trabajo.
- Colocar señaléticas de advertencia y delimitar el área de trabajo.
- Inspeccionar la soldadora en un estado seguro y asegurar que todos los componentes estén en buen estado previo realizar las tareas de mantenimiento.

- Usar las herramientas y materiales en base a las especificaciones del fabricante y seguir los procedimientos recomendados.
- Organizar las herramientas en el área de trabajo.
- Informar a los miembros del equipo sobre el mantenimiento en curso.

#### **4.6.8.19 Procedimiento de mantenimiento**

##### **Actividad 1: Limpieza externa de la soldadora para eliminar polvo y suciedad.**

- Limpiar toda la superficie del torno con trapos, telas o cepillos.

##### **Actividad 2: Revisar estado de la boquilla.**

- Manualmente aflojar y retirar la boquilla de la antorcha.
- Colocarla en un lugar limpio y despejado para revisarla.
- Realizar una inspección visual de la boquilla para detectar posibles signos de daños.
- De manera minuciosa revisar la abertura de la boquilla para ver que no haya deformaciones, acumulación de suciedad o cualquier otro daño visible ya que eso afectaría el arco de la soldadura.
- Si hay suciedad limpiar con un cepillo que tenga las cerdas suaves o con un trapo a fin de eliminar toda la suciedad.
- Si hay algún otro daño excesivo y la boquilla presenta daños significativos reemplazarla.
- Finalmente volver a instalar la boquilla en la antorcha y asegurar que esté bien fija.

##### **Actividad 3: Revisar mordazas y reemplazar de ser necesario.**

- Aflojar y retirar las mordazas del soporte o pinza de la soldadora.
- Colocarlas en un área limpia y despejada para su revisión.
- Revisar visualmente cada parte de la boquilla para detectar cualquier signo de daño o desgaste.
- Revisar de manera minuciosa las superficies de sujeción de las mordazas y ver que estén en buen estado porque de lo contrario se puede ver afectada la calidad de la soldadura.
- Limpiar las mordazas con un cepillo de cerdas suaves y trapos limpio para eliminar residuos de suciedad y polvo acumulado.
- Si las mordazas presentan signos de daños significativos considerar reemplazarlas.
- Finalmente volver a colocar las mordazas en el soporte o pinzas de la soldadora.

**Actividad 4: Revisar el estado y funcionamiento del manómetro y asegurar que no presente fallas.**

- Realizar una limpieza del manómetro con un trapo limpio y seco.
- Revisar visualmente que las conexiones del manómetro estén bien ajustadas a fin de evitar la presencia de fugas.
- En caso de que el manómetro presente alguna fuga, realizar ajuste de las conexiones.

**Actividad 5: Revisar la malla en el filtro de gas y reemplazar si es necesario.**

- Ubicar el filtro de gas que se encuentra en la línea de suministro de gas de la soldadora.
- Aflojar cuidadosamente las conexiones del filtro de gas con las llaves de mano y desmontar el filtro.
- Colocar el filtro en un lugar limpio y despejado.
- Retirar la malla del filtro de gas que está dentro del alojamiento del filtro.
- -Revisar el estado de la malla y si está sucia limpiarla con un cepillo de cerdas suaves.
- Si la malla presenta daños significativos o sus obstrucciones ya no se pueden limpiar reemplazar la malla por una nueva.
- Volver a colocar la malla en el filtro.
- Montar el filtro en la línea de suministro y asegurar todas las conexiones.
- Finalmente encender la válvula para ver que no haya fugas en la línea de gas.

**Actividad 6: Inspección de válvula de gas y reemplazar si es necesario.**

- Ubicar la válvula, se encuentra en la en la línea de suministro de gas.
- Aflojar con las llaves manuales la válvula y sus conexiones para retirarla con cuidado.
- Colocarla en un lugar limpio y despejado.
- Revisar de forma visual que no presente signos de daños, corrosión o cualquier otro daño.
- Revisar las conexiones y sellos de la válvula para asegurar que esté en buen estado.
- Limpiar la válvula con un trapo limpio.
- Si la válvula presenta daños significativos reemplazarla por una nueva.
- Volver a colocar la válvula y ajustar las conexiones a la línea de gas.

**Actividad 7: Verificar estado del cable de potencia y reemplazar de ser necesario.**

- Revisar cuidadosamente el cable para identificar algún daño, raspón o quemadura.
- Si el cable está en buenas condiciones solo limpiarlo con un trapo o guaipe limpio.
- Si el cable presenta daños significativos reemplazarlo por uno nuevo.

**Actividad 8: Revisar conexiones eléctricas, de gas y agua en el cable para comprobar que están apretadas.**

- Verificar de manera visual siguiendo las líneas y conexiones eléctricas en busca de posibles fallas, ver que las líneas no presenten raspones o estén pelados.
- Verificar de manera visual siguiendo las líneas y conexiones de gas en busca de posibles fallas, ver que las líneas no presenten fisuras. En estas líneas se puede poner solución de jabón y agua para comprobar si en alguna parte hay fuga de gas.
- En la línea de agua aplicar solución de agua y jabón para ver si hay fugas, visualizar detenidamente que no haya raspones significativos ni deformación en las mangueras.

### 4.6.8.20 Actividades del mantenimiento preventivo

TABLA XXIV.

ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA SOLDADORA TIG

Verificación y actividades	Frecuencia	MES																																																			
		Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre							
		Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana											
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Limpeza externa de la soldadora para eliminar polvo y suciedad	D	-																																																			
Revisar estado de la boquilla	S	-																																																			
Revisar conexiones eléctricas, de gas y agua en el cable para comprobar que están apretadas	M	-																																																			
Revisar mordazas y reemplazar de ser necesario	M	-																																																			
Revisar el estado y funcionamiento del manómetro y asegurar que no presente fallas	M	-																																																			
Verificar malla en el filtro de gas y reemplazar si es necesario	T	-																																																			



## MÁQUINA/ EQUIPO 5

### 4.6.8.21 Identificación amoladora

TABLA XXV.  
IDENTIFICACION AMOLADORA

	"MACUSA INDUSTRIAL"						
DEPARTAMENTO DE MATENIMIENTO INDUSTRIAL							
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO							
Máquina/equipo	Amoladora	Código	5038	Marca	DEWALT	Elaborado por:	Jenifer Huera

### 4.6.8.22 Herramientas y materiales necesarios

- Herramientas de mano (juegos de llaves de caja y abiertas), para ajustar y desmontar componentes, destornilladores, playo de presión, alicates de corte, etc.)
- Micrómetro para mediciones de alta presión.
- Tuercas y arandelas.
- Aceite para herramientas y lubricantes para rodamientos.
- Trapo o gamuza, paños de microfibra para la limpieza.
- Desengrasante industrial
- Discos de corte o desbaste.
- Calibrador.

### 4.6.8.23 Procedimiento de seguridad

- Usar equipo de protección (EPP) adecuado, guantes resistentes, gafas de seguridad, máscara de polvo, botas punta de acero para protección de los pies,
- Desconectar la amoladora de la fuente de alimentación previo al inicio de actividades de mantenimiento y asegurarse que no se pueda reconectar accidentalmente.
- Mantener el área de trabajo limpia y libre de obstáculos, asegurar que el suelo esté seco y libre de derrames de fluidos.
- Mantener extintores cerca del lugar de trabajo por cualquier emergencia.
- Evitar el uso de materiales inflamables cerca del área de trabajo.

- Colocar señaléticas de advertencia y delimitar el área de trabajo.
- Inspeccionar la amoladora en un estado seguro y asegurar que todos los componentes estén en buen estado previo realizar las tareas de mantenimiento.
- Organizar las herramientas en el área de trabajo.
- Usar las herramientas y materiales en base a las especificaciones del fabricante y seguir los procedimientos recomendados.
- Informar a los miembros del equipo sobre el mantenimiento en curso.

#### 4.6.8.24 Procedimiento de mantenimiento

##### **Actividad 1: Limpieza externa de la amoladora.**

- Usar un trapo limpio o un cepillo de cerdas suaves y limpiar todas las superficies de la amoladora.

##### **Actividad 2: Revisar cable de alimentación.**

Revisar de forma visual el estado del cable de alimentación.

- Ver que el cable no presente raspones significativos, que no esté deformado y que no esté pelado para evitar accidentes.

##### **Actividad 3: Verificar el estado y ajuste del disco.**

- Aflojar la tuerca que fija el disco con una llave de ajuste de amoladora.
- Retirar la tuerca de fijación y el disco.
- Verificar que el disco esté en buen estado y que no presente daños significativos.
- Si el disco presenta daños severos reemplazarlo con uno nuevo.
- Limpiar con un trapo o esparadrapo todas las superficies donde se volverá a colocar el disco.
- Finalmente volver a colocar el disco en su lugar.
- Finalmente girar la tuerca que asegura el disco con la llave de ajuste y verificar que esté bien asegurado.

##### **Actividad 4: Inspección y limpieza del rotor y estator.**

- Usar llaves de mano y destornilladores para aflojar los pernos y retirar la carcasa de la amoladora.
- Localizar el rotor y el estator, el rotor se encuentra dentro del estator ya que el estator es la parte fija.

- Revisar detenidamente cada componente en busca de algún signo de fallo, desgaste o quemadura.
- Limpiar el rotor con aire comprimido para asegurar que salga el polvo y suciedad acumulado.
- Limpiar cualquier residuo restante con un trapo o guaipe limpios.
- Revisar el estator y ver que no presente daños o desgaste.
- Sopletear el estator con aire comprimido para quitar el polvo y suciedad acumulado.
- Para asegurar que el completamente esté completamente limpio pasar un trapo o guaipe por las ranuras.
- Revisar los devanados del del rotor y estator para asegurar que estén en buen estado, de lo contrario reemplazar por unos nuevos.
- Ver que los rodamientos del rotor estén en estado óptimo, de lo contrario reemplazarlos.
- Volver a colocar el rotor y estator en su lugar correspondiente.
- Finalmente colocar la carcasa y ajustar los pernos con las llaves de mano y los desarmadores hasta que tenga y ajuste perfecto.

**Actividad 5: Verificar estado del interruptor de accionamiento.**

- Realizar una inspección visual del interruptor para detectar cualquier falla o signo de desgaste.
- Si el interruptor presenta daños significativos considerar cambiarlo.
- Finalmente encender la amoladora y accionar para comprobar su funcionamiento.
- Apagar la amoladora y limpiar el interruptor con un trapo limpio.

**Actividad 6: Lubricación de puntos de engrase.**

- Identificar los puntos de engrase como rodamientos y engranajes.
- Usar los destornilladores para quitar la carcasa de la amoladora y acceder a los puntos de engrase.
- Limpiar la suciedad de los puntos de engrase con un trapo limpio.
- Colocar la grasa con la pistola de engrase en los puntos móviles.
- Luego de colocar la grasa girar manualmente las partes móviles para asegurar que la grasa se distribuya uniformemente.
- Limpiar cualquier exceso o derrame de grasa que haya ocurrido en el proceso.
- Finalmente colocar la carcasa u ajustar los pernos hasta que se asegure la carcasa.

**Actividad 7: Revisar el estado del protector de disco**

- -Verificar de forma visual que el protector del disco no presente signos de desgaste o daños.
- Si el disco presenta deformación o algún fallo significativo considerar su reemplazo.
- Si está en buenas condiciones pasarle un trapo limpio para limpiarlo.

**Actividad 8: Verificar ajuste del mango.**

- Verificar de forma visual que el mango no presente algún signo de deformación, quemadura o daño.
- Si está en buena condición limpiarlo con un trapo limpio.

**Actividad 9: Inspección general de la amoladora.**

- Primero realizar una limpieza externa de la amoladora previo a su revisión total.
- Realizar una inspección visual sobre toda la parte externa e identificar cualquier daño.
- Ver que el cable de alimentación esté en buena condición y que no esté raspado ni pelado.
- Realizar una inspección del interruptor de encendido y apagado y ver que esté funcionando correctamente.
- Realizar una inspección detallada del disco y ver que no esté torcido, doblado ni que presente algún fallo significativo.
- Usar llaves de mano y destornilladores para retirar las carcasas de la amoladora y revisar sus partes internas.
- Una vez retirada la carcasa, soplear con aire comprimido la parte interna para eliminar polvo y suciedad acumulada.
- Limpiar manualmente con un trapo los componentes donde requieran.
- Revisar el rotor y estator y ver que no presenten daños significativos.
- Revisar los rodamientos y girarlos manualmente para asegurarse que funcionan correctamente.
- Revisar de forma visual que las conexiones eléctricas internas estén correctas, que no haya cables sueltos y que no presenten signos de corrosión, desgaste o quemaduras.
- Engrasar las partes móviles con la pistola de engrase y limpiar cualquier exceso.

- Finalmente colocar la carcasa y ajustar los pernos con las llaves y destornilladores hasta que esté totalmente asegurado.

#### 4.6.8.25 Actividades del mantenimiento preventivo

TABLA XXVIII.

#### ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA AMOLADORA

Verificación y actividades	Frecuencia	MES																																							
		Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre																	
		Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana											
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Limpieza externa de la amoladora	S																																								
Revisar cable de alimentación	S																																								
Verificar el estado y ajuste del disco	S																																								
Inspección y limpieza del rotor y estator	M																																								
Verificar estado del interruptor de accionamiento	M																																								
Lubricación de puntos de engrase	M																																								
Revisar estado del protector de disco	T																																								
Verificar ajuste del mango	T																																								



## MÁQUINA/ EQUIPO 6

### 4.6.8.26 Identificación montacargas vehículo

TABLA XXVII.  
IDENTIFICACION MONTACARGAS

	"MACUSA INDUSTRIAL"						
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL							
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO							
Máquina/equipo	Montacargas vehículo	Código	5142	Marca	N.D	Elaborado por:	Jenifer Huera

### 4.6.8.27 Herramientas y materiales necesarios

- Herramientas de mano (juegos de llaves de caja y abiertas), para ajustar y desmontar componentes, destornilladores, playo de presión, alicates de corte, etc.)
- Medidor de presión de aceite.
- Aceite para motor, aceite para transmisión y lubricantes para rodamientos.
- Desengrasante industrial.
- Trapo o gamuza para la limpieza.
- Líquido de frenos.
- Filtro de aceite, de aire, de combustible y bujías para reemplazar los que presenten desgaste.
- Calibrador.

### 4.6.8.28 Procedimiento de seguridad

- Usar equipo de protección (EPP) adecuado, guantes resistentes, gafas de seguridad, máscara de polvo, botas punta de acero para protección de los pies,
- Asegurarse que el montacargas esté apagado antes de iniciar las actividades de mantenimiento.
- Mantener el área de trabajo limpia y libre de obstáculos, asegurar que el suelo esté seco y libre de derrames de fluidos.
- Mantener extintores cerca del lugar de trabajo por cualquier emergencia.
- Evitar el uso de materiales inflamables cerca del área de trabajo.
- Colocar señaléticas de advertencia y delimitar el área de trabajo.

- Inspeccionar el montacargas en un estado seguro y asegurar que todos los componentes estén en buen estado previo realizar las tareas de mantenimiento.
- Organizar las herramientas en el área de trabajo.
- Usar las herramientas y materiales en base a las especificaciones del fabricante y seguir los procedimientos recomendados.
- Informar a los miembros del equipo sobre el mantenimiento en curso.

#### **4.6.8.29 Procedimiento de mantenimiento**

##### **Actividad 1: Limpieza de polvo y partículas de la parte externa del montacargas.**

- Realizar la limpieza externa con la ayuda de trapos limpios y cepillos de cerdas suaves.

##### **Actividad 2: Inspección visual del estado general del montacargas, neumáticos y sistema de freno para asegurar su correcto funcionamiento.**

- Inspeccionar de forma visual todo el montacargas para identificar cualquier fallo o desgaste en la carcasa.
- Revisar visualmente los neumáticos y ver que tengan el nivel de aire correcto.
- Para revisar el freno, levantar la parte frontal del montacargas con un gato hidráulico.
- Colocar soportes de seguridad debajo del montacargas para evitar cualquier accidente.
- Revisar las ruedas delanteras para acceder a los frenos.
- Revisar de forma visualizar el grosor de las pastillas de freno, en el caso de estar muy desgastadas tendrán menos de 3 mm por lo que se deben cambiar.
- Revisar los discos de freno para ver su estado y detectar cualquier desgaste o daño.
- Revisar las líneas de freno cuidadosamente para detectar cualquier fuga, desgaste o ruptura y ver que no presenten signos de corrosión.
- Realizar las pruebas de frenado ejerciendo presión en el pedal de freno y que no haya resistencia excesiva o falta de presión.
- El pedal debe estar en un punto normal, es decir no muy duro al presionar ni muy suave.
- Activar el freno de mano y verificar que el montacargas no se mueva.
- Si el freno de mano no sostiene al montacargas se lo debe ajustar.
- Realizar el ajuste y alineación de las pastillas.

- Si es necesario realizar el cambio del líquido de frenos

**Actividad 4: Revisar líneas de aceite hidráulico para detectar posibles fisuras y liqueos de aceite hidráulico.**

- Realizar una inspección visual en las líneas de aceite hidráulico, ver detenidamente las conexiones y asegurarse que no haya liqueos de aceite por presencia de fisuras en alguna de las mangueras.

**Actividad 3: Inspeccionar el estado y tensión de las correas y mangueras.**

- Levantar la cubierta del motor para tener acceso a las correas.
- Examinar las correas detenidamente y verificar que no presenten daños ni desgastes.
- Revisar la tensión manualmente, ejercer presión en la mitad de las correas y verifica que la tensión sea adecuada.
- Si están flojas o muy tensas, aflojar los tornillos de montaje del componente ajustable ya sea el alternador o la bomba de agua.
- Mover el componente para ajustar la tensión de la correa y luego apretar los tornillos de montaje.
- Finalmente volver a colocar la cubierta del motor.

**Actividad 4: Lubricar partes móviles en base a especificación del fabricante.**

- Identificar los puntos de engrase y lubricación, ejes, rodamientos, cilindros hidráulicos, sistemas de dirección, sistema de elevación y demás.
- Limpiar la suciedad de los puntos de engrase con un trapo limpio.
- Colocar la grasa y lubricante con las pistolas de engrase y lubricante en los puntos móviles.
- Luego de colocar la grasa y el lubricante girar manualmente las partes móviles para asegurar que la grasa se distribuya uniformemente.
- Limpiar cualquier exceso o derrame de grasa o lubricante que haya ocurrido en el proceso.

**Actividad 5: Verificar que se encuentren en buen estado las luces y reemplazar boquillas de ser necesario.**

- Asegurarse que el montacargas esté en un lugar despejado y seguro.
- Encender el montacargas y activar los faros delanteros y traseros y verificar que enciendan y funcionen correctamente.

- Verificar que las luces de señalización, (direccionales y freno) se activen correctamente.
- Para revisar las luces de señalización un operario debe encender direccionales y realizar la acción de frenado con el montacargas encendido, de ese modo pueden observar que funcionen correctamente.
- Si se requiere cambiar boquillas, con la ayuda de las llaves de mano y destornilladores retirar las cubiertas.
- Retirar las bombillas quemadas desconectándolas de las conexiones eléctricas.
- Revisar que los contactos estén en buen estado, limpiarlos con un trapo y limpiador de contactos eléctricos, adicional mente verificar que no presenten signos de corrosión.
- Volver a colocar las bombillas en su lugar inicial y realizar las conexiones eléctricas.
- Finalmente volver a colocar las cubiertas y asegurar con las llaves y destornilladores.

**Actividad 6: Reemplazo de aceite de motor en base a especificaciones del fabricante.**

- Elevar el montacargas con un gato hidráulico.
- Colocar un recipiente debajo del depósito para recolectar el aceite de recambio.
- Con la ayuda de las llaves manuales aflojar la llave de seguro que está debajo del depósito de aceite y permitir que todo el aceite salga del depósito.
- Llenar el depósito con aceite nuevo hasta la medida correcta.
- Usar la varilla de medición, introducirla en el aceite y sacarla para observar el nivel que contiene.
- Limpiar con un trapo cualquier derrame de aceite que haya habido en el proceso.
- Finalmente volver a colocar la llave de seguro de la cubierta y ajustarla correctamente.

**Actividad 7: Revisar estado de aceite de transmisión y reemplazar de ser necesario.**

- Abrir la cubierta de acceso al motor.
- Retirar el tapón del depósito de aceite.
- Introducir la varilla de medición y sacarla para verificar el nivel de aceite.
- Observar el color del aceite de la varilla de medición y verificar que no esté sucio ni obscuro.
- Limpiar la varilla de medición y colocarla en su lugar.

- Si el aceite está sucio u oscuro se debe reemplazar.
- En el caso de reemplazo, colocar un recipiente debajo del depósito.
- Retirar el tapón de drenaje con la llave adecuada.
- Dejar que el aceite drene por completo y volver a colocar el tapón de drenaje.
- Colocar el nuevo aceite en el depósito y medir con la varilla para ver que esté en el nivel correcto.
- Limpiar la varilla y colocarla en su lugar.
- Colocar el tapón del depósito de aceite.
- Colocar la cubierta y empernar con las llaves y destornilladores hasta que esté bien asegurada.

**Actividad 8: Reemplazo de filtros de combustible y de aire en base a especificaciones del fabricante.**

- Ubicar el filtro de combustible que se encuentra cerca del tanque de combustible.
- Colocar un recipiente debajo del filtro de combustible para evitar derrames.
- Desconectar el filtro de las conexiones para retirarlo y colocarlo en el recipiente.
- Instalar el nuevo filtro siguiendo la dirección del flujo que indica el filtro y volver a realizar las conexiones de las mangueras.
- Ubicar el filtro de aire que está en la parte superior del motor.
- Retirar los seguros del filtro de aire con un destornillador para retirarlo.
- Retirar manualmente el filtro.
- Colocar el nuevo filtro en el lugar que corresponde
- Volver a colocar los seguros para que el filtro no se mueva.

**Actividad 9: Realizar pruebas del sistema de elevación para asegurar su correcto funcionamiento.**

- Revisar minuciosamente el mástil para detectar cualquier signo de daño o desgaste.
- Revisar que los rodillos y guías estén en buen estado y que estén bien alineadas.
- Revisar la cadena de elevación para detectar cualquier anomalía o daño.
- Revisar que las poleas giren normalmente y que estén en buen estado.
- Revisar los cilindros hidráulicos para detectar fugas o daños en los sellos.
- Revisar que los ejes de los cilindros estén en buen estado y funcionen con normalidad.
- Encender el montacargas y presionar los controles de elevación y ver que su funcionamiento sea correcto.

- Actividad 10: Inspección del sistema de dirección para asegurar su buen estado de lo contrario realizar ajustes.
- Realizar una inspección visual del volante y sus conexiones para detectar que todo esté en su lugar y que no presente desgaste ni daños.
- Revisar las justas y articulaciones del sistema de dirección incluyendo rótulas, y barras de acoplamiento, ver que no presenten daños potenciales.
- Finalmente hay que asegurar que las cubiertas de goma de las juntas no estén rotas y que cumplan con su función.

**Actividad 11: Verificar que los cables y conexiones se encuentren en buen estado.**

- Revisar de forma visual que los cables y conexiones eléctricas visibles estén en buen estado, ver que no estén raspados ni que presenten signos de corrosión.

**Actividad 14: Revisión general del estado del motor y ajuste de componentes.**

- Iniciar revisando visualmente el motor para identificar posibles fallos, fugas de aceite, desgaste.
- Revisar que los componentes externos no presenten daños ni anomalías.
- Revisar las mangueras y correas y asegurarse que estén en buen estado.
- Realizar una inspección general de las conexiones eléctricas y verificar que todo esté funcional y no presenten signos de corrosión o raspones.
- Revisar los filtros tanto de aire como de combustible.
- Realizar una inspección del motor, encender el montacargas y escuchar que no haya ruidos extraños ni vibraciones anormales.

**Actividad 15: Inspección de carrocería para detectar corrosión y fallos.**

- Revisar de forma general todo el montacargas y su exterior en busca de posibles signos de corrosión en la carrocería.
- Con trapos y cepillos realizar una limpieza general del montacargas.

### 4.6.8.30 Actividades del mantenimiento preventivo

TABLA XXVIII.

#### ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL MONTACARGAS VEHÍCULO.

Verificación y actividades	Frecuencia	MES																																			
		Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre													
		Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana							
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Limpieza de polvo y partículas de la parte externa del montacargas	D																																				
Inspección visual del estado general del montacargas, neumáticos y sistema de freno para asegurar su correcto funcionamiento.	D																																				
Revisar líneas de aceite hidráulico para detectar posibles fisuras y liqueos de aceite hidráulico	D																																				
Inspeccionar el estado y tensión de las correas y mangueras.	S																																				
Lubricar partes móviles en base a especificación del fabricante.	S																																				

Verificación y actividades	Frecuencia	MES																																							
		Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre																	
		Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana											
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Verificar que se encuentren en buen estado las luces y reemplazar boquillas de ser necesario	M	■				■				■				■				■				■				■				■				■				■			
Reemplazo de aceite de motor en base a especificaciones del fabricante.	M		■				■				■				■				■				■				■				■				■						
Revisar estado de aceite de transmisión y reemplazar de ser necesario	M			■				■				■				■				■				■				■				■				■					
Reemplazo de filtros de combustible y de aire en base a especificaciones del fabricante.	M	■				■				■				■				■				■				■				■				■							
Realizar pruebas del sistema de elevación para asegurar su correcto funcionamiento.	M		■				■				■				■				■				■				■				■				■						
Inspección del sistema de dirección para asegurar su buen estado de lo contrario realizar ajustes	T								■								■																■								
Verificar que los cables y conexiones se encuentren en buen estado.	T								■								■																■								



## MÁQUINA/ EQUIPO 7

### 4.6.8.31 Identificación torno CS

TABLA XXIX.  
IDENTIFICACION TORNO CS

	"MACUSA INDUSTRIAL"						
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL							
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO							
Máquina/equipo	Torno CS	Código	5097	Marca	CS	Elaborado por:	Jenifer Huera

### 4.6.8.32 Herramientas y materiales necesarios

- Herramientas de mano (juegos de llaves de caja y abiertas), para ajustar y desmontar componentes, destornilladores, plato de presión, alicates de corte, etc.)
- Manómetro
- Calibrador
- Pinzas de presión
- Aceite para el torno y lubricantes.
- Trapo o gamuza de limpieza, desengrasante industrial

### 4.6.8.33 Procedimiento de seguridad

- Usar equipo de protección (EPP) adecuado, guantes resistentes, gafas de seguridad, máscara de polvo, botas punta de acero para protección de los pies,
- Desconectar el torno de la fuente de alimentación previo al inicio de actividades de mantenimiento y asegurarse que no se pueda reconectar accidentalmente.
- Mantener el área de trabajo limpia y libre de obstáculos, asegurar que el suelo esté seco y libre de derrames de fluidos.
- Mantener extintores cerca del lugar de trabajo por cualquier emergencia.
- Evitar el uso de materiales inflamables cerca del área de trabajo.
- Colocar señaléticas de advertencia y delimitar el área de trabajo.
- Inspeccionar el torno en un estado seguro y asegurar que todos los componentes estén en buen estado previo a realizar las tareas de mantenimiento.

- Usar las herramientas y materiales en base a las especificaciones del fabricante y seguir los procedimientos recomendados.
- Organizar las herramientas en el área de trabajo.
- Informar a los miembros del equipo sobre el mantenimiento en curso.

#### **4.6.8.34 Procedimiento de mantenimiento**

##### **Actividad 1: Limpiar partículas de polvo y suciedad de la superficie de la máquina.**

- Limpiar toda la superficie del torno con trapos, telas o cepillos.

##### **Actividad 2: Verificar el estado del sistema de refrigeración.**

- Abrir la tapa del depósito de refrigeración.
- Verificar que el agua esté en el nivel correcto según la medida del depósito y ver que no esté sucio ni contaminado.
- Si está en malas condiciones reemplazar con agua nueva.
- Revisar la manguera de fluido que está conectada al sistema de refrigeración para identificar posibles fugas o daños.
- Cerrar y asegurar la tapa del depósito.

##### **Actividad 3: Verificar niveles de aceite de los sistemas de lubricación.**

- Revisar de forma visual que no existan derrames de aceite alrededor del torno o en los accesos a los puntos de revisión del nivel de aceite.
- Retirar la tapa protectora, si tiene pernos para asegurarla aflojar con llaves manuales o destornilladores, de lo contrario levantarla cuidadosamente.
- Abrir el tapón del depósito de aceite.
- Usar la varilla de medición del torno, introducirla en el aceite y sacarla para observar el nivel que contiene y el estado que presenta.
- Si el nivel está bajo llenar aceite hasta la medida que corresponde y si el aceite está quemado o sucio reemplazarlo por aceite nuevo.
- Limpiar con un trapo cualquier derrame de aceite que haya habido en el proceso.
- Finalmente volver a colocar la cubierta y ajustarla correctamente.

##### **Actividad 4: Lubricar puntos de engrase.**

- Localizar los puntos de engrase incluyendo husillos, guías, engranajes y demás componentes móviles.
- Limpiar cada punto móvil con trapos o cepillos para eliminar la suciedad.
- Usar una aceitera y aplicar en el punto de lubricación en pocas cantidades.

- Si algún punto requiere grasa, coloca en pocas cantidades con la pistola de engrase.
- Mover los componentes de forma manual para que el aceite o grasa se distribuya correctamente.
- Finalmente limpiar cualquier exceso de aceite o grasa que se haya derramado en el proceso.

**Actividad 5: Verificar tensión de correas.**

- Retirar las cubiertas de protección de las correas, si las cubiertas tienen pernos aflojar con llaves de mano o desarmadores.
- Inspeccionar visualmente las correas para ver su estado y asegurarse que no presenten daños.
- De forma manual, presionar el centro de la correa y verificar su tensión, si está muy floja se debe ajustar y si está muy templada se debe aflojar.
- Para ajustar se debe aflojar el perno del templador con una llave de mano y subir la correa hasta el punto de ajuste deseado, finalmente se aprieta el perno y para asegurar.
- Para aflojar la correa, se debe aflojar el perno del templador con ayuda de la llave de mano y bajar la correa hasta que esté en la tensión deseada.
- Para finalizar volver a ejercer presión sobre las correas para ver que estén con el ajuste deseado.

**Actividad 6: Inspección general y calibración de la máquina.**

- La inspección general se inicia revisando de forma visual toda la parte exterior de la máquina para verificar cualquier anomalía.
- Se debe revisar el sistema mecánico y ver que los componentes de todo el sistema estén en su lugar y debidamente ajustados. De no ser así ajustar con ayuda de las llaves de mano los diferentes componentes.
- Revisar el sistema hidráulico en general, revisar visualmente las líneas de aceite hidráulico y ver que no haya fisuras o liqueos.
- Revisar el sistema eléctrico de forma visual, revisar que los cables y conexiones estén en buen estado, que no haya cables sueltos.
- En caso de que alguno de los sistemas presente componentes dañados reemplazarlos, realizar la calibración de los componentes que lo requieran.

**Actividad 7: Inspección de las conexiones eléctricas.**

- Verificar de manera visual siguiendo las líneas y conexiones eléctricas en busca de posibles fallas, ver que las líneas no presenten raspones o estén pelados.

### **Actividad 8: Comprobar funcionamiento del sistema de paro de emergencia.**

Limpiar el botón de paro de emergencia.

Verificar de forma visual que el botón esté en buen estado.

Encender la máquina y realizar alguna maniobra, luego pulsar el botón de paro para asegurar que funcione correctamente.

Apagar la máquina.

### **Actividad 9: Nivelar y alinear la máquina.**

- Para nivelar se debe ajustar los tornillos de nivelación en la base del torno. Primero
- Repetir el proceso de ajuste de los tornillos hasta que la nivelación sea correcta.
- Mover el nivel de presión a lo largo de las guías para asegurar que esté completamente nivelado.
- Para la alineación del husillo, colocar el indicador de cuadrante en una barra de prueba en el husillo, girara lentamente y ver las lecturas del indicador, la desviación debe estar en lo mínimo (0.01mm).

### **Actividad 10: Limpieza del sistema de refrigeración.**

- Colocar un balde o recipiente debajo del sistema de refrigeración.
- Abrir manualmente la tapa de drenaje para que caiga el refrigerante.
- Lavar el interior del tanque de refrigeración con agua o detergente, usar un cepillo de cerdas suaves.
- Enjuagar el tanque con agua limpia
- Finalmente verificar que no haya fugas en las conexiones del sistema de refrigeración.

**Actividad 11: Inspección de cabezal y bancada.**

- Realizar una inspección visual del cabezal para identificar cualquier fallo o desgaste.
- Retirar la cubierta para realizar una inspección de los componentes internos en busca de signos de daños o desgaste, entre los componentes revisar el
- Revisar de forma visual la superficie de la bancada para detectar posibles signos de corrosión, desgaste o golpes.
- Revisar minuciosamente las guías de la bancada para verificar que estén en buen estado.

**4.6.8.35 Actividades del mantenimiento preventivo**

**TABLA XXXII.**

**ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL TORNO**

Verificación y actividades	Frecuencia	MES																																																			
		Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre							
		Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana											
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Limpiar partículas de polvo y suciedad de la superficie de la máquina.	M	█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█			
Verificar el estado del sistema de refrigeración.	M		█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█						
Verificar niveles de aceite de los sistemas de lubricación	T									█												█								█												█											

Verificación y actividades	Frecuencia	MES																																															
		Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
		Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana							
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Lubricar puntos de engrase	T																																																
Verificar tensión de correas	T																																																
Inspección general y calibración de la máquina																																																	
Inspección de conexiones eléctricas	S M																																																
Comprobar funcionamiento del sistema de paro de emergencia.	S M																																																
Nivelar y alinear la máquina.	S M																																																
Limpieza del sistema de refrigeración.	A																																																
Inspección de cabezal y bancada	A																																																

## MÁQUINA/ EQUIPO 8

### 4.6.8.36 Identificación soldadora de palillo

TABLA XXXI.  
IDENTIFICACION SOLDADORA DE PALILLO

	"MACUSA INDUSTRIAL"						
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL							
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO							
Máquina/equipo	Soldadora de palillo	Código	5093	Marca	CEBORA	Elaborado por:	Jenifer Huera

### 4.6.8.37 Herramientas y materiales necesarios

- Herramientas de mano (juegos de llaves de caja y abiertas), para ajustar y desmontar componentes, destornilladores, playo de presión, alicates de corte, etc.)
- Multímetro digital.
- Calibrador
- Pinzas de presión
- Aceite para componentes móviles.
- Limpiador desengrasante.
- Trapo o gamuza de limpieza, desengrasante industrial

### 4.6.8.38 Procedimiento de seguridad

- Usar equipo de protección (EPP) adecuado, guantes resistentes, gafas de seguridad, máscara de polvo, botas punta de acero para protección de los pies,
- Asegurarse que la soldadora esté apagada y desconectada de su fuente de alimentación.
- Mantener el área de trabajo limpia y libre de obstáculos, asegurar que el suelo esté seco y libre de derrames de fluidos.
- Mantener extintores cerca del lugar de trabajo por cualquier emergencia.
- Evitar el uso de materiales inflamables cerca del área de trabajo.
- Colocar señaléticas de advertencia y delimitar el área de trabajo.

- Inspeccionar la soldadora en un estado seguro y asegurar que todos los componentes estén en buen estado previo realizar las tareas de mantenimiento.
- Usar etiquetas o bloqueos para asegurar que la amoladora sea encendida accidentalmente.
- Usar las herramientas y materiales en base a las especificaciones del fabricante y seguir los procedimientos recomendados.
- Organizar las herramientas en el área de trabajo.
- Informar a los miembros del equipo sobre el mantenimiento en curso.

#### **4.6.8.39 Procedimiento de mantenimiento**

##### **Actividad 1: Limpiar la superficie de la máquina**

- Emplear paños secos para emplear el polvo presente en la máquina.
- En el caso de emplear líquidos en la limpieza con un paño seco quitar la acumulación de humedad.

##### **Actividad 2: Verificar estado general de la soldadora, incluyendo cables, conexiones y componentes externos.**

- Revisar los cables y conexiones eléctricas para asegurarse de que estén firmemente conectados y en buen estado.
- Verificar que no exista desgaste o rotura de los cables.

##### **Actividad 3: Identificar corrosión, desgaste o daños externos.**

- Verificar que no haya signos de corrosión en los componentes metálicos.

##### **Actividad 4: Limpiar polvo y suciedad acumulada en el exterior de la soldadora**

- Emplear paños secos eliminar el polvo o la suciedad acumulada en la superficie.

##### **Actividad 5: Sopletear la soldadora para eliminar polvo de rejillas de ventilación**

- Utilizar aire comprimido para limpiar el polvo de áreas difíciles de alcanzar.

##### **Actividad 6: Limpiar conectores y terminales eléctricos.**

- Apagar la soldadora y desconectarla de la fuente de alimentación.
- Utilizar un cepillo de cerdas suaves o un cepillo de dientes limpio para quitar el polvo y la suciedad de los conectores y terminales eléctricos.
- Revisar visualmente los conectores y terminales para asegurarse de que estén secos y libres de suciedad antes de volver a conectar la soldadora.

**Actividad 7: Desmontar carcasa y revisar componentes internos: transformador, relé, fusibles y demás.**

- Inspeccionar visualmente el transformador, relé, fusibles y otros componentes internos en busca de signos de daño, desgaste o corrosión.
- Verificar la integridad de los fusibles y reemplazar aquellos que estén fundidos.

**Actividad 8: Verificar cables internos, posibles conexiones sueltas o fisuras.**

- Asegurarse de que todas las conexiones estén firmemente ajustadas.
- Utilizar un multímetro para verificar la continuidad eléctrica en los cables y asegurarse de que no haya cortocircuitos.

**Actividad 9: Inspección de mangueras en busca de fugas o daños.**

- Palpar las mangueras para detectar posibles puntos blandos o áreas debilitadas.
- Aplicar una solución jabonosa en las conexiones y mangueras para identificar burbujas que indiquen fugas de aire.

**Actividad 11: Revisión del estado de funcionamiento de la pinza de masa**

- Probar la conexión de la pinza de masa asegurándose de que tenga un buen contacto con las superficies metálicas para garantizar una conexión efectiva.

**Actividad 12: Realizar una inspección general de la soldadora y sus componentes.**

- Previo a las actividades soplear la soldadora con aire comprimido o limpiar manualmente con trapos toda la superficie de la soldadora.
- Revisar los componentes eléctricos como cables de alimentación y conexiones en general para detectar posibles desgastes, daños o presencia de corrosión.
- Revisar los interruptores de encendido y apagado, y los controles de ajuste de la soldadora para detectar algún posible daño o desgaste y asegurarse que funcionen correctamente.
- Ver que las perillas y botones estén en su lugar y que funcionen correctamente.
- Realizar una inspección de los componentes eléctricos internos, abrir la carcasa y revisarlos detenidamente incluyendo transformadores y demás componentes electrónicos.
- Ver que no haya componentes quemados, sueltos o dañados y eliminar polvo o suciedad presente en la parte interna.



Verificación y actividades	Frecuencia	MES																																															
		Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
		Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana							
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Desmontar carcasa y revisar componentes internos: transformador, relé, fusibles y demás.	T	■												■																■												■							
Verificar cables internos, posibles conexiones sueltas o fisuras	T		■												■																■												■						
Inspección de mangueras en busca de fugas o daños	T			■												■																■																	
Revisión del estado de funcionamiento de la pinza de masa	T			■												■																■																	
Realizar una inspección general de la soldadora y sus componentes	A																																												■				

## MÁQUINA/ EQUIPO 9

### 4.6.8.41 Identificación de la prensa hidráulica

TABLA XXXIII.  
IDENTIFICACION PRENSA HIDRAULICA

	<b>"MACUSA INDUSTRIAL"</b>						
<b>DEPARTAMENTO DE MATENIMIENTO INDUSTRIAL</b>							
<b>PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>							
<b>Máquina/equipo</b>	Prensa Hidráulica	<b>Código</b>	5123	<b>Marca</b>	N.D.	<b>Elaborado por:</b>	Jenifer Huera

### 4.6.8.42 Herramientas y materiales necesarios

- Herramientas de mano (juegos de llaves de caja y abiertas), para ajustar y desmontar componentes, destornilladores, playo de presión, alicates de corte, etc.)
- Multímetro digital.
- Calibrador
- Pinzas de presión
- Aceite hidráulico.
- Lubricante para componentes móviles
- Filtros hidráulicos.
- Limpiador desengrasante.
- Trapo o gamuza de limpieza, desengrasante industrial

### 4.6.8.43 Procedimiento de seguridad

- Usar equipo de protección (EPP) adecuado, guantes resistentes, gafas de seguridad, máscara de polvo, botas punta de acero para protección de los pies,
- Asegurarse que la prensa hidráulica esté apagada y desconectada de su fuente de alimentación.
- Mantener el área de trabajo limpia y libre de obstáculos, asegurar que el suelo esté seco y libre de derrames de fluidos.
- Mantener extintores cerca del lugar de trabajo por cualquier emergencia.
- Evitar el uso de materiales inflamables cerca del área de trabajo.
- Colocar señaléticas de advertencia y delimitar el área de trabajo.

- Inspeccionar la prensa hidráulica en un estado seguro y asegurar que todos los componentes estén en buen estado previo realizar las tareas de mantenimiento.
- Usar etiquetas o bloqueos para asegurar que la prensa sea encendida accidentalmente.
- Usar las herramientas y materiales en base a las especificaciones del fabricante y seguir los procedimientos recomendados.
- Organizar las herramientas en el área de trabajo.
- Informar a los miembros del equipo sobre el mantenimiento en curso.

#### **4.6.8.44 Procedimiento de mantenimiento**

##### **Actividad 1: Revisar conexiones eléctricas.**

- Verificar de manera visual siguiendo las líneas y conexiones eléctricas en busca de posibles fallas, ver que las líneas no presenten raspones o estén pelados.

##### **Actividad 2: Verificar que no existan fisuras o fugas en mangueras del fluido hidráulico.**

- Revisar de forma visual las líneas hidráulicas y sus conexiones para identificar posibles daños, desgaste, fisuras que causen liqueos o algún otro fallo significativo.

##### **Actividad 3: Limpieza externa de la prensa.**

- limpiar con trapos y gamuzas o usar aire comprimido para soplear el polvo y partículas.
- Limpiar con desengrasante las partes donde se requiera eliminar grasa.

##### **Actividad 4: Engrasar uniones y componentes mecánicos.**

- Ubicar todas las partes mecánicas y móviles de la prensa.
- Soplear con aire comprimido o limpiar con trapos el polvo o suciedad presente en las partes a engrasar.
- Lubricar cada parte móvil con grasa y limpiar cualquier exceso

##### **Actividad 5: Verificar nivel de aceite hidráulico.**

- Ubicarse en la bomba de aceite hidráulico.
- Aflojar la tapa del depósito de aceite y elevar la varilla de medida para verificar en qué nivel y estado se encuentra el aceite.
- En caso de estar faltante rellenarlo hasta la medida indicada.
- Volver a poner la colocar la tapa y asegurar que esté bien cerrado.

### **Actividad 6: Inspección y reajuste de tuercas y pernos.**

- Usar llaves con las distintas medidas de los pernos y tornillos externos
- Reajustar cada uno hasta que queden con el ajuste correcto.

### **Actividad 7: Inspección y limpieza de la bomba hidráulica**

- Ubicar la bomba hidráulica.
- Realizar una inspección visual, asegurarse que la carcasa no tenga grietas ni corrosión.
- Abrir la tapa de la bomba y verificar el estado y nivel de aceite.
- Con la varilla de medida introducir y sacar una muestra de aceite para ver su estado.
- Si el aceite requiere un reemplazo hacerlo con aceite nuevo.
- Ver que la parte interna de la bomba y que sus conexiones estén en buen estado.
- Cerrar la tapa y asegurar que esté bien cerrada.
- Limpiar cualquier lquero que haya ocurrido en el proceso
- Finalmente encender la prensa y escuchar que la bomba no presente ruidos anormales ni vibraciones excesivas.

### **Actividad 8: Inspeccionar y verificar el estado del cilindro.**

- Identificar la ubicación de los cilindros.
- Limpieza de superficies externa de cilindros y sus conexiones.
- Quitar cubiertas usando llaves y herramientas para acceder a los cilindros.
- Retirar el cilindro y sus conexiones y señalar para su posterior conexión.
- Verificar el estado del cilindro y si es necesario reemplazarlo.
- Instalar el cilindro en su lugar y realizar conexiones de mangueras.
- Poner nuevamente la cubierta y asegurar con los pernos o tornillos.

### **Actividad 9: Limpieza externa de la máquina y revisar estructura y desgaste.**

- Revisar visualmente el exterior de la prensa y ver que no haya signos de corrosión, golpes o daños significativos.

### **Actividad 10: Inspección y limpieza del motor.**

- Limpiar la superficie de la cubierta del motor.
- Quitar pernos y tornillos de la cubierta del motor.
- Verificar de forma visual el estado del motor, sus conexiones eléctricas para identificar cualquier cable suelto.

- Verificar el estado de las terminales de todas las conexiones eléctricas, revisar que estén bien sujetados y que no presenten algún signo de corrosión.
- Girar el eje para verificar que no haya alguna falla e irregularidad
- Visualizar el estado del estator y demás componentes del motor
- Usar un multímetro para medir la resistencia de los bobinados del motor.
- Medir la tensión de alimentación del motor
- Medir el consumo de corriente con una pinza amperimétrica y asegurar que esté dentro de los límites.
- Encender el motor para detectar cualesquiera ruidos extraños, vibraciones o sobrecalentamiento.
- Reajustar cualquier componente del motor que lo requiera y volver a poner la cubierta y empernar.

**Actividad 11: Inspección general de la prensa, revisar el sistema mecánico, eléctrico e hidráulico.**

- Realizar inspección general de todo el sistema.
- En la parte externa revisar que las mangueras estén en buenas condiciones y no presenten fisuras o fugas de aceite.
- Revisar los componentes internos que forman parte del sistema.
- Revisar que la bomba del aceite hidráulico esté en condiciones óptimas de funcionamiento.
- Revisar estado de filtros del sistema.
- Limpiar con un trapo seco los componentes internos del sistema.
- Finalmente limpiar los componentes de la parte externa.

### 4.6.8.45 Actividades del mantenimiento preventivo

TABLA XXXIVII.

#### ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA PRENSA HIDRÁULICA.

Verificación y actividades	Frecuencia	MES																																							
		Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre																	
		Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana											
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Revisión conexiones eléctricas	D																																								
Verificar que no existan fisuras o fugas en mangueras del fluido hidráulico	S																																								
Limpieza externa de la prensa	S																																								
Engrasar uniones y componentes mecánicos	M																																								
Verificar nivel de aceite hidráulico	M																																								
Inspección y reajuste de tuercas y pernos	M																																								

Verificación y actividades	Frecuencia	MES																																																			
		Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre							
		Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana											
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4								
Inspección y limpieza de la bomba hidráulica	T	■												■												■								■												■							
Inspeccionar y verificar el estado del cilindro	T		■												■																■												■										
Limpieza externa de la máquina, revisar estructura y desgaste	S M																					■																				■											
Inspeccionar y limpiar el motor	S M																		■																								■										
Inspección general de la prensa, revisar el sistema mecánico, eléctrico e hidráulico.	A																																									■											

## MÁQUINA/ EQUIPO 10

### 4.6.8.46 Identificación del compresor

TABLA XXXV.

#### IDENTIFICACION COMPRESOR

	"MACUSA INDUSTRIAL"						
DEPARTAMENTO DE MATENIMIENTO INDUSTRIAL							
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO							
Máquina/equipo	Compresor	Código	5107	Marca	PUMA	Elaborado por:	Jenifer Huera

### 4.6.8.47 Herramientas y materiales necesarios

- Herramientas de mano (juegos de llaves de caja y abiertas), para ajustar y desmontar componentes, destornilladores, playo de presión, alicates de corte, etc.)
- Multímetro digital.
- Calibrador
- Pinzas de precisión.
- Aceite para compresor.
- Filtros de aire.
- Filtros de aceite.
- Juntas y sellos de repuestos.
- Lubricante para componentes móviles
- Limpiador desengrasante.
- Trapo o gamuza de limpieza, desengrasante industrial

### 4.6.8.48 Procedimiento de seguridad

- Usar equipo de protección (EPP) adecuado, guantes resistentes, gafas de seguridad, máscara de polvo, botas punta de acero para protección de los pies,
- Asegurarse que el compresor esté apagada y desconectada de su fuente de alimentación.
- Mantener el área de trabajo limpia y libre de obstáculos, asegurar que el suelo esté seco y libre de derrames de fluidos.

- Mantener extintores cerca del lugar de trabajo por cualquier emergencia.
- Evitar el uso de materiales inflamables cerca del área de trabajo.
- Colocar señaléticas de advertencia y delimitar el área de trabajo.
- Inspeccionar el compresor en un estado seguro y asegurar que todos los componentes estén en buen estado previo realizar las tareas de mantenimiento.
- Usar etiquetas o bloqueos para asegurar que el compresor sea encendido accidentalmente.
- Usar las herramientas y materiales en base a las especificaciones del fabricante y seguir los procedimientos recomendados.
- Organizar las herramientas en el área de trabajo.
- Informar a los miembros del equipo sobre el mantenimiento en curso.

#### **4.6.8.49 Procedimiento de mantenimiento**

##### **Actividad 1: Limpieza externa del compresor.**

- Utilizar trapos o aire comprimido para eliminar el polvo y partículas.
- En el caso de requerir eliminar suciedad incrustada, proceder a limpiar con soluciones jabonosas.

##### **Actividad 2: Inspeccionar y revisar el estado de funcionamiento del motor y sus componentes.**

- Verificar que las conexiones eléctricas estén firmes y sin deterioro, revisar de forma visual los componentes en busca de daños o desgaste.
- Encender el motor y verificar que no se produzcan ruidos inusuales durante su funcionamiento.
- Comprobar que la temperatura del motor se mantenga estable para evitar sobrecalentamientos.

##### **Actividad 3: Revisar conexiones eléctricas.**

- Inspeccionar que los cables no presenten desgaste o rotura.
- Limpiar las conexiones si es necesario para eliminar polvo o residuos.
- Verificar que no haya cables sueltos o expuestos.

##### **Actividad 4: Revisar estado del tanque para detectar daños y escuchar ruidos inusuales que puedan indicar fugas de aire.**

- Inspeccionar visualmente el tanque en busca de daños, corrosión o abolladuras.

- Aplicar una solución jabonosa sobre las conexiones y soldaduras para identificar burbujas que indiquen fugas de aire.
- Comprobar la presión del tanque para asegurarse de que se mantenga estable.

**Actividad 5: Revisión regular del estado del manómetro para identificar fallas.**

- Inspeccionar visualmente el manómetro para asegurarse de que no esté dañado o roto.
- Verificar que la aguja del manómetro se mueva suavemente y no esté atascada.
- Reemplazar el manómetro si muestra lecturas inexactas o si está defectuoso.

**Actividad 6: Inspección regular del estado de las mangueras para identificar posibles fisuras o fugas.**

- Inspeccionar visualmente las mangueras en busca de fisuras, cortes o desgaste.
- Palpar las mangueras para detectar puntos débiles o áreas dañadas.

**Actividad 7: Limpiar las válvulas y lubricar partes móviles de la válvula**

- Limpiar las válvulas con un paño limpio y seco para remover el polvo y la suciedad.
- Aplicar lubricante a las partes móviles de las válvulas para asegurar un funcionamiento suave.
- Verificar que las válvulas se muevan libremente después de la lubricación.
- Retirar el exceso de lubricante para evitar acumulación de suciedad.

**Actividad 8: Limpiar regularmente para eliminar acumulación de polvo y lubricar las partes móviles del regulador de presión.**

- Utilizar paños secos para limpiar el polvo y la suciedad acumulada.
- Aplicar lubricante a las partes móviles del regulador y verificar un funcionamiento suave.
- Verificar que el regulador ajuste correctamente la presión después de la lubricación.

**Actividad 9: Limpiar regularmente el presostato y sus componentes evitando la acumulación de suciedad y residuos, revisar que las conexiones estén en buen estado.**

- Limpiar el presostato y sus componentes con un paño seco para eliminar suciedad y residuos.
- Inspeccionar que las conexiones estén en buen estado y firmemente conectadas.

- Reemplazar cualquier componente del presostato que muestre deterioro o mal funcionamiento.

**Actividad 10: Revisar visualmente la válvula para detectar signos de desgaste o daños y verificar que esté limpia y libre de obstrucciones**

- Detectar signos de desgaste, corrosión, fugas o daños de forma visual.
- Revisar que la válvula se encuentre libre de obstrucciones.
- Verificar que la válvula se abra y cierre sin ningún problema.

**4.6.8.50 Actividades del mantenimiento preventivo**

**TABLA XXXVIII.**

**ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL COMPRESOR.**

Verificación y actividades	Frecuencia	MES																															
		Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre									
		Semana		Semana		Semana		Semana		Semana		Semana		Semana		Semana		Semana		Semana		Semana		Semana									
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Limpieza externa del compresor	M	■				■				■				■				■				■				■				■			
Inspeccionar y revisar el estado de funcionamiento del motor y sus componentes	S	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Revisar conexiones eléctricas	S	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Verificación y actividades	Frecuencia	MES																																					
		Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre															
		Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana									
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
Revisar estado del tanque para detectar daños y escuchar ruidos inusuales que puedan indicar fugas de aire.	D	[Blue shaded cells]																																					
Revisión regular del estado del manómetro para identificar fallas	D	[Blue shaded cells]																																					
Inspección regular del estado de las mangueras para identificar posibles fisuras o fugas	M	[Orange shaded cells]																																					
Limpiar las válvulas y lubricar partes móviles de la válvula	S	[Yellow shaded cells]																																					
Limpiar regularmente para eliminar acumulación de polvo y lubricar las partes móviles del regulador de presión	S	[Yellow shaded cells]																																					

Verificación y actividades	Frecuencia	MES																																															
		Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
		Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana											
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Limpiar regularmente el presostato y sus componentes evitando la acumulación de suciedad y residuos, revisar que las conexiones estén en buen estado	M																																																
Revisar visualmente la válvula para detectar signos de desgaste o daños y verificar que esté limpia y libre de obstrucciones	S																																																

#### 4.7 Conclusiones

- La investigación bibliográfica esclareció las prácticas actuales y emergentes sobre el mantenimiento industrial, permitió obtener una visión comprehensiva y multidimensional de este campo crucial para la eficiencia y la durabilidad de los equipos y sistemas industriales, en primera instancia se conoció la definición de mantenimiento y su importancia en la industria manufacturera, sus funciones, objetivos y tipos en lo que se destacó los principales y más conocidos por las MiPymes en la actualidad, y más temas de relevancia. Toda la información recopilada sirvió como base para el desarrollo de la propuesta del plan de mantenimiento preventivo.
- La visita técnica en la metalmecánica permitió una identificación y evaluación detallada del funcionamiento de cada máquina y equipo en las áreas de producción y pintura. Se procedió a levantar un inventario de los activos y se elaboraron las correspondientes fichas técnicas. Posteriormente, se realizó un estudio de Análisis de Criticidad que clasificó los equipos en tres categorías: criticidad alta (10 equipos), criticidad media (10 equipos) y criticidad baja (3 equipos). En una etapa subsiguiente, con la ayuda de la Nota Técnica de Prevención NTP 679 se aplicó el Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) a los 10 equipos de criticidad alta, entre los cuales se encuentran: cizalla hidráulica, amoladora, compresor, prensa hidráulica, torno Italco, torno CS, soldadora MIG, soldadora TIG, soldadora de palillo y montacargas. Se analizaron los componentes de las máquinas y equipos determinando a través del Índice de Prioridad de Riesgo (IPR), el resultado fueron 23 componentes inaceptables, los cuales deben ser priorizados en el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo para reducir su nivel de criticidad.
- La elaboración del plan de mantenimiento preventivo se realizó en base a los manuales de funcionamiento de los equipos y maquinaria, el plan agrupa actividades de mantenimiento diarias, semanales, mensuales, trimestrales, semestrales y anuales, las actividades mencionadas se plasmaron en base a un código de colores que permite diferenciar las frecuencias de cada tarea, el fin es brindar a la MiPyme un plan organizado, que le permita gestionar y optimizar el mantenimiento preventivo en cada uno de sus activos.

#### 4.8 Recomendaciones

- Es importante que la alta dirección asegure el compromiso para implementar el plan de mantenimiento preventivo, proporcionando los recursos necesarios y el apoyo a las iniciativas orientadas hacia la mejora continua de su empresa. Además, los operarios de las máquinas y equipos de la MiPyme se deben familiarizar con el mantenimiento preventivo y deben entender su importancia, para ello se les debe capacitar de manera continua, asegurando que todos estén al tanto de las funciones, los objetivos y tipos de mantenimiento.
- Para mejorar significativamente la durabilidad y el rendimiento de los equipos de las áreas estudiadas y reducir los riesgos de fallos y paradas imprevistas, se debe priorizar los componentes críticos a fin de reducir su nivel de criticidad y mejorando su eficiencia operativa, es importante que realicen monitoreos y evaluaciones constantes a los activos para evaluar su estado y tener un registro e historial de fallas y mantenimientos realizados para facilitar las evaluaciones y análisis futuros. Por otra parte, es crucial fomentar una cultura de comunicación abierta y colaboración entre la alta dirección y los empleados de las áreas de la empresa, coordinando de mejor manera para dar respuestas oportunas a los problemas que sucedan.
- A fin de asegurar la efectividad y sostenibilidad del plan de mantenimiento preventivo propuesto para la MiPyme metalmecánica, se sugiere implementar el sistema de gestión de mantenimiento utilizando algún software computarizado, que permita organizar y seguir las actividades de mantenimiento de forma eficiente, de ese modo es posible automatizar las programaciones y mantener un registro claro de todas las tareas realizadas. De igual manera se debe programar revisiones periódicas del plan de mantenimiento preventivo, asegurando su eficacia y si es necesario ajustar las frecuencias y actividades según las necesidades cambiantes de los equipos y sus condiciones operativas.

## Referencias

- [1] W. D. Quezada Torres, G. D. Hernández Pérez, E. González Suárez, R. Comas Rodríguez , W. F. Quezada Moreno y F. Molina Borja, «Gestión de la tecnología y su proceso de transferencia en Pequeñas y Medianas Empresas metalmeccánicas del Ecuador,» *Scielo*, vol. 39, n° 3, Diciembre 2018.
- [2] M. Naranjo y S. Burgos, «Boletín mensual de análisis sectorial de MIPYMES - Sector Metalmeccánica,» 2010.
- [3] A. Terán, A. Sánchez y M. Álvarez, «Estudio comparativo de la productividad en el sector metalmeccánico,» San Cristóbal, 2009.
- [4] F. J. Gonzáles Fernández , Teoría y práctica del mantenimeinto industrial avanzado, FC EDITORIAL, 2005.
- [5] E. L. Campos Macedo , «ANÁLISIS DE EXPERIENCIAS DE IMPLEMENTACIÓN DE PLANES DE MANTENIMIENTO BASADOS EN LA METODOLOGÍA RCM EN LA INDUSTRIA EN LOS ÚLTIMOS 14 AÑOS”.,» Lima-Perú, 2019.
- [6] P. Viveros, R. Stegmaier, F. Kristjanpoller, L. Barbera y A. Crespo, «Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo,» *Scielo*, 2013.
- [7] E. Dounce Villanueva, La Productividad en el Mantenimeinto Industrial, Tercera Edición ed., México: Patria, 2014.
- [8] J. Á. Medrano Márquez, V. L. González Ajuech y V. M. Díaz de León Santiago, Mantenimiento Técnicas y aplicaciones industriales, Primera edición ed., J. E. Callejas, Ed., Veracruz: Grupo editorial Patria, 2017.
- [9] F. C. Gómez de León, Tecnología del mantenimiento industrial, Primera edición ed., S. d. P. 1. Universidad de Murcia, Ed., Murcia, Murcia, 1998.

- [10] I. Gallará y D. Pontelli, *Mantenimiento industrial*, Primera edición ed., J. Sarmiento, Ed., Córdoba, Córdoba: Universitas, 2017.
- [11] STEL order, «STEL order,» 21 Diciembre 2021. [En línea]. Available: <https://www.stelorder.com/blog/mantenimiento-correctivo/>. [Último acceso: 28 Octubre 2023].
- [12] TOTVS, «TOTVS,» 24 Octubre 2022. [En línea]. Available: <https://es.totvs.com/blog/gestion-industrial/mantenimiento-predictivo-que-es-como-funciona-ventajas-y-consejos/>. [Último acceso: 28 Octubre 2023].
- [13] C. Boero, *Mantenimiento industrial*, Primera edición ed., J. Sarmiento, Ed., Córdoba, Córdoba: Brujas, 2017.
- [14] O. García Palencia, *Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial Principios fundamentales*, A. G. M, Ed., Bogotá: Ediciones de la u, 2012.
- [15] O. García Pallencia , *Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial*, 1ra Edición ed., Bogotá: Ediciones de la U, 2012.
- [16] Macusa Industrial, «Macusa,» 2024. [En línea]. Available: <https://www.macusaindustrial.com/acerca-de>. [Último acceso: 30 Octubre 2023].
- [17] A. Perez Presedo, «cursos.com,» 30 Abril 2017. [En línea]. Available: <https://cursos.com/blog/metodo-cuantitativo/>.
- [18] Concepto, «Concepto,» 16 Julio 2021. [En línea]. Available: <https://concepto.de/metodo-cualitativo/>. [Último acceso: 10 Mayo 2023].
- [19] E. Ruiz Arias, «economipedia,» 1 Noviembre 2020. [En línea]. Available: <https://economipedia.com/definiciones/investigacion-documental.html>. [Último acceso: 15 Mayo 2023].
- [20] L. Castellanos, «wordpress,» 2 Marzo 2017. [En línea]. Available: <https://lcmetodologiainvestigacion.wordpress.com/2017/03/02/tecnica-de-observacion/>. [Último acceso: Mayo 12 2023].

- [21] L. D. Mata Solís, «investigalia,» 4 Febrero 2020. [En línea]. Available: [https://investigaliacr.com/investigacion/la-entrevista-en-la-investigacion-cualitativa/#:~:text=La%20entrevista%20es%20una%20conversaci%C3%B3n,48\)..](https://investigaliacr.com/investigacion/la-entrevista-en-la-investigacion-cualitativa/#:~:text=La%20entrevista%20es%20una%20conversaci%C3%B3n,48)..) [Último acceso: 19 11 2023].
- [22] S. Rojas Lema, *Implementación de análisis modal de fallos y efectos (AMFE)*, vol. 8, Alcoy, 2019.
- [23] M. Bestratén Belloví, R. Orriols Ramos y C. Mata París, «NTP 679: Análisis modal de fallos y efectos. AMFE,» 2004.
- [24] J. V. González Sosa, J. Loyo Quijada, M. Á. López Ontiveros, P. Pérez Montoya y A. Cruz Hernández, «revistas.ubiobio.cl,» 2018. [En línea]. Available: <https://revistas.ubiobio.cl/index.php/RI/article/view/3923/3685>. [Último acceso: 04 06 2024 ].
- [25] L. I. C. González, «Plan de mantenimiento preventivo para las máquinas productoras de helado de la fábrica Belén de la ciudad de Estelí.,» 2017.
- [26] J. C. V. Tórres, «"Diseño de un plan de mantenimeinto preventivo para la emresa Extruplas S.A.",» 2010.

## Anexos

<b>Entrevista al jefe de taller de la MiPyme</b>
La razón de ser de las preguntas de la entrevista es identificar aspectos críticos de la maquinaria del área de producción y pintura, se buscarán causas por medición, materiales, mano de obra, y métodos que estén causando el problema principal de la empresa.
<b>Preguntas</b>
1.- ¿La empresa cuenta con inventario de maquinaria y equipos?
2.- ¿Existen fichas técnicas de máquinas y equipos?
3.- ¿La empresa lleva un registro de los mantenimientos que realizan? ¿Por qué?
4.- ¿Realizan algún tipo de mantenimiento a sus equipos y máquinas? ¿Por qué?
5.- ¿Planifican los mantenimientos? ¿Por qué?
6.- ¿Cuentan con stock de repuestos?
7.- ¿Cómo se maneja actualmente el mantenimiento en la empresa?
8.- ¿El personal está capacitado para realizar mantenimientos?
9.- ¿Cuál es la perspectiva del liderazgo de la empresa respecto al mantenimiento de sus máquinas y equipos?

Anexo 1. Formato entrevista

<b>PREGUNTAS</b>							
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	
Nivel de producción	Tiempo promedio para reparar una falla	Impacto sobre la producción	Impacto sobre la seguridad	Impacto sobre el medio ambiente	Costos de mantenimiento	Frecuencia de fallas de maquinaria	
<b>OPCIONES DE RESPUESTA ELEGIDAS POR CADA TRABAJADOR</b>							
<b>MÁQ-EQUIPO</b>	<b>Trabajador 1</b>						
Cizalla	3	3	4	5	2	2	<b>4</b>
Brazo grúa	2	3	4	5	2	2	<b>2</b>
Puente grúa	2	3	2	5	2	2	<b>1</b>
Soldadora MIG	3	3	4	5	2	2	<b>4</b>
Torno	3	3	4	5	2	2	<b>4</b>
<b>MÁQ-EQUIPO</b>	<b>Trabajador 2</b>						
Soldadora TIG	3	3	4	5	2	5	<b>4</b>
Cepillo	2	2	4	5	2	5	<b>2</b>
Montacargas vehículo	3	3	4	5	2	5	<b>4</b>
Torno	3	3	4	5	2	5	<b>4</b>
Equipo de oxicorte	2	2	4	5	2	5	<b>2</b>
<b>MÁQ-EQUIPO</b>	<b>Trabajador 3</b>						
Taladro radial	2	3	4	5	2	1	<b>2</b>
Roladora	3	3	4	5	2	5	<b>4</b>
Soldadora de palillo	2	3	4	5	2	1	<b>2</b>
Plegadora	3	3	4	5	2	1	<b>4</b>
Prensa	2	3	4	5	2	1	<b>2</b>
<b>MÁQ-EQUIPO</b>	<b>Trabajador 4</b>						
Taladro fresadora	3	3	4	5	2	1	<b>4</b>
Amoladora	3	3	4	5	2	1	<b>2</b>
Pantógrafo	3	3	5	5	2	1	<b>4</b>
Compresor	2	3	4	5	2	1	<b>2</b>
<b>MÁQ-EQUIPO</b>	<b>Trabajador 5</b>						
Plasma	2	3	4	5	2	1	<b>2</b>
Montacargas manual	3	2	4	5	2	1	<b>2</b>
Sierra cinta	2	2	2	5	2	1	<b>1</b>
Graco	2	2	2	5	2	1	<b>1</b>

Anexo 2. Resultado encuesta para análisis de criticidad

Máquina/equipo	Código	Nivel de Producción	MTTR	Impacto en la producción	Impacto en seguridad	Impacto Ambiental	Costos de preparación	Frecuencia de fallas	Consecuencia	Criticidad
Cizalla	5149	3	3	4	5	5	2	2	48	96
Teclé	5190	2	3	2	5	5	2	2	24	48
Puente grúa	5113	2	3	2	5	5	2	1	24	24
Soldadora MIG	5118	3	3	4	5	5	2	2	48	96
Torno	5098	3	3	4	5	5	2	2	48	96
Soldadora TIG	5046	3	3	4	5	5	5	2	51	102
Cepillo	5103	2	2	2	5	5	5	2	23	46
Montacargas vehículo	5142	3	3	4	5	5	5	2	51	102
Torno	5097	3	3	4	5	5	5	2	51	102
Taladro radial	5101	2	2	2	5	5	5	2	23	46
Roladora	5141	2	3	2	5	5	1	2	23	46
Soldadora de palillo	5093	3	2	4	5	5	1	2	35	70
Plegadora	5104	2	3	2	5	5	1	2	23	46
Prensa	5123	3	3	4	5	5	1	2	47	94
Taladro fresadora	5099	2	2	2	5	5	1	2	19	38
Amoladora	5038	3	2	4	5	5	1	2	35	70
Pantógrafo	5146	2	3	2	5	5	1	2	23	46
Compresor	5107	3	2	5	5	5	1	2	41	82
Plasma	5145	2	3	2	5	5	1	2	23	46
Montacargas manual	5136	2	2	2	5	5	1	2	19	38
Sierra cinta	5132	2	2	2	5	5	1	2	19	38
Tecles	5114	2	2	2	5	5	1	1	19	19
Graco	5191	2	2	2	5	5	1	1	19	19

Anexo 3. Análisis de criticidad

		ÁREA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL																	
Máquina/Equipo		Código		Marca		SITUACIÓN DE MEJORA													
Elaborado por:		Jenifer Huera		Revisado por:															
Ítem	Componente	Función	Modo de fallo	Causas del modo de fallo	Efecto potencial	F	G	D	IPR	Recomendaciones	Responsable	Acciones implantadas	F	G	D	IPR			

Anexo 4. Formato matriz análisis modal de fallos y efectos

	<b>FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA, EQUIPO, HERRAMIENTA O INSTRUMENTO 2024</b>	<b>CÓDIGO:</b>			
<b>Producto:</b>					
<b>Función:</b>					
<b>Capacidad:</b>		<b>FOTO</b>			
<b>Unidad:</b>					
<b>Marca:</b>					
<b>Modelo:</b>					
<b>Identificador / serie / placa:</b>					
<b>Energía:</b>					
<b>DIMENSIONES en mm (largo x ancho x alto)</b>					
<b>Tipo de equipo:</b>					
<b>Equipo padre:</b>					
<b>Localización:</b>					
<b>Tipo:</b>					
<b>Catálogo / ficha / manual:</b>					
<b>Elaborado por:</b> Jenifer Huera / <b>Revisado por:</b> Joffre Espín / <b>Aprobado por:</b> David Cuestas					

Anexo 5. Formato ficha técnica.

	<b>FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA, EQUIPO, HERRAMIENTA O INSTRUMENTO 2023</b>	<b>CÓDIGO:</b>	<b>5149</b>
<b>Producto:</b>	Cizalla		
<b>Función:</b>	Permite el corte de placas		
<b>Capacidad:</b>	18.5	<b>Foto</b> 	
<b>Unidad:</b>	Watts		
<b>Marca:</b>	Mebusa		
<b>Modelo:</b>	Brg 3100 a10		
<b>Identificador / serie / placa:</b>	N.d.		
<b>Energía:</b>	Eléctrica-hidráulica		
<b>Dimensiones (largo x ancho x alto) mm:</b>	3400x1600x3000		
<b>Tipo de equipo:</b>	Máquina		
<b>Equipo padre:</b>			
<b>Localización:</b>	Taller		
<b>Tipo:</b>	Fijo		
<b>Catálogo / ficha / manual:</b>	<a href="https://nargesa.com/sites/default/files/manual-instrucciones-c3006_10.pdf">https://nargesa.com/sites/default/files/manual-instrucciones-c3006_10.pdf</a>		
<b>Elaborado por:</b> Jenifer huera / <b>revisado por:</b> Joffre espín / <b>aprobado por:</b> David cuestas			

Anexo 6. Ficha técnica cizalla hidráulica.

	<b>FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA, EQUIPO, HERRAMIENTA O INSTRUMENTO 2024</b>	<b>CÓDIGO:</b>	<b>5138</b>
<b>Producto:</b>	Soldadora MIG		
<b>Función:</b>	Unir piezas metálicas aplicando una fuente de calor		
<b>Capacidad:</b>	220-240	<b>FOTO</b>	
<b>Unidad:</b>	Voltios		
<b>Marca:</b>	PORTEN		
<b>Modelo:</b>	PS-M5251K		
<b>Identificador / serie / placa:</b>	22063404359		
<b>Energía:</b>	Eléctrica		
<b>DIMENSIONES en mm (largo x ancho x alto)</b>	860x420x730		
<b>Tipo de equipo:</b>	Equipo		
<b>Equipo padre:</b>			
<b>Localización:</b>	Taller		
<b>Tipo:</b>	Móvil		
<b>Catálogo / ficha / manual:</b>	<a href="https://www.pintulac.com.ec/soldadora-mig-mag-electrodo-250-amperios-220v-porten.html">https://www.pintulac.com.ec/soldadora-mig-mag-electrodo-250-amperios-220v-porten.html</a>		
<b>Elaborado por:</b> Jenifer Huera / <b>Revisado por:</b> Joffre Espín / <b>Aprobado por:</b> David Cuestas			

Anexo 7. Ficha técnica soldadora MIG.

	<b>FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA, EQUIPO, HERRAMIENTA O INSTRUMENTO 2024</b>	<b>CÓDIGO:</b>	<b>5098</b>
<b>Producto:</b>	Torno italco		
<b>Función:</b>	Mecanizar, roscar, cortar, agujerar, cilindrar, desbastar y ranurar piezas de forma geométrica por revolución		
<b>Capacidad:</b>	7.5	<b>Foto</b>	
<b>Unidad:</b>	Kw		
<b>Marca:</b>	ITALCO		
<b>Modelo:</b>	IT 560 X 20T		
<b>Identificador / serie / placa:</b>	N.d.		
<b>Energía:</b>	Eléctrica-hidráulica		
<b>DIMENSIONES en mm (largo x ancho x alto)</b>	3300x3000x1500		
<b>Tipo de equipo:</b>	Máquina		
<b>Equipo padre:</b>			
<b>Localización:</b>	Taller		
<b>Tipo:</b>	Fijo		
<b>Catálogo / ficha / manual:</b>	<a href="https://www.aslak.es/pub/media/fichas_tecnicas/3403045.pdf">https://www.aslak.es/pub/media/fichas_tecnicas/3403045.pdf</a>		
<b>Elaborado por:</b> Jenifer Huera / <b>Revisado por:</b> Joffre Espín / <b>Aprobado por:</b> David Cuestas			



Anexo 8. Ficha técnica torno

	<b>FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA, EQUIPO, HERRAMIENTA O INSTRUMENTO 2024</b>	<b>CÓDIGO:</b>	<b>5046</b>
<b>Producto:</b>	Soldadora TIG indura 180hf		
<b>Función:</b>	Permite realizar corte por calor		
<b>Capacidad:</b>	180	<b>FOTO</b>	
<b>Unidad:</b>	Amperios		
<b>Marca:</b>	INDURA		
<b>Modelo:</b>	ARCTIG 180 HF PRO		
<b>Identificador / serie / placa:</b>	510350031v1		
<b>Energía:</b>	Eléctrica		
<b>DIMENSIONES en mm (largo x ancho x alto)</b>	260x210x180		
<b>Tipo de equipo:</b>	Equipo		
<b>Equipo padre:</b>			
<b>Localización:</b>	Bodega 2		
<b>Tipo:</b>	Móvil		
<b>Catálogo / ficha / manual:</b>	<a href="https://ronchweld.com/wp-content/uploads/2023/06/ronch-200mp-250mp-user-manual-pdf.pdf">https://ronchweld.com/wp-content/uploads/2023/06/ronch-200mp-250mp-user-manual-pdf.pdf</a>		
<b>Elaborado por:</b> Jenifer Huera / <b>Revisado por:</b> Joffre Espín / <b>Aprobado por:</b> David Cuestas			

Anexo 9. Ficha técnica Soldadora TIG

	<b>FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA, EQUIPO, HERRAMIENTA O INSTRUMENTO 2024</b>	<b>CÓDIGO:</b>	<b>5142</b>
<b>Producto:</b>	Montacargas		
<b>Función:</b>	Levantar, bajar y mover cargas sin esfuerzo manual		
<b>Capacidad:</b>	5	<b>FOTO</b>	
<b>Unidad:</b>	Toneladas		
<b>Marca:</b>	N. D		
<b>Modelo:</b>	DP50		
<b>Identificador / serie / placa:</b>	Y685 112 4132 179		
<b>Energía:</b>	Eléctrica-mecánica		
<b>DIMENSIONES en mm (largo x ancho x alto)</b>	2500x1600x2300		
<b>Tipo de equipo:</b>	Equipo		
<b>Equipo padre:</b>			
<b>Localización:</b>	Taller		
<b>Tipo:</b>	Móvil		
<b>Catálogo / ficha / manual:</b>	<a href="https://csapps.jlg.com/cagdocuments/menudocuments/B92F57BC-47C8-4119-A0DF-D0802DBED79ESPANISH_TH360B_31200290-A_OMM.pdf">https://csapps.jlg.com/cagdocuments/menudocuments/B92F57BC-47C8-4119-A0DF-D0802DBED79ESPANISH_TH360B_31200290-A_OMM.pdf</a>		
<b>Elaborado por:</b> Jenifer Huera / <b>Revisado por:</b> Joffre Espín / <b>Aprobado por:</b> David Cuestas			

Anexo 10. Ficha técnica montacargas vehículo

	<b>FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA, EQUIPO, HERRAMIENTA O INSTRUMENTO 2024</b>	<b>CÓDIGO:</b>	<b>5097</b>
<b>Producto:</b>	TORNO		
<b>Función:</b>	Mecanizar, roscar, cortar, agujerar, cilindrar, desbastar y ranurar piezas de forma geométrica por revolución		
<b>Capacidad:</b>	7.5	<b>FOTO</b>	
<b>Unidad:</b>	Kw		
<b>Marca:</b>	CS		
<b>Modelo:</b>	CS 6266C/2000		
<b>Identificador / serie / placa:</b>	230511524		
<b>Energía:</b>	Eléctrica-hidráulica		
<b>DIMENSIONES en mm (largo x ancho x alto)</b>	3600x3500x1500		
<b>Tipo de equipo:</b>	Máquina		
<b>Equipo padre:</b>			
<b>Localización:</b>	Taller		
<b>Tipo:</b>	Fijo		
<b>Catálogo / ficha / manual:</b>	<a href="https://www.aslak.es/pub/media/fichas_tecnicas/3403045.pdf">https://www.aslak.es/pub/media/fichas_tecnicas/3403045.pdf</a>		
<b>Elaborado por:</b> Jenifer Huera / <b>Revisado por:</b> Joffre Espín / <b>Aprobado por:</b> David Cuestas			

Anexo 11. Ficha técnica torno CS

	<b>FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA, EQUIPO, HERRAMIENTA O INSTRUMENTO 2024</b>	<b>CÓDIGO:</b>	<b>5093</b>
<b>Producto:</b>	Soldadora de palillo		
<b>Función:</b>	Unir piezas metálicas aplicando una fuente de calor		
<b>Capacidad:</b>	220-440	<b>FOTO</b>	
<b>Unidad:</b>	Voltios		
<b>Marca:</b>	CEBORA		
<b>Modelo:</b>	En60974-1		
<b>Identificador / serie / placa:</b>	N.D		
<b>Energía:</b>	Eléctrica		
<b>DIMENSIONES en mm (largo x ancho x alto)</b>	286x515x406		
<b>Tipo de equipo:</b>	Equipo		
<b>Equipo padre:</b>			
<b>Localización:</b>	Taller		
<b>Tipo:</b>	Móvil		
<b>Catálogo / ficha / manual:</b>	<a href="https://www.lincolnelectric.com/assets/eu/operatormanuals/im3054rev01-spa.pdf">https://www.lincolnelectric.com/assets/eu/operatormanuals/im3054rev01-spa.pdf</a>		
<b>Elaborado por:</b> Jenifer Huera / <b>Revisado por:</b> Joffre Espín / <b>Aprobado por:</b> David Cuestas			

Anexo 12. Ficha técnica soldadora de palillo.

	<b>FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA, EQUIPO, HERRAMIENTA O INSTRUMENTO 2024</b>	<b>CÓDIGO:</b>	<b>5123</b>
<b>Producto:</b>	Prensa hidráulica		
<b>Función:</b>	Permite prensar objetos pesados		
<b>Capacidad:</b>	10	<b>Foto</b>	
<b>Unidad:</b>	Hp		
<b>Marca:</b>	HILL ACME		
<b>Modelo:</b>	N. D		
<b>Identificador / serie / placa:</b>	N.d.		
<b>Energía:</b>	Eléctrica-hidráulica		
<b>DIMENSIONES en mm (largo x ancho x alto)</b>	2000x1100x2500		
<b>Tipo de equipo:</b>	Máquina		
<b>Equipo padre:</b>			
<b>Localización:</b>	Taller		
<b>Tipo:</b>	Fijo		
<b>Catálogo / ficha / manual:</b>	<a href="https://medios.urrea.com/catalogo/manuales/2472.pdf">https://medios.urrea.com/catalogo/manuales/2472.pdf</a>		
<b>Elaborado por:</b> Jenifer Huera / <b>Revisado por:</b> Joffre Espín / <b>Aprobado por:</b> David Cuestas			

Anexo 13. Ficha técnica prensa hidráulica

	<b>FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA, EQUIPO, HERRAMIENTA O INSTRUMENTO 2024</b>	<b>CÓDIGO:</b>	<b>5038</b>
<b>Producto:</b>	Amoladora de 7 pulgadas Dewalt # 2		
<b>Función:</b>	Lijar, cortar y pulir diferentes materiales		
<b>Capacidad:</b>	2,200	<b>Foto</b>	
<b>Unidad:</b>	Watts		
<b>Marca:</b>	DEWALT		
<b>Modelo:</b>	DW491		
<b>Identificador / serie / placa:</b>	N.d.		
<b>Energía:</b>	Eléctrica		
<b>DIMENSIONES en mm (largo x ancho x alto)</b>	450x120x150		
<b>Tipo de equipo:</b>	Herramienta		
<b>Equipo padre:</b>			
<b>Localización:</b>	Bodega 2		
<b>Tipo:</b>	Móvil		
<b>Catálogo / ficha / manual:</b>	<a href="https://www.toolservicenet.com/i/DEWALT/GLOBALBOM/AR/DWE496/10/Instruction_Manual/EN/N545722_DWE497.pdf">https://www.toolservicenet.com/i/DEWALT/GLOBALBOM/AR/DWE496/10/Instruction_Manual/EN/N545722_DWE497.pdf</a>		
<b>Elaborado por:</b> Jenifer Huera / <b>Revisado por:</b> Joffre Espín / <b>Aprobado por:</b> David Cuestas			

Anexo 14. Ficha técnica amoladora.

	<b>FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA, EQUIPO, HERRAMIENTA O INSTRUMENTO 2024</b>	<b>CÓDIGO:</b>	<b>5107</b>
<b>Producto:</b>	Compresor		
<b>Función:</b>	Incrementar la presión de un fluido		
<b>Capacidad:</b>	15	<b>Foto</b>	
<b>Unidad:</b>	Kw		
<b>Marca:</b>	PUMA		
<b>Modelo:</b>	TE6580V		
<b>Identificador / serie / placa:</b>	N.d.		
<b>Energía:</b>	Eléctrica		
<b>DIMENSIONES en mm (largo x ancho x alto)</b>	1600x450x950		
<b>Tipo de equipo:</b>	Equipo		
<b>Equipo padre:</b>			
<b>Localización:</b>	Taller		
<b>Tipo:</b>	Fijo		
<b>Catálogo / ficha / manual:</b>	<a href="https://alltradetools.com/pdfs/1168042432_540010_spa.pdf">https://alltradetools.com/pdfs/1168042432_540010_spa.pdf</a>		
<b>Elaborado por:</b> Jenifer Huera / <b>Revisado por:</b> Joffre Espín / <b>Aprobado por:</b> David Cuestas			

Anexo 15. Ficha técnica del compresor



ÁREA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Máquina/Equipo	Cizalla Hidráulica	Código	5149	Marca	Gairu
Elaborado por:	Jenifer Huera	Revisado por:	Jenyffer Yépez		

Item	Componente	Función	Modo de fallo	Causas del modo de fallo	Efecto potencial	F	G	D	IPR	Recomendaciones
1	Motor	Permite el inicio del trabajo de la máquina	Incremento de temperatura por sobrecalentamiento en las bobinas	Sobrecalentamiento	Avería del motor	4	3	3	36	Inspecciones y limpieza del estado de funcionamiento del motor
2	Depósito de aceite	Almacenar el aceite hidráulico	Fuga de aceite	Ruptura o fisura del depósito	Remordimiento de la máquina	4	3	2	24	Revisión del estado del depósito y aceite
3	Mangueras de aceite hidráulico	Transportar el aceite hidráulico	Pérdida de presión	Agujeros o cañerías rotas	Ruptura de manguera	5	7	3	105	Revisión constante de las mangueras para detectar posibles fisuras
4	Caja de control	Manipular el funcionamiento de la máquina	Daño de los controles	Desgaste	Parada de la máquina	3	3	3	27	Limpieza y reemplazo de controles en mal estado
5	Bastón de accionamiento	Controla la acción de corte de la máquina	Desgaste o mal estado del pedal	Mala manipulación del pedal	Avería del bastón de accionamiento	3	3	2	18	Revisión del estado del bastón de accionamiento
6	Cables	Conducir electricidad	Cable pelado o en mal estado	Golpes o cables lastimados	Recalentamiento o cortocircuitos	5	4	2	40	Revisión de los circuitos y su estado

Item	Componente	Función	Modo de fallo	Causas del modo de fallo	Efecto potencial	F	G	D	IPR	Recomendaciones
7	Bomba hidráulica	Impulsar el fluido del aceite hidráulico	Pérdida de presión	Desgaste	Daño de la bomba	5	4	3	60	Revisión del estado de la bomba hidráulica
8	Cuchilla	Cortar el material	No cortar material de manera adecuada	Deterioro o desgaste	Mal estado de la cuchilla	8	7	2	112	Sustituir periódicamente
9	Mesa de trabajo	Sostener los materiales	Vibraciones o exceso de peso	Desgaste	Desnivel de la mesa de trabajo	3	3	2	18	Revisión del estado de la mesa de trabajo
10	Guías	Direccionar la cuchilla	Irregularidad	Atascamiento de la cuchilla	Cortes defectuosos	3	4	2	24	Lubricación y control de ajustes
11	Pisón	Presionar y sujetar el material sobre la mesa de trabajo	Fuga de aceite hidráulico	Desgaste	Mal sujetado del material	8	7	2	112	Revisión y verificación del estado de funcionamiento

Anexo 16. AMFE de cizalla hidráulica



ÁREA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

<b>Máquina/Equipo</b>	<b>Soldadora MIG</b>	<b>Código</b>	<b>5118</b>	<b>Marca</b>	<b>Cebora</b>
<b>Elaborado por:</b>	<b>Jenifer Huera</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Jenyffer Yépez</b>		

Ítem	Componente	Función	Modo de fallo	Causas del modo de fallo	Efecto potencial	F	G	D	IPR	Recomendaciones
1	Antorcha	Transferir el metal de aporte a la soldadora y gas al punto de soldadura	No permitir el paso del hilo o alambre	Taponamiento por acumulación de escoria en la boquilla	Soldadura porosa	5	8	3	120	Ajustar frecuentemente los terminales del soplete
2	Alimentador de hilo	Desplazar el hilo hacia la boquilla y luego a la zona de soldadura	Mal estado del rodillo	Desgaste	Incorrecto desplazamiento del hilo o electrodo	3	7	4	84	Revisión frecuente del estado y funcionamiento de los rodillos
3	Generador	Alimenta el área que se va a soldar con material de aporte	Funcionamiento irregular	Cables en mal estado	Avería	4	7	5	140	Inspecciones y revisión del estado de funcionamiento
4	Pinza de masa	Anclar el material al generador	Agarre en mal estado (defectuoso)	Tiempo de uso	Mala circulación de la corriente	5	6	7	210	Verificar que tenga buen punto de anclaje
5	Manómetro	Señalar la presión del caudal de trabajo de gas de la bomba	Fugas internas y externas	Desgaste por uso y golpes	Mala lectura de la presión del gas	4	7	4	112	Revisar periódicamente si el manómetro está marcando valores adecuadas
6	Interruptor de encendido	Manipular el funcionamiento de la máquina	Daño de interruptor	Rotura por mala manipulación	Parada de la máquina	3	4	3	36	Manipular el interruptor de forma adecuada
7	Cable de masa	Unir y energizar la pinza de masa	Mal estado de los cables	Mala manipulación y exposición a lugares húmedos	Mal funcionamiento de la pinza	4	5	2	40	No exponer los cables a altas temperaturas



ÁREA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

<b>Máquina/Equipo</b>	<b>Torno Italco</b>	<b>Código</b>	<b>5098</b>	<b>Marca</b>	<b>Italco</b>
<b>Elaborado por:</b>	<b>Jenifer Huera</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Jenyffer Yépez</b>		

Ítem	Componente	Función	Modo de fallo	Causas del modo de fallo	Efecto potencial	F	G	D	IPR	Recomendaciones
1	Motor	Permite el inicio del trabajo de la máquina	Incremento de temperatura por sobrecalentamiento en las bobinas	Sobrecalentamiento	Avería del motor	3	7	4	84	Inspecciones y revisión del estado de funcionamiento
2	Palancas	Controlan las revoluciones del cilindro de la pieza	Mal funcionamiento	Mal estado de las palancas	Accidente del operario	3	6	2	36	Inspecciones constantes del estado y funcionamiento de las palancas
3	Botón de paro de emergencia	Realizar parada de emergencia de la máquina	Mal funcionamiento	Tiempo de uso	Accidentes del operario	2	5	2	20	Revisión del funcionamiento previo al uso con una pieza
4	Bancada	Sirve de soporte para las otras partes del torno	Mal estado de las guías de la parte superior	Desgaste	No permite el desplazamiento del carro principal y el contrapunto	4	8	4	128	Revisión del estado de la bancada previo al uso de la máquina
5	Luneta	Soporta el extremo extendido de la pieza cuando no se puede usar el contrapunto	Mal estado de la luneta	Desgaste	Parada de la máquina	4	5	3	60	Revisión constante del estado y funcionamiento de la luneta
6	Plato de sujeción (Chuck)	Sujetar la pieza que se va a torneear y la hace girar en torno a un eje	Mal estado del chuck	Desgaste	Accidentes del operario	3	6	2	36	Revisión constante del estado del chuck

Ítem	Componente	Función	Modo de fallo	Causas del modo de fallo	Efecto potencial	F	G	D	IPR	Recomendaciones
7	Carro principal	Moverse a lo largo de la bancada y producir el movimiento de avance de la pieza	Mal funcionamiento	Mal estado o desgaste de la bancada	No producir el movimiento de avance de la pieza	3	5	4	60	Revisión constante del estado del carro principal
8	Husillo	Gira y sostiene la pieza de trabajo	Problemas de alineación	Desgaste en los rodamientos	Mal rendimiento del husillo	4	8	4	80	Revisar que el husillo funcione de forma correcta
9	Contrapunto	Sirve para sujetar la pieza por un punto	Mal funcionamiento del eje móvil	Desgaste o tiempo de uso	Mala sujeción de la pieza	3	5	3	45	Revisión del estado del contrapunto previo al uso de la máquina

#### Anexo 17. Soldadora MIG



ÁREA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

<b>Máquina/Equipo</b>	<b>Soldadora TIG</b>	<b>Código</b>	<b>5046</b>	<b>Marca</b>	<b>Indura</b>
<b>Elaborado por:</b>	<b>Jenifer Huera</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Jenyffer Yépez</b>		

Ítem	Componente	Función	Modo de fallo	Causas del modo de fallo	Efecto potencial	F	G	D	IPR	Recomendaciones
1	Antorcha	Transferir la varilla de tungsteno para fundir el material	No permitir el paso del hilo o electrodo	Mala manipulación	No es posible realizar el proceso de soldadura	5	8	4	160	Ajustar frecuentemente los terminales del soplete
2	Generador	Alimenta el área que se va a soldar con material de aporte	Funcionamiento irregular	Cables en mal estado	Avería	3	5	2	30	Inspecciones y revisión del estado de funcionamiento
3	Pinza de masa	Anclar el material al generador	Agarre en mal estado (defectuoso)	Tiempo de uso	Mala circulación de la corriente	4	3	2	24	Verificar frecuentemente que tenga buen punto de anclaje
4	Manómetro	Señalar la presión del caudal de trabajo de gas de la bomba	Fugas internas y externas	Desgaste por uso y golpes	Mala lectura de la presión del gas	5	8	3	120	Revisar periódicamente si el manómetro está marcando valores adecuadas
5	Interruptor de encendido	Manipular el funcionamiento de la máquina	Daño de interruptor	Rotura por mala manipulación	Parada de la máquina	4	4	3	48	Manipular el interruptor de forma adecuada
6	Cable de masa	Unir y energizar la pinza de masa	Mal estado de los cables	Mala manipulación y	Mal funcionamiento de la pinza	4	5	3	60	No exponer los cables a altas temperaturas

Ítem	Componente	Función	Modo de fallo	Causas del modo de fallo	Efecto potencial	F	G	D	IPR	Recomendaciones
				exposición a lugares húmedos						
7	Regulador de gas	Controlar y ajustar la presión del gas de protección	Mal estado del regulador	Desgaste	No es posible regular la presión del gas que fluye hacia la antorcha	3	5	2	30	Revisar que el regulador de gas se encuentre funcional

Anexo 18. AMFE soldadora TIG

		<b>ÁREA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL</b>						
<b>Máquina/Equipo</b>		<b>Montacargas vehículo</b>		<b>Código</b>		<b>5142</b>	<b>Marca</b>	<b>N.d</b>
<b>Elaborado por:</b>		<b>Jenifer Huera</b>		<b>Revisado por:</b>		<b>Jenyffer Yépez</b>		

Ítem	Componente	Función	Modo de fallo	Causas del modo de fallo	Efecto potencial	F	G	D	IPR	Recomendaciones
1	Motor	Permite el inicio del trabajo de la máquina	Incremento de temperatura por sobrecalentamiento en las bobinas	Sobrecalentamiento	Avería del motor	4	9	5	180	Cambio de aceite cada 5000 kilómetros
2	Uñas	Permiten realizar la carga de manera precisa	Levantamiento de carga defectuoso	Desgaste	Daño de las uñas impidiendo levantar carga con normalidad	5	6	2	60	Inspecciones constantes del estado de las uñas antes de levantar cargas

Ítem	Componente	Función	Modo de fallo	Causas del modo de fallo	Efecto potencial	F	G	D	IPR	Recomendaciones
3	Bomba hidráulica	Impulsar el fluido del aceite hidráulico	Pérdida de presión	Desgaste	Daño de la bomba	5	4	2	40	Revisión trimestral de la bomba
4	Mangueras de aceite hidráulico	Transportar el aceite hidráulico	Pérdida de presión	Agujeros o cañerías rotas	Ruptura de manguera	5	7	5	175	Revisión mensual para detectar posibles fisuras
5	Carro porta uñas	Da la rigidez, realiza movimiento vertical para permitir cargar y descargar en algún lugar	Mal funcionamiento al cargar y descargar	Mal estado o deterioro de carro porta uñas	Avería del equipo	4	6	3	72	Revisión constante del estado del carro porta uñas
6	Cabina de mano	Realizar el manejo y maniobras del montacargas	Mal funcionamiento e impedimentos de realizar maniobras	Daño de las palancas	Parada del equipo	4	6	3	72	Revisión regular del estado de la cabina de mano
7	Cables eléctricos	Conducir electricidad	Cable pelado o en mal estado	Golpes o cables lastimados	Recalentamiento o cortocircuitos	4	4	5	80	Revisión mensual de los circuitos y su estado

Anexo 19. AMFE montacargas vehículo



ÁREA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

<b>Máquina/Equipo</b>	<b>Torno CS</b>	<b>Código</b>	<b>5097</b>	<b>Marca</b>	<b>CS</b>
<b>Elaborado por:</b>	<b>Jenifer Huera</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Jenyffer Yépez</b>		

Ítem	Componente	Función	Modo de fallo	Causas del modo de fallo	Efecto potencial	F	G	D	IPR	Recomendaciones
1	Motor	Permite el inicio del trabajo de la máquina	Incremento de temperatura por sobrecalentamiento en las bobinas	Sobrecalentamiento	Avería del motor	3	7	4	84	Inspecciones mensuales y revisión del estado de funcionamiento
2	Palancas	Controlan las revoluciones del cilindro de la pieza	Mal funcionamiento	Mal estado de las palancas	Accidente del operario	3	6	2	36	Inspecciones constantes del estado y funcionamiento de las palancas
3	Botón de paro de emergencia	Realizar parada de emergencia de la máquina	Mal funcionamiento	Tiempo de uso	Accidentes del operario	2	5	2	20	Revisión del funcionamiento previo al uso con una pieza
4	Bancada	Sirve de soporte para las otras partes del torno	Mal estado de las guías de la parte superior	Desgaste	No permite el desplazamiento del carro principal y el contrapunto	4	8	4	128	Revisión del estado de la bancada previo al uso de la máquina
5	Luneta	Soporta extremo extendido de la pieza cuando no se puede usar el contrapunto	Mal estado de la luneta	Desgaste	Parada de la máquina	4	5	3	60	Revisión constante del estado y funcionamiento de la luneta
6	Plato de sujeción (Chuck)	Sujetar la pieza que se va a tornearse y la hace girar en torno a un eje	Mal estado del chuck	Desgaste	Accidentes del operario	3	6	2	36	Revisión constante del estado del chuck

Ítem	Componente	Función	Modo de fallo	Causas del modo de fallo	Efecto potencial	F	G	D	IPR	Recomendaciones
7	Carro principal	Moverse a lo largo de la bancada y producir el movimiento de avance de la pieza	Mal funcionamiento	Mal estado o desgaste de la bancada	No producir el movimiento de avance de la pieza	4	5	3	60	Revisión constante del estado del carro principal
8	Husillo	Gira y sostiene la pieza de trabajo	Problemas de alineación	Desgaste en los rodamientos	Mal rendimiento del husillo	4	4	3	48	Revisar que el husillo funcione de forma correcta
9	Contrapunto	Sirve para sujetar la pieza por un punto	Mal funcionamiento del eje móvil	Desgaste o tiempo de uso	Mala sujeción de la pieza	3	5	3	45	Revisión del estado del contrapunto previo al uso de la máquina

Anexo 20. AMFE torno CS

		<b>ÁREA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL</b>					
<b>Máquina/Equipo</b>		<b>Soldadora de palillo</b>		<b>Código</b>	<b>5093</b>	<b>Marca</b>	<b>Cebora</b>
<b>Elaborado por:</b>		<b>Jenifer Huera</b>		<b>Revisado por:</b>		<b>Jenyffer Yépez</b>	

Ítem	Componente	Función	Modo de fallo	Causas del modo de fallo	Efecto potencial	F	G	D	IPR	Recomendaciones
1	Panel de control de soldadura	Control de la soldadura mediante el microprocesador	Mal estado del control	Desgaste y deterioro por uso	Impedimento de la programación del equipo	3	5	4	60	Revisión constante del estado del control de soldadura

Ítem	Componente	Función	Modo de fallo	Causas del modo de fallo	Efecto potencial	F	G	D	IPR	Recomendaciones
2	Interruptor de encendido/apagado	Controlar la activación y desactivación de la corriente eléctrica	Fallos en el interruptor	Desgaste, deterioro o uso inadecuado	Incapacidad del interruptor para el encendido o apagado de la máquina	5	7	2	70	Revisión e inspección frecuente del pedal
3	Cables de soldadura	Unir y energizar los electrodos	Mal estado de las mangueras	Desgaste, mal uso o exposición de las mangueras a altas temperaturas	Funcionamiento inadecuado de los electrodos	8	9	2	144	Revisión del estado de los cables y no exponerlas a altas temperaturas
4	Transformador	Transformar corriente alterna en directa	Rotura del bobinado	Rotura o cortocircuito	Parada del equipo	4	6	3	72	Revisión y limpieza periódica del interior del equipo
5	Carcasa	Proteger los componentes internos del equipo	Fisuras o grietas en la carcasa	Desgaste o golpes bruscos	Ingreso de partículas al interior del equipo	5	3	1	15	Revisión y limpieza de la carcasa
6	Porta electrodo	Conduce la corriente desde la fuente de poder al electrodo y a la pieza de trabajo	Conexiones sueltas o dañadas	Uno inadecuado o mal estado	Pérdida de corriente afectando la soldadura	6	9	2	108	Dar manejo adecuado a la porta electrodo
7	Pinza de masa	Permite el paso de corriente	Conexiones sueltas o contaminación en el área de sujeción	Deterioro o desgaste	Problemas en la conducción de corriente	7	9	2	126	Revisión frecuente y buen manejo

Anexo 21. AMFE soldadora de palillo



ÁREA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

<b>Máquina/Equipo</b>	<b>Prensa Hidráulica</b>	<b>Código</b>	<b>5123</b>	<b>Marca</b>	<b>N.d</b>
<b>Elaborado por:</b>	<b>Jenifer Huera</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Jenyffer Yépez</b>		

Ítem	Componente	Función	Modo de fallo	Causas del modo de fallo	Efecto potencial	F	G	D	IPR	Recomendaciones
1	Motor	Permite el inicio del trabajo de la máquina	Incremento de temperatura por sobrecalentamiento en las bobinas	Sobrecalentamiento	Avería del motor	4	6	3	72	Inspecciones y revisión del estado de funcionamiento
2	Cilindro Hidráulico	Genera la fuerza hidráulica necesaria para que funcione la prensa	El vástago del cilindro no realiza su función	Taponamiento impidiendo el pase de aceite hidráulico	No hay presión por lo tanto no es posible doblar los materiales	5	6	3	90	Inspecciona y verificar el estado del cilindro
3	Bomba hidráulica	Impulsar el fluido del aceite hidráulico	Pérdida de presión	Desgaste	Daño de la bomba	5	7	5	175	Revisión de la bomba y su estado de funcionamiento
4	Válvulas hidráulicas	Controlan el flujo de fluido hidráulico dentro del sistema	Mal funcionamiento de válvulas hidráulicas	Desgaste o daño en componentes de la válvula (sellos, resortes o asientos)	Pérdida de control sobre el flujo de aceite hidráulico	4	5	3	60	Inspecciona y reemplazar válvulas defectuosas
5	Conductores(cables) eléctricos	Conducir electricidad	Cable pelado o en mal estado	Golpes o cables lastimados	Recalentamiento o cortocircuitos	5	5	3	75	Revisión de los circuitos y su estado
6	Mangueras de presión	Transportar el aceite hidráulico	Pérdida de presión	Agujeros o cañerías rotas	Ruptura de manguera	5	8	3	120	Revisión de mangueras para detectar posibles fisuras

Ítem	Componente	Función	Modo de fallo	Causas del modo de fallo	Efecto potencial	F	G	D	IPR	Recomendaciones
7	Depósito de aceite	Almacenar el aceite hidráulico	Fuga de aceite hidráulico	Desgaste, fisuras en el depósito de aceite	Pérdida de aceite y reducción de presión hidráulica afectando el rendimiento y presión de la máquina	5	5	3	75	Revisar el depósito identificando posibles fugas
8	Caja de control	Manipular el funcionamiento de la máquina	Daño de los controles	Desgaste	Parada de la máquina	4	6	2	48	Limpeza y reemplazo de controles en mal estado
9	Estructura	Soportar el peso de la máquina	Desgaste del metal	óxido	Exceso de vibraciones o mal desempeño de la máquina	4	4	2	32	Limpeza y lubricación

Anexo 22. AMFE prensa hidráulica

		<b>ÁREA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL</b>				
<b>Máquina/Equipo</b>		<b>Amoladora</b>	<b>Código</b>	<b>5038</b>	<b>Marca</b>	<b>Dewalt</b>
<b>Elaborado por:</b>		<b>Jenifer Huera</b>	<b>Revisado por:</b>		<b>Jenyffer Yépez</b>	

Ítem	Componente	Función	Modo de fallo	Causas del modo de fallo	Efecto potencial	F	G	D	IPR	Recomendaciones
1	Interruptor de encendido	Enciende y apaga la amoladora	Mal estado del interruptor	Deterioro	Avería del interruptor	3	3	2	18	Inspecciones del interruptor previo al encendido de la herramienta y constante limpieza de polvo

Ítem	Componente	Función	Modo de fallo	Causas del modo de fallo	Efecto potencial	F	G	D	IPR	Recomendaciones
2	Cable de alimentación	Trasmite la corriente eléctrica	Mal estado de los cables	Desgaste por uso o dobleces	Mala circulación de e la corriente	3	4	2	24	Verificar el estado de los cables previo al uso de la herramienta
3	Disco	Realizar los diferentes cortes o pulido de diferentes materiales	Ruptura del disco	Desgaste o mala manipulación	Posibles accidentes laborales por ruptura	6	8	3	144	Revisar el estado del disco con frecuencia y usarlo de la manera adecuada
4	Rotor	Convertir la energía eléctrica en mecánica para que funcione la herramienta	Deterioro del rotor	Tiempo de vida útil del rotor y desgaste	Pérdida de fuerza y mal funcionamiento, provocando parada total de la herramienta	5	8	3	120	Limpiar el rotor en base al tiempo de uso
5	Empuñadura	Facilitar el uso y manejo de la herramienta	Deterioro o mal estado de empuñadura	Desgaste o golpes constantes	Imposibilita usar la herramienta para realizar los trabajos y representa peligro para el operario	3	3	2	18	Revisión constante del estado de empuñadura y cambiarlo en caso de estar deteriorado para evitar accidentes del operario
6	Protector de disco	Protección del disco de corte y atrapar los fragmentos de la rueda	Ruptura del protector de disco	Deterioro o fisuras en el protector por tiempo y forma de uso	Accidente del operario	3	5	2	30	Revisión del estado del protector antes de usar la herramienta
7	Estator	Ayudar a que haya rotación del motor	Deterioro	Desgaste y mal estado de la bobina	Parada de la herramienta por pérdida de potencia	5	4	3	60	Revisión frecuente del estator
8	Carbones	Permitir el pase de corriente continua	Pérdida de fuerza	Desgaste	No hay paso de corriente (parada de la máquina)	4	4	3	48	Revisión periódica de carbones

Anexo 23. AMFE amoladora



ÁREA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

<b>Máquina/Equipo</b>	<b>Compresor</b>	<b>Código</b>	<b>5107</b>	<b>Marca</b>	<b>Puma</b>
<b>Elaborado por:</b>	<b>Jenifer Huera</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Jenyffer Yépez</b>		

Ítem	Componente	Función	Modo de fallo	Causas del modo de fallo	Efecto potencial	F	G	D	IPR	Recomendaciones
1	Motor	Permite el inicio del trabajo de la máquina	Incremento de temperatura por sobrecalentamiento en las bobinas	Sobrecalentamiento	Avería del motor	4	5	4	80	Inspecciones y revisión del estado de funcionamiento del motor
2	Tanque de aire	Reservar el aire	Pérdida de aire comprimido por existencia de fugas	Fatiga del aire comprimido por uso prolongado o algún daño mecánico	Pérdida de eficiencia del sistema, incremento en el uso de energía.	3	5	2	30	Revisar estado del tanque para detectar daños y escuchar ruidos inusuales que puedan indicar fugas de aire.
3	Manómetro de aire	Regula la presión de salida del aire	Mal estado del regulador	Deterioro	Mal funcionamiento del compresor ya que no existe regulación de la presión de salida de aire	5	5	3	75	Revisión regular del estado del manómetro para identificar fallas

Ítem	Componente	Función	Modo de fallo	Causas del modo de fallo	Efecto potencial	F	G	D	IPR	Recomendaciones
4	Mangueras y conexiones	Transportar el aire comprimido	Fugas, desgaste o rupturas	Debido al uso, exposición a químicos, altas temperaturas o condiciones ambientales adversas	Pérdida de eficiencia del sistema de aire comprimido y riesgo de seguridad por posibles accidentes laborales	5	8	3	120	inspección regular del estado de las mangueras para identificar posibles fisuras o fugas
5	Válvula de salida de aire	Controlar el flujo o salida de aire comprimido que sale del compresor	Pérdida de aire comprimido por juntas defectuosas o daños y desgaste de la válvula	Desgaste de las juntas o uso intensivo y ausencia de mantenimiento regular	Pérdida de eficiencia del sistema de aire, fallas en el suministro de aire comprimido y posible sobrepresión en otras partes del sistema.	4	5	3	60	Limpiar las válvulas y lubricar partes móviles de la válvula
6	Regulador de presión	Ajusta y mantiene la presión del aire comprimido a un nivel constante de acuerdo con la herramienta o equipo que se conecte al compresor	Fallo en la regulación de presión	Desgaste de componentes internos, acumulación de residuos, o fallos en el resorte o diafragma interno	Fluctuaciones de presión que pueden dañar las herramientas neumáticas, reducir la calidad del trabajo y desgastar el equipo	4	3	4	48	Limpiar regularmente para eliminar acumulación de polvo y lubricar las partes móviles del regulador de presión
7	Presostato	regula el encendido y apagado del compresor en base a la presión del aire dentro del tanque	Fallo en el encendido y apagado y lectura incorrecta de la presión	Desgaste de los contactos eléctricos o bloqueo en la línea de presión	Funcionamiento si control causando sobrepresión y riesgo de explosión u operar fuera de los rangos de presión seguros.	5	5	3	75	Limpiar regularmente el presostato y sus componentes evitando la acumulación de suciedad y residuos, revisar que las conexiones estén en buen estado

Ítem	Componente	Función	Modo de fallo	Causas del modo de fallo	Efecto potencial	F	G	D	IPR	Recomendaciones
8	Válvula de seguridad	Liberar el aire automáticamente cuando la presión en el sistema de aire comprimido excede el límite preestablecido	Fugas y fallo de apertura impidiendo la liberación de aire (no se abre la válvula cuando la presión excede el límite seguro)	Deterioro, desgaste o fallo del resorte interno	Pérdida de eficiencia del sistema de aire comprimido	5	4	3	60	revisar visualmente la válvula para detectar signos de desgaste o daños y verificar que esté limpia y libre de obstrucciones
9	Carcasa	Proteger los componentes internos del equipo	Fisuras o grietas en la carcasa	Desgaste o golpes bruscos	Ingreso de partículas al interior del equipo	3	4	2	24	Revisión y limpieza de la carcasa

Anexo 24. AMFE compresor

	<b>CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES</b>
--	----------------------------------

Máquina/Equipo	Frecuencia	MES												
		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	















		<b>ORDEN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>				
Fecha de emisión dd/mm/aa		N° de orden				
Fecha de finalización dd/mm/aa		Servicio solicitado				
Área/ubicación del activo	Sistema del equipo			Código de equipo		
	Mecánico		Eléctrico-Neumático			
	Eléctrico		Eléctrico-Hidráulico			
	Hidráulico Neumático		Otro			
Materiales						
Descripción de actividad	Cantidad	Descripción	Calibrado	Reparado	Cambiado	
Observaciones:						
Recomendaciones de seguridad:						
Nombre del solicitante:			Firma:			
Nombre del ejecutante de la orden:			Firma:			

Anexo 26. Formato orden de trabajo

	<b>REGISTRO DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO</b>				
Máquina/equipo:		Fecha:			
Código:		Responsable:			
Parte revisada	Trabajo realizado	Insumo requerido	Costo	Hora	
				Inicio	Fin
Observaciones:					

Anexo 27. Formato registro de actividades

	<b>REGISTRO DE FALLAS</b>			
Área:				
Equipo:				
Fecha:		Código:		
Información de daño/falla	Parada		Puesta en marcha	
	Fecha	Hora	Fecha	Hora
Observaciones:				

Anexo 28. Formato registro de fallas