



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE MECÁNICA

**PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO**

TEMA:

**“DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN
BASE A LA NORMA ISO 55000 PARA LA MAQUINARIA DE LA
EMPRESA CEPOLFI EN LA CIUDAD DE AMBATO”**

AUTOR: Kevin Omar Nuñez Chacaguasay

TUTOR: Ing. Jorge Enrique López Velástegui, Mg.

AMBATO - ECUADOR

Febrero - 2024

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del presente Proyecto Técnico, para la obtención del Título de Ingeniero Mecánico con el tema: **“DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN BASE A LA NORMA ISO 55000 PARA LA MAQUINARIA DE LA EMPRESA CEPOLFI EN LA CIUDAD DE AMBATO”** elaborado por el Sr. KEVIN OMAR NUÑEZ CHACAGUASAY, portador de cédula de ciudadanía C.I. 1850244193, estudiante de la Carrera de Mecánica, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente proyecto técnico es original de su autor
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes
- Está concluido en su totalidad

Ambato, febrero 2024



.....
Ing. Jorge Enrique López Velástegui Mg

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Kevin Omar Nuñez Chacaguasay con C.I. 1850244193, declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente proyecto técnico con el tema **“DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN BASE A LA NORMA ISO 55000 PARA LA MAQUINARIA DE LA EMPRESA CEPOLFI EN LA CIUDAD DE AMBATO”**, así como también las fichas técnicas, tablas de datos, análisis, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, febrero 2024



Kevin Omar Nuñez Chacaguasay

C.I. 1850244193

AUTOR

DERECHOS DEL AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Proyecto Técnico o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Proyecto Técnico, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, febrero 2024



Kevin Omar Nuñez Chacaguasay

C.I. 1850244193

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por el estudiante **KEVIN OMAR NÚÑEZ CHACAGUASAY** de la Carrera de Mecánica bajo el tema: **“DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN BASE A LA NORMA ISO 55000 PARA LA MAQUINARIA DE LA EMPRESA CEPOLFI EN LA CIUDAD DE AMBATO”**

Ambato, febrero 2024

Para constancia firman:



Ing. María Belén Paredes Robalino, Mg

MIEMBRO CALIFICADOR



Ing. Byron Christian Castro Miniguano, Mg

MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación se la dedico primeramente a Dios por guiarme y darme fuerzas para cumplir mis logros con inteligencia y sabiduría.

A mis amados padres Serafín y Matilde quienes han sido el pilar fundamental en mi vida y siempre me apoyaron en cada una de mis metas, que con amor y sacrificio confiaron y me brindaron fuerzas para no rendirme.

a mis queridos hermanos Rubén y Dayana quienes siempre estuvieron presente en todo momento, me brindaron su apoyo incondicional y fueron mi fuente de inspiración.

a mis amigos por tantas risas compartidas y desafíos superados, por esos momentos inolvidables y la fortaleza que surge gracias a su amistad.

Por último, dedico este logro a mi propia persona, por haber dedicado todo mi esfuerzo y compromiso hasta el final. Este éxito es el fruto de mi constancia y determinación.

Kevin Omar Nuñez Chacaguasay

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por brindarme salud y vida durante mi trayectoria universitaria.

A mis padres, hermanos y familia por su sacrificio, apoyo constante y motivación, fundamentales para alcanzar mis metas.

A mi alma mater, la Universidad Técnica de Ambato, por desempeñar un papel fundamental en mi formación académica, especialmente a la FICM y cada uno de sus docentes que compartieron su conocimiento valioso y brindaron una orientación invaluable.

Agradezco al Ing. Jorge Enrique López Velastegui, Mg. por su guía y conocimientos impartidos en la realización de esta investigación.

A la empresa Cepolfi quien me abrió las puertas para poder desarrollar este proyecto.

Kevin Omar Nuñez Chacaguasay

INDICE DE CONTENIDOS

APROBACION DEL TUTOR.....	ii
AUTORIA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iii
DERECHOS DEL AUTOR	iv
APROBACION DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
INDICE DE CONTENIDOS	viii
INDICE DE FIGURAS.....	xi
INDICE DE TABLAS	xi
RESUMEN EJECUTIVO	xiv
ABSTRACT.....	xv
CAPITULO I.....	1
MARCO TEORICO.....	1
1.1 Antecedentes Investigativos	1
1.2 Objetivos	2
1.2.1 Objetivo general	2
1.2.2 Objetivos Específicos.....	2
1.3 FUNDAMENTACION TEORICA	3
1.3.1 Fundamentos del Mantenimiento.....	3
1.3.2 Mantenimiento Industrial	3
1.3.3 Tipos de mantenimiento	3
1.3.4 Plan de mantenimiento	4
1.3.5 Tipos de gestiones de mantenimientos.....	5
1.3.6 NORMA ISO 55000	5
1.3.7 Gestión de Activos	6

1.3.8	Estructura de un sistema de gestión de activos	8
1.3.9	Inventario de equipos	10
1.3.10	Ficha técnica.....	10
1.3.11	Indicadores de gestión.....	11
1.3.12	Análisis de modo y efecto de fallos (AMFE).....	13
1.3.13	Análisis de criticidad.....	15
CAPITULO II.....		20
METODOLOGIA		20
2.1	Materiales y recursos	20
2.1.1	Recursos humanos.....	20
2.1.2	Recursos institucionales	20
2.1.3	Recursos materiales.....	20
2.1.4	Recursos económicos	20
2.2	Métodos	21
2.2.1	Investigaciones bibliográficas	21
2.2.2	Investigación aplicada.....	21
2.2.3	Investigación de campo.....	21
2.2.4	Desarrollo del proyecto	22
2.2.5	Evaluación de los equipos y maquinaria.....	22
2.2.6	Recolección de datos.....	23
2.2.7	Matriz AMFE	24
2.2.8	Implementación de la gestión de activos al plan de mantenimiento....	24
CAPITULO III.....		25
RESULTADOS Y DISCUSIONES		25
3.1	Modelo Operativo.....	25
3.1.1	Misión	25
3.1.2	Visión	25

3.2.	Mantenimiento enfocado en la gestión de activos.....	25
3.3.	Normativa ISO 55000 en el Plan de Mantenimiento Preventivo	26
3.4.	Recolección de datos	26
3.4.1.	Inventario de maquinaria y equipos	26
3.4.2.	Estructura de codificación.....	26
3.5.	Ficha técnica.....	31
3.6.	Ficha técnica de los equipos	31
3.7.	Parámetros utilizados	38
3.7.1.	Estadístico del mantenimiento	38
3.7.2.	Matriz AMFE	41
3.7.3.	Análisis de criticidad.....	45
3.7.4.	Gama de mantenimiento	49
CAPITULO IV.....		53
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		53
4.1.	Conclusiones	53
4.2.	Recomendaciones	54
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		55
ANEXO 1.....		58
ANEXO 2.....		68
ANEXO 3.....		92
ANEXO 4.....		98
ANEXO 5.....		117
ANEXO 6.....		119
ANEXO 7.....		123
ANEXO 8.....		125

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura del sistema de gestión de activos	9
Figura 2 Matriz de criticidad CTR	19
Figura 3. Diagrama de flujo del proceso para el mantenimiento	22
Figura 4. Tasa de fallo vs el tiempo de operación de la máquina aspersor de fibra de vidrio	41
Figura 5. Tasa de fallo vs el tiempo de operación de la máquina Inyectora de poliuretano.....	87
Figura 6. Tasa de fallo vs el tiempo de operación de la máquina Compresor de tornillo.....	87
Figura 7. Tasa de fallo vs el tiempo de operación de la máquina Esmeril de mesa..	88
Figura 8. Tasa de fallo vs el tiempo de operación de la máquina Taladro de mesa..	88
Figura 9. Tasa de fallo vs el tiempo de operación de la máquina Bomba.	89
Figura 10. Tasa de fallo vs el tiempo de operación de la máquina Soldador Tig	89
Figura 11. Tasa de fallo vs el tiempo de operación de la máquina Secador de aire comprimido	90
Figura 12. Tasa de fallo vs el tiempo de operación de la máquina Lijadora neumática.	90
Figura 13. Tasa de fallo vs el tiempo de operación de la máquina Compresor de pistón.....	91

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ficha técnica	10
Tabla 2. Escala de Gravedad	13
Tabla 3. Escala de Frecuencia	14
Tabla 4 Escala de detectabilidad	14
Tabla 5. Nivel de riesgo	15
Tabla 6. Escala de frecuencia	17
Tabla 7. Escala de impacto operacional	17
Tabla 8. Escala de Flexibilidad operacional	17
Tabla 9. Ponderación de costos de mantenimiento	18

Tabla 10. Escala de SHA .	18
Tabla 11. Recursos Económicos	21
Tabla 12. Ficha técnica implementada	23
Tabla 13. Modelo matriz AMFE de la empresa Cepolfi	24
Tabla 14. Inventario del área de Poliuretano	27
Tabla 15. Inventario del área de fibra de vidrio	28
Tabla 16. Inventario del área de Mecánica	29
Tabla 17. Inventario del área de Bodega	30
Tabla 18. Ficha técnica Inyectora.	31
Tabla 19. Ficha técnica Taladro de mesa.	32
Tabla 20. Ficha técnica Esmeril	32
Tabla 21. Ficha técnica Máquina Aspensor de fibra.	33
Tabla 22. Ficha técnica Lijadora neumática	34
Tabla 23. Ficha técnica Soldadora TIG	34
Tabla 24. Ficha técnica Compresor de tornillo	35
Tabla 25. Ficha técnica secadora de aire comprimido.	36
Tabla 26. Ficha técnica Bomba de agua	36
Tabla 27. Ficha técnica Compresor de pistón	37
Tabla 28. Estadístico máquina Aspensor de fibra de vidrio.	40
Tabla 29. Matriz AMFE Aspensor de fibra de vidrio.	42
Tabla 30. Resumen índice prioridad de riesgo.	45
Tabla 31. Criterio de evaluación de la criticidad	46
Tabla 32. Matriz criticidad de la máquina aspensor de fibra de vidrio.	47
Tabla 33. Resumen análisis de criticidad.	48
Tabla 34. Matriz resumen de las máquinas	48
Tabla 35. Gama de mantenimiento	49
Tabla 36. Gama Aspensor de fibra de vidrio.	50
Tabla 37. Bitácora de mantenimiento.	52
Tabla 38. Estadístico inyectora de poliuretano	59
Tabla 39. Estadístico Compresor de Tornillo.	60
Tabla 40. Estadístico Esmeril	61
Tabla 41. Estadístico Taladro de mesa.	62
Tabla 42. Estadístico Bomba de agua.	63

Tabla 43. Estadístico Soldador Tig	64
Tabla 44. Estadístico Secador de aire comprimido.....	65
Tabla 45. Estadístico Lijadora neumática	66
Tabla 46. Estadístico compresor de pistón.....	67
Tabla 47. Matriz AMFE Inyectora de poliuretano.....	69
Tabla 48. Matriz AMFE Compresor de tornillo.....	73
Tabla 49. Matriz AMFE Esmeril de mesa.	76
Tabla 50. Matriz AMFE Taladro de Mesa	77
Tabla 51. Matriz AMFE Bomba de agua.....	78
Tabla 52. Matriz AMFE Soldadora Tig.	80
Tabla 53. Matriz AMFE Secador de aire.	81
Tabla 54. Matriz AMFE Lijadora neumática.....	84
Tabla 55. Matriz AMFE Compresor de pistón.....	85
Tabla 56. Matriz criticidad de la máquina Inyectora de poliuretano.	93
Tabla 57. Matriz criticidad Lijadora Neumática.	93
Tabla 58. Matriz criticidad de la máquina Compresor de tornillo.	94
Tabla 59. Matriz criticidad de la máquina Taladro de mesa.....	94
Tabla 60. Matriz criticidad de la máquina Bomba de agua.....	95
Tabla 61. Matriz criticidad de la máquina Soldadora tig.	95
Tabla 62. Matriz criticidad de la máquina Secador de aire.....	96
Tabla 63. Matriz criticidad de la máquina Compresor de pistón.	96
Tabla 64. Matriz criticidad de la máquina Esmeril de mesa.	97
Tabla 65. Gama Inyectora de poliuretano.....	99
Tabla 66. Gama Compresor de tornillo.....	101
Tabla 67. Gama Esmeril de mesa.....	103
Tabla 68. Gama Taladro de mesa.....	105
Tabla 69. Gama Bomba de agua	107
Tabla 70. Gama Soldadora tig.....	109
Tabla 71. Gama Secador de aire comprimido.....	111
Tabla 72. Gama Lijadora neumática	113
Tabla 73. Gama Compresor de tornillo.....	115

RESUMEN EJECUTIVO

El aumento de fallas inesperadas en la empresa CEPOLFI resulta perjudicial para la producción debido a que se producen paros inesperados y la inactividad no planificada. La falta de registros históricos detallados dificulta la identificación de patrones de fallos y la predicción de los momentos óptimos para llevar a cabo actividades de mantenimiento que generan costos significativos derivados de reparaciones imprevistas y la sustitución constante de componentes.

Se implementa un plan de mantenimiento preventivo que abarca la recopilación de datos en cada una de las áreas registrando en un inventario todas las máquinas y equipos encontrados, codificándolos según su respectiva área para que se puedan identificar de manera más ágil. La elaboración de fichas técnicas de cada una de las máquinas brinda información de cada máquina. De igual manera se implementa métodos de análisis como es el AMFE que permite identificar cada uno de los fallos más críticos de la máquina lo que ayuda a tomar decisiones de mejora.

La creación de matrices con la descripción de los posibles fallos que se pueden producir con su respectiva evaluación de criticidad nos proporciona la información necesaria para la toma de decisiones, también se generó la gama de la maquinaria y la plantilla de bitácora para una recolección de datos más eficiente.

Palabras claves: Mantenimiento preventivo, Norma ISO 55000, Gestión de activos, criticidad, AMFE

ABSTRACT

The increase in unexpected failures in the CEPOLFI company is detrimental to production due to unexpected stoppages and unplanned downtime. The lack of detailed historical records makes it difficult to identify failure patterns and predict optimal times to perform maintenance activities, resulting in significant costs from unforeseen repairs and constant replacement of components.

A preventive maintenance plan is implemented that covers the collection of data in each of the areas, recording in an inventory all the machines and equipment found, coding them according to their respective area so that they can be identified more quickly. The preparation of technical sheets for each of the machines provides information about each machine. Likewise, analysis methods such as FMEA are implemented to identify each of the most critical failures of the machine, which helps make improvement decisions.

The creation of matrices with the description of the possible failures that may occur with their respective criticality evaluation provides us with the necessary information for decision making. The range of machinery and the log template for data collection were also generated. more efficient.

Keywords: Preventive maintenance, ISO 55000 Standard, Asset management, criticality, AMEF.

CAPITULO I

MARCO TEORICO

1.1 Antecedentes Investigativos

Con el paso del tiempo las empresas industriales han ido implementando distintas máquinas para brindar un servicio o elaborar un producto, las mismas que han ido evolucionando y mejorándose cada vez a través de las décadas. Los cambios en el campo industrial han traído nuevas políticas e ideologías, cualquier empresa que quiera sobresalir deberá asimilar los nuevos cambios que se van dando en el desarrollo industrial [1]. El desarrollo de nuevos métodos de mantenimiento se ha encontrado en una alta posición para las industrias, en varias ocasiones la consecuencia de una falla producida en una empresa no solo afecta a la pérdida económica por el paro de producción, si no también afecta a la pérdida económica por los gastos que se efectuaran en la reparación [2].

El mantenimiento industrial es crucial para prevenir la contaminación en la industria. Al implementar prácticas de mantenimiento adecuadas, las empresas pueden reducir la probabilidad de contaminación ambiental y proteger la salud de los trabajadores [3]. Un buen mantenimiento puede aportar con grandes beneficios como el aumentar la vida útil de los equipos o máquinas de una empresa, hasta reducir los costos, disminuir el consumo energético y garantizar el correcto funcionamiento de cada proceso. Para un buen mantenimiento industrial se debe implementar un plan estratégico enfocado a los equipos encontrados en la empresa basándose en la normativa vigente [2].

La norma internacional ISO 55000 [4], proporciona los principales aspectos acerca de la gestión de activos independientemente del tipo y tamaño de la empresa. La normativa da la información general brindando un contexto hacia las normas ISO 55001 y la ISO 55002 que son complementarias aplicándose a casi cualquier tipo de empresa, aplica para cualquiera que desee generar valor para su organización a partir de los activos que posee, desarrollando un sistema de gestión que además permita evitar o disminuir los paros y fallos indeseados [5].

En la investigación realizada por Proaño [6], se observa que el análisis puede estar centrado en el desarrollo de la codificación de los activos en la empresa para

identificarlos y tener una mejor percepción de cada máquina, además la implementación del análisis modal de fallo y efecto proporciona una mejor clasificación de los fallos potenciales con una escala de gravedad existentes en cada activo de la empresa.

La relevancia de la implementación de nuevas metodologías de mantenimiento, específicamente el empleo de inteligencia artificial (IA), reside en su capacidad para optimizar de manera significativa la eficiencia y la confiabilidad de los procesos industriales [7]. La IA se basa como una herramienta fundamental para realizar diagnósticos automáticos de fallas, el análisis de tendencias y patrones, así como la predicción anticipada de posibles problemas en las maquinarias y sistemas. La adopción de estrategias basadas en IA no solo permite el monitoreo continuo de las variables críticas del proceso, sino que también facilita la prevención de fallas mediante la programación de acciones preventivas de mantenimiento [8].

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

- Desarrollar un plan de mantenimiento preventivo en base a la norma ISO 55000 para la maquinaria de la empresa CEPOLFI en la ciudad de Ambato.

1.2.2 Objetivos Específicos

- **Realizar la recolección de datos para obtener una comprensión profunda de los equipos y actividades que se realizan en la empresa CEPOLFI.**

Mediante la visita técnica a la empresa y utilizando el método de inspección visual se obtendrá la información necesaria, así también se realizará la toma de datos para cada proceso de producción en base a cada maquinaria encontrada. Con la información obtenida se realizarán las fichas técnicas para cada activo.

- **Realizar un análisis modal de los fallos registrados mediante una matriz AMFE para priorizar las áreas de mejora en la empresa.**

Con la información recolectada se realizará la matriz Modal de fallo y efectos (AMFE) ayudando a conocer de manera rápida que componente, elemento o parte se encuentre más propenso a generar una falla o avería, categorizándolos por criticidad para una mejor visualización.

- **Generar el plan de mantenimiento en base a la norma ISO 55000 mediante la obtención de la gama y bitácora con una plantilla de Excel para mejorar la gestión de la empresa.**

Se emplea la norma ISO 55000 para la elaboración de la gama y bitácora aplicando una plantilla de Excel para una mejor comprensión y sea más fácil de llevar un registro en la empresa aumentando la preservación de los activos en cada área y evitando los paros inesperados dentro de la producción.

1.3 FUNDAMENTACION TEORICA

1.3.1 Fundamentos del Mantenimiento

El Mantenimiento se define como la función empresarial encargada de supervisar el estado de diversas instalaciones, abarcando tanto aquellas dedicadas a la producción como las auxiliares y de servicios. En este contexto, el mantenimiento comprende un conjunto de medidas esenciales destinadas a preservar o restaurar un sistema a un estado que asegure su funcionamiento, todo ello con el objetivo de minimizar costos [9].

1.3.2 Mantenimiento Industrial

Se puede decir que el mantenimiento Industrial es el conjunto de métodos y técnicas destinado a conservar cada uno de los equipos de una empresa durante el mayor tiempo posible. Lo que se busca en un mantenimiento es obtener una alta disponibilidad y el máximo rendimiento en cada activo proporcionando una mejor rentabilidad y alargando la vida útil de las máquinas. Engloba distintas maneras para realizar un buen mantenimiento que permitan prever averías, realizar inspecciones visuales, reparaciones y proporcionando normas para un buen funcionamiento ya sea dando indicaciones al usuario para la correcta forma de utilizar las máquinas como también en los parámetros necesarios que debe poseer cada uno de los equipos [10].

1.3.3 Tipos de mantenimiento

El mantenimiento en el campo industrial posee distintos tipos que nos ayudan no solo a corregir fallas o averías producidas en la empresa, también nos ayudan a prevenir dichos problemas antes de que ocurra, generando más confiabilidad a la producción y a sus operarios. A continuación, se describen los tipos de mantenimiento:

1.3.3.1 Mantenimiento Correctivo

Conocido también con el nombre de mantenimiento reactivo, se puede aplicar al momento en el que un activo deja de funcionar o presenta una falla funcional. Por lo general el proceso del mantenimiento correctivo se repara o reemplaza el componente en el menor tiempo posible y afectando en lo menos posible la productividad de la máquina [11].

En algunas empresas normalmente existen este tipo de mantenimiento en donde su estrategia está enfocada en la reparación de las máquinas al momento que se averían. Debido a la falta de conocimiento, herramientas, personal capacitado o por la parte económica.

1.3.3.2 Mantenimiento Preventivo

Está enfocado en la planificación de actividades en un cierto tiempo definido con la finalidad de que su función sea la óptima, evitando generarse una falla o avería en la máquina que provoque paros inesperados. Se diseña para garantizar que cada uno de los componentes y elementos cumplan con su función dentro de la producción. Esto se puede lograr conociendo las especificaciones técnicas de los equipos a través de los manuales [12].

1.3.3.3 Mantenimiento Predictivo

Para el mantenimiento predictivo se realizan ensayos en los elementos de la máquina con la finalidad de obtener la información en tiempo real, monitoreando los distintos parámetros como son: eléctricos, mecánicos, hidráulicos y neumáticos. Se puede identificar la degradación de los componentes con la utilización de equipos y softwares sin la necesidad de parar el funcionamiento o su producción [13].

1.3.4 Plan de mantenimiento

En la industria, un plan de mantenimiento se refiere a un conjunto estructurado de estrategias y actividades diseñadas para garantizar el funcionamiento óptimo y continuo de equipos, maquinaria e instalaciones industriales. Esto abarca desde inspecciones periódicas y acciones planificadas, hasta la reparación de los equipos tras una avería. Además, puede incorporar técnicas avanzadas, como el uso de tecnologías de supervisión anticipando posibles problemas y optimizando intervalos

de mantenimiento y un enfoque proactivo para abordar las causas profundas de los problemas con el objetivo de mejorar la fiabilidad a largo plazo [14].

La planificación cuidadosa de las intervenciones de mantenimiento, combinada con el uso de tecnologías avanzadas y la recopilación de datos para el análisis de tendencias, ayuda a minimizar los tiempos de inactividad imprevistos y a optimizar los recursos, mejorando así la fiabilidad y disponibilidad de los activos industriales. Este enfoque proactivo no solo garantiza la continuidad de las operaciones, sino que también reduce los riesgos relacionados con la producción y aumenta la seguridad en el entorno industrial [13].

1.3.5 Tipos de gestiones de mantenimientos

1.3.5.1 Mantenimiento Productivo Total (PTM)

Consiste en un sistema que maximiza la eficiencia en todas las áreas de producción previniendo las pérdidas. Busca la participación de todas las personas en la empresa, desde la alta dirección hasta los niveles operarios. Siguen la disposición de obtener cero pérdidas totales como son: cero accidentes, cero averías, cero fallos, mejorando los productos y servicios que brinda la empresa [15].

1.3.5.2 Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM)

Es una técnica que fue originada en la industria de las aerolíneas y con el pasar del tiempo se han ido adaptando a las demás industrias. Esta técnica determina los requerimientos de cada activo físico asegurándose que continúen funcionando según el usuario u operador produciendo resultados más rápidos [14].

1.3.6 NORMA ISO 55000

Esta norma está enfocada a los principales aspectos generales para la gestión de activo y al sistema de gestión de este. La norma internacional ISO 55000 tiene un gran alcance en la industria debido a que está destinada a mejorar la obtención de valores para la empresa en base de sus activos, implementar, mantener y mejorar el sistema de gestión [4].

Existen relación con las normas ISO 55001 y la norma ISO 55002, ya que refieren a un sistema de gestión de activo. Las tres normas se complementan mutuamente y ayudan a establecer una gestión de activos de la mejor manera posible. La ISO 55000 proporciona los aspectos generales para la gestión de activos, la ISO 55001 establece

los requisitos que se necesitan en la gestión de activos y por último la ISO 55002 nos da una orientación sobre cómo se debe interpretar y aplicar el sistema de gestión de activos [4].

1.3.7 Gestión de Activos

Su definición está establecida como la actividad coordinada de una organización que se implementa para un beneficio propio, sin embargo, no solo se debe enfocar en la obtención de un valor de los activos, se debe tomar en cuenta que se puede alcanzar y cumplir los objetivos que se hayan implementado ya sea en una organización o empresa [16].

La gestión de activos proporciona un nuevo enfoque que busca obtener lo mejor de los activos de la empresa obteniendo un beneficio ayudando a crecer empresarialmente. La visión de este sistema es tener en mente que cada activo se deteriora con el tiempo y se considera que tiene un ciclo de vida [17].

1.3.7.1 Beneficios de un Sistema de Gestión de Activos

Contar con un sistema de gestión de activos conlleva numerosas ventajas para cualquier entidad. En primer lugar, facilita el logro de los objetivos establecidos, contribuyendo así a aumentar la estabilidad y la confianza en los procesos organizativos [17]. Es fundamental comprender que la gestión de activos no se restringe únicamente a los activos en sí, sino que se enfoca en el valor que estos activos pueden aportar a la organización. Como resultado, se obtienen beneficios significativos, como:

- La disminución de los riesgos asociados a los procesos y la promoción de su mejora.
- La optimización de los resultados financieros.
- El aumento de la calidad de la información relacionada con los activos.
- La implementación de un enfoque a largo plazo que respalda la toma de decisiones.
- La mejora de la gestión en aspectos medioambientales, energéticos y otras actividades vinculadas a la sostenibilidad en la organización.

1.3.7.2 Elementos de un sistema de gestión

Un sistema de gestión de activos en una empresa tendrá un impacto significativo que se extiende desde las partes involucradas hasta los proveedores de servicios que operan externamente a la organización. Esto permitirá la integración de diversas actividades y funciones llevadas a cabo por la organización, a su vez, posibilitará la gestión de actividades que, por lo general, se realizan de manera independiente [18].

En base a la Normativa ISO 55001 [19], existen algunos requisitos que se deben considerar en un sistema de gestión de activos. A continuación, se mencionan dichos requisitos:

- **Contexto de la organización:** Se hace referencia a los factores que pueden tener un impacto directo en la consecución de un objetivo específico en un sistema de gestión de activos. Esto implica considerar tanto los factores internos como los externos, lo que lo convierte en un requisito esencial.
- **Planificación:** Este proceso consiste en la evaluación de los factores internos y externos previamente mencionados en el contexto de la organización. De esta manera, se pueden establecer los criterios necesarios para evaluar el sistema de gestión de activos de manera efectiva.
- **Liderazgo:** El liderazgo es un componente fundamental que requiere una gran responsabilidad por parte de la alta dirección de la organización. Estos líderes serán responsables de establecer los objetivos de la organización y las políticas de administración de activos. Por lo tanto, el éxito del sistema de gestión de activos dependerá en gran medida de este requisito [19].
- **Operación:** Para lograr una implementación exitosa de un sistema de gestión de activos, es esencial tener control sobre los procesos de la organización, estableciendo niveles de cambio y evaluando las actividades que pueden tener un impacto significativo en la consecución de los objetivos de gestión de activos.
- **Apoyo:** La organización proporcionará todos los recursos necesarios durante la elaboración y ejecución del sistema de gestión de activos. Esto garantiza que estos recursos se destinen directamente a la consecución de los objetivos de gestión de activos. Estos recursos pueden incluir actividades relacionadas

con capacitación, documentación, mejoras y otras actividades destinadas a obtener los mejores resultados.

- **Evaluación del desempeño:** Es fundamental establecer criterios que permitan el seguimiento, la medición, el análisis y la evaluación de las actividades con el fin de obtener los resultados deseados. La organización se encargará de documentar cada Etapa del proceso, y la evaluación puede ser de tipo interno, externo o una combinación de ambas.
- **Mejora:** En el proceso de mejora, se reconoce la existencia de no conformidades o la necesidad de llevar a cabo acciones preventivas. En algunos casos, puede ser necesario realizar acciones correctivas para lograr un sistema de gestión de activos eficiente [20].

1.3.8 Estructura de un sistema de gestión de activos

El mantenimiento de activos y la gestión de activos están directamente relacionados, pero esto no brinda la oportunidad de implementar un sistema de gestión de activos, por lo tanto, garantizar que la gestión de activos pueda ser parte de un sistema integrado, ya que es un sistema en el que muchas partes de la organización son esenciales, es decir, que pueden referirse a sistemas de gestión medioambiental, de calidad, de riesgos, entre otros. Se desea reducir costes, recursos humanos y trata de maximizar el tiempo de implementación [1].

En la siguiente figura 1 se muestra un diagrama acerca del plan de gestión de activos en base a la Normativa ISO 55001 y 55002.

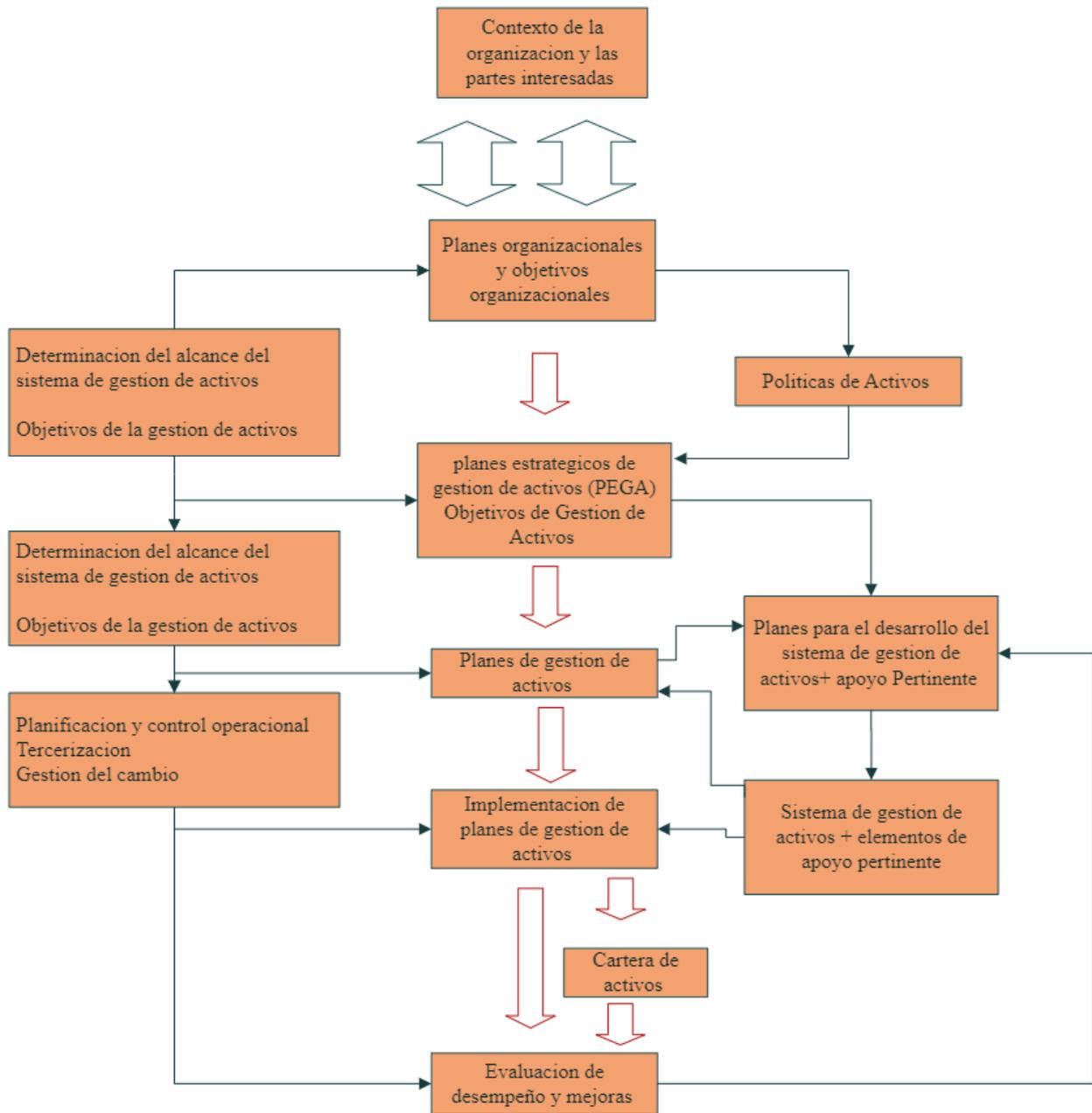


Figura 1. Estructura del sistema de gestión de activos [19].

1.3.9 Inventario de equipos

Toda empresa debe poseer un inventario de los activos que posee con la finalidad de determinar la cantidad y tipo de insumos requeridos para la elaboración del producto o para dar un servicio, satisfaciendo la necesidad de los usuarios [21]. A continuación, se mencionan algunas pautas para llevar a cabo un inventario:

- Llevar un registro de todas las máquinas y equipos que posea la empresa con su codificación individual.
- Clasificar los equipos dependiendo de criterios como son: funciones específicas, ubicación, entre otras.
- Tener en cuenta la clasificación equipos y máquinas según su criticidad estableciendo niveles y prioridades para la aplicación de las actividades.

1.3.10 Ficha técnica

La ficha técnica de equipos es un documento detallado que ofrece información esencial sobre cada activo. Este registro incluye datos específicos y características técnicas relevantes para facilitar la gestión eficiente y el mantenimiento adecuado de los equipos. En la Tabla 1 se muestra un ejemplo de la ficha técnica.

Tabla 1. Ficha técnica [6].

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE MECÁNICA			
CEPOLFI		Foto Equipo/Máquina	
Nombre			
Código			
Marca			
Modelo			
Color			
ESPECIFICACIONES DE LA MÁQUINA			
Voltaje		Dimensiones(m)	
Frecuencia		Largo	
Amperaje		ancho	
Temperatura		alto	
COMPONENTES DE LA MÁQUINA			

Estado actual:	
Funcionamiento	

1.3.11 Indicadores de gestión

Un indicador de gestión se refiere a la representación numérica del comportamiento y rendimiento de un proceso. Se utiliza para evaluar y monitorizar el desempeño de las actividades de mantenimiento. Estos indicadores proporcionan información clave sobre la eficiencia, efectividad y calidad de las operaciones de mantenimiento en una organización [22].

Los indicadores de gestión más utilizados son:

1.3.11.1 Disponibilidad (D):

Se puede decir que la disponibilidad se basa en el tiempo que un equipo o sistema está listo y operativo para su utilización. Se expresa como un porcentaje y es un indicador clave para poder evaluar la eficiencia y la confiabilidad de los equipos [23].

Un alto nivel de disponibilidad nos indica que esta lista para su uso en cualquier momento que se necesite.

$$D = \frac{T_o}{T_o + T_p} \quad (1)$$

Donde:

D: Disponibilidad

T_o : Tiempo de operación (h)

T_p : Tiempo de parada (h)

Se puede calcular la disponibilidad mediante los tiempos medios entre fallos y de reparación mediante la siguiente ecuación [24]:

$$D = \frac{TPEF}{TPEF + TPPR} \quad (2)$$

Donde:

TPEF=(MTBF): Tiempo promedio entre fallas (h).

TPPR = (MTTR): Tiempo promedio de reparación (h).

1.3.11.2 Fiabilidad

Se define como la probabilidad de que un equipo o máquina funcione de manera correcta y cumpla con cada proceso sin sufrir fallos. Para la obtención de este indicador también se debe emplear el cálculo de la tasa de fallos, donde, el tiempo promedio entre fallos (TPEF) determina la fiabilidad de un equipo. La fórmula se muestra de la siguiente forma [24]:

$$TPEF = \frac{TO}{\sum NTF} \quad (3)$$

Donde

TPEF: Tiempo promedio entre fallos (h).

TO: Tiempo de operación (h)

NTF: Numero de fallas detectadas.

1.3.11.3 Mantenibilidad

Se denomina mantenibilidad a la capacidad que tiene el activo para ser reparado o mantenido de forma efectiva y eficiente, se evalúa la facilidad con la que se puede realizar el mantenimiento y tareas de servicio sin que se comprometa su rendimiento o la calidad en un tiempo determinado [24].

El tiempo promedio de reparación (MTTR) se lo denomina a la mantenibilidad del equipo.

$$MTTR = \frac{TTF}{\sum NTF} \quad (4)$$

Donde:

MTTR: Tiempo promedio de reparación (h)

TTF : Tiempo total de intervención correctiva (h)

NTF : Número de fallas detectadas.

1.3.12 Análisis de modo y efecto de fallos (AMFE)

Es un método de análisis de riesgos de los equipos usados para prevenir posibles fallas y mejorar los productos, procesos y sistemas. También evalúa y clasifica los efectos, causas y elementos de los equipos y máquinas para obtener un documento preventivo.

Para realizar el análisis de modo y efecto de fallos se debe evaluar ciertos parámetros de las máquinas como la severidad de la falla (S), la frecuencia de ocurrencia (F) y la capacidad para ser detectable (D). Estos parámetros se califican mediante una escala establecida que va del 1 al 10, desde la Tabla 2 a la Tabla 4, Tabla 3 indican cada una de sus efectos y severidades [25].

Tabla 2. Escala de Gravedad [26].

Escala	Gravedad	Criterio
1	Muy Baja Repercusiones imperceptibles	No es razonable esperar que este fallo de pequeña importancia origine efecto real alguno sobre el rendimiento del sistema.
2-3	Baja Repercusiones irrelevantes Apenas perceptibles	El tipo de fallo originaría un ligero inconveniente. Probablemente, éste observaría un pequeño deterioro del rendimiento del sistema sin importancia.
4-6	Moderada	El fallo produce cierto disgusto e insatisfacción. Se observará deterioro en el rendimiento del sistema

Tabla 2. Escala de Gravedad (Continuación) [26].

Escala	Gravedad	Criterio
7-8	Alta	El fallo puede ser crítico y verse inutilizado el sistema. Produce un grado de insatisfacción elevado.
9-10	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

Tabla 3. Escala de Frecuencia [26]

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

Tabla 4 Escala de detectabilidad [26].

Escala	Detectabilidad	Criterio
1	Muy Alta	El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes
2-3	Alta	El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría en alguna ocasión escapar a un primer control, aunque sería

		detectado con toda seguridad.
--	--	-------------------------------

Tabla 4. Escala de detectabilidad (Continuación) [26].

Escala	Frecuencia	Criterio
4-6	Mediana	El defecto es detectable. Posiblemente se detecte en los últimos estados de producción
7-8	Pequeña	El defecto es de tal naturaleza que resulta difícil detectarlo con los procedimientos establecidos hasta el momento.
9-10	Improbable	El defecto no puede detectarse

Estos datos son utilizados para determinar el Número de Prioridad de Riesgo (NPR) mediante la fórmula $NPR=S \cdot F \cdot D$. Esta fórmula generará un número que varía de 1 a 1000. Al compararlo con la escala proporcionada en la Tabla 5, se puede determinar el nivel de riesgo asociado.

Tabla 5. Nivel de riesgo [22].

NPR	Nivel de riesgo
≥ 200	Muy alto
100-199	Alto
40-99	bajo
0-39	Muy bajo

1.3.13 Análisis de criticidad

La criticidad establece una jerarquía en cada equipo que se desea analizar, dependiendo de que tan crítico son los atributos basados en el origen de fallos y consecuencias. La finalidad de realizar un análisis de criticidad consiste en desarrollar un enfoque que funcione como una herramienta de apoyo para determinar la jerarquía de plantas, sistemas, equipos, componentes, entre otros, dentro de un proceso de producción complejo. Este método posibilita la subdivisión de los elementos en secciones gestionables y sujetas a auditoría, facilitando así un manejo más controlado [27].

Para el modelo de criticidad se debe tener en cuenta ciertos aspectos:

- Contar con un claro alcance y la meta que abordará el análisis de criticidad, aspectos que se derivarán de los objetivos del plan de mantenimiento en concordancia con las metas de la empresa.
- Establecer los diversos criterios que se utilizarán en el modelo de riesgo.

El diseño de la Matriz de Criticidad por Riesgo (MCCR) es un enfoque de análisis semicuantitativo que resulta muy manejable y conocedor. Este método se fundamenta en la definición de riesgo, donde se realiza la multiplicación de la consecuencia por la frecuencia de fallo y la severidad asociada [27].

$$CTR = FF * C \quad (5)$$

Se tiene que:

CTR: criticidad total por riesgo

FF: Frecuencia de fallos (fallos/año)

C: Consecuencias de los eventos de fallos

A partir de la ecuación anterior, se puede notar el cálculo del valor de (C), que se deriva de la siguiente fórmula:

$$C = (IO * FO) + CM + SHA \quad (6)$$

Se tiene que:

IO: Factor de impacto en la producción

FO: Factor de flexibilidad operacional

CM: Factor de costes de mantenimiento

SHA: Factor de impacto en seguridad, higiene y ambiente

Finalmente, la ecuación del modelo de criticidad (CTR) queda de la siguiente forma:

$$CTR = FF * ((IO * FO) + CM + SHA) \quad (7)$$

Para los distintos criterios que se mencionaron anteriormente se presentan las tablas de valores en su respectiva escala. El factor de frecuencia de fallos (FF) se presenta en la Tabla 6.

Tabla 6. Escala de frecuencia [27].

Descripción		Valor
Se presenta ≥ 5 fallos por año		4
Se presenta de 3 a 4 fallos por años		3
Se presenta dos fallos por año	2	
Se presenta al menos un fallo por año	1	

La Tabla 7 muestra los valores y la descripción del indicador de factores de consecuencia o impacto operacional (IO).

Tabla 7. Escala de impacto operacional [27].

Descripción	Valor
Para total de la máquina, para de la producción al 100%	10
Para parcial de la máquina, disminución de la producción al 75%	8
Disminución del rendimiento disminución de la producción al 50%	5
Paros leves de las máquinas, disminución de la producción al 25%	3
No existe defecto	1

Se analiza cómo las máquinas/equipos son impactados en caso de una falla. Cuando ocurre un fallo, se dispone de información recopilada de las fallas previas para crear una evaluación del impacto operacional que podría ocurrir.

A continuación, se presenta la Tabla 8 con los valores de la flexibilidad operacional.

Tabla 8. Escala de Flexibilidad operacional [27].

Descripción	Valor
No se cuenta con unidades para cubrir el fallo	4
Se logra cubrir las necesidades de los repuestos (limitados)	2
Si se dispone de repuestos	1

Se centra en determinar si la empresa dispone o no de las piezas de repuesto necesarias para sustituir o reparar los equipos. La Tabla 9 muestra la ponderación de costos de mantenimiento (CM).

Tabla 9. Ponderación de costos de mantenimiento [27].

Descripción	Valor
El reemplazo y arreglo es mayor a \$500	2
El reemplazo y arreglo es menor a \$500	1

Se realiza una evaluación del costo de los repuestos adicionales que se requerirán, además del valor de la mano de obra necesaria para llevar a cabo la sustitución.

Por último, tenemos la Tabla 10 que nos da los valores de seguridad, higiene y ambiente (SHA/SEI).

Tabla 10. Escala de SHA [27].

Descripción	Valor
Impacto ambiental catastrófico externo e interno/ Pérdidas de vidas (muerte) requiriendo notificación a instituciones públicas	8
Impacto ambiental irreversible/Daño físico importante a las personas	6
Impacto ambiental reversible/Daños físicos menores	4
Accidentes e incidentes menores (recuperables)	2
No hay afectación en humanos, ambiente o instalaciones operacionales	1

Se analiza el impacto que la máquina o componente podría tener, evaluando su potencial efecto en la seguridad del personal y su impacto en el entorno ambiental. El nivel de criticidad de las máquinas/equipos de la empresa toma los valores totales de los factores evaluados y se analiza conforme a la representación de la Figura 2.

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

	Área de sistemas no críticos (NC)
	Áreas de sistemas de media criticidad (MC)
	Áreas de sistemas críticos (C)

Figura 2 Matriz de criticidad CTR [27].

CAPITULO II.

METODOLOGIA

El presente proyecto técnico se sustenta por medio de los materiales, recursos empleados y la metodología que se detalla en este capítulo.

2.1 Materiales y recursos

2.1.1 Recursos humanos

- Kevin Nuñez, Estudiante de la Universidad Técnica de Ambato
- Ing. Jorge López Mg., Tutor de proyecto de investigación
- Miembros de la unidad de titulación de la Carrera de Ingeniería Mecánica
- Trabajadores de la empresa CEPOLFI

2.1.2 Recursos institucionales

- Biblioteca virtual de la Universidad Técnica de Ambato
- Instalaciones de la empresa “CEPOLFI” de la ciudad de Ambato

2.1.3 Recursos materiales

- Laptop
- Normativa Internacional ISO 55000, 55001, 55002
- Calculadora
- Manuales de equipos
- Impresora
- Mandil
- Casco
- Materiales de oficina
- Conexión a Internet
- Softwares especializados

2.1.4 Recursos económicos

A continuación, se menciona en la Tabla 11 los recursos económicos utilizados, especificando a detalle lo requerido y sus respectivas cantidades para obtener una suma total. Además, es notable que el total de los recursos económicos puede experimentar cambios, ya que puede adaptarse según las necesidades que surjan durante el progreso del proyecto.

Tabla 11. Recursos Económicos

Materiales	Costo
Normativa (ISO 55000:2014)	100
Laptop	500
Impresiones	20
Materiales de oficina	15
Transporte	20
Total	655

2.2 Métodos

2.2.1 Investigaciones bibliográficas

Se ampliará la exploración de datos en fuentes como bibliotecas digitales, publicaciones, revistas académicas, documentos científicos, proyectos de investigación y normativas. El objetivo es reconocer diversas perspectivas, teorías, hipótesis y conclusiones de varios autores. Esta recopilación de información será crucial para determinar los procedimientos más apropiados en la formulación de la metodología de investigación.

2.2.2 Investigación aplicada

Se emplearán los conocimientos alcanzados en el transcurso de la carrera universitaria. El objetivo es desarrollar un programa de mantenimiento preventivo destinado a la empresa CEPOLFI, con el propósito de mejorar el rendimiento de la maquinaria, aumentar la eficiencia y minimizar las interrupciones no programadas prolongando la vida útil de los activos de procesos.

2.2.3 Investigación de campo

El trabajo estará enfocado en la empresa CEPOLFI ubicada en la ciudad de Ambato, en el sector del Parque Industrial Santa Rosa. Por lo tanto, se deberá realizar una observación directa de los equipos y maquinaria identificando cada uno de los parámetros que posean y su funcionamiento para la obtención de datos que permitan desarrollar un plan de mantenimiento preventivo.

2.2.4 Desarrollo del proyecto

A partir de la evaluación de la información recopilada previamente, el procedimiento propuesto para llevar a cabo este proyecto de investigación se presenta de manera detallada en el siguiente diagrama de flujo Figura 3. El propósito es garantizar la ejecución de todas las Etapas contempladas de manera eficiente.

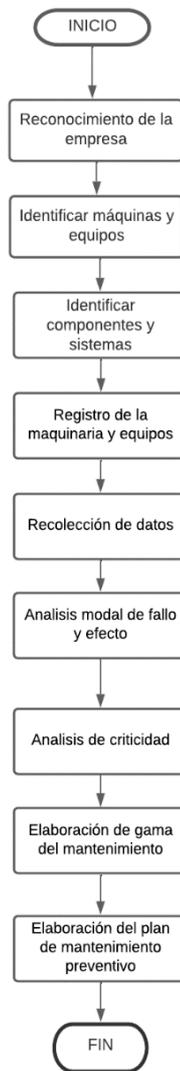


Figura 3. Diagrama de flujo del proceso para el mantenimiento

2.2.5 Evaluación de los equipos y maquinaria

Se llevó a cabo la evaluación externa de la maquinaria mediante el uso del método de observación examinando detalladamente equipos, instalaciones o procesos para identificar cualquier irregularidad, desgaste o necesidad de intervención, utilizando la ficha técnica de cada máquina para registrar las observaciones principales identificadas [6].

2.2.6 Recolección de datos

El uso de la inspección visual para la recolección de datos será siempre una de las metodologías más usadas a la hora de obtener información de los equipos, nos ayuda a identificar cada uno de los activos de producción que se encuentran en la empresa con la finalidad de estructurar un inventario que servirá como registro y evaluar el estado de cada máquina.

De la misma manera se recopilará la información descrita en la caja de parámetros de cada una de las máquinas y equipos para así poder realizar las fichas técnicas teniendo un documento más organizado y las características principales ayudándonos a identificar y analizar de forma ágil el mantenimiento preventivo, la información adicional será proporcionada por la empresa. En la Tabla 12 se proporciona el modelo que se implementara.

Tabla 12. Ficha técnica implementada

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE MECÁNICA			
CEPOLFI		Foto Equipo/Máquina	
Nombre			
Código			
Marca			
Modelo			
Color			
ESPECIFICACIONES DE LA MÁQUINA			
Voltaje		Dimensiones(m)	
Frecuencia		Largo	
Amperaje		ancho	
Temperatura		alto	
COMPONENTES DE LA MÁQUINA			
Estado actual:			
Funcionamiento			

2.2.7 Matriz AMFE

Para el análisis de cada una de las máquinas y verificar la gravedad de los componentes se utilizarán la matriz AMFE enumerando los distintos modos de fallos que sean potenciales, evaluando los efectos de cada falla y valorándolos según su severidad, probabilidad de ocurrencia y eficacia de detección.

El índice de riesgo resultante posibilita la categorización de las acciones de mitigación que abarcan potenciales modificaciones en el diseño, mejoras en los procedimientos de mantenimiento y la introducción de sistemas de supervisión. Este proceso iterativo facilita la identificación proactiva y gestión de riesgos, promoviendo así la mejora continua de la fiabilidad y eficacia operativa de los equipos [25]. En la Tabla 13 que se presenta a continuación, se exhibe el prototipo a ser seguido.

Tabla 13. Modelo matriz AMFE de la empresa Cepolfi

		Matriz AMFE									
		Nombre de la máquina:					Fecha elaboración		Código		
N°	Componente	función	Falla funcional	Modo de fallos	Causa raíz	Efecto	Valoración				Recomendaciones
							F	G	D	IPR	

2.2.8 Implementación de la gestión de activos al plan de mantenimiento

Como se menciona en la norma ISO 55001 [19], se clasificará y evaluará los activos en función de su importancia y criticidad. El análisis de riesgos y la evaluación de desempeño ayudará a priorizar los activos y establecer una base para estrategias de mantenimiento más efectivas.

Se implementará indicadores claves como lo menciona la normativa ISO 55002 [28] que serán cruciales para el análisis de datos, para evaluar y mejorar continuamente la eficacia de las actividades de mantenimiento.

CAPITULO III.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1 Modelo Operativo

3.1.1. Diagnóstico de la situación actual

La elaboración del plan de mantenimiento preventivo para los equipos de la empresa CEPOLFI se realiza mediante un examen detallado del rendimiento de los sistemas y de cada elemento de las máquinas. Con la información proporcionada de la empresa y toma de datos adicionales para la obtención de los distintos parámetros necesarios se desarrolla el plan de mantenimiento preventivo en base a la Norma ISO 55000.

3.1.2. Presentación de la empresa

3.1.1 Misión

Somos innovadores en la fabricación, comercialización de productos en fibra de vidrio y poliuretano para el mercado nacional, obteniendo la satisfacción del cliente con productos de calidad.

3.1.2 Visión

Ser líderes en la innovación, fabricación y comercialización de productos de fibra de vidrio, poliuretano, así como la prestación de servicios de aislamiento térmico, abriendo nuevas líneas en el mercado, con procesos automatizados, infraestructura adecuada, moderna y personal competente.

3.2.Mantenimiento enfocado en la gestión de activos

La gestión de activos en la industria implica la supervisión y el mantenimiento efectivo de los recursos empleados en la producción de productos. Esta estrategia integral abarca la adquisición, operación y disposición de activos a lo largo de su ciclo de vida, buscando maximizar su valor y eficiencia mediante la planificación estratégica, la optimización de recursos y la implementación de tecnologías avanzadas [29].

3.3. Normativa ISO 55000 en el Plan de Mantenimiento Preventivo

En base a la normativa ISO 55000, se propone la implementación del plan de mantenimiento preventivo mediante una serie de directrices claves:

- Se establece un sistema de codificación e inventario de las máquinas, conforme a la sección 4.3 de la ISO 55001 [19], que aborda la identificación y comprensión de los activos facilitando así una gestión más eficiente de cada máquina.
- Se integra el Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) en nuestro proceso de mantenimiento preventivo, conforme a las prácticas de gestión de riesgos promovidas por la normativa en la sección 6.1 de la ISO 55001 [19] , identificando y priorizando acciones para mitigar posibles fallos.
- Se emplea matrices de criticidad, en línea con las recomendaciones de la ISO 55000 [4], para evaluar y priorizar los activos en función de su impacto.
- La planificación y control de actividades de mantenimiento designada en la sección 6.2.2 de la ISO 55000 Se elabora mediante gamas de mantenimiento detalladas.

De esta manera, nuestro plan de mantenimiento preventivo se alinea con la normativa ISO 55000, asegurando una gestión óptima de nuestros activos y maximizando su rendimiento y eficiencia.

3.4. Recolección de datos

3.4.1. Inventario de maquinaria y equipos

Mediante un inventario se logra describir cada una de las máquinas y equipos que posee la empresa Cepolfi en donde se encuentra con su respectiva codificación.

3.4.2. Estructura de codificación

Debido a que la empresa no posee una codificación se propuso la siguiente estructura para poder obtener el inventario que va desde la Tabla 14 hasta la Tabla 17 .

La estructura de la codificación tendrá el siguiente formato “WWW-XXX-YYY-ZZZ”

WWW: CEPOLFI: CPF

XXX: UBICACIÓN

- **BOD:** Bodega
- **AFV:** Área de Fibra de Vidrio
- **APU:** Área de Poliuretano
- **AME:** Área de Mecánica

YYY: NOMBRE DEL EQUIPO O MÁQUINA

ZZZ: NÚMERO ASIGNADO DE LA MÁQUINA/EQUIPO

ÁREA DE POLIURETANOS

Tabla 14. Inventario del área de Poliuretano

 LISTADO DE MÁQUINAS/EQUIPOS ÁREA DE POLIURETANOS				
N	EQUIPO	TIPO	MODELO	CODIFICACIÓN
1	INYECTORA	KRAUSS MAFFEI RIM	40/40	CPF-APU-INY-01
2	INYECTORA	KRAUSS MAFFEI RIM	40/16	CPF-APU-INY-02
3	INYECTORA	KRAUSS MAFFEI RIM	16/16	CPF-APU-INY-03
4	BATIDORA	AM410	--	CPF-APU-BAT-01
5	BATIDORA	AM410	--	CPF-APU-BAT-02
6	ASPIRADORA INDUSTRIAL	SHOP.VAC	2HP	CPF-APU-ASP-01
7	BOMBA DE AGUA	PEDROLLO 1 HP	JSWm 10M	CPF-APU-BOM- 01

8	TALADRO DE MESA	DRILL PRESS	CH 16N	CPF-APU-TDM-01
9	ESMERIL	DEWALL	DW756	CPF-APU-ESM-01
10	EXTINTOR	150 LB	--	CPF-APU-EXT-01
11	EXTINTOR	20 LB	--	CPF-APU-EXT-02
12	EXTINTOR	20 LB	--	CPF-APU-EXT-03
13	EXTINTOR	10 LB	--	CPF-APU-EXT-04

ÁREA DE FIBRA DE VIDRIO

Tabla 15. Inventario del área de fibra de vidrio

				
LISTADO DE MÁQUINAS/EQUIPOS				
ÁREA DE FIBRA DE VIDRIO				
Nº	EQUIPO	TIPO	MODELO	CODIFICACIÓN
1	ASPERSOR DE FIBRA DE VIDRIO	CHOPPER GUN MVP PATRIOT	CFH-4000-B	CPF-AFV-CHP-01
2	AMOLADORA	DEWALT	D28474	CPF-AFV-AMO-01
3	AMOLADORA	DEWALT	D28474	CPF-AFV-AMO-02
4	AMOLADORA	DEWALT	D28474	CPF-AFV-AMO-03
5	AMOLADORA	DEWALT	D28474	CPF-AFV-AMO-04
6	AMOLADORA	DEWALT	D28474	CPF-AFV-AMO-05
7	AMOLADORA	DEWALT	D28474	CPF-AFV-AMO-06
8	LIJADORA NEUMÁTICA	3M ORBITAL	28510	CPF-AFV-LIN-01
9	LIJADORA NEUMÁTICA	3M ORBITAL	28510	CPF-AFV-LIN-02
10	LIJADORA NEUMÁTICA	3M ORBITAL	28510	CPF-AFV-LIN-03
11	LIJADORA	3M ORBITAL	28510	CPF-AFV-LIN-04

	NEUMÁTICA			
12	ESMERIL	DEWALT	DW756	CPF-AFV-ESM-01
13	EXTINTOR	20 LB	--	CPF-AFV-EXT-01
14	EXTINTOR	20 LB	--	CPF-AFV-EXT-02
15	EXTINTOR	20 LB	--	CPF-AFV-EXT-03
16	EXTINTOR	20 LB	--	CPF-AFV-EXT-04
17	EXTINTOR	20 LB	--	CPF-AFV-EXT-05
18	EXTINTOR	20 LB	--	CPF-AFV-EXT-06
19	EXTINTOR	20 LB	--	CPF-AFV-EXT-07
20	EXTINTOR	20 LB	--	CPF-AFV-EXT-08

ÁREA DE MECÁNICA

Tabla 16. Inventario del área de Mecánica

				
LISTADO DE MÁQUINAS/EQUIPOS				
ÁREA DE MECÁNICA				
Nº	EQUIPO	TIPO	MODELO	CODIFICACIÓN
1	SOLDADORA TIG	LINCOLN	225	CPF-AME-STI-01
2	SOLDADORA PLASMA	CEBORA PRO	F52	CPF-AME-SPL-01
3	EXTINTOR	20 LB	--	CPF-AME-EXT-01
4	EXTINTOR	20 LB	--	CPF-AME-EXT-02
5	TALADRO DE MESA	DRILL PRESS	CH 16N	CPF-AME-TDM-01
6	SIERRA	--	--	CPF-AME-SIE-01

ÁREA DE BODEGA

Tabla 17. Inventario del área de Bodega

 LISTADO DE MÁQUINAS/EQUIPOS ÁREA DE BODEGA				
Nº	EQUIPO	TIPO	MODELO	CODIFICACIÓN
1	COMPRESOR DE TORNILLO	SOMAR 40 HP	--	CPF-BOD-CTO-01
2	COMPRESOR DE PISTÓN	SCHULZ 5 HP		CPF-BOD-CPI-01
3	SECADOR DE AIRE COMPRIMIDO	METALPLAN	TITAN PLUS	CPF-BOD-SAC-01
4	EXTINTOR	20 LB	--	CPF-BOD-EXT-01
5	EXTINTOR	20 LB	--	CPF-BOD-EXT-02
6	EXTINTOR	20 LB	--	CPF-BOD-EXT-03
7	BOMBA DE AGUA	PEDROLLO 1 HP	JSWm 10M	CPF-BOD-BOM-01
8	BOMBA DE AGUA	PEDROLLO 1 HP	JSWm 10M	CPF-BOD-BOM-02
9	BOMBA DE AGUA	PEDROLLO 1 HP	JSWm 10M	CPF-BOD-BOM-03
10	COMPRESOR DE PISTÓN	CBS	XV105535-X	CPF-BOD-CMP-01
11	COMPRESOR DE PISTÓN	CBS	XV105535-X	CPF-BOD-CMP-02

3.5.Ficha técnica

A través del registro de la maquinaria en el inventario de equipos Tabla 17, se facilita la generación de fichas técnicas para cada máquina, aplicando códigos de identificación a todos los datos fundamentales. Esto asegura la disponibilidad inmediata de información relevante en casos que requieran acceso rápido a los detalles de cada equipo.

3.6.Ficha técnica de los equipos

Se proporciona las fichas técnicas de cada una de las máquinas de producción en cada área de la empresa CEPOLFI con sus características principales.

ÁREA DE POLIURETANO

Tabla 18. Ficha técnica Inyectora.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE MECÁNICA 			
CEPOLFI			
Nombre	INYEKTORA		
Código	CPF-APU-INY-01		
Marca	KRAUSS MAFFEI RIM-STAR		
Modelo	40/40		
Color	AZUL		
ESPECIFICACIONES DE LA MÁQUINA			
Voltaje	220 V	Dimensiones(m)	
Frecuencia	50 Hz	Largo	5,8
Amperaje	18/23	ancho	1,5
Temperatura	155 ⁰ C	alto	3
COMPONENTES DE LA MÁQUINA			
Tanques Batidores de ISO/POLY	Sistema de lubricación		
Motor inyector	Estructura de apoyo y movimiento		
Válvulas	Sistema de control		
Filtros	Soportes de moldes		
Estado actual: Óptimo			
Funcionamiento: Opera mediante la combinación de los compuestos isocianato y polioli inyectando a cada molde dando forma al producto de			

poliuretano.

Tabla 19. Ficha técnica Taladro de mesa.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE MECÁNICA			
CEPOLFI					
Nombre	TALADRO DE MESA				
Código	CPF-APU-TDM-01				
Marca	DRILL PRESS				
Modelo	CH 16N				
Color	ROJO				
ESPECIFICACIONES DE LA MÁQUINA					
Voltaje	110 V	Dimensiones(m)			
Frecuencia	60 Hz	Largo	0,6		
Amperaje	7,5	ancho	0,25		
Rpm	1720	alto	0,97		
COMPONENTES DE LA MÁQUINA					
Porta brocas		Motor			
Columna		Manivela			
Base		Soporte			
Polea		Bande			
Estado actual: Óptimo					
Funcionamiento: Perforar con alta precisión distintos materiales con movimiento vertical descendente					

Tabla 20. Ficha técnica Esmeril

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE MECÁNICA			
CEPOLFI					

Nombre	ESMERIL		
Código	CPF-APU-ESM-01		
Marca	DEWALL		
Modelo	DW756		
Color	NARANJA		
ESPECIFICACIONES DE LA MÁQUINA			
Voltaje	110 V	Dimensiones(m)	
Potencia	5/8 HP	Largo	0,47
Rpm	3450	ancho	0,18
Frecuencia	60 Hz	alto	0,25
COMPONENTES DE LA MÁQUINA			
Piedra de grano		Base	
Soporte		Motor	
Disco de alambre		Protector	
Estado actual: Óptimo			
Funcionamiento: pulir distintos metales y limpiar rebabas o residuos encontrados en piezas metálicas			

ÁREA DE FIBRA DE VIDRIO

Tabla 21. Ficha técnica Máquina Aspersor de fibra.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE MECÁNICA 			
CEPOLFI			
Nombre	ASPERSOR DE FIBRA DE VIDRIO		
Código	CPF-AFV-CHP-01		
Marca	MAGNUM VENUS PRODUCTS(MVP)		
Modelo	PATRIOT		
Color	AZUL		
ESPECIFICACIONES DE LA MÁQUINA			
Presión de entrada	7 Bar	Dimensiones(m)	
Capacidad de salida	6.8 Kg/min	Largo	1,20
Consumo de aire	0,8 m ³ /min	ancho	1,20
Relación de bomba	7:1	alto	2,40
COMPONENTES DE LA MÁQUINA			
Motor neumático		Indicador y regulador de aire de atomización	

Manómetro y regulador de presión	Botón de cebado
Agujas de inyección de catalizador / resina	Boquilla
Depósito de aceite	Pistola de rociado
Estado actual: Óptimo	
Funcionamiento: Administrar con gran precisión fibra de vidrio sobre una superficie o molde.	

Tabla 22. Ficha técnica Lijadora neumática

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE MECÁNICA			
CEPOLFI					
Nombre	LIJADORA NEUMÁTICA				
Código	CPF-AFV-LIN-01				
Marca	3M ORBITAL				
Modelo	28510				
Color	ROJO				
ESPECIFICACIONES DE LA MÁQUINA					
Alimentación	Neumática		Dimensiones(m)		
Velocidad	10000 rpm		Largo	15	
Consumo de aire	3.5 CFM		ancho	6	
Presión de aire	90 PSI		alto	9	
COMPONENTES DE LA MÁQUINA					
Respaldo			Gatillo		
Palanca reguladora			Mango		
Manguera			Seguro		
Estado actual: Óptimo					
Funcionamiento: lijar la superficie de un material utilizando aire comprimido con movimientos oscilantes					

ÁREA DE MECÁNICA

Tabla 23. Ficha técnica Soldadora TIG

	
---	---

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE MECÁNICA				
CEPOLFI				
Nombre	SOLDADORA TIG			
Código	CPF-AME-STI-01			
Marca	LINCOLN			
Modelo	PRECISIÓN 225			
Color	ROJA			
ESPECIFICACIONES DE LA MÁQUINA				
Voltaje	220 V	Dimensiones(m)		
Frecuencia	60 Hz	Largo	0,65	
Amperaje	42/39 A	ancho	0,36	
Rango de salida	15-25 V	alto	0,52	
COMPONENTES DE LA MÁQUINA				
Boquilla		Estructura		
Electrodo de aporte		Regulador de gas		
Manguera		Antorcha		
Unidad de control		Fuente de poder		
Estado actual: Óptimo (en funcionamiento)				
Funcionamiento: Fusionar metales por medio de la soldadura con alta precisión y calidad				

ÁREA DE BODEGA

Tabla 24. Ficha técnica Compresor de tornillo

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE MECÁNICA					
CEPOLFI							
Nombre	COMPRESOR DE TORNILLO						
Código	CPF-BOD-CTO-01						
Marca	SOMAR						
Modelo	SCT 1040						
Color	AZUL						
ESPECIFICACIONES DE LA MÁQUINA							
Voltaje	220 V	Dimensiones(m)					
Presión	13 Bar	Largo	1,30				
Potencia	40 HP	ancho	1,10				
Caudal efectivo	130 CFM	alto	1,60				

Peso	1000 Kg
COMPONENTES DE LA MÁQUINA	
Estructura	Filtro de aire
Compresor	Ventilador de refrigeración
Filtro de aceite	regulador
Estado actual: Óptimo	
Funcionamiento: Aumentar la presión de un fluido de salida como es el aire comprimido.	

Tabla 25. Ficha técnica secadora de aire comprimido.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE MECÁNICA 			
CEPOLFI			
Nombre	SECADOR DE AIRE COMPRIMIDO		
Código	CPF-BOD-SAC-01		
Marca	METALPLAN		
Modelo	TITAN PLUS		
Color	AMARILLO		
ESPECIFICACIONES DE LA MÁQUINA			
Voltaje	220 V	Dimensiones(m)	
Potencia	1,7 HP	Largo	0,66
Presión	15 Bar	ancho	0,53
Caudal	150 CFM	alto	0,70
COMPONENTES DE LA MÁQUINA			
Compresor		Modulo intercambiador	
Válvula de expansión		Ventilador	
Condensador		Estructura	
Estado actual: Óptimo			
Funcionamiento: Reducir de forma notable el contenido de vapor de agua o humedad en el aire comprimido			

Tabla 26. Ficha técnica Bomba de agua

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO 	
--	--

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE MECÁNICA			
CEPOLFI			
Nombre	BOMBA DE AGUA		
Código	CPF-BOD-BOM-01		
Marca	PEDROLLO		
Modelo	JSWm 10M		
Color	AZUL		
ESPECIFICACIONES DE LA MÁQUINA			
Voltaje	110 V	Dimensiones(m)	
Frecuencia	60 Hz	Largo	0,38
Amperaje	10	ancho	0,15
Potencia	1 HP	alto	0,22
COMPONENTES DE LA MÁQUINA			
Carcasa		Impulsor	
Retenedores		Eje impulsor	
Cojinetes		Motor	
Estado actual: Óptimo (en funcionamiento)			
Funcionamiento: Aspirar el agua por medio de un tubo de entrada para impulsar hacia otro tubo de salida.			

Tabla 27. Ficha técnica Compresor de pistón

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE MECÁNICA			
CEPOLFI					
Nombre	COMPRESOR DE PISTÓN				
Código	CPF-BOD-CMP-01				
Marca	CBS				
Modelo	XV105535-X				
Color	BEIGE				
ESPECIFICACIONES DE LA MÁQUINA					
Voltaje	220 V	Dimensiones(m)			
Potencia	10 HP	Largo	1,80		
Caudal efectivo	40 CFM	ancho	0,60		
Presión	12 Bar	alto	1,30		
COMPONENTES DE LA MÁQUINA					
Cilindro		Pistón			
Cigüeñal		Biela			

Válvulas	Tanque
Estado actual: Óptimo	
Funcionamiento: Proporcionar aire como fuente de energía para distintos equipos	

3.7. Parámetros utilizados

3.7.1. Estadístico del mantenimiento

Resulta de suma importancia el identificar posibles problemas potenciales antes de que se traduzcan en fallas operativas, ofreciendo así la oportunidad de intervenciones preventivas y optimización del rendimiento de los sistemas ingenieriles.

Se detallan las acciones necesarias para ejecutar de manera efectiva las labores de mantenimiento preventivo.

Al analizar estos números, podemos tomar decisiones más inteligentes sobre cómo manejar nuestras máquinas, cuándo hacerles mantenimiento para no detener la producción innecesariamente y mejorar en general para que las máquinas estén siempre en buena forma.

Se evalúa los siguientes parámetros

- Disponibilidad (%)
- Tasa de fallos (λ)
- Tasa de reparación (μ)
- Tiempo de operación (TO)
- Tiempo de reparación (TR)
- Tiempo muerto (TM)
- Tiempo de para (TP)
- Tiempo medio de reparación (MTTR)
- Tiempo medio entre fallas (MTBF)

Se proporciona el estadístico de la máquina Aspensor de fibra de vidrio en la Tabla 28. En el anexo 1 se muestran las tablas de estadístico de las demás máquinas para mejor visualización.

Tabla 28. Estadístico máquina Aspersion de fibra de vidrio.

		ESTADÍSTICO											
		CEPOLFI											
		Máquina :		ASPERSOR DE FIBRA DE VIDRIO				Elaborado por		Revisado por:		Ing. Jorge López	
		Horas de trabajo/día:		8		Fecha de elaboración:		10/12/2023		Código		CPF-AFV-CHP-01	
Mes	Actividades por realizar	Fecha	TO (h)	TP(h)	TR(h)	TM(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	Disp (%)		
		3/1/2022											
Enero	Inspección general	7/1/2022	40,00	1,00	0,50	0,50							
	Inspección de fugas	14/1/2022	48,00	0,80	0,50	0,30	42,67	0,023	0,6	1,8	98,69		
	Limpieza de residuos	20/1/2022	40,00	1,00	0,70	0,30							
Febrero	Limpieza de cabezal	2/2/2022	80,00	0,70	0,40	0,30							
	Verificación de sistemas de resina	10/2/2022	56,00	0,50	0,20	0,30	64,00	0,016	0,3	3,8	99,59		
	Verificación de niveles de líquidos	18/2/2022	56,00	0,50	0,20	0,30							
Marzo	Verificación de niveles de aceite	4/3/2022	88,00	0,80	0,40	0,40							
	Calibración de presión de aire	14/3/2022	56,00	1,00	0,60	0,40	66,67	0,015	0,5	2,0	99,26		
	Alineación de fibra	22/3/2022	56,00	0,80	0,50	0,30							
Abril	Inspección y limpieza de boquillas	4/4/2022	80,00	0,90	0,70	0,20							
	Inspección del suministro de resina	11/4/2022	48,00	0,60	0,20	0,40	74,67	0,013	0,5	1,9	99,29		
	Verificación y reemplazo de filtros	26/4/2022	96,00	0,80	0,70	0,10							
Mayo	Lubricación de componentes mecánicos	6/5/2022	72,00	0,90	0,80	0,10							
	Verificación de correas y cadenas	16/5/2022	56,00	0,50	0,30	0,20	61,33	0,016	0,5	1,9	99,14		
	Calibración de control de pistola	24/5/2022	56,00	1,00	0,50	0,50							
Junio	Reemplazar componentes desgastados	3/6/2022	72,00	1,60	1,20	0,40							
	Inspección general	13/6/2022	56,00	1,00	0,50	0,50	64,00	0,016	0,7	1,4	98,87		
	Inspección de fugas	22/6/2022	64,00	0,80	0,50	0,30							
Julio	Limpieza de residuos	6/7/2022	88,00	1,00	0,70	0,30							
	Limpieza de cabezal	15/7/2022	64,00	0,70	0,40	0,30	66,67	0,015	0,4	2,3	99,35		
	Verificación de sistemas de resina	22/7/2022	48,00	0,50	0,20	0,30							
Agosto	Verificación de niveles de líquidos	4/8/2022	80,00	0,50	0,20	0,30							
	Verificación de niveles de aceite	12/8/2022	56,00	0,80	0,40	0,40	66,67	0,015	0,4	2,5	99,40		
	Calibración de presión de aire	23/8/2022	64,00	1,00	0,60	0,40							
Septiembre	Alineación de fibra	5/9/2022	80,00	0,80	0,50	0,30							
	Inspección y limpieza de boquillas	12/9/2022	48,00	0,90	0,70	0,20	72,00	0,014	0,5	2,1	99,36		
	Inspección del suministro de resina	26/9/2022	88,00	0,60	0,20	0,40							
Octubre	Verificación y reemplazo de filtros	6/10/2022	72,00	0,80	0,70	0,10							
	Lubricación de componentes mecánicos	14/10/2022	56,00	0,90	0,80	0,10	64,00	0,016	0,6	1,7	99,07		
	Verificación de correas y cadenas	25/10/2022	64,00	0,50	0,30	0,20							
Noviembre	Calibración de control de pistola	4/11/2022	72,00	1,00	0,50	0,50							
	Reemplazar componentes desgastados	11/11/2022	48,00	1,60	1,20	0,40	58,67	0,017	0,7	1,4	98,77		
	Inspección general	21/11/2022	56,00	1,00	0,50	0,50							
Diciembre	Inspección de fugas	5/12/2022	88,00	0,80	0,50	0,30							
	Limpieza de residuos	16/12/2022	80,00	1,00	0,70	0,30	77,33	0,013	0,5	1,9	99,32		
	Limpieza de cabezal	27/12/2022	64,00	0,70	0,40	0,30							



Figura 4. Tasa de fallo vs el tiempo de operación de la máquina aspersor de fibra de vidrio

En la Figura 4 se puede observar la tasa de fallo vs el tiempo de operación de la máquina aspersor de fibra de vidrio mostrándonos la ecuación exponencial con una relación R^2 de 0.9895 dándonos una confiable relación entre las variables. El valor máximo es 0.0234 mientras que el valor más bajo es el 0.0129 lo que nos indica que la máquina se encuentra en la Etapa Inicial denominada también Etapa 1.

3.7.2. Matriz AMFE

Para la evaluación de los parámetros se tomó su ponderación en base a los criterios establecidos en NTP 679 AMFE [26], nos ayudan a detectar las causas o variables que influyen en los componentes de la máquina determinando el riesgo que está sometido.

En la siguiente Tabla 29, se presenta la matriz AMFE del Aspersor de fibra de vidrio en la cual se describe los distintos componentes que posee la máquina. En el anexo 2 se presentan todas las matrices de cada una de las máquinas restantes

Tabla 29. Matriz AMFE Aspersion de fibra de vidrio.

		Matriz AMFE									
		ASPERSOR DE FIBRA DE VIDRIO						Fecha elaboración		10/12/2023	
N°	Componente	Función	Falla funcional	Modo de fallos	Causa raíz	Efecto	Valoración				Recomendaciones
							G	F	D	IPR	
1	Motor neumático	Accionar la bomba de pistón de doble efecto	Sobrecalentamiento	Obstrucción	Contaminación por partículas de polvo	Reducción de la eficiencia del motor	6	6	3	108	Mantener el motor limpio y libre de contaminación
			Perdida de potencia	fisuras	Golpes o impactos repentinos	Fugas de aire del motor	10	3	5	150	Implementar una protección extra alrededor del motor neumático
2	Manómetro y regulador de presión	Controlar la presión de aire principal en el motor neumático	El manómetro muestra una lectura incorrecta	Calibración	El manómetro no se ha calibrado correctamente	Se genera una presión excesiva o insuficiente	6	4	2	48	Instalar los dispositivos correctamente, según las instrucciones del fabricante
			Disminución de presión en la línea de aire	Avería	Desgaste causado por el funcionamiento cotidiano	Falta de suministro de aire al motor y sobreesfuerzo de este	5	4	4	80	Revisar que la presión de aire en la línea de suministro se encuentra dentro de las recomendaciones del fabricante.
3	Indicador y regulador de aire de atomización	Controlar la presión de aire de la boquilla del catalizador en la pistola.	Bajo suministro de catalizador en la pistola	Desgaste	Desgaste causado por el funcionamiento cotidiano	Curado lento del material en varias zonas.	6	3	4	72	Regular la presión a la salida de la pistola antes de iniciar la jornada laboral, sustituir el elemento de ser necesario.
4	Botón de cebado	Permitir eliminar el aire de la bomba y la línea de succión.	Rotura o desgaste del pulsador.	Rotura/Desgaste	Manipulación incorrecta y uso cotidiano	Paro operacional	5	4	2	40	Revisar el movimiento del pulsador, si es deficiente, reemplazar el componente.
5	Válvula de descarga	Aliviar la presión del fluido (resina)	Daño del mecanismo de apertura y cierre	Avería	Desgaste causado por el funcionamiento cotidiano	Paro operacional	8	4	4	128	Supervisar constantemente el mecanismo de la válvula.
6	Válvula de entrada de aire	Activar o desactivar el suministro de aire principal al sistema	Daño del mecanismo de apertura y cierre	Avería	Desgaste causado por el funcionamiento cotidiano	Paro operacional	8	3	4	96	Supervisar constantemente el mecanismo de la válvula.
7	Depósito de aceite	Almacenar y enfriar el aceite proveniente de los elementos mecánicos de la bomba	Deficiente distribución de aceite en el sistema	Obstrucción	Acumulación de suciedad en el depósito.	Desgaste mecánico de los materiales por fricción	5	3	5	75	Limpiar el depósito de aceite con mayor frecuencia.

Tabla 29. Matriz AMFE Aspersion de fibra de vidrio (Continuación)

		Matriz AMFE									
---	--	-------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

		Elaborado por:	Kevin Nuñez	Revisado por:	Ing. Jorge López	Fecha elaboración	10/12/2023				
		ASPERSOR DE FIBRA DE VIDRIO				Código	CPF-AFV-CHP-01				
N°	Componente	Función	Falla funcional	Modo de fallos	Causa raíz	Efecto	Valoración				Recomendaciones
							G	F	D	IPR	
8	Bomba de pistón de doble acción	Suministrar fuerza al material para que sea distribuido por todo el sistema de aspersión.	Reducción de eficiencia y aumento de ruido	Avería	Presencia de aire en la bomba	Corrosión y ruptura de componentes	8	3	5	120	Cebiar la bomba de forma regular.
9	Pistola de rociado	Aplicar el catalizador y la resina sobre una superficie.	No hay suministro de catalizador	Obstrucción	Obstrucción de la aguja de inyección del catalizador	Paro operacional	10	5	3	150	Inspeccionar y limpiar los sistemas de alimentación de la pistola.
10	Boquilla	Distribuir uniformemente el material hacia la superficie de trabajo	Incorrecto flujo de aspersión	Obstrucción	Presencias contaminantes dentro de la boquilla	Inadecuada aspersión del material	6	4	4	96	Limpiar la boquilla con los productos adecuados
			Disminución de presión de salida	Desgaste	Desgaste causado por el funcionamiento cotidiano	El material presenta rayas o franjas.	5	3	5	75	Utilizar un alambre fino para limpiar la boquilla desde la cara posterior.
11	Agujas de inyección de catalizador / resina	Suministrar el material hacia la pistola de rociado.	Suministro inicial bajo en resina seguido de suministro bajo en catalizador.	Descalibración	Desequilibrio de agujas de inyección del sistema de suministro	Material duro en zonas específicas y mal curado.	3	4	5	60	Ajustar las agujas del catalizador y resina a una configuración de apertura adecuada.
12	Anillo de retención	Asegurar las agujas de inyección de catalizador y de resina en su lugar.	Oxidación de elementos	Desgaste	Reacción de los metales con el aire	Pérdida de propiedades del anillo de retención.	4	4	5	80	Revisar y de ser necesario cambiar los elementos deteriorados.
13	Depósito del catalizador	Almacenar el fluido catalizador.	Fuga del fluido catalizador	Rotura	Rotura causada por el funcionamiento cotidiano	Contaminación del área de trabajo por fluido tóxico.	5	4	4	80	Inspeccionar visualmente alrededor del depósito.
14	Filtro del catalizador	Evitar que partículas del fluido catalizador ingresen a la pistola de rociado y se obstruya.	Poco o ningún suministro de catalizador	Obstrucción	Obstrucción en el filtro del sistema del catalizador	Material suministrado no se está curando (se cura lentamente)	8	3	5	120	Limpiar periódicamente el filtro del catalizador o sustituirlo de ser necesario.

Tabla 29. Matriz AMFE Aspersor de fibra de vidrio (Continuación)

		Matriz AMFE				
Elaborado por:	Kevin Nuñez	Revisado por:	Ing. Jorge López	Fecha elaboración	10/12/2023	

		ASPERSOR DE FIBRA DE VIDRIO					Código				CPF-AFV-CHP-01
N°	Componente	Función	Falla funcional	Modo de fallos	Causa raíz	Efecto	Valoración				Recomendaciones
							G	F	D	IPR	
15	Filtro de la resina	Evitar que partículas del fluido de la resina ingresen a la pistola de rociado y se obstruya.	Deficiente o poco suministro de resina por parte de la bomba	Obstrucción	Acumulador de resina lleno de material duro	Material suministrado caliente (se cura rápidamente)	8	3	5	120	Limpiar periódicamente el filtro de resina o sustituirlo de ser necesario.
16	Válvula de recirculación	Asegurar el flujo mínimo de catalizador permitido.	Suministro de catalizador deficiente	Avería	Fallo en el mecanismo bypass de la válvula	Material suministrado por la pistola de rociado se cura lentamente	4	2	5	40	Revisar el funcionamiento, además, la presión del fluido antes y luego de la válvula.
17	Arandelas	Mantener la unión entre dos o más elementos de la máquina.	Oxidación de metales (pernos, tuercas, arandelas)	Corrosión	Reacción de los metales con el aire	Pérdida de propiedades de los materiales	2	3	6	36	Supervisar constantemente las uniones (retirar el óxido y aplicar pintura antioxidante)
18	Elementos de sujeción	Sujetar y mantener la unión de dos o más componentes del aspersor de fibra de vidrio	componentes sueltos	Corrosión	Reacción de los metales con el aire	Pérdida de propiedades de los materiales	8	3	4	96	Supervisar constantemente las uniones (retirar el óxido y aplicar pintura antioxidante) o reemplazar elemento si es necesario.
Promedio										89	

Los indicadores IPR se identifican mediante distintos colores con el objetivo de facilitar su gestión. En situaciones de riesgo elevado, se señalan con el color rojo, lo que activará la ejecución inmediata de medidas de mantenimiento.

Una vez determinada la matriz AMFE de todas las máquinas se procede a realizar un resumen del número de riesgo con el objetivo de determinar la máquina con mayor o menor índice de prioridad de riesgo, en la Tabla 30 se expone los valores obtenidos.

Tabla 30. Resumen índice prioridad de riesgo.

RESUMEN ÍNDICE PRIORIDAD DE RIESGO		
N	Máquina	IPR
1	SECADOR DE AIRE	99
2	ASPERSOR DE FIBRA DE VIDRIO	89
3	INYECTORA DE POLIURETANO	89
4	COMPRESOR DE PISTÓN	89
5	LIJADORA NEUMÁTICA	87
6	BOMBA	87
7	SOLDADORA TIG	87
8	TALADRO DE MESA	82
9	COMPRESOR DE TORNILLO	77
10	ESMERIL DE MESA	74

De acuerdo con la información proporcionada en Tabla 30, se identifica que el Secador de aire presenta un nivel elevado de riesgo prioritario, mientras que el Esmeril de mesa tiene el índice más bajo. Por consiguiente, resulta crucial anticiparse y realizar mantenimiento preventivo en los componentes o elementos más susceptibles a sufrir fallos.

3.7.3. Análisis de criticidad

Se establecen rangos relativos a la probabilidad de ocurrencia de fallas y sus consecuencias. Se lo realiza con la finalidad de poder saber cuáles son los valores

críticos en base a los distintos factores ya descritos anteriormente desde la Tabla 6 hasta la Tabla 10 que son:

- La frecuencia de falla
- Las consecuencias
- La flexibilidad
- El tiempo operacional
- Los costos de reparación
- El impacto en la satisfacción del cliente
- El ámbito ambiental y la seguridad personal.

El análisis de la matriz de criticidad tendrá la siguiente estructura Tabla 31 para la definición de que tan crítico son los componentes.

Tabla 31. Criterio de evaluación de la criticidad

Intervalo	Jerarquización
(V<40)	NO CRÍTICO
(39<V<100)	SEMI-CRÍTICO
(V>100)	CRÍTICO

A continuación, se presenta en la Tabla 32 de la máquina aspersor de fibra de vidrio con el análisis de la criticidad en sus componentes.

En el Anexo 3 se exhiben todas las matrices de criticidad correspondientes a las máquinas/equipos restantes. A partir del Anexo 3, se extraen los valores promedio de las demás máquinas/equipos para la elaboración de la tabla resumen.

Tabla 32. Matriz criticidad de la máquina aspersor de fibra de vidrio.

		MATRIZ DE CRITICIDAD						
		ASPERSOR DE FIBRA DE VIDRIO			Fecha		10/12/2023	
					Código		CPF-AFV-CHP-01	
N	Componentes	Impacto operacional	Flexibilidad	Costo Mtto	Impacto SAH	Frecuencia	Consecuencia	Criticidad
1	Motor neumático	10	4	2	6	3	48	144
2	Manómetro y regulador de presión	5	2	2	4	1	16	16
3	Indicador y regulador de aire de atomización	5	2	2	2	1	14	14
4	Botón de cebado	5	4	1	1	1	22	22
5	Válvula de descarga	8	2	2	4	2	22	44
6	Válvula de entrada de aire	5	2	1	4	1	15	15
7	Depósito de aceite	5	4	2	6	2	28	56
8	Bomba de pistón de doble acción	10	4	2	4	2	46	92
9	Pistola de rociado	8	4	2	6	2	40	80
10	Boquilla	5	4	1	4	2	25	50
11	Agujas de inyección de catalizador / resina	5	2	2	4	1	16	16
12	Anillo de retención	5	2	1	1	1	12	12
13	Depósito del catalizador	3	1	1	1	2	5	10
14	Filtro del catalizador	5	2	1	1	2	12	24
15	Filtro de la resina	5	2	1	1	2	12	24
16	Válvula de recirculación	8	4	1	4	1	37	37
17	Arandelas	3	2	1	1	1	8	8
18	Elementos de sujeción	8	2	1	2	1	19	19
Promedio						1,6	22,1	37,9
Elaborado por:		Kevin Nuñez			Revisado por:		Ing. Jorge López	

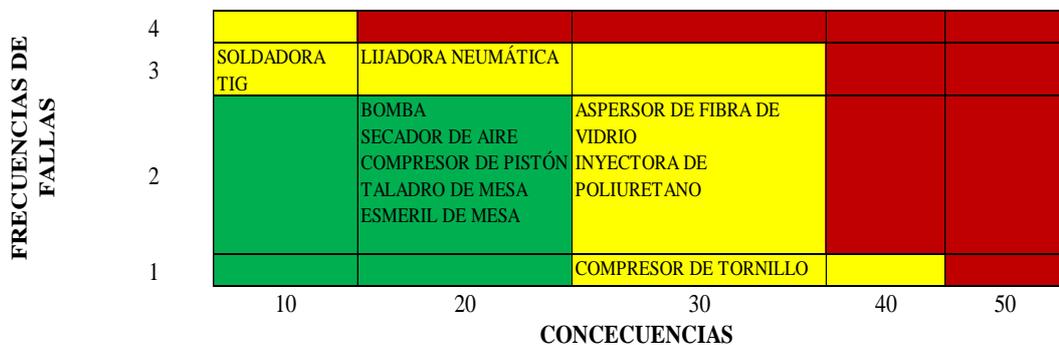
En la tabla Tabla 33 se observa el resumen del análisis de la criticidad en base a todas las máquinas de producción con su respectivo promedio.

Tabla 33. Resumen análisis de criticidad.

RESUMEN ANÁLISI DE CRITICIDAD				
N	Máquina	Frecuencia	Consecuencia	Valor Crítico
1	INYECTORA DE POLIURETANO	1,6	23,6	38
2	ASPERSOR DE FIBRA DE VIDRIO	1,6	22,1	38
3	SECADOR DE AIRE	2,5	14,2	37
4	LIJADORA NEUMÁTICA	2,6	13,9	36
5	COMPRESOR DE PISTÓN	2,3	15,9	36
6	TALADRO DE MESA	1,6	17,4	31
7	BOMBA	2,1	13,7	30
8	SOLDADORA TIG	2,6	11,3	28
9	ESMERIL DE MESA	1,8	17,9	28
10	COMPRESOR DE TORNILLO	1,1	22,1	23

El resumen proporciona la información para poder identificar que máquina tiene riesgos críticos en base a la seguridad ambiental y la seguridad operacional del personal, dándonos como más crítico la máquina inyectora de poliuretano y la menos crítico el compresor de tornillo.

Tabla 34. Matriz resumen de las máquinas



Se representa en la Tabla 34 el resumen de la matriz de criticidad de las máquinas de la empresa con su respectiva gama de colores representando el riesgo en el que se encuentran.

3.7.4. Gama de mantenimiento

Se ha propuesto implementar una estrategia integral de mantenimiento con el objetivo de mejorar la eficiencia en el uso del tiempo y los recursos durante las labores preventivas. Esta iniciativa busca optimizar los procesos industriales mediante un enfoque proactivo que identifique posibles fallos antes de que se conviertan en problemas mayores, minimizando así los tiempos de inactividad y los costos asociados a reparaciones mayores.

La Tabla 35 se muestra los colores asociados a la frecuencia con la que se deben realizar las actividades enumeradas en el registro lo que ayudará a una mejor visualización.

Tabla 35. Gama de mantenimiento

Frecuencia	Color
Semanal	Verde
Quincenal	Gris
Mensual	Amarillo
Trimestral	Cian
Semestral	Púrpura
Anual	Rojo

En la Tabla 36 se observa la gama de mantenimiento para la máquina Aspensor de fibra de vidrio en el cual muestra las actividades de mantenimiento en el periodo de un año, las gamas de los demás equipos y máquinas se muestran en el anexo 4.

4.

Tabla 36. Gama Aspensor de fibra de vidrio.

Equipo				ASPERSOR DE FIBRA DE VIDRIO																																																				
Actividades	Función equipo		Tiempo	Frecuencia	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre							
	ON	OFF			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								
Limpieza del motor		x	0.5	Mensual		■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■		
Revisión de la instalación correcta de dispositivos		x	1	Trimestral	■																■																																			
Verificación de la presión de aire en la línea de suministro	x		0.5	Mensual			■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■									
Inspección y limpieza de los sistemas de alimentación de la pistola		x	2	Semanal	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
Regulación de la presión a la salida de la pistola	x		0.5	Mensual	■						■				■				■				■				■				■				■				■				■													
Supervisión del mecanismo de la válvula	x		0.5	Trimestral																			■																																	
Limpieza regular del depósito de aceite		x	1	Mensual	■						■				■				■				■				■				■				■				■				■													
Elaborado por:	Kevin Nuñez			Revisado por:	Ing. Jorge López																																																			

Tabla 38. Gama Aspersor de fibra de vidrio (Continuación)

Equipo				ASPERSOR DE FIBRA DE VIDRIO																																																
Actividades	Función equipo		Tiempo	Frecuencia	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
	ON	OFF			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				
	Cebado regular de la bomba				x	0.5	Semestral																																													
Limpieza de la boquilla con productos adecuados		x	0.5	Semanal																																																
Ajuste de las agujas del catalizador y resina		x	2	Mensual																																																
Inspección visual alrededor del depósito		x	0.5	Semanal																																																
Limpieza de filtros del catalizador y resina		x	2	Mensual																																																
Revisión del funcionamiento y presión del fluido antes y después de la válvula		x	1.5	Trimestral																																																
Inspección de uniones		x	1	Quincenal																																																
Elaborado por:	Kevin Nuñez			Revisado por:	Ing. Jorge López																																															

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- A través de la recolección de información en las distintas áreas de la empresa se obtuvo datos esenciales, ya que permitió identificar cada una de las máquinas en el sector productivo utilizando el método de la inspección visual, lo que ayudo a realizar el inventario y la selección de las que serán objeto de intervención mediante el plan de mantenimiento.
- Se realizó la codificación de los activos con su respectiva área elaborando las fichas técnicas de las máquinas y la descripción de cada una de ellas con la finalidad de gestionar los activos de la empresa y supervisarlos de una manera más ágil.
- Mediante la aplicación de un análisis modal de fallos y efecto (AMFE) a los componentes de las máquinas, se logró identificar los elementos más propensos a tener una falla regidos por el índice de prioridad de riesgos IPR. El secador de aire se considera como la máquina más crítica con un valor de IPR de 99, seguido del aspensor de fibra de vidrio, Inyectora de poliuretano y el compresor de pistón con un valor IPR de 89 establecen acciones preventivas, ya que son más propensos a fallar con el objetivo de evitar que el equipo se vea comprometido su funcionamiento normal.
- La normativa ISO 55000 ayudó a garantizar una gestión óptima de activos, permitiendo identificar y priorizar las necesidades de mantenimiento de manera estratégica, maximizando la fiabilidad y disponibilidad. También se generó sistemas de organización como es la bitácora para una mejor organización y obtención de datos.
- Con la creación de la plantilla de Excel se puede acceder de manera eficaz a las distintas matrices enfocadas al plan de mantenimiento preventivo, ya que se estructura y organiza de manera clara los estadísticos, matriz criticidad y la matriz AMFE.

4.2.Recomendaciones

- Una buena recolección de información acerca de cada máquina ayudará a mejorar un adecuado desarrollo de cada análisis metodológico implementado o por implementarse, también la elaboración de estadísticos permitiendo optimizar su vida útil y la de sus componentes.
- Es crucial realizar un uso adecuado y aplicar la información definida en el plan de mantenimiento para preservar las máquinas y sus componentes en óptimas condiciones, llevar a cabo las actividades de mantenimiento propuestas y evaluar la posibilidad de realizar acciones preventivas adicionales en otros elementos relevantes.
- Se recomienda el uso de una bitácora técnica especializada que contribuirá significativamente a la optimización de los procesos y la planificación estratégica de futuras actividades. Esta herramienta proporcionará un método sistemático para documentar y analizar cada intervención de mantenimiento
- Se recomienda el uso de la plantilla en la empresa, ya que brindara la información crucial de la máquina a su vez, proporcionar documentación clara y detallada, para facilitar su comprensión y uso eficiente por parte del personal.
- Se recomienda realizar el mantenimiento de las máquinas con sus debidas protecciones de seguridad personal, evitando riesgos de accidentes, El uso del manual de operaciones y mantenimiento de cada máquina es indispensable a la hora de realizar cualquier actividad, ya que contiene instrucciones para el uso apropiado de la máquina.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] C. A. Macchio, «La Gestión de Mantenimiento, en la Gestión de Activos Físicos,» Revista IMG, 20 Septiembre 2019. [En línea]. Available: <https://www.revistaimg.com/la-gestion-de-mantenimiento-en-la-gestion-de-activos-fisicos/>. [Último acceso: 27 Noviembre 2023].
- [2] A. Vinajera, «Mantenimiento, herramienta fundamental para la empresa,» Gestipolis, 09 0609 2015. [En línea]. Available: <https://www.gestipolis.com/mantenimiento-herramienta-fundamental-empresa/>. [Último acceso: 17 10 2023].
- [3] O. Bravo, «La calidad del desarrollo industrial y su impacto en el medio ambiente,» *Polo del Conocimiento* , vol. 6, n° 9, pp. 153-167, 2021.
- [4] ISO, «NORMA INTERNACIONAL ISO 55000,» Secretaria Central de ISO, Ginebra , 2014.
- [5] D. Trocel, «Gestión de activos: Serie ISO 55000,» Reliability Connect, 28 09 2020. [En línea]. Available: <https://esp.reliabilityconnect.com/gestion-de-activos-serie-iso-55000/>. [Último acceso: 17 10 2023].
- [6] A. Proaño, «Desarrollo De Un Plan De Mantenimiento Preventivo Para El Molino Santa Rosa,» Universidad Tecnica de Ambato, Ambato, 2021.
- [7] J. Ramirez, «Diagnóstico de fallas en procesos industriales mediante inteligencia artificial,» *Espacio*, vol. 39, n° 24, p. 12, 2018.
- [8] P. Leonardo, «Estado Del Arte De La Inteligencia Artificial Aplicada Al Mantenimiento Basado En Condición,» *Scientific Paper*, p. 18, 31 Marzo 2020.
- [9] J. D. Navarro, «Metodología de administración para el mantenimiento preventivo como base de la confiabilidad de las máquinas,» *Ride*, vol. 12, n° 24, p. 17, 2022.
- [10] N. C. Apaza, «Implementación de la metodología TPM-Lean Manufacturing

- para mejorar la eficiencia general de los equipos (OEE) en la producción de repuestos en una empresa metalmeccánica,» *UNMSM*, vol. 49, n° 76, p. 14, 2021.
- [11] C. Pinzón, «Tipos de Mantenimiento,» CMMSHere, 05 Febrero 2020. [En línea]. Available: <https://cmmshere.com/wp-content/uploads/2023/01/art-CMMSHere-tipos-mantenimiento.pdf>. [Último acceso: 24 10 2023].
- [12] C. A. Flores, «Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013,» *Ingeniería Industrial*, vol. 1, n° 34, p. 17, 2016.
- [13] W. Olarte, «Técnicas De Mantenimiento Predictivo Utilizadas En La Industria,» *Universidad Tecnológica de Pereira*, vol. 1, n° 45, p. 4, 2010.
- [14] O. Campos, «Metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) considerando taxonomía de equipos, base de datos y criticidad de efectos,» *Redalyc*, vol. 23, n° 1, pp. 51-59, 2019.
- [15] E. López, «El Mantenimiento Productivo Total Tpm Y La Importancia Del Recurso Humano Para Su Exitosa Implementación,» Pontificia Universidad Javeriana, Bogota, 2009.
- [16] A. A. Andreani, «Manual de Gestión de Activos y Mantenimiento,» El Cid Editor Incorporated, Chile, 2015.
- [17] R. Davis, «Introduccion a la gestion de activos,» r blah d blah design ltd, Chester, 2019.
- [18] Á. Sánchez, «La gestión de los activos físicos en la función mantenimiento,» *Scielo*, vol. 13, n° 2, p. 7, 2010.
- [19] ISO, «NORMA INTERNACIONAL ISO 55001,» Secretaria Central de ISO, Ginebra , 2014.
- [20] A. Criollo, «Desarrollo de una propuesta metodologica para la gestion de activos en la planta de Continetal Tire Andina CTA,» UPS, Cuenca , 2020.

- [21] R. GÓMEZ, «Desarrollo De Un Sistema De Inventarios Para El Control De Materiales, Equipos Y Herramientas Dentro De La Empresa De Construcción Ingeniería Sólida Ltda.,» Universidad Libre, Bogota , 2016.
- [22] C. M. P. Jaramillo, «LOS INDICADORES DE GESTIÓN,» *Soporte & Cia. Ltda*, vol. 2, n° 1, p. 13, 2020.
- [23] M. GRAJALES, «La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento,» *Scientia Et Technica*, vol. 12, n° 30, pp. 155-160, 2006.
- [24] R. D. A. GASCA, «Diseño De Un Plan De Mantenimiento Preventivo Para La Empresa Agroangel,» Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, 2014.
- [25] Triana, «Risk Analysis in the Application of Financore Information Systems Using FMEA Method,» *Journal of Physics*, vol. 12, n° 32, p. 11, 2021.
- [26] M. Bestratén Belloví, «NTP 679: Análisis modal de fallos y efectos. AMFE,» INSST, Madrid , 2004.
- [27] C. Parra, «Técnica de Jerarquización de Activos MCCR: Matriz de Criticidad Cualitativa de Riesgo,» *Ingeman* , p. 13, 31 Enero 2021.
- [28] ISO, «NORMA INTERNACIONAL ISO 55002,» Secretaria Central de ISO, Ginebra, 2014.
- [29] R. Marrero, «La planificación del mantenimiento, su importancia en la gestión de los activos,» *Ingeniería Industrial*, vol. 43, n° 4, pp. 1-17, 2022.
- [30] C. Parra, *Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicada a la gestión de activos*, Sevilla : ingeman, 2012.
- [31] H. Jaime, «Gestión de Activos,» Computrabajo, 21 06 2019. [En línea]. Available:<https://www.pandape.com/blog/gestion-de-activos/#:~:text=Beneficios20de%20la%20gesti%C3%B3n%20de%20activos&text=Realizar%20una%20planificaci%C3%B3n%20financiera%20m%C3%A1s,Reducir%20los%20costos%20de%20mantenimiento..> [Último acceso: 31 10 2023].

ANEXO 1
ESTADÍSTICOS DE LAS MÁQUINAS

Tabla 38. Estadístico inyectora de poliuretano

		ESTADÍSTICO									
		CEPOLFI									
		Máquina:	INYECTORA DE POLIURETANO			Elaborado por :	Kevin Nuñez	Revisado por:	Ing. Jorge López		
		Horas de trabajo/día:	8	Fecha de elaboración:			10/12/2023		Código	CPF-APU-INY-01	
Mes	Actividades por realizar	Fecha	TO (h)	TP(h)	TR(h)	TM(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	Disp (%)
		4/1/2022									
Enero	Inspección visual de los componentes	6/1/2022	24,00	0,50	0,20	0,30	40,000	0,025	0,200	5,000	99,50
	Lubricación de componentes móviles	12/1/2022	40,00	0,40	0,20	0,20					
	Revisión de conexiones eléctricas	20/1/2022	56,00	0,40	0,20	0,20					
Febrero	Verificación y calibración de sensores	3/2/2022	88,00	1,00	0,80	0,20	72,000	0,014	0,467	2,143	99,36
	Inspección de válvulas	15/2/2022	72,00	0,50	0,20	0,30					
	Limpieza General	23/2/2022	56,00	0,50	0,40	0,10					
Marzo	Verificación del nivel de aceite	3/3/2022	48,00	0,50	0,30	0,20	56,000	0,018	0,433	2,308	99,23
	revisión de fugaz	15/3/2022	72,00	0,60	0,20	0,40					
	Reemplazo de Filtros	22/3/2022	48,00	0,90	0,80	0,10					
Abril	Inspección General	4/4/2022	80,00	0,30	0,20	0,10	61,333	0,016	0,500	2,000	99,19
	Calibración de sensores	13/4/2022	64,00	1,00	0,60	0,40					
	Mantenimiento de tanques	20/4/2022	40,00	1,00	0,70	0,30					
Mayo	Inspección visual de los componentes	3/5/2022	72,00	0,50	0,20	0,30	61,333	0,016	0,267	3,750	99,57
	Lubricación de componentes móviles	12/5/2022	64,00	0,40	0,20	0,20					
	Limpieza General	19/5/2022	48,00	0,50	0,40	0,10					
Junio	Inspección de presión en válvulas	2/6/2022	80,00	0,25	0,20	0,05	66,667	0,015	0,200	5,000	99,70
	Revisión de punta inyector	14/6/2022	72,00	0,40	0,20	0,20					
	Ajustes del sistema de control y parámetros	21/6/2022	48,00	0,50	0,20	0,30					
Julio	Verificación del nivel de aceite	1/7/2022	72,00	0,50	0,30	0,20	66,667	0,015	0,367	2,727	99,45
	Inspecciones de mangueras y conexiones	14/7/2022	80,00	0,70	0,50	0,20					
	Revisión de guías	21/7/2022	48,00	0,50	0,30	0,20					
Agosto	Inspección general	2/8/2022	72,00	0,30	0,20	0,10	58,667	0,017	0,500	2,000	99,15
	Calibración de sensores	11/8/2022	64,00	1,00	0,60	0,40					
	Mantenimiento de tanques	18/8/2022	40,00	1,00	0,70	0,30					
Septiembre	Inspección visual de los componentes	1/9/2022	88,00	0,50	0,20	0,30	69,333	0,014	0,267	3,750	99,62
	Lubricación de componentes móviles	13/9/2022	72,00	0,40	0,20	0,20					
	Limpieza General	20/9/2022	48,00	0,50	0,40	0,10					
Octubre	Verificación y calibración de sensores	4/10/2022	88,00	1,00	0,80	0,20	61,333	0,016	0,400	2,500	99,35
	Inspección de válvulas	12/10/2022	48,00	0,50	0,20	0,30					
	Revisión de conexiones eléctricas	19/10/2022	48,00	0,40	0,20	0,20					
Noviembre	Verificación del Nivel de aceite	1/11/2022	80,00	0,50	0,30	0,20	64,000	0,016	0,433	2,308	99,33
	revisión de fugaz	11/11/2022	64,00	0,60	0,20	0,40					
	Reemplazo de Filtros	18/11/2022	48,00	0,90	0,80	0,10					
Diciembre	Inspección General	1/12/2022	80,00	0,30	0,20	0,10	48,000	0,021	0,400	2,500	99,17
	Calibración de sensores	6/12/2022	32,00	1,00	0,60	0,40					
	Limpieza General	9/12/2022	32,00	0,50	0,40	0,10					

Tabla 39. Estadístico Compresor de Tornillo.

		ESTADÍSTICO										
		CEPOLFI										
		Máquina		COMPRESOR DE TORNILLO			Elaborado por	Kevin Nuñez	Revisado por:	Ing. Jorge López		
		Horas de trabajo/día:		8	Fecha de elaboración:			10/12/2023		Código	CPF-BOD-CTO-01	
Mes	Actividades por realizar	Fecha	TO (h)	TP(h)	TR(h)	TM(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	Disp (%)	
		3/1/2022										
Enero	Inspección visual de fugas de aire	4/1/2022	42,00	1,50	1,00	0,50	38,00	0,026	0,6	1,8	98,53	
	Verificación y ajuste de la presión de operación	11/1/2022	37,00	0,60	0,40	0,20						
	Inspección de la calidad del aire comprimido	18/1/2022	35,00	0,50	0,30	0,20						
Febrero	Reemplazo del filtro de aire	3/2/2022	53,00	1,20	0,80	0,40	54,33	0,018	0,9	1,2	98,43	
	Verificación y ajuste de la correa de transmisión	14/2/2022	63,00	1,40	1,30	0,10						
	Inspección y limpieza de los radiadores de enfriamiento	21/2/2022	47,00	0,90	0,50	0,40						
Marzo	Verificación y ajuste de la temperatura del aceite	3/3/2022	45,00	0,80	0,50	0,30	42,00	0,024	0,5	1,9	98,75	
	Reemplazo del filtro de aceite	14/3/2022	43,00	0,90	0,50	0,40						
	Verificación y ajuste de las válvulas de seguridad	21/3/2022	38,00	0,70	0,60	0,10						
Abril	Verificación y ajuste de los niveles de aceite	4/4/2022	38,00	0,70	0,60	0,10	37,67	0,027	0,5	1,9	98,60	
	Inspección de posibles fugas de aceite	13/4/2022	40,00	1,00	0,70	0,30						
	Verificación y ajuste de los elementos del sistema de control	20/4/2022	35,00	0,50	0,30	0,20						
Mayo	Inspección y limpieza del sistema de refrigeración	2/5/2022	45,00	1,00	0,90	0,10	43,33	0,023	0,7	1,5	98,48	
	Inspección de los pernos y tuercas para asegurar su apriete	12/5/2022	38,00	0,80	0,50	0,30						
	Inspección y limpieza del sistema de ventilación	19/5/2022	47,00	0,70	0,60	0,10						
Junio	Revisión y ajuste de los elementos de transmisión de potencia	2/6/2022	49,00	0,90	0,50	0,40	45,33	0,022	0,6	1,6	98,62	
	Inspección y ajuste de los componentes eléctricos y conexiones	13/6/2022	39,00	0,80	0,70	0,10						
	Verificación y ajuste de los niveles de vibración	20/6/2022	48,00	0,90	0,70	0,20						
Julio	Inspección visual de fugas de aire	1/7/2022	42,00	1,50	1,00	0,50	38,00	0,026	0,6	1,8	98,53	
	Verificación y ajuste de la presión de operación	14/7/2022	37,00	0,60	0,40	0,20						
	Inspección de la calidad del aire comprimido	21/7/2022	35,00	0,50	0,30	0,20						
Agosto	Verificación y ajuste de los niveles de aceite	1/8/2022	38,00	0,70	0,60	0,10	38,67	0,026	0,6	1,7	98,47	
	Inspección de posibles fugas de aceite	11/8/2022	40,00	1,00	0,70	0,30						
	Inspección de los pernos y tuercas para asegurar su apriete	18/8/2022	38,00	0,80	0,50	0,30						
Septiembre	Verificación y ajuste de la correa de transmisión	1/9/2022	63,00	1,40	1,30	0,10	51,00	0,020	0,9	1,1	98,27	
	Verificación y ajuste de la temperatura del aceite	13/9/2022	45,00	0,80	0,50	0,30						
	Inspección y limpieza del sistema de refrigeración	20/9/2022	45,00	1,00	0,90	0,10						
Octubre	Revisión y ajuste de los elementos de transmisión de potencia	3/10/2022	49,00	0,90	0,50	0,40	45,33	0,022	0,6	1,7	98,69	
	Inspección de posibles fugas de aceite	12/10/2022	40,00	1,00	0,70	0,30						
	Inspección y limpieza del sistema de ventilación	19/10/2022	47,00	0,70	0,60	0,10						
Noviembre	Reemplazo del filtro de aire	1/11/2022	53,00	1,20	0,80	0,40	43,00	0,023	0,7	1,5	98,47	
	Verificación y ajuste de las válvulas de seguridad	11/11/2022	38,00	0,70	0,60	0,10						
	Verificación y ajuste de los niveles de aceite	18/11/2022	38,00	0,70	0,60	0,10						
Diciembre	Inspección de posibles fugas de aceite	1/12/2022	40,00	1,00	0,70	0,30	42,33	0,024	0,7	1,4	98,37	
	Inspección y ajuste de los componentes eléctricos y conexiones	9/12/2022	39,00	0,80	0,70	0,10						
	Verificación y ajuste de los niveles de vibración	6/12/2022	48,00	0,90	0,70	0,20						

Tabla 40. Estadístico Esmeril

		ESTADÍSTICO									
		CEPOLFI									
		Máquina		ESMERIL		Elaborado por :		Kevin Nuñez	Revisado por:	Ing. Jorge López	
		Horas de trabajo/día:		5	Fecha de elaboración:		10/12/2023		Código	CPF-APU-ESM-01	
Mes	Actividades por realizar	Fecha	TO (h)	TP(h)	TR(h)	TM(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	Disp (%)
		3/1/2022									
Enero	Inspección visual	9/1/2022	25,00	0,20	0,10	0,10	26,67	0,04	0,3	3,8	99,01
	Alineación de los discos	14/1/2022	25,00	0,50	0,40	0,10					
	Limpieza regular	23/1/2022	30,00	0,50	0,30	0,20					
Febrero	Verificación del sistema eléctrico	3/2/2022	45,00	0,80	0,30	0,50	38,33	0,03	0,5	2,1	98,80
	Lubricación de partes móviles	14/2/2022	40,00	1,00	0,90	0,10					
	Verificación de la velocidad de funcionamiento	21/2/2022	30,00	0,50	0,20	0,30					
Marzo	Calibración de la mesa	3/3/2022	45,00	1,20	0,90	0,30	38,33	0,03	0,8	1,3	97,96
	Inspección del motor	14/3/2022	40,00	0,50	0,40	0,10					
	Inspección y cambio discos desgastados	21/3/2022	30,00	1,50	1,10	0,40					
Abril	Inspección visual	4/4/2022	55,00	0,20	0,10	0,10	41,67	0,02	0,3	3,8	99,36
	Alineación de los discos	13/4/2022	40,00	0,50	0,40	0,10					
	Limpieza regular	20/4/2022	30,00	0,50	0,30	0,20					
Mayo	Verificación del sistema eléctrico	2/5/2022	45,00	0,80	0,30	0,50	40,00	0,03	0,5	2,1	98,85
	Lubricación de partes móviles	12/5/2022	45,00	1,00	0,90	0,10					
	Verificación de la velocidad de funcionamiento	19/5/2022	30,00	0,50	0,20	0,30					
Junio	Calibración de la mesa	2/6/2022	55,00	1,20	0,90	0,30	41,67	0,02	0,8	1,3	98,12
	Inspección del motor	13/6/2022	40,00	0,50	0,40	0,10					
	Inspección y cambio discos desgastados	20/6/2022	30,00	1,50	1,10	0,40					
Julio	Inspección visual	1/7/2022	50,00	0,20	0,10	0,10	43,33	0,02	0,3	3,8	99,39
	Alineación de los discos	14/7/2022	50,00	0,50	0,40	0,10					
	Limpieza regular	21/7/2022	30,00	0,50	0,30	0,20					
Agosto	Verificación del sistema eléctrico	1/8/2022	40,00	0,80	0,30	0,50	38,33	0,03	0,5	2,1	98,80
	Lubricación de partes móviles	11/8/2022	45,00	1,00	0,90	0,10					
	Verificación de la velocidad de funcionamiento	18/8/2022	30,00	0,50	0,20	0,30					
Septiembre	Calibración de la mesa	1/9/2022	55,00	1,20	0,90	0,30	43,33	0,02	0,8	1,3	98,19
	Inspección del motor	13/9/2022	45,00	0,50	0,40	0,10					
	Inspección y cambio discos desgastados	20/9/2022	30,00	1,50	1,10	0,40					
Octubre	Inspección visual	3/10/2022	50,00	0,20	0,10	0,10	40,00	0,03	0,3	3,8	99,34
	Alineación de los discos	12/10/2022	40,00	0,50	0,40	0,10					
	Limpieza regular	19/10/2022	30,00	0,50	0,30	0,20					
Noviembre	Verificación del sistema eléctrico	1/11/2022	50,00	0,80	0,30	0,50	41,67	0,02	0,5	2,1	98,89
	Lubricación de partes móviles	11/11/2022	45,00	1,00	0,90	0,10					
	Verificación de la velocidad de funcionamiento	18/11/2022	30,00	0,50	0,20	0,30					
Diciembre	Calibración de la mesa	1/12/2022	50,00	1,20	0,90	0,30	38,33	0,03	0,8	1,3	97,96
	Inspección del motor	9/12/2022	35,00	0,50	0,40	0,10					
	Inspección y cambio discos desgastados	16/12/2022	30,00	1,50	1,10	0,40					

Tabla 41. Estadístico Taladro de mesa.

		ESTADÍSTICO									
		CEPOLFI									
		Máquina		TALADRO DE MESA		Elaborado por :		Kevin Nuñez	Revisado por:	Ing. Jorge López	
		Horas de trabajo/día:		6	Fecha de elaboración:		10/12/2023		Código	CPF-APU-TDM-01	
Mes	Actividades por realizar	Fecha	TO (h)	TP(h)	TR(h)	TM(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	Disp (%)
		5/1/2022									
Enero	Cambio de bandas	7/1/2022	18,00	1,50	0,80	0,70	28,00	0,036	0,5	1,9	98,13
	Limpieza y engrasado de partes móviles	13/1/2022	30,00	0,50	0,40	0,10					
	Verificación de correcta funcionalidad	20/1/2022	36,00	0,50	0,40	0,10					
Febrero	Mantenimiento interno del motor	1/2/2022	54,00	3,00	2,00	1,00	50,00	0,020	1,0	1,0	98,04
	Revisión de desgaste en la caña y mesa	12/2/2022	54,00	0,60	0,20	0,40					
	Revisión y mantenimiento de poleas	22/2/2022	42,00	1,00	0,80	0,20					
Marzo	Verificación de componentes y encerado de á	4/3/2022	54,00	0,80	0,50	0,30	52,00	0,019	0,5	2,0	99,05
	Verificación de la estabilidad	17/3/2022	60,00	0,60	0,40	0,20					
	Lubricación a los dientes de la columna	25/3/2022	42,00	1,00	0,60	0,40					
Abril	Cambio de bandas	6/4/2022	54,00	1,50	0,80	0,70	46,00	0,022	0,5	2,1	99,00
	Limpieza y engrasado de partes móviles	14/4/2022	42,00	0,50	0,40	0,10					
	Revisión del mandril y porta mandril	22/4/2022	42,00	0,50	0,20	0,30					
Mayo	Mantenimiento interno del motor	3/5/2022	48,00	3,00	2,00	1,00	46,00	0,022	1,0	1,0	97,87
	Revisión de desgaste en la caña y mesa	12/5/2022	48,00	0,60	0,20	0,40					
	Revisión y mantenimiento de poleas	20/5/2022	42,00	1,00	0,80	0,20					
Junio	Verificación de componentes y encerado de á	1/6/2022	54,00	0,80	0,50	0,30	50,00	0,020	0,5	2,0	99,01
	Verificación de la estabilidad	11/6/2022	48,00	0,60	0,40	0,20					
	Lubricación a los dientes de la columna	22/6/2022	48,00	1,00	0,60	0,40					
Julio	Cambio de bandas	1/7/2022	48,00	1,50	0,80	0,70	48,00	0,021	0,5	2,1	99,04
	Limpieza y engrasado de partes móviles	14/7/2022	60,00	0,50	0,40	0,10					
	Revisión del mandril y porta mandril	21/7/2022	36,00	0,50	0,20	0,30					
Agosto	Mantenimiento interno del motor	3/8/2022	60,00	3,00	2,00	1,00	48,00	0,021	1,0	1,0	97,96
	Revisión de desgaste en la caña y mesa	11/8/2022	42,00	0,60	0,20	0,40					
	Revisión y mantenimiento de poleas	19/8/2022	42,00	1,00	0,80	0,20					
Septiembre	Verificación de la estabilidad	1/9/2022	60,00	0,60	0,40	0,20	52,00	0,019	0,5	2,0	99,05
	Lubricación a los dientes de la columna	14/9/2022	60,00	1,00	0,60	0,40					
	Verificación de componentes y encerado de á	21/9/2022	36,00	0,80	0,50	0,30					
Octubre	Limpieza y engrasado de partes móviles	5/10/2022	66,00	0,50	0,40	0,10	46,00	0,022	0,5	2,1	99,00
	Revisión del mandril y porta mandril	13/10/2022	42,00	0,50	0,20	0,30					
	Cambio de bandas	19/10/2022	30,00	1,50	0,80	0,70					
Noviembre	Mantenimiento interno del motor	1/11/2022	60,00	3,00	2,00	1,00	48,00	0,021	1,0	1,0	97,96
	Revisión de desgaste en la caña y mesa	12/11/2022	54,00	0,60	0,20	0,40					
	Revisión y mantenimiento de poleas	19/11/2022	30,00	1,00	0,80	0,20					
Diciembre	Verificación de componentes y encerado de á	1/12/2022	54,00	0,80	0,50	0,30	46,00	0,022	0,5	2,0	98,92
	Verificación de la estabilidad	10/12/2022	42,00	0,60	0,40	0,20					
	Lubricación a los dientes de la columna	20/12/2022	42,00	1,00	0,60	0,40					

Tabla 42. Estadístico Bomba de agua.

		ESTADÍSTICO									
		CEPOLFI									
		Máquina	BOMBA DE AGUA		Elaborado por :			Kevin Nuñez	Revisado por:	Ing. Jorge López	
		Horas de trabajo/día:	8	Fecha de elaboración:		10/12/2023		Código	CPF-BOD-BOM-01		
Mes	Actividades por realizar	Fecha	TO (h)	TP(h)	TR(h)	TM(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	Disp (%)
		4/1/2022									
Enero	Inspección Visual	10/1/2022	40,00	0,80	0,50	0,30	48,00	0,021	0,7	1,4	98,50
	Lubricación	17/1/2022	48,00	1,00	0,90	0,10					
	Monitoreo de Vibraciones	25/1/2022	56,00	0,90	0,80	0,10					
Febrero	Inspección Visual	1/2/2022	48,00	0,80	0,50	0,30	58,67	0,017	0,5	1,9	99,10
	Revisión de Conexiones y Tornillería	11/2/2022	72,00	0,90	0,60	0,30					
	Limpieza de Filtros	21/2/2022	56,00	0,90	0,50	0,40					
Marzo	Inspección Visual	7/3/2022	88,00	0,80	0,50	0,30	72,00	0,014	0,5	1,9	99,26
	Monitoreo de Vibraciones	15/3/2022	56,00	0,90	0,80	0,10					
	Revisión del Sistema de Alimentación	27/3/2022	72,00	0,60	0,30	0,30					
Abril	Lubricación	6/4/2022	64,00	1,00	0,90	0,10	53,33	0,019	0,6	1,7	98,89
	Inspección Visual	11/4/2022	32,00	0,80	0,50	0,30					
	Alineación de la Bomba	20/4/2022	64,00	0,80	0,40	0,40					
Mayo	Inspección Visual	2/5/2022	72,00	0,80	0,50	0,30	74,67	0,013	0,5	1,9	99,29
	Limpieza de Filtros	12/5/2022	72,00	0,90	0,50	0,40					
	Revisión de Conexiones y Tornillería	25/5/2022	80,00	0,90	0,60	0,30					
Junio	Monitoreo de Vibraciones	6/6/2022	72,00	0,90	0,80	0,10	69,33	0,014	0,5	1,9	99,24
	Inspección Visual	15/6/2022	64,00	0,80	0,50	0,30					
	Revisión del Sistema de Alimentación	27/6/2022	72,00	0,60	0,30	0,30					
Julio	Inspección Visual	4/7/2022	48,00	0,80	0,50	0,30	61,33	0,016	0,6	1,7	99,03
	Alineación de la Bomba	15/7/2022	80,00	0,80	0,40	0,40					
	Lubricación	25/7/2022	56,00	1,00	0,90	0,10					
Agosto	Revisión de Conexiones y Tornillería	2/8/2022	56,00	0,90	0,60	0,30	61,33	0,016	0,6	1,6	98,98
	Monitoreo de Vibraciones	15/8/2022	80,00	0,90	0,80	0,10					
	Inspección Visual	22/8/2022	48,00	0,80	0,50	0,30					
Septiembre	Limpieza de Filtros	5/9/2022	88,00	0,90	0,50	0,40	77,33	0,013	0,5	2,1	99,40
	Inspección del Sistema de Filtrado	16/9/2022	80,00	0,50	0,40	0,10					
	Inspección Visual	27/9/2022	64,00	0,80	0,50	0,30					
Octubre	Revisión del Sistema de Alimentación	5/10/2022	56,00	0,60	0,30	0,30	56,00	0,018	0,7	1,5	98,82
	Lubricación	12/10/2022	48,00	1,00	0,90	0,10					
	Monitoreo de Vibraciones	21/10/2022	64,00	0,90	0,80	0,10					
Noviembre	Inspección Visual	2/11/2022	72,00	0,80	0,50	0,30	69,33	0,014	0,5	1,9	99,24
	Revisión de Conexiones y Tornillería	14/11/2022	72,00	0,90	0,60	0,30					
	Limpieza de Filtros	23/11/2022	64,00	0,90	0,50	0,40					
Diciembre	Alineación de la Bomba	5/12/2022	72,00	0,80	0,40	0,40	58,67	0,017	0,5	1,9	99,10
	Inspección Visual	12/12/2022	48,00	0,80	0,50	0,30					
	Revisión de la Instalación Eléctrica	20/12/2022	56,00	0,90	0,70	0,20					

Tabla 43. Estadístico Soldador Tig

		ESTADÍSTICO									
		CEPOLFI									
		Máquina		SOLDADORA TIG		Elaborado por :		Kevin Nuñez	Revisado por:	Ing. Jorge López	
		Horas de trabajo/día:		5	Fecha de elaboración:		10/12/2023		Código	CPF-AME-STI-01	
Mes	Actividades por realizar	Fecha	TO (h)	TP(h)	TR(h)	TM(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	Disp (%)
		3/1/2022									
Enero	Verificación visual de cables y conexiones	7/1/2022	25,00	0,80	0,40	0,40	26,67	0,038	0,5	1,9	98,04
	Limpieza de residuos de soldadura	11/1/2022	15,00	1,00	0,90	0,10					
	Inspección de los electrodos y tungsteno	20/1/2022	40,00	0,50	0,30	0,20					
Febrero	Comprobación y ajuste de la presión del gas	1/2/2022	45,00	0,70	0,40	0,30	45,00	0,022	0,5	2,1	98,97
	Inspección de las mangueras de gas	11/2/2022	45,00	0,50	0,20	0,30					
	Cambio del gas de aporte para la soldadura	23/2/2022	45,00	0,90	0,80	0,10					
Marzo	Mantenimiento a la antorcha y verificación de boquilla	2/3/2022	30,00	0,90	0,70	0,20	38,33	0,026	0,7	1,5	98,29
	Verificación visual de cables y conexiones	14/3/2022	45,00	0,80	0,40	0,40					
	Limpieza de residuos de soldadura	23/3/2022	40,00	1,00	0,90	0,10					
Abril	Inspección de los electrodos y tungsteno	1/4/2022	40,00	0,50	0,30	0,20	43,33	0,023	0,3	3,3	99,31
	Comprobación y ajuste de la presión del gas	11/4/2022	35,00	0,70	0,40	0,30					
	Inspección de las mangueras de gas	25/4/2022	55,00	0,50	0,20	0,30					
Mayo	Cambio del gas de aporte para la soldadura	2/5/2022	30,00	0,90	0,80	0,10	38,33	0,026	0,6	1,6	98,37
	Mantenimiento a la antorcha y verificación de boquilla	12/5/2022	45,00	0,90	0,70	0,20					
	Verificación visual de cables y conexiones	23/5/2022	40,00	0,80	0,40	0,40					
Junio	Limpieza de residuos de soldadura	2/6/2022	45,00	1,00	0,90	0,10	40,00	0,025	0,5	1,9	98,68
	Inspección de los electrodos y tungsteno	14/6/2022	45,00	0,50	0,30	0,20					
	Comprobación y ajuste de la presión del gas	21/6/2022	30,00	0,70	0,40	0,30					
Julio	Inspección de las mangueras de gas	4/7/2022	50,00	0,50	0,20	0,30	45,00	0,022	0,6	1,8	98,76
	Cambio del gas de aporte para la soldadura	15/7/2022	50,00	0,90	0,80	0,10					
	Mantenimiento a la antorcha y verificación de boquilla	25/7/2022	35,00	0,90	0,70	0,20					
Agosto	Verificación visual de cables y conexiones	1/8/2022	30,00	0,80	0,40	0,40	38,33	0,026	0,5	1,9	98,63
	Limpieza de residuos de soldadura	12/8/2022	50,00	1,00	0,90	0,10					
	Inspección de los electrodos y tungsteno	22/8/2022	35,00	0,50	0,30	0,20					
Septiembre	Comprobación y ajuste de la presión del gas	2/9/2022	50,00	0,70	0,40	0,30	48,33	0,021	0,5	2,1	99,04
	Inspección de las mangueras de gas	15/9/2022	50,00	0,50	0,20	0,30					
	Cambio del gas de aporte para la soldadura	27/9/2022	45,00	0,90	0,80	0,10					
Octubre	Mantenimiento a la antorcha y verificación de boquilla	4/10/2022	30,00	0,90	0,70	0,20	45,00	0,022	0,7	1,5	98,54
	Verificación visual de cables y conexiones	18/10/2022	55,00	0,80	0,40	0,40					
	Limpieza de residuos de soldadura	31/10/2022	50,00	1,00	0,90	0,10					
Noviembre	Inspección de los electrodos y tungsteno	7/11/2022	30,00	0,50	0,30	0,20	33,33	0,030	0,3	3,3	99,11
	Comprobación y ajuste de la presión del gas	16/11/2022	40,00	0,70	0,40	0,30					
	Inspección de las mangueras de gas	23/11/2022	30,00	0,50	0,20	0,30					
Diciembre	Cambio del gas de aporte para la soldadura	5/12/2022	45,00	0,90	0,80	0,10	41,67	0,024	0,6	1,6	98,50
	Mantenimiento a la antorcha y verificación de boquilla	12/12/2022	30,00	0,90	0,70	0,20					
	Verificación visual de cables y conexiones	23/12/2022	50,00	0,80	0,40	0,40					

Tabla 44. Estadístico Secador de aire comprimido.

		ESTADÍSTICO										
		CEPOLFI										
		Máquina		SECADOR DE AIRE COMPRIMIDO				Elaborado por		Revisado por:	Ing. Jorge López	
		Horas de trabajo/día:		8		Fecha de elaboración:		10/12/2023		Código	CPF-BOD-SAC-01	
Mes	Actividades por realizar	Fecha	TO (h)	TP(h)	TR(h)	TM(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	Disp (%)	
		3/1/2022										
Enero	Verificación de fugas de aire	4/1/2022	16,00	0,70	0,50	0,20	37,33	0,03	0,5	2,1	98,77	
	Limpieza de rejilla de ventilación	11/1/2022	48,00	0,90	0,50	0,40						
	Monitoreo de temperaturas	18/1/2022	48,00	0,70	0,40	0,30						
Febrero	Inspección visual	3/2/2022	104,00	0,90	0,50	0,40	72,00	0,01	0,6	1,7	99,17	
	Revisión de conexiones eléctricas	14/2/2022	64,00	0,50	0,40	0,10						
	Reemplazo de componentes desgastados	21/2/2022	48,00	1,00	0,90	0,10						
Marzo	Inspección visual	3/3/2022	72,00	0,90	0,50	0,40	61,33	0,02	0,9	1,1	98,55	
	Limpieza del intercambiador de calor	14/3/2022	64,00	1,30	1,00	0,30						
	Limpieza general	21/3/2022	48,00	1,40	1,20	0,20						
Abril	Limpieza de filtros de aire	4/4/2022	88,00	0,60	0,40	0,20	66,67	0,02	0,6	1,8	99,16	
	Verificación de fugas de aire	13/4/2022	64,00	0,70	0,50	0,20						
	Inspección del sistema de filtrado	20/4/2022	48,00	1,00	0,80	0,20						
Mayo	Monitoreo de temperaturas	2/5/2022	72,00	0,70	0,40	0,30	64,00	0,02	0,6	1,8	99,12	
	Revisión de conexiones eléctricas	12/5/2022	72,00	0,50	0,40	0,10						
	Reemplazo de componentes desgastados	19/5/2022	48,00	1,00	0,90	0,10						
Junio	Inspección visual	2/6/2022	88,00	0,90	0,50	0,40	66,67	0,02	0,7	1,5	99,01	
	Limpieza de rejilla de ventilación	13/6/2022	64,00	0,90	0,50	0,40						
	Limpieza del intercambiador de calor	20/6/2022	48,00	1,30	1,00	0,30						
Julio	Inspección visual	1/7/2022	80,00	0,90	0,50	0,40	69,33	0,01	0,7	1,4	99,00	
	Revisión de conexiones eléctricas	14/7/2022	80,00	0,50	0,40	0,10						
	Limpieza general	21/7/2022	48,00	1,40	1,20	0,20						
Agosto	Limpieza de filtros de aire	1/8/2022	64,00	0,60	0,40	0,20	61,33	0,02	0,4	2,3	99,30	
	Verificación de fugas de aire	11/8/2022	72,00	0,70	0,50	0,20						
	Monitoreo de temperaturas	18/8/2022	48,00	0,70	0,40	0,30						
Septiembre	Inspección visual	1/9/2022	88,00	0,90	0,50	0,40	69,33	0,01	0,8	1,3	98,86	
	Reemplazo de componentes desgastados	13/9/2022	72,00	1,00	0,90	0,10						
	Limpieza del intercambiador de calor	20/9/2022	48,00	1,30	1,00	0,30						
Octubre	Inspección visual	3/10/2022	80,00	0,90	0,50	0,40	64,00	0,02	0,6	1,7	99,07	
	Limpieza de rejilla de ventilación	12/10/2022	64,00	0,90	0,50	0,40						
	Inspección del sistema de filtrado	19/10/2022	48,00	1,00	0,80	0,20						
Noviembre	Monitoreo de temperaturas	1/11/2022	80,00	0,70	0,40	0,30	66,67	0,02	0,6	1,8	99,16	
	Revisión de conexiones eléctricas	11/11/2022	72,00	0,50	0,40	0,10						
	Reemplazo de componentes desgastados	18/11/2022	48,00	1,00	0,90	0,10						
Diciembre	Inspección visual	1/12/2022	80,00	0,90	0,50	0,40	61,33	0,02	0,7	1,4	98,87	
	Limpieza de filtros de aire	9/12/2022	56,00	0,60	0,40	0,20						
	Limpieza general	18/12/2022	48,00	1,40	1,20	0,20						

Tabla 45. Estadístico Lijadora neumática

		ESTADÍSTICO										
		CEPOLFI										
		Máquina	LJADORA NEUMÁTICA					Elaborado por :	Kevin Nuñez	Revisado por:	Ing. Jorge López	
		Horas de trabajo/día:	8	Fecha de elaboración:			10/12/2023	Código	CPF-AFV-LIN-01			
Mes	Actividades por realizar	Fecha	TO (h)	TP(h)	TR(h)	TM(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	Disp (%)	
		4/1/2022										
Enero	Verificación visual de daños o desgastes	11/1/2022	48,00	0,40	0,20	0,20	48,00	0,02	0,2	4,3	99,52	
	Limpieza de residuos	15/1/2022	32,00	0,60	0,30	0,30						
	Comprobación del filtro de aire	26/1/2022	64,00	0,50	0,20	0,30						
Febrero	Lubricación de partes móviles	5/2/2022	64,00	0,80	0,40	0,40	50,67	0,02	0,3	3,8	99,48	
	Inspección de la presión del aire	11/2/2022	40,00	0,50	0,20	0,30						
	Inspección de las tomas de aire	20/2/2022	48,00	0,40	0,20	0,20						
Marzo	Verificación visual de daños o desgastes	7/3/2022	88,00	0,40	0,20	0,20	72,00	0,01	0,2	4,3	99,68	
	Limpieza de residuos	16/3/2022	64,00	0,60	0,30	0,30						
	Comprobación del filtro de aire	27/3/2022	64,00	0,50	0,20	0,30						
Abril	Lubricación de partes móviles	6/4/2022	64,00	0,80	0,40	0,40	53,33	0,02	0,3	3,8	99,50	
	Inspección de la presión del aire	11/4/2022	32,00	0,50	0,20	0,30						
	Inspección de las tomas de aire	20/4/2022	64,00	0,40	0,20	0,20						
Mayo	Verificación visual de daños o desgastes	2/5/2022	72,00	0,40	0,20	0,20	74,67	0,01	0,4	2,7	99,51	
	Limpieza de residuos	12/5/2022	72,00	0,60	0,30	0,30						
	Lubricación de componentes internos	25/5/2022	80,00	1,00	0,60	0,40						
Junio	Comprobación del filtro de aire	6/6/2022	72,00	0,50	0,20	0,30	66,67	0,02	0,2	5,0	99,70	
	Inspección de la presión del aire	15/6/2022	64,00	0,50	0,20	0,30						
	Inspección de las tomas de aire	25/6/2022	64,00	0,40	0,20	0,20						
Julio	Verificación visual de daños o desgastes	4/7/2022	48,00	0,40	0,20	0,20	61,33	0,02	0,4	2,7	99,41	
	Limpieza de residuos	15/7/2022	80,00	0,60	0,30	0,30						
	Lubricación de componentes internos	25/7/2022	56,00	1,00	0,60	0,40						
Agosto	Comprobación del filtro de aire	2/8/2022	56,00	0,50	0,20	0,30	61,33	0,02	0,2	5,0	99,67	
	Inspección de la presión del aire	11/8/2022	64,00	0,50	0,20	0,30						
	Inspección de las tomas de aire	22/8/2022	64,00	0,40	0,20	0,20						
Septiembre	Verificación visual de daños o desgastes	5/9/2022	88,00	0,40	0,20	0,20	72,00	0,01	0,5	2,1	99,36	
	Limpieza de residuos	16/9/2022	80,00	0,60	0,30	0,30						
	Desmontaje y limpieza profunda de la lijadora	25/9/2022	48,00	1,00	0,90	0,10						
Octubre	Lubricación de partes móviles	5/10/2022	64,00	0,80	0,40	0,40	56,00	0,02	0,3	3,8	99,53	
	Inspección de la presión del aire	12/10/2022	48,00	0,50	0,20	0,30						
	Inspección de las tomas de aire	20/10/2022	56,00	0,40	0,20	0,20						
Noviembre	Comprobación del filtro de aire	2/11/2022	80,00	0,50	0,20	0,30	64,00	0,02	0,2	5,0	99,69	
	Inspección de la presión del aire	14/11/2022	72,00	0,50	0,20	0,30						
	Inspección de las tomas de aire	20/11/2022	40,00	0,40	0,20	0,20						
Diciembre	Lubricación de partes móviles	5/12/2022	88,00	0,80	0,40	0,40	64,00	0,02	0,4	2,7	99,43	
	Verificación y ajuste de la palanca	12/12/2022	48,00	0,50	0,30	0,20						
	Verificación y ajuste de la presión de trabajo	20/12/2022	56,00	0,50	0,40	0,10						

Tabla 46. Estadístico compresor de pistón.

		ESTADÍSTICO										
		CEPOLFI										
		Máquina	COMPRESOR DE PISTÓN		Elaborado por :			Kevin Nuñez	Revisado por:		Ing. Jorge López	
		Horas de trabajo/día:	8	Fecha de elaboración:			10/12/2023		Código	CPF-BOD-CMP-01		
Mes	Actividades por realizar	Fecha	TO (h)	TP(h)	TR(h)	TM(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	Disp (%)	
		3/1/2022										
Enero	Inspección Visual	9/1/2022	40,00	0,50	0,40	0,10	45,33	0,022	0,4	2,5	99,13	
	Cambio de Filtro de Aire	16/1/2022	40,00	0,70	0,40	0,30						
	Inspección de Conexiones y Tornillería	25/1/2022	56,00	0,90	0,40	0,50						
Febrero	Limpieza del Radiador	4/2/2022	72,00	0,60	0,30	0,30	58,67	0,017	0,5	2,1	99,21	
	Drenaje del Tanque de Aire	18/2/2022	88,00	0,50	0,20	0,30						
	Inspección y Ajuste de Correas	21/2/2022	16,00	1,20	0,90	0,30						
Marzo	Monitoreo de Vibraciones	3/3/2022	72,00	0,90	0,80	0,10	61,33	0,016	0,6	1,8	99,08	
	Cambio de Aceite	14/3/2022	64,00	0,80	0,60	0,20						
	Inspección de Válvulas y Sellos	21/3/2022	48,00	0,50	0,30	0,20						
Abril	Verificación de Presión de Operación	4/4/2022	88,00	0,50	0,40	0,10	66,67	0,015	0,4	2,5	99,40	
	Inspección Visual	13/4/2022	64,00	0,50	0,40	0,10						
	Inspección Visual	20/4/2022	48,00	0,50	0,40	0,10						
Mayo	Cambio de Filtro de Aire	2/5/2022	72,00	0,70	0,40	0,30	64,00	0,016	0,4	2,7	99,43	
	Inspección de Conexiones y Tornillería	12/5/2022	72,00	0,90	0,40	0,50						
	Limpieza del Radiador	19/5/2022	48,00	0,60	0,30	0,30						
Junio	Drenaje del Tanque de Aire	2/6/2022	88,00	0,50	0,20	0,30	66,67	0,015	0,6	1,6	99,06	
	Inspección y Ajuste de Correas	13/6/2022	64,00	1,20	0,90	0,30						
	Monitoreo de Vibraciones	20/6/2022	48,00	0,90	0,80	0,10						
Julio	Cambio de Aceite	1/7/2022	80,00	0,80	0,60	0,20	69,33	0,014	0,4	2,3	99,38	
	Inspección de Válvulas y Sellos	14/7/2022	80,00	0,50	0,30	0,20						
	Verificación de Presión de Operación	21/7/2022	48,00	0,50	0,40	0,10						
Agosto	Inspección Visual	3/8/2022	80,00	0,50	0,40	0,10	61,33	0,016	0,4	2,5	99,35	
	Inspección Visual	11/8/2022	56,00	0,50	0,40	0,10						
	Cambio de Filtro de Aire	18/8/2022	48,00	0,70	0,40	0,30						
Septiembre	Inspección de Conexiones y Tornillería	1/9/2022	88,00	0,90	0,40	0,50	69,33	0,014	0,3	3,3	99,57	
	Limpieza del Radiador	13/9/2022	72,00	0,60	0,30	0,30						
	Drenaje del Tanque de Aire	20/9/2022	48,00	0,50	0,20	0,30						
Octubre	Inspección y Ajuste de Correas	3/10/2022	80,00	1,20	0,90	0,30	64,00	0,016	0,8	1,3	98,82	
	Monitoreo de Vibraciones	12/10/2022	64,00	0,90	0,80	0,10						
	Cambio de Aceite	19/10/2022	48,00	0,80	0,60	0,20						
Noviembre	Inspección de Válvulas y Sellos	1/11/2022	80,00	0,50	0,30	0,20	66,67	0,015	0,4	2,7	99,45	
	Verificación de Presión de Operación	11/11/2022	72,00	0,50	0,40	0,10						
	Inspección Visual	20/11/2022	48,00	0,50	0,40	0,10						
Diciembre	Inspección Visual	1/12/2022	72,00	0,50	0,40	0,10	58,67	0,017	0,4	2,5	99,32	
	Cambio de Filtro de Aire	7/12/2022	40,00	0,70	0,40	0,30						
	Inspección de Conexiones y Tornillería	16/12/2022	64,00	0,90	0,40	0,50						

ANEXO 2
Matriz AMFE de la maquinaria

Tabla 47. Matriz AMFE Inyectora de poliuretano.

		Matriz AMFE									
		Elaborado por:		Kevin Nuñez	Revisado por:		Ing. Jorge López	Fecha elaboración		10/12/2023	
		INYECTORA DE POLIURETANO							Código		CPF-APU-INY-01
N°		Función	Falla funcional	Modo de fallos	Causa raíz	Efecto	Valoración				Recomendaciones
							G	F	D	IPR	
1	Bomba dosificadora polioli/Isocianato	Dosificar y bombear el componente A (poliol) y B (Isocianato) de manera controlada, asegurando una proporción precisa en la mezcla.	No dosifica	Obstrucción	Residuos de la mezcla endurecida	Paro de operación, pérdida de la capacidad de dosificación del polioli	10	4	5	200	Inspeccionar la bomba en busca de signos de obstrucción o corrosión.
			Disminución de la velocidad de dosificación	Desgaste	Desgaste causado por el funcionamiento cotidiano	Dosificación irregular del Isocianato	8	4	3	96	limpieza y lubricación del motor para prolongar la vida útil
2	Motor de bomba dosificadora Polioli/Iso	Proporcionar la potencia necesaria para el funcionamiento de la bomba dosificadora	Pérdida de potencia	Desgaste	Desgaste en los rodamientos	Ruido excesivo, vibraciones	8	2	4	64	Cambiar las piezas desgastadas según lo necesite
			Proporcionar la potencia necesaria para el funcionamiento de la bomba dosificadora	Sobrecalentamiento del motor	Contaminación	Residuos, polvo o suciedad	Abrasiones y daños en las superficies en contacto	9	2	5	90
3	Tanque mezcladora Polioli/Iso	Almacenar y mezclar los componentes antes de su uso en el proceso de mezcla.	Líquido bajo el tanque	Fugas	Falta de presión en los tornillos	Perdida del compuesto	6	3	5	90	Limpiar la superficie de los tornillos, remplazarlos de ser necesario.
			Almacenar y mezclar los componentes antes de su uso en el proceso de mezcla.	corrosión de la superficie del tanque	Corrosión	Corrosión en el recubrimiento interno capacidad de almacenamiento.	Degradación de las propiedades del tanque	6	4	4	96

Tabla 47. Matriz AMFE Inyectora de poliuretano(continuación).

		Matriz AMFE									
		Elaborado por:	Kevin Nuñez	Revisado por:	Ing. Jorge López	Fecha elaboración	10/12/2023				
		INYECTORA DE POLIURETANO					Código		CPF-APU-INY-01		
N°	Componente	Función	Falla funcional	Modo de fallos	Causa raíz	Efecto	Valoración				Recomendaciones
							G	F	D	IPR	
4	Filtro de materia prima	Filtrar impurezas y partículas del componente A y B antes de que ingresen al proceso de mezcla.	Filtro Tapado	Obstrucción	Acumulación de partículas en el filtro provoca obstrucción, permitiendo la entrada de impurezas al sistema.	Entrada de impurezas en el sistema de dosificación	6	4	4	96	Realizar un mantenimiento regular del filtro y cambiarlo según las recomendaciones del fabricante.
5	Mangueras de suministro	Conducir los componentes A y B desde sus respectivos tanques hasta la mezcladora o cabezal de llenado.	Fugas en las mangueras	Desgaste	Desgaste o daño en las mangueras resulta en fugas, causando pérdida de componentes y descontrol en la dosificación.	Pérdida de componentes y descontrol en la dosificación	7	3	4	84	Inspeccionar visualmente las mangueras y reemplazarlas si se detecta desgaste. Almacenar adecuadamente las mangueras.
6	Panel de control central	Permitir la configuración, monitoreo y control de todo el sistema de dosificación y mezcla desde un punto central.	Desconfiguración del dispositivo	Uso Incorrecto	Mal manejo del usuario o fallo en el software provoca desconfiguración, resultando en pérdida de control sobre el sistema.	Pérdida de control sobre el sistema de dosificación	8	2	4	64	Proporcionar capacitación adecuada al personal. Actualizar y mantener el software según las recomendaciones del fabricante.
7	Estructura riel	Proporcionar el soporte y la base física para todos los componentes, manteniendo la estabilidad y seguridad del sistema.	Desgaste prematuro	Fatiga	Desgaste prematuro en la estructura causa inestabilidad y riesgo de fallo en condiciones ambientales adversas.	Inestabilidad estructural y riesgo de fallo	8	3	4	96	Realizar inspecciones estructurales periódicas y abordar cualquier desgaste identificado. Mantener condiciones ambientales estables.

Tabla 47. Matriz AMFE Inyectora de poliuretano(continuación).

		Matriz AMFE									
		Elaborado por		Kevin Nuñez	Revisado por		Ing. Jorge López		Fecha elaboración		10/12/2023
		INYECTORA DE POLIURETANO							Código		CPF-APU-INY-01
N°	Componente	Función	Falla funcional	Modo de fallos	Causa raíz	Efecto	Valoración				Recomendaciones
							G	F	D	IPR	
9	Sensores de temperatura	Monitorear la temperatura en varias partes del sistema para garantizar condiciones óptimas de mezcla.	Descontrol en la medición	Calibración incorrecta	Calibración incorrecta o daño en los sensores resulta en pérdida de precisión en la medición de temperatura.	Pérdida de precisión en la medición de temperatura	5	2	6	60	Calibrar y mantener regularmente los sensores. Reemplazar si se detectan problemas durante las pruebas de funcionamiento.
10	Sensores de nivel	Detectar el nivel de los componentes en los tanques para evitar situaciones de sobrecarga o falta de material.	Descontrol en la medición	Calibración incorrecta	Calibración incorrecta o daño en los sensores resulta en pérdida de precisión en la medición de nivel.	Pérdida de precisión en la medición de nivel	5	1	8	40	Calibrar y mantener regularmente los sensores. Reemplazar si se detectan problemas durante las pruebas de funcionamiento.
11	Cabezal de mezcla	Ser el punto donde se lleva a cabo la mezcla controlada de los componentes A y B para iniciar la reacción química y formar la espuma de poliuretano.	Desmezcla o mezcla incorrecta	Desgaste	Desgaste o desalineación en el cabezal resulta en desmezcla o mezcla incorrecta, afectando la calidad del producto final.	Problemas en la calidad de la mezcla	6	3	7	126	Realizar mantenimiento regular al cabezal y reemplazar partes desgastadas. Asegurar alineación adecuada.
12	Electroválvulas	Controlar el flujo de los componentes A y B en el sistema, permitiendo o bloqueando el paso según sea necesario para el proceso de mezcla.	Pérdida de control	Obstrucción	Obstrucción o fallo en las válvulas provoca pérdida de control en el flujo de los componentes.	Descontrol en el flujo de componentes	7	4	6	168	Realizar mantenimiento regular a las válvulas y verificar su funcionamiento.

Tabla 47. Matriz AMFE Inyectora de poliuretano(continuación).

		Matriz AMFE									
		Elaborado por:	Kevin Nuñez	Revisado por:	Ing. Jorge López	Fecha elaboración	10/12/2023	Código		CPF-APU-INY-01	
		INYECTORA DE POLIURETANO						Valoración		Recomendaciones	
N°	Componente	Función	Falla funcional	Modo de fallos	Causa raíz	Efecto	G	F	D		IPR
13	Botón de parada de emergencia	Detener el funcionamiento de la máquina de la forma más rápida posible.	Atascamiento del pulsador	Obstrucción	Exceso de impurezas por falta de manipulación	Paro operacional	4	3	3	36	Revisar que el movimiento del pulsador, si es deficiente, reemplazar el componente.
14	Tubería	Enviar el aire comprimido hacia los lugares de trabajo.	Rotura y fuga de aire a lo largo de la tubería	Rotura	Uso cotidiano o aumentos repentinos de presión	Pérdida de presión a la salida y exceso de carga.	5	4	4	80	Revisar las lecturas de presión y en caso de anomalías revisar y reparar la tubería.
15	Elementos de sujeción	Mantener la unión entre dos o más elementos de la máquina.	Oxidación de metales (pernos, tuercas, arandelas, etc)	Desgaste	Reacción de los metales con el aire	Pérdida de propiedades de los materiales	6	4	4	96	Supervisar constantemente las uniones (retirar el óxido y aplicar pintura antioxidante)
16	Estructura de soporte	Proteger los componentes del compresor de aire.	Oxidación de metales	Desgaste	Reacción de los metales con el aire	Pérdida de propiedades del material del compresor.	4	3	3	36	Aplicar pintura antioxidante en las partes afectadas.
							Promedio		89		

Tabla 48. Matriz AMFE Compresor de tornillo.

		Matriz AMFE									
		Elaborado por:	Kevin Nuñez	Revisado por:	Ing. Jorge López	Fecha elaboración	10/12/2023	COMPRESOR DE TORNILLO			
N°	Componente	Función	Falla funcional	Modo de fallos	Causa raíz	Efecto	Valoración				Recomendaciones
							G	F	D	IPR	
1	Estructura	Proteger los componentes del compresor de aire.	Oxidación de metales	Desgaste	Reacción de los metales con el aire	Pérdida de propiedades del material del compresor.	5	2	2	20	Aplicar pintura antioxidante en las partes afectadas.
2	Filtro de aire	Evitar que las partículas de suciedad ingresen a la máquina.	Obstrucción del paso normal del aire	Obstrucción	Exceso de partículas e impurezas atrapadas	Deficiente caudal de aire en tuberías.	5	5	2	50	Realizar la limpieza periódica el filtro del aire.
3	Depósito de aire	Separar la mayor parte de aceite de la mezcla de aire comprimido y aceite por acción centrifuga.	Corrosión	Desgaste	Acumulación de condensado en el depósito.	Pérdida de propiedades del material depósito	4	4	4	64	Despresurizar el depósito de aire con mayor frecuencia.
4	Válvula de entrada	Ingresar aire hacia la máquina.	Daño del mecanismo de apertura y cierre	Avería	Desgaste causado por el funcionamiento cotidiano	Paro operacional	4	2	2	16	Supervisar constantemente el mecanismo de la válvula.
5	Refrigerador de aire	Reducir la temperatura del aire.	Aumento de temperatura del aire comprimido.	Obstrucción	Exceso de partículas e impurezas atrapadas	Disminución de la eficiencia	6	3	4	72	Limpiar constantemente el refrigerador de aire y sus ventiladores.
6	Colector de condensado	Recoger el condensado del refrigerador de aire.	Corrosión	Desgaste	Acumulación de condensado.	Perdida de propiedades del material del colector.	5	5	5	125	Evitar que se quede condensado en este componente.
7	Válvula de presión mínima	Impedir que la presión del depósito caiga por debajo de la presión mínima.	Presión de aire por debajo del mínimo.	Desgaste	Desgaste propio del funcionamiento cotidiano.	Paro operacional	7	3	3	63	Supervisar que la presión se encuentre dentro de los límites de trabajo.
8	Válvula antirretorno	Evitar el retroceso del aire comprimido.	El compresor no se detiene y arranca continuamente.	Avería/Rotura	Rotura de tubería por exceso de presión	Fallo del compresor	5	3	5	75	Reemplazar en caso de avería y comprobar el estado de la tubería.
9	Válvula de salida	Permitir la salida de aire comprimido seco.	Daño del mecanismo de apertura y cierre	Avería	Desgaste causado por el funcionamiento cotidiano	Paro operacional	6	2	5	60	Supervisar constantemente el mecanismo de la válvula.

Tabla 48. Matriz AMFE Compresor de tornillo (continuación).

		Matriz AMFE									
		Elaborado por:	Kevin Nuñez	Revisado por:	Ing. Jorge López	Fecha elaboración	10/12/2023				
		COMPRESOR DE TORNILLO						Código		CPF-BOD-CTO-01	
N°	Componente	Función	Falla funcional	Modo de fallos	Causa raíz	Efecto	Valoración				Recomendaciones
							G	F	D	IPR	
10	Refrigerador de aceite	Reducir la temperatura del aceite.	Aumento de temperatura del aceite.	Obstrucción	Exceso de partículas e impurezas atrapadas	Recalentamiento general del sistema.	6	2	6	72	Limpiar constantemente el refrigerador de aceite y sus ventiladores.
12	Panel de Control	Monitoriza los componentes que se encuentran sujetos a servicio.	Desconfiguración del dispositivo	Descalibración	Manipulación incorrecta o fallo del suministro eléctrico	Paro operacional	8	2	3	48	Capacitar al operario para que realice una adecuada utilización del equipo.
13	Ventilador de refrigeración	Impulsar el aire sobre los refrigeradores, este se desconecta en dependencia de las condiciones de funcionamiento.	Rotura de aspas	Rotura	Funcionamiento cotidiano o incrustación de partículas	Recalentamiento general de la máquina	5	4	3	60	Limpiar constantemente el refrigerador de aire y sus ventiladores.
15	Regulador	Reducir o aumentar la velocidad del motor.	Descontrolado aumento o disminución de presión.	Descalibración	Desconfiguración del sistema de regulación o manipulación incorrecta.	Tuberías o componentes averiados	7	3	5	105	Capacitar al operario para que realice una adecuada utilización del equipo.
16	Filtro de aceite	Filtrar el aceite que se encuentra en el depósito de aire.	Obstrucción del paso normal del aceite	Obstrucción	Exceso de partículas e impurezas atrapadas	Aceite con partículas	7	5	4	140	Revisar y de ser necesario reemplazar el filtro de aceite
17	Separador de aceite	Eliminar el aceite restante que no se pudo separar en el depósito de aire.	Separación insuficiente de aire y aceite	Avería	Desgaste propio del funcionamiento cotidiano.	Aire comprimido contaminado.	3	3	6	54	Comprobar la calidad del aire comprimido a la salida de la máquina.
18	Válvula de derivación termostática	Evitar que el aceite fluya a través del refrigerador de aceite cuando la temperatura del aceite es baja.	Desgaste prematuro de componentes del compresor	Avería	Temperatura del aceite demasiado baja	Paro operacional	4	3	6	72	Revisar que la temperatura del aceite se encuentre dentro de los rangos recomendados.
19	Botón de encendido	Iniciar el funcionamiento del compresor de aire.	Rotura o desgaste del pulsador.	Rotura/Desgaste	Manipulación incorrecta y uso cotidiano	Paro operacional	5	2	4	40	Revisar que el movimiento del pulsador, si es deficiente, reemplazar el componente.
20	Botón de parado de emergencia	Detener el funcionamiento de la máquina de la forma más rápida posible.	Atascamiento del pulsador	Obstrucción	Exceso de impurezas por falta de manipulación	Paro operacional	6	2	5	60	Revisar que el movimiento del pulsador, si es deficiente, reemplazar el componente.

Tabla 48. Matriz AMFE Compresor de tornillo (continuación).

		Matriz AMFE									
		Elaborado por:		Kevin Nuñez	Revisado por:		Ing. Jorge López		Fecha elaboración		10/12/2023
		COMPRESOR DE TORNILLO								Código	
N°	Componente	Función	Falla funcional	Modo de fallos	Causa raíz	Efecto	Valoración				Recomendaciones
							G	F	D	IPR	
21	Tubería	Enviar el aire comprimido hacia los lugares de trabajo.	Rotura y fuga de aire a lo largo de la tubería	Rotura	Uso cotidiano o aumentos repentinos de presión	Pérdida de presión a la salida y exceso de carga para el compresor.	5	5	3	75	Revisar las lecturas de presión y en caso de anomalías revisar y reparar la tubería.
22	Cables de conexión	Transmitir la energía eléctrica entre los diferentes componentes.	Rotura del cableado	Rotura	Cortocircuito	Paro operacional	6	4	5	120	Supervisar y limpiar constantemente los cableados y evitar exposición a medios externos que supongan un riesgo a su funcionalidad.
23	Elementos de sujeción	Mantener la unión entre dos o más elementos de la máquina.	Oxidación de metales (pernos, tuercas, arandelas, etc)	Desgaste	Reacción de los metales con el aire	Pérdida de propiedades de los materiales	5	4	4	80	Supervisar constantemente las uniones (retirar el óxido y aplicar pintura antioxidante)
24	Transformador	Variar los valores de tensión en el circuito CA para mantener la potencia.	Alimentación eléctrica ineficiente.	Avería	Estrés térmico del sistema eléctrico	Baja calidad del suministro eléctrico.	8	3	5	120	Revisar los componentes del armario eléctrico luego de un fallo del suministro eléctrico.
25	Disyuntor	Detener el flujo eléctrico cuando existe una diferencia entre corriente de entrada y salida.	Salto sin sentido	Avería	Desgaste causado por el funcionamiento cotidiano	Baja calidad del suministro eléctrico.	4	4	6	96	Revisar los componentes del armario eléctrico luego de un fallo del suministro eléctrico.
26	Contactador	Devolver o interrumpir la corriente eléctrica de una carga.	Alimentación sin corriente eléctrica	Desgaste	El contacto no cierra producto del desgaste por funcionamiento cotidiano.	Paro operacional	4	5	6	120	Revisar los componentes del armario eléctrico luego de un fallo del suministro eléctrico.
27	Convertidor de frecuencia	Controlar la velocidad del motor con el fin de que la electricidad se acople a la demanda.	Sobretensión en el circuito eléctrico	Avería	Fallo del suministro eléctrico.	Paro operacional	7	2	8	112	Revisar los componentes del armario eléctrico luego de un fallo del suministro eléctrico.
							Promedio		89		

Tabla 49. Matriz AMFE Esmeril de mesa.

		Matriz AMFE									
		Elaborado por:	Kevin Nuñez	Revisado por:	Ing. Jorge López	Fecha elaboración	10/12/2023	Código			
N°	Componente	Función	Falla funcional	Modo de fallos	Causa raíz	Efecto	Valoración				Recomendaciones
							G	F	D	IPR	
1	Protectores contra chispas	Evitar tener contacto con las chispas generadas por la abrasión del metal	Fisuras en el protector	Desgaste	Desgaste producido por el uso cotidiano	Perdida de las propiedades del material del protector	6	3	3	54	Inspeccionar las caras del protector y cambiar la pieza si es necesario
2	Cubierta de protección	Cubrir de cualquier material o rechazo que salga del disco hacia el operador	fisuras, rayaduras	Desgaste	Producto del uso cotidiano	Golpes por el rechazo de los residuos de la piedra del esmeril	5	3	3	45	Inspeccionar las caras del protector y cambiar la pieza si es necesario
3	Base del motor	Estabilizar el motor	Oxidación de la base	Corrosión	Humedad en la base del motor	Reducción de la resistencia de la base	7	4	3	84	Mantener la base limpia y seca para evitar la oxidación
4	Piedra de Esmeril	Pulir, desgastar o eliminar el material	Desalineación de la piedra de esmeril	Desalineación	Mala instalación de los discos en el eje	Vibración inesperada	6	3	4	72	revisar si los discos del esmeril están alineados correctamente hasta el final del eje
5	Pedestal de descanso	Apoyar la herramienta manteniéndolo estable	Desplazamientos imprevistos del pedestal	Rotura	Golpes por mala manipulación o instalación	Inestabilidad en el apoyo de la herramienta o material	6	4	4	96	Inspeccionar antes de su uso y cambiarlo si se encuentra en malas condiciones.
6	Interruptor	Prender y apagar el motor eléctrico	Existe resistencia para accionar el interruptor	Obstrucción	Partículas de impurezas dentro del interruptor	Difícil accionar del interruptor	4	4	2	32	Limpiar el interruptor luego de cada uso del esmeril
7	Pernos/Tuercas	Ajustar los componentes evitando que se desarmen	Fisuras en el Perno	Sobrecarga	Exceso de fuerza al apretar el perno	Daño por movimientos inesperados a la máquina	6	2	4	48	Apretar los pernos a la fuerza adecuada sin excederse
8	Eje	Soportar las muelas abrasivas	Disminución de las dimensiones del diámetro en el eje	Desgaste	Desgaste producido por el uso cotidiano	Produce ruidos anormales al girar	7	2	6	84	Inspeccionar los discos con regularidad para detectar signos de desgaste o daño
9	Motor eléctrico	Girar los discos a altas revoluciones	Rodamientos desgastados	Desgaste	Desgaste producido por el uso cotidiano	Ruido excesivo en el motor	8	3	6	144	Inspeccionar periódicamente el interior del motor y cambiar las piezas desgastadas
			Aumento de temperatura	Desgaste	Mala lubricación del motor	Degradación más rápida del motor disminuyendo la vida útil	8	4	3	96	Revisar la temperatura de la superficie del motor y limpiar impurezas existentes
10	Cable de alimentación	Conducir la corriente hacia el motor	Falla de aislamiento	Desgaste	Humedad existente alrededor del cable	Cortocircuito en el cable	5	4	4	80	Evitar dejar el cable expuesto a líquidos en el suelo
11	Mesa	Sostener el esmeril	Oxidación en la estructura	Corrosión	Humedad existente alrededor de la estructura	Reducción de la resistencia de la estructura	8	2	3	48	Mantener seca el área del esmeril y limpiar periódicamente la mesa.
							Promedio		74		

Tabla 50. Matriz AMFE Taladro de Mesa

		Matriz AMFE							Fecha elaboración		10/12/2023
		Elaborado por:	Kevin Nuñez	Revisado por:	Ing. Jorge López			Código		CPF-APU-TDM-01	
		TALADRO DE MESA							Código		CPF-APU-TDM-01
N°	Componente	Función	Falla funcional	Modo de fallos	Causa raíz	Efecto	Valoración				Recomendaciones
1	Portabrocas	Permite sostener la broca o mecha para realizar una perforación	Mal ajuste	Deterioro	No ajustar con la llave indicada.	Falta de ajuste del portabrocas	8	5	3	120	Usar la llave indicada para ajustar el portabrocas
2	Mesa	Sostener objetos mecánicos para ser perforados y sostener la Entenalla	Deformación	Deformación	Exceso de peso	Superficie cóncava	4	6	3	72	No exceder el peso de objetos
3	Columna	Dar estructura y unir el portabrocas con la base y la mesa	Vibraciones	Fisuración	Exceso de revoluciones al taladrar	Daña el portabrocas y la mesa	6	5	4	120	Verificar las rpm de acuerdo con el material a taladrar
4	Soporte	Permite sostener la mesa conectada a la columna	Desgaste de pines	Desgaste	Uso de la máquina	Fugas entre el soporte y los brazos	6	3	4	72	Cambiar los bocines dependiendo del uso del elevador
5	Base	Dar estructura y equilibrio unido por el soporte, la columna y el motor	Exceso de peso	Deformación	Objetos para taladrar muy pesado	Taladro desnivelado	3	5	4	60	No exceder el peso indicado
6	Motor	Generar movimiento transmitido por las bandas al portabrocas	Perdida de Potencia	Desgaste	Desgaste de consumible	Falla del motor, perdida de potencia	3	6	7	126	Cambiar los consumibles de motor
7	Polea	Transmitir movimiento por medio de las bandas	Rotura	Fractura	Exceso de tensión	Maltrato a las bandas	3	7	2	42	Revisar la tensión de la banda
8	Banda	Transmitir el movimiento del motor eléctrico al portabrocas	Deterioro	Desgaste	Falta de Tensión	Patinan las bandas	6	3	5	90	Revisar la tensión de la banda
9	Manivela	Convertir el movimiento rectilíneo en movimiento circular, subiendo o bajando la mesa	Desgaste del estriado	Deformación	Tiempo de uso	Fuga entre la manivela y el estriado del soporte	4	6	3	72	Revisar que este ajustado el prisionero de la manivela
10	Entenalla	Mantener fijos los objetos para ser taladrados	Oxidación	Corrosión	Falta de lubricación partes móviles	corrosión de materiales y mala sujeción	5	3	3	45	Mantener limpio y lubricado las partes móviles
							Promedio		82		

Tabla 51. Matriz AMFE Bomba de agua.

		Matriz AMFE								Fecha elaboración	10/12/2023	
		Elaborado por:	Kevin Nuñez	Revisado por:	Ing. Jorge López			Código				CPF-BOD-BOM-01
		BOMBA DE AGUA						Valoración				Recomendaciones
N°	Componente	Función	Falla funcional	Modo de fallos	Causa raíz	Efecto	G	F	D	IPR		
1	Carcasa	Proporcionar estructura y soporte a la bomba centrífuga.	Pérdida de integridad estructural, riesgo de contaminación.	Corrosión	Ambiente corrosivo	Reducción de la integridad estructural, pérdida de eficiencia.	7	2	5	70	Realizar inspecciones periódicas para identificar y tratar signos de corrosión. Proteger la carcasa contra ambientes corrosivos si es necesario.	
2	Rotor	Girar dentro de la carcasa, generando energía cinética para el fluido.	Pérdida de equilibrio, vibraciones anormales.	Desbalance	Fabricación desigual, acumulación de sedimentos	Vibraciones, desgaste prematuro, pérdida de eficiencia.	6	3	6	108	Realizar equilibrado preciso durante la fabricación. Mantener la limpieza del sistema.	
3	Cojinete	Soportar y guiar el eje, permitiendo su rotación.	Desgaste, aumento de la fricción.	Desgaste	Falta de lubricación, contaminación	Vibraciones, fricción, fallo del rotor.	8	2	4	64	Implementar un programa de lubricación y mantenimiento regular. Verificar y cambiar los cojinetes según el programa de mantenimiento.	
4	Retenedor	Mantener el lubricante dentro del cojinete y evitar la entrada de contaminantes.	Fuga de fluido, pérdida de contención.	Fuga	Desgaste, envejecimiento del material, mal montaje	Pérdida de lubricante, contaminación, fallo del cojinete.	7	2	7	98	Realizar inspecciones visuales periódicas. Reemplazar los retenedores según el programa de mantenimiento.	
5	Eje impulsor	Transmitir el movimiento del motor al rotor de la bomba.	Deformación, pérdida de alineación.	Deformación	Sobrecarga, temperatura elevada	Desalineación, vibraciones, fallo del rotor.	6	2	6	72	Monitorear la carga del motor y la temperatura. Evitar condiciones de sobrecarga.	
6	Rodamiento	Soportar cargas y permitir el movimiento rotativo del eje.	Desgaste, aumento de la fricción.	Desgaste	Falta de lubricación, contaminación	Vibraciones, fricción, fallo del eje.	8	2	4	64	Implementar un programa de lubricación y mantenimiento regular. Verificar y cambiar los rodamientos según el programa de mantenimiento.	
7	Motor	Proporcionar la potencia necesaria para el funcionamiento de la bomba.	Pérdida de potencia, interrupción del funcionamiento.	Falla eléctrica	Sobrecarga, variaciones de voltaje	Detención de la bomba, pérdida de flujo.	7	4	4	112	Mantener un sistema eléctrico confiable. Realizar mantenimiento preventivo del motor.	

Tabla 51. Matriz AMFE Bomba de agua (continuación).

		Matriz AMFE									
		Elaborado por:	Kevin Nuñez	Revisado por:	Ing. Jorge López	Fecha elaboración	10/12/2023				
		BOMBA DE AGUA						Código		CPF-BOD-BOM-01	
N°	Componente	Función	Falla funcional	Modo de fallos	Causa raíz	Efecto	Valoración				Recomendaciones
							G	F	D	IPR	
8	Panel de Control	Controlar y supervisar las operaciones del motor y la bomba.	Falla en el sistema de control, lecturas incorrectas del sensor de nivel.	Falla de control	Falla del sistema eléctrico, mal funcionamiento del motor	Pérdida de control del motor y la bomba.	6	5	4	120	Implementar un programa de mantenimiento del sistema eléctrico. Capacitar al personal en el uso del panel de control.
9	Estator	Formar parte del motor eléctrico y generar el campo magnético necesario para el funcionamiento.	Cortocircuito, pérdida de aislamiento.	Cortocircuito	Desgaste, variaciones de voltaje	Sobrecalentamiento, pérdida de potencia.	9	4	3	108	Mantener un sistema eléctrico confiable. Realizar mantenimiento preventivo del motor.
10	Cámara de aspiración	Permitir la entrada de fluido a la bomba.	Obstrucción del flujo de aire.	Obstrucción	Presencia de sólidos, acumulación de sedimentos	Reducción del flujo, pérdida de eficiencia.	6	2	6	72	Implementar filtros y dispositivos de separación de sólidos. Realizar limpieza periódica.
11	Cámara de descarga	Permitir la salida del fluido bombeado.	Obstrucción del flujo de aire, fugas.	Obstrucción	Presencia de sólidos, acumulación de sedimentos	Reducción del flujo, pérdida de eficiencia.	6	2	6	72	Implementar filtros y dispositivos de separación de sólidos. Realizar limpieza periódica.
12	Condensador	Contribuir al sistema de refrigeración del motor.	Obstrucción, corrosión.	Falla térmica	Sobrecalentamiento del motor	Pérdida de eficiencia del motor, riesgo de daño por calor.	7	2	5	70	Mantener un sistema de refrigeración eficiente. Realizar inspecciones regulares del condensador.
13	Sello mecánico	Evitar fugas de fluido entre el eje y la carcasa.	Fuga de fluido, contaminación.	Fuga	Desgaste, contaminación, mal montaje	Pérdida de fluido, contaminación del sistema.	8	3	4	96	Realizar inspecciones periódicas. Reemplazar los sellos según el programa de mantenimiento.
							Promedio		87		

Tabla 52. Matriz AMFE Soldadora Tig.

		Matriz AMFE						Fecha elaboración				10/12/2023
		Elaborado por:		Kevin Nuñez	Revisado por:		Ing. Jorge López		Código			
		SOLDADORA TIG						Valoración				Recomendaciones
N°	Componente	Función	Falla funcional	Modo de fallos	Causa raíz	Efecto	Valoración					
							G	F	D	IPR		
1	Antorcha	Dirigir y controlar el arco de soldadura, suministra gas protector y sostiene el electrodo.	Pérdida de control del arco	Desgaste o daño mecánico	Uso continuo o impactos	Pérdida de control del arco	3	7	5	105	Inspeccionar y reemplazar piezas desgastadas.	
2	Regulador de presión	Regular y controlar la presión del gas utilizado para proteger el arco de soldadura.	Pérdida de suministro de gas	Fuga de gas	Desgaste o mal ajuste	Pérdida de presión de gas	4	5	4	80	Inspeccionar y reemplazar regulador defectuoso.	
3	Cilindro de gas protector	Almacenar y suministrar gas protector para prevenir la contaminación del arco de soldadura.	Pérdida de protección durante la soldadura	Fuga de gas	Daño o corrosión	Pérdida de gas protector	6	3	3	54	Inspeccionar y reemplazar cilindro defectuoso.	
4	Manguera de suministro de gas	Conducir el gas protector desde el cilindro hasta la antorcha.	Pérdida de suministro de gas	Fuga de gas	Desgaste o daño mecánico	Pérdida de presión de gas	4	6	3	72	Inspeccionar y reemplazar manguera dañada.	
5	Fuente de energía	Proporcionar la corriente eléctrica necesaria para el arco de soldadura.	Pérdida de capacidad para soldar	Falla eléctrica	Desgaste, sobrecarga o fallo interno	Pérdida de suministro de energía eléctrica	8	3	4	96	Inspeccionar y realizar limpieza general	
6	Cable de potencia	Conducir la corriente eléctrica desde la fuente de energía a la antorcha.	Pérdida de capacidad para soldar	Cortocircuito o daño mecánico	Desgaste o exposición a elementos	Pérdida de conexión eléctrica	7	3	4	84	Inspeccionar y reemplazar cables dañados.	
7	Pinza de masa	Establecer una conexión eléctrica segura a la pieza de trabajo para cerrar el circuito.	Pérdida de capacidad para soldar	Conexión deficiente o daño	Desgaste o corrosión	Pérdida de conexión a tierra	4	3	3	36	Inspeccionar y mantener conexiones limpias y seguras.	
8	Boquilla	Dirigir y proteger el flujo de gas y ayuda a dar forma al arco de soldadura.	Pérdida de calidad en la soldadura	Desgaste o obstrucción	Uso continuo o acumulación de residuos	Deterioro de la calidad del arco	7	3	6	126	Usar pasta para evitar desgaste en la boquilla	
9	Unidad de control	Controlar y regular diversos parámetros de soldadura, como la corriente y el tiempo de encendido.	Pérdida de capacidad para soldar	Falla electrónica	Desgaste, sobrecarga o fallo interno	Pérdida de control sobre la soldadura	6	4	3	72	Limpia la unidad evitando recalentamientos	
10	Electrodo de tungsteno	Conducir la corriente eléctrica al arco de soldadura y resiste altas temperaturas.	Pérdida de calidad en la soldadura	Desgaste o contaminación	Uso continuo o contacto con materiales	Pérdida de calidad en la soldadura	5	7	4	140	Inspeccionar y reemplazar según desgaste o contaminación.	
							Promedio			87		

Tabla 53. Matriz AMFE Secador de aire.

		Matriz AMFE									
		Elaborado por:	Kevin Nuñez	Revisado por:	Ing. Jorge López	Fecha elaboración	10/12/2023	Código			
N°	Componente	Función	Falla funcional	Modo de fallos	Causa raíz	Efecto	Valoración				Recomendaciones
							G	F	D	IPR	
1	Cables de Conexión	Proporcionar alimentación eléctrica al secador de aire comprimido.	Pérdida de alimentación eléctrica	Cortocircuito o Desgaste	Uso continuo o daño mecánico	Interrupción de la conexión eléctrica	8	3	3	72	Inspeccionar regularmente en busca de daños, desgaste o cortocircuitos. Realizar conexiones seguras y asegurarse de que estén protegidas contra el daño mecánico.
2	Controlador	Gestionar y controlar las operaciones del secador, supervisando parámetros clave como la temperatura, la presión y el tiempo de funcionamiento.	Pérdida de capacidad para secar aire comprimido	Falla electrónica o Desgaste	Desgaste, sobrecarga o fallo interno	Pérdida de control sobre el secador	9	2	5	90	Realizar mantenimiento preventivo, incluyendo actualizaciones de software si es necesario. Verificar la configuración del controlador periódicamente y ajustarla según sea necesario.
3	Purgador	Eliminar de manera automática el condensado acumulado en el sistema de aire comprimido, garantizando un funcionamiento eficiente y evitando daños en las herramientas y equipos.	Pérdida de capacidad para eliminar condensado	Fuga de aire o Bloqueo	Desgaste o acumulación de residuos	Reducción de eficiencia en la purga	6	3	7	126	Inspeccionar y limpiar el purgador con regularidad para evitar obstrucciones. Verificar su funcionamiento mediante pruebas periódicas.
4	Interruptor térmico	Proteger el secador contra el sobrecalentamiento, desconectando la alimentación eléctrica en caso de temperaturas elevadas.	Pérdida de capacidad para secar aire comprimido	Desconexión por sobrecalentamiento	Sobrecarga térmica o falla interna	Parada del secador debido al sobrecalentamiento	7	3	4	84	Mantener el entorno alrededor del interruptor térmico libre de obstrucciones y asegurar una ventilación adecuada. Realizar pruebas periódicas del interruptor térmico para garantizar su funcionamiento.
5	Válvula de Drenaje de Condensado	Permitir la salida controlada del condensado del sistema, evitando acumulaciones perjudiciales y garantizando un rendimiento óptimo.	Pérdida de capacidad para eliminar condensado	Fuga de aire o Bloqueo	Desgaste o acumulación de residuos	Reducción de eficiencia en la eliminación de condensado	6	3	5	90	Inspeccionar y limpiar la válvula de drenaje de condensado de forma regular para evitar bloqueos. Verificar el sistema de drenaje completo para asegurarse de su eficiencia.

Tabla 53. Matriz AMFE Secador de aire (continuación).

		Matriz AMFE						Fecha elaboración				10/12/2023
		Elaborado por:	Kevin Nuñez	Revisado por:	Ing. Jorge López		Código	CPF-BOD-SAC-01				
		SECADOR DE AIRE						Valoración				Recomendaciones
N°	Componente	Función	Falla funcional	Modo de fallos	Causa raíz	Efecto	G	F	D	IPR		
6	Intercambiador de calor	Facilitar el intercambio térmico entre el aire comprimido húmedo y seco, asegurando que el aire se enfríe y pierda la humedad durante el proceso de secado.	Pérdida de capacidad para secar aire comprimido	Bloqueo o Corrosión	Acumulación de residuos o corrosión	Reducción de eficiencia en el intercambio de calor	8	2	7	112	Programar inspecciones y limpiezas periódicas para prevenir acumulaciones de suciedad o corrosión. Utilizar filtros de aire efectivos para reducir la entrada de partículas al intercambiador.	
7	Compresor	Comprimir el aire y aumentar su presión para facilitar el proceso de secado.	Pérdida de capacidad para secar aire comprimido	Falla mecánica o Desgaste	Uso continuo o desgaste normal	Parada del secador debido a falla del compresor	9	2	7	126	Implementar un programa de mantenimiento preventivo que incluya inspecciones regulares, cambios de aceite y limpieza del sistema de enfriamiento. Monitorizar los niveles de presión y temperatura para detectar posibles problemas a tiempo.	
8	Carcasa	Proporcionar un soporte estructural y protección para los componentes internos del secador de aire comprimido.	Pérdida de eficiencia y posibles fugas	Daño estructural o Corrosión	Impacto o exposición a ambientes corrosivos	Pérdida de integridad estructural	7	2	4	56	Realizar inspecciones visuales periódicas para identificar signos de corrosión, impactos u otros daños estructurales. Proteger la carcasa contra ambientes corrosivos si es necesario.	
9	Filtro de Aire Seco	Retener partículas y contaminantes presentes en el aire comprimido, evitando que lleguen a las herramientas y equipos, y asegurando la calidad del aire seco.	Pérdida de capacidad para secar aire comprimido	Obstrucción o Saturación	Acumulación de partículas o saturación	Reducción de eficiencia en la filtración	6	3	5	90	Seguir un programa de reemplazo regular de los elementos del filtro. Asegurarse de que el filtro esté correctamente instalado y sellado.	
10	Panel de Control	Ofrecer una interfaz para que los usuarios configuren y monitoreen las operaciones del secador, permitiendo un control preciso de los parámetros de funcionamiento.	Pérdida de capacidad para secar aire comprimido	Falla electrónica o Desgaste	Uso continuo o fallo interno	Pérdida de control sobre el secador	8	2	6	96	Realizar mantenimiento preventivo del panel de control, verificando la integridad de los componentes eléctricos y asegurándose de que todas las conexiones estén seguras. Actualizar el software si es necesario y capacitar al personal en su uso adecuado.	

Tabla 53. Matriz AMFE Secador de aire (continuación).

		Matriz AMFE						Fecha elaboración				10/12/2023
		Elaborado por:	Kevin Nuñez	Revisado por:	Ing. Jorge López		Código	CPF-BOD-SAC-01				
		SECADOR DE AIRE						Valoración				Recomendaciones
N°	Componente	Función	Falla funcional	Modo de fallos	Causa raíz	Efecto	G	F	D	IPR		
11	Indicadores y Sensores	Detectar y medir diversos parámetros como temperatura, presión y niveles de condensado, proporcionando información crucial para el monitoreo y la toma de decisiones.	Pérdida de capacidad para detectar fallos	Falla electrónica o Desgaste	Uso continuo o fallo interno	Pérdida de capacidad de monitoreo	8	2	8	128	Calibrar y verificar la precisión de los indicadores y sensores periódicamente. Sustituir cualquier componente que muestre signos de desgaste o mal funcionamiento. Asegurarse de que estén protegidos contra impactos o condiciones ambientales adversas.	
12	Ventilador	Facilitar la circulación del aire a través del secador, contribuyendo al proceso de enfriamiento y ayudando a mantener una temperatura adecuada.	Pérdida de capacidad para secar aire comprimido	Falla mecánica o Desgaste	Uso continuo o desgaste normal	Reducción de eficiencia en la ventilación	6	2	6	72	Realizar inspecciones y limpiezas periódicas del ventilador para prevenir la acumulación de polvo y otros contaminantes. Verificar el funcionamiento del motor y los rodamientos. Mantener una temperatura ambiente adecuada para evitar el sobrecalentamiento.	
13	Válvula de Bypass	Permitir la desviación controlada del flujo de aire, proporcionando flexibilidad en el control del sistema y adaptándose a diferentes condiciones operativas.	Pérdida de capacidad para secar aire comprimido	Fuga de aire o Bloqueo	Desgaste o acumulación de residuos	Pérdida de capacidad de control del secador	7	3	7	147	Inspeccionar y limpiar la válvula de bypass regularmente. Ajustar su funcionamiento según sea necesario. Mantener registros de las operaciones de la válvula para facilitar la detección temprana de posibles problemas.	
							Promedio		99			

Tabla 54. Matriz AMFE Lijadora neumática

		Matriz AMFE										
		Elaborado por:	Kevin Nuñez	Revisado por:	Ing. Jorge López	Fecha elaboración	10/12/2023	Código				CPF-AFV-LIN-01
		LIJADORA NEUMÁTICA						Valoración				Recomendaciones
N°	Componente	Función	Falla funcional	Modo de fallos	Causa raíz	Efecto	G	F	D	IPR		
1	Palanca de válvula	Controlar el flujo de aire hacia la herramienta.	Pérdida de control del flujo de aire	Desgaste	Uso continuo	Pérdida de control del flujo de aire	7	3	4	84	Inspeccionar y lubricar regularmente.	
2	Rotor	Proporcionar potencia al sistema para realizar el lijado.	Pérdida de eficiencia de lijado	Desgaste	Uso continuo	Pérdida de eficiencia de lijado	8	2	7	112	Inspeccionar y reemplazar según desgaste.	
3	Manguera de aire	Conducir el aire comprimido desde la fuente hacia la herramienta.	Pérdida de suministro de aire	Daño mecánico o abrasión	Contacto con superficies ásperas	Pérdida de presión de aire	9	2	2	36	Inspeccionar y reemplazar mangueras dañadas.	
4	Regulador de velocidad	Ajustar la velocidad de operación de la herramienta.	Pérdida de control sobre la velocidad	Atasco o bloqueo	Acumulación de suciedad	Pérdida de control sobre la velocidad	7	3	4	84	Limpiar y lubricar regularmente.	
5	Resorte de compresión	Contribuye a la capacidad de compresión y flexibilidad del sistema.	Pérdida de la capacidad de compresión	Deformación o rotura	Sobrecarga o fatiga	Pérdida de la capacidad de compresión	6	2	7	84	Inspeccionar y reemplazar según desgaste.	
6	Carcasa	Proporcionar protección estructural y alberga los componentes internos.	Pérdida de integridad estructural	Daño mecánico o corrosión	Impacto o exposición a elementos	Pérdida de integridad estructural	8	2	3	48	Evitar golpes y almacenar en condiciones secas.	
7	Rodamiento	Permitir el movimiento rotativo suave del rotor y otros elementos giratorios.	Pérdida de eficiencia y posible daño mecánico	Desgaste o fallo lubricación	Falta de lubricación	Ruido, vibración o pérdida de eficiencia	8	3	6	144	Inspeccionar y lubricar regularmente.	
8	Conector de tubo	Unir la manguera de aire a la herramienta.	Pérdida de suministro de aire	Fuga de aire	Desgaste o mal ajuste	Pérdida de presión de aire	9	2	8	144	Inspeccionar y reemplazar conexiones defectuosas.	
9	Filtro de aire	Filtrar el aire entrante para mantener la calidad del aire y proteger los componentes internos.	Pérdida de calidad del aire filtrado	Obstrucción	Acumulación de suciedad	Pérdida de calidad del aire filtrado	5	3	5	75	Limpiar o reemplazar según el grado de obstrucción.	
10	Plato de soporte	Sujetar y estabilizar el papel de lija u otros accesorios de lijado.	Pérdida de estabilidad durante el lijado	Desgaste o deformación	Uso continuo o golpes	Pérdida de estabilidad del soporte	7	3	3	63	Inspeccionar y reemplazar según desgaste.	
							Promedio		87			

Tabla 55. Matriz AMFE Compresor de pistón.

		Matriz AMFE						Fecha elaboración				10/12/2023	
		Elaborado por:		Kevin Nuñez		Revisado por:		Ing. Jorge López		Código		CPF-BOD-CMP-01	
		COMPRESOR DE PISTÓN						Valoración				Recomendaciones	
Nº	Componente	Función	Falla funcional	Modo de fallos	Causa raíz	Efecto	G	F	D	IPR			
1	Unidad Compresora	Generar aire comprimido.	Pérdida de compresión, aumento de temperatura, contaminación del aire comprimido.	Desgaste, Sobrecalentamiento, Fuga de Aceite.	Desgaste de componentes internos, desajuste de válvulas.	Pérdida de rendimiento, riesgo de daño a otros componentes.	9	3	4	108	Inspección y mantenimiento regular. Reemplazo de piezas desgastadas.		
2	Tanque de aire	Almacenar aire comprimido.	Pérdida de presión, riesgo de explosión.	Corrosión, Fuga.	Corrosión de la estructura, defectos en las soldaduras.	Pérdida de eficiencia y riesgo de seguridad.	8	2	6	96	Inspección visual y pruebas de presión periódicas.		
3	Motor	Proporcionar energía para la unidad compresora.	Detención del compresor, pérdida de potencia.	Sobrecarga, Falla eléctrica.	Sobrecarga del motor, falla en los componentes eléctricos.	Pérdida de capacidad de compresión y detención del compresor.	9	3	5	135	Mantenimiento eléctrico regular, monitoreo de carga.		
4	Interruptor de Presión	Controlar la presión de operación del compresor.	Inconsistencia en la presión de operación, detención o continuo funcionamiento.	Mal ajuste, Falla eléctrica.	Ajuste incorrecto del interruptor, falla en el sistema eléctrico.	Pérdida de control de la presión y posible daño al compresor.	5	3	5	75	Calibración periódica del interruptor, mantenimiento eléctrico.		
5	Válvulas Piloto/Descarga	Controlar la presión y la descarga del compresor.	Pérdida de control de la presión y fuga de aire.	Obstrucción, Fuga.	Atasco de la válvula, defecto en el sello.	Pérdida de control de la presión y posible daño al compresor.	7	2	5	70	Inspección y limpieza periódicas, reemplazo de sellos defectuosos.		
6	Válvula de Retención	Evitar el retorno del aire comprimido hacia la unidad.	Retorno de aire, pérdida de eficiencia.	Obstrucción	Atasco de la válvula, defecto en el sello.	Pérdida de eficiencia y posible daño al compresor.	7	2	5	70	Inspección y limpieza periódicas, reemplazo de sellos defectuosos.		
7	Válvula de Seguridad:	Liberar presión excesiva en caso de emergencia.	No liberación de presión en situaciones de emergencia.	Obstrucción	Atasco de la válvula, defecto en el sello.	Riesgo de daño a la estructura y peligro para el personal.	8	2	5	80	Inspección y prueba periódica, reemplazo de sellos defectuosos.		
8	Válvula de Alivio	Liberar presión en la línea de descarga.	No liberación de presión en la línea de descarga.	Atasco, Fuga.	Atasco de la válvula, defecto en el sello.	Riesgo de daño a la estructura y peligro para el personal.	8	2	5	80	Inspección y prueba periódica, reemplazo de sellos defectuosos.		

Tabla 55. Matriz AMFE Compresor de pistón (continuación).

		Matriz AMFE											
		Elaborado por:	Kevin Nuñez	Revisado por:	Ing. Jorge López			Fecha elaboración	10/12/2023				
		COMPRESOR DE PISTÓN							Código				CPF-BOD-CMP-01
N°	Componente	Función	Falla funcional	Modo de fallos	Causa raíz	Efecto	Valoración				Recomendaciones		
							G	F	D	IPR			
9	Manómetro	Medir la presión de aire en el sistema.	Lecturas incorrectas, pérdida de presión.	Mal calibrado, Fuga.	Calibración incorrecta, defecto en el sello.	Pérdida de control de la presión y posible daño al compresor.	5	3	3	45	Calibración periódica, reemplazo de sellos defectuosos.		
10	Filtro de Aire	Filtrar el aire de entrada para evitar contaminantes.	Ingreso de contaminantes al sistema, pérdida de eficiencia.	Obstrucción, Fuga.	Acumulación de partículas, defecto en el sello.	Pérdida de eficiencia y riesgo de daño a otros componentes.	6	3	5	90	Inspección y limpieza periódicas, reemplazo de filtros obstruidos.		
11	Protector de Correa	Proteger y mantener la correa en su lugar.	Desgaste de la correa, rotura y detención del compresor.	Desgaste, Rotura.	Desgaste de la correa, sobrecarga.	Pérdida de eficiencia y posible daño al compresor.	6	2	6	72	Inspección regular, reemplazo de correas desgastadas.		
12	Polea	Transmitir potencia desde el motor a la unidad compresora.	Desalineación, pérdida de potencia.	Desalineación, Desgaste.	Desalineación de la polea, desgaste de la superficie de contacto.	Pérdida de eficiencia y riesgo de daño a componentes internos.	8	3	5	120	Inspección y alineación periódicas, reemplazo si es necesario.		
13	Purgador	Eliminar condensado del sistema.	Retención de condensado, pérdida de eficiencia.	Obstrucción, Fuga.	Obstrucción del purgador, defecto en el sello.	Pérdida de eficiencia y riesgo de daño al sistema.	7	2	6	84	Inspección y limpieza periódicas, reemplazo de sellos defectuosos.		
14	Entrada de Aceite	Lubricar los componentes internos.	Pérdida de lubricación, contaminación del sistema.	Contaminación	Fuga de aceite, ingreso de contaminantes externos.	Pérdida de eficiencia y riesgo de daño a componentes internos.	6	2	6	72	Inspección regular, reemplazo de sellos y filtros.		
15	Volante	Almacenar energía cinética para suavizar la operación.	Pérdida de equilibrio, vibraciones anormales.	Desgaste, Desbalance.	Desgaste del volante, desajuste de componentes.	Pérdida de eficiencia y riesgo de daño a otros componentes.	9	3	5	135	Inspección y balanceo periódicos, reemplazo si es necesario.		
16	Base	Proporcionar soporte estructural.	Pérdida de integridad estructural, riesgo de colapso.	Corrosión, Daño estructural.	Corrosión de la estructura, defectos en las soldaduras.	Riesgo de daño a otros componentes y peligro para el personal.	7	2	6	84	Inspección visual y mantenimiento estructural periódico.		
							Promedio		89				

GRAFICAS DE MATRIZ ESTADÍSTICO



Figura 5. Tasa de fallo vs el tiempo de operación de la máquina Inyectora de poliuretano.

En la Figura 5 se puede observar la tasa de fallo vs el tiempo de operación de la máquina Inyectora de poliuretano, mostrándonos la ecuación exponencial con una relación R^2 de 0.9893 dándonos una confiable relación entre las variables. El valor máximo es 0.025 mientras que el valor más bajo es el 0.0139 lo que nos indica que la máquina se encuentra en la Etapa inicial denominada también Etapa 1.

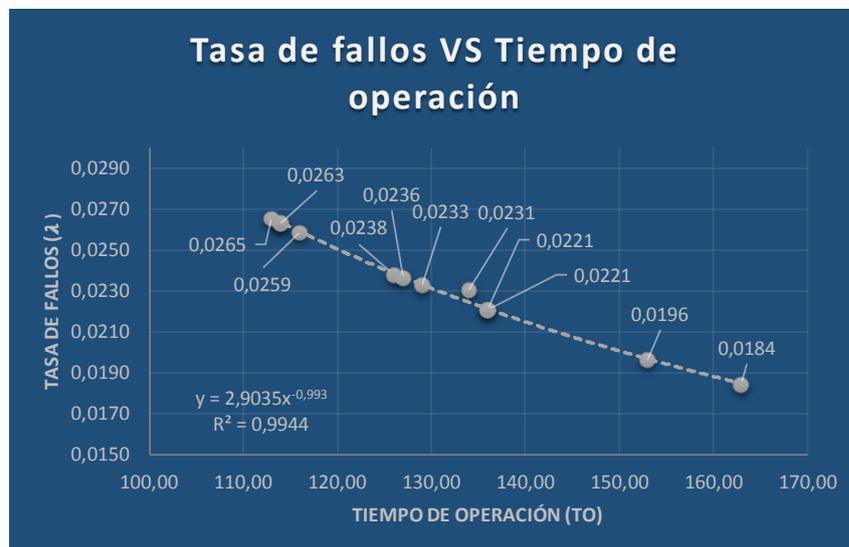


Figura 6. Tasa de fallo vs el tiempo de operación de la máquina Compresor de tornillo.

En la Figura 6 se puede observar la tasa de fallo vs el tiempo de operación de la máquina Inyectora de poliuretano, mostrándonos la ecuación exponencial con una relación R^2 de 0.9944 dándonos una confiable relación entre las variables. El valor

máximo es 0.027 mientras que el valor más bajo es el 0.018 lo que nos indica que la máquina se encuentra en la Etapa inicial denominada también Etapa 1.



Figura 7. Tasa de fallo vs el tiempo de operación de la máquina Esmeril de mesa.

En la Figura 7 se puede observar la tasa de fallo vs el tiempo de operación de la máquina Inyectora de poliuretano, mostrándonos la ecuación exponencial con una relación R^2 de 0.9798 dándonos una confiable relación entre las variables. El valor máximo es 0.038 mientras que el valor más bajo es el 0.023 lo que nos indica que la máquina se encuentra en la Etapa inicial denominada también Etapa 1.

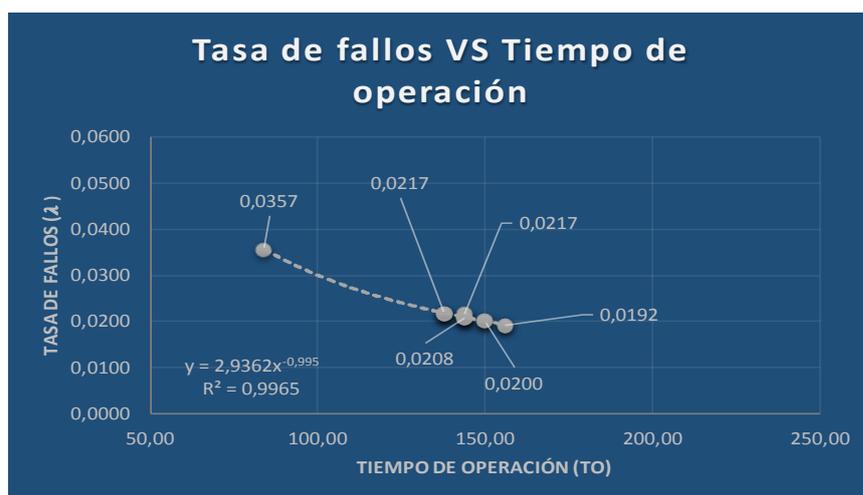


Figura 8. Tasa de fallo vs el tiempo de operación de la máquina Taladro de mesa.

En la Figura 8 se puede observar la tasa de fallo vs el tiempo de operación de la máquina Taladro de mesa, mostrándonos la ecuación exponencial con una relación R^2 de 0.9965 dándonos una confiable relación entre las variables. El valor máximo

es 0.0357 mientras que el valor más bajo es el 0.0192 lo que nos indica que la máquina se encuentra en la Etapa inicial denominada también Etapa 1.

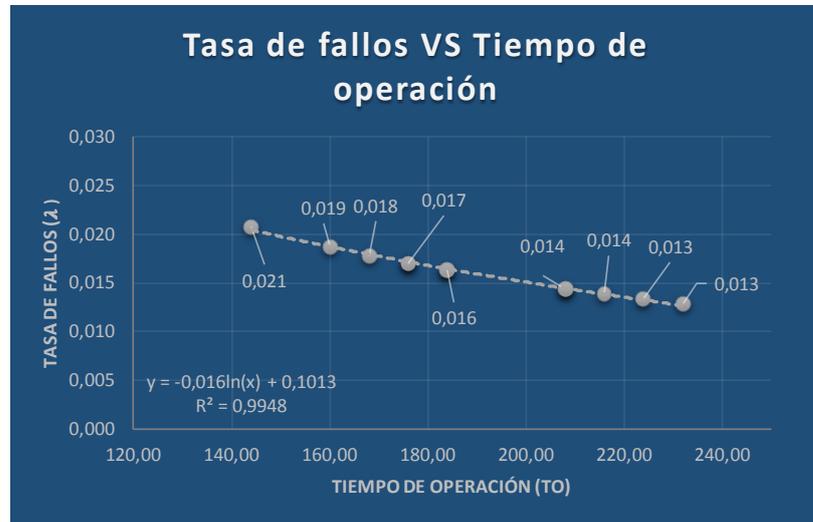


Figura 9. Tasa de fallo vs el tiempo de operación de la máquina Bomba.

En la Figura 9 se puede observar la tasa de fallo vs el tiempo de operación de la máquina Bomba, mostrándonos la ecuación exponencial con una relación R² de 0.9948 dándonos una confiable relación entre las variables. El valor máximo es 0.021 mientras que el valor más bajo es el 0.013 lo que nos indica que la máquina se encuentra en la Etapa inicial denominada también Etapa 1.

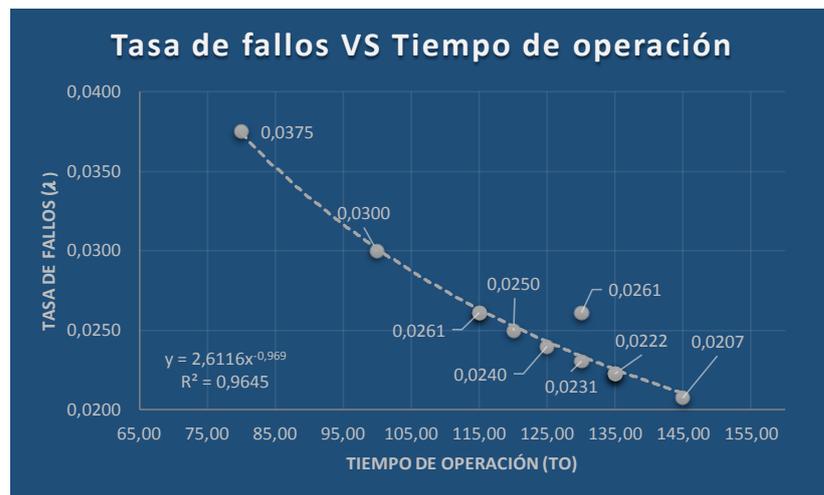


Figura 10. Tasa de fallo vs el tiempo de operación de la máquina Soldador Tig

En la Figura 10 se puede observar la tasa de fallo vs el tiempo de operación de la máquina Soldadora Tig, mostrándonos la ecuación exponencial con una relación R² de 0.9645 dándonos una confiable relación entre las variables. El valor máximo es

0.0375 mientras que el valor más bajo es el 0.0207 lo que nos indica que la máquina se encuentra en la Etapa inicial denominada también Etapa 1.

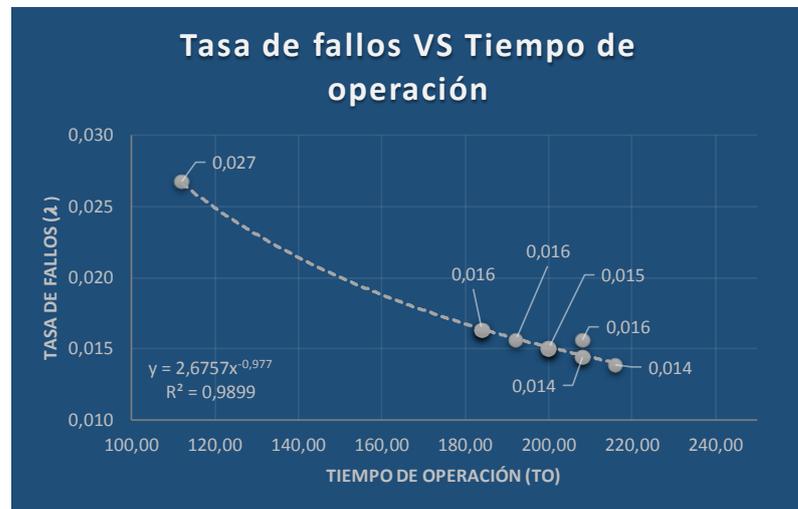


Figura 11. Tasa de fallo vs el tiempo de operación de la máquina Secador de aire comprimido

En la Figura 11 se puede observar la tasa de fallo vs el tiempo de operación de la máquina Secador de aire comprimido, mostrándonos la ecuación exponencial con una relación R^2 de 0.989 dándonos una confiable relación entre las variables. El valor máximo es 0.027 mientras que el valor más bajo es el 0.014 lo que nos indica que la máquina se encuentra en la Etapa inicial denominada también Etapa 1.



Figura 12. Tasa de fallo vs el tiempo de operación de la máquina Lijadora neumática.

En la Figura 12 se puede observar la tasa de fallo vs el tiempo de operación de la máquina Lijadora neumática, mostrándonos la ecuación exponencial con una relación R^2 de 0.9819 dándonos una confiable relación entre las variables. El valor

máximo es 0.021 mientras que el valor más bajo es el 0.013 lo que nos indica que la máquina se encuentra en la Etapa inicial denominada también Etapa 1.



Figura 13. Tasa de fallo vs el tiempo de operación de la máquina Compresor de pistón.

En la Figura 13 se puede observar la tasa de fallo vs el tiempo de operación de la máquina Lijadora neumática, mostrándonos la ecuación exponencial con una relación R^2 de 0.9731 dándonos una confiable relación entre las variables. El valor máximo es 0.0221 mientras que el valor más bajo es el 0.0144 lo que nos indica que la máquina se encuentra en la Etapa inicial denominada también Etapa 1.

ANEXO 3
Matriz Criticidad

Tabla 56. Matriz criticidad de la máquina Inyectora de poliuretano.

		MATRIZ DE CRITICIDAD							
		INYECTORA DE POLIURETANO			Fecha		10/12/2023		
		Impacto operacional	Flexibilidad	Costo Mtto	Código		CPF-APU-INY-01		
Impacto SAH	Frecuencia				Consecuencia	Criticidad			
1	Bomba dosificadora polioli	10	4	2	8	1	50	50	
2	Bomba dosificadora iso	10	4	2	8	1	50	50	
3	Motor de bomba dosificadora Polioli	10	4	2	8	2	50	100	
4	Motor de bomba dosificadora Iso	10	4	2	8	2	50	100	
5	Tanque de almacenamiento Polioli	8	4	2	8	2	42	84	
6	Tanque de almacenamiento Iso	8	4	2	8	2	42	84	
7	Filtro de materia prima	5	1	2	6	2	13	26	
8	Magueras de suministro	5	2	2	4	2	16	32	
9	Panel de control central	5	1	2	4	1	11	11	
10	Estructura riel	8	2	2	2	1	20	20	
11	Medidores de flujo	5	1	2	4	2	11	22	
12	Sensores de temperatura	8	1	2	1	1	11	11	
13	Sensores de nivel	8	1	2	1	1	11	11	
14	Cabezal de mezcla	5	2	2	6	3	18	54	
15	Electro valvulas	5	1	2	4	2	11	22	
16	Botón de parada de emergencia	3	1	1	3	1	7	7	
17	Tubería	3	1	2	6	1	11	11	
18	Elementos de sujeción	5	1	2	4	2	11	22	
19	Estructura base	5	1	2	6	1	13	13	
		Promedio					1,6	23,6	38,4
Elaborado por:		Kevin Nuñez		Revisado por:		Ing. Jorge López			

Tabla 57. Matriz criticidad Lijadora Neumática.

		MATRIZ DE CRITICIDAD							
		LIJADORA NEUMÁTICA			Fecha		10/12/2023		
		Impacto operacional	Flexibilidad	Costo Mtto	Código		CPF-AFV-LIN-01		
Impacto SAH	Frecuencia				Consecuencia	Criticidad			
1	Palanca de valvula	4	1	2	8	2	14	28	
2	Rotor	8	1	2	8	3	18	54	
3	Manguera de aire	3	1	2	8	2	13	26	
4	Regulador de velocidad	3	1	2	8	3	13	39	
5	Resorte de compresion	4	1	1	8	3	13	39	
6	Carcasa	2	1	2	8	2	12	24	
7	Rodamiento	6	1	1	8	3	15	45	
8	Conector de tubo	5	1	1	8	2	14	28	
9	Filtro de aire	2	1	2	8	3	12	36	
10	Plato de soporte	5	1	2	8	3	15	45	
		Promedio					2,6	13,9	36,4
Elaborado por:		Kevin Nuñez		Revisado por:		Ing. Jorge López			

Tabla 58. Matriz criticidad de la máquina Compresor de tornillo.

		MATRIZ DE CRITICIDAD						
		COMPRESOR DE TORNILLO			Fecha		10/12/2023	
					Código		CPF-BOD-CTO-01	
N	Componentes	Impacto operacional	Flexibilidad	Costo Mtto	Impacto SAH	Frecuencia	Consecuencia	Criticidad
1	Estructura	5	2	1	1	1	12	12
3	Depósito de aire	10	4	4	1	1	45	45
4	Válvula de entrada	8	4	4	1	1	37	37
5	Refrigerador de aire	5	2	4	1	1	15	15
6	Colector de condensado	5	2	1	2	1	13	13
7	Válvula de presión mínima	5	4	1	1	1	22	22
8	Válvula antirretorno	5	2	4	1	1	15	15
9	Válvula de salida	5	2	1	1	1	12	12
10	Refrigerador de aceite	8	2	4	2	1	22	22
11	Purgador de agua electrónico	5	4	4	2	1	26	26
12	Controlador Electronikon	10	4	7	2	1	49	49
13	Ventilador de refrigeración	8	2	4	1	1	21	21
14	Motor magnético permanente	10	4	4	1	1	45	45
15	Regulador	8	4	4	2	1	38	38
16	Filtro de aceite	5	2	1	2	2	13	26
17	Separador de aceite	5	2	1	4	1	15	15
18	Válvula de derivación termostática	5	4	1	2	1	23	23
19	Botón de encendido	5	2	1	1	1	12	12
20	Botón de parada de emergencia	5	2	1	2	1	13	13
21	Tubería	5	1	1	1	2	7	14
22	Cables de conexión	5	1	1	2	1	8	8
23	Elementos de sujeción	5	1	1	1	1	7	7
24	Transformador	8	2	4	2	1	22	22
25	Disyuntor	5	4	4	2	1	26	26
26	Contactador	5	4	4	1	1	25	25
27	Convertidor de frecuencia	5	4	10	1	1	31	31
Promedio						1,1	22,1	22,8
Elaborado por:		Kevin Nuñez			Revisado por:		Ing. Jorge López	

Tabla 59. Matriz criticidad de la máquina Taladro de mesa.

		MATRIZ DE CRITICIDAD						
		TALADRO DE MESA			Fecha		10/12/2023	
					Código		CPF-APU-TDM-01	
N	Componentes	Impacto operacional	Flexibilidad	Costo Mtto	Impacto SAH	Frecuencia	Consecuencia	Criticidad
1	Portabrocas	5	2	1	1	1	12	12
2	Mesa	3	2	1	1	1	8	8
3	Columna	10	4	1	4	2	45	90
4	Soporte	3	2	1	2	2	9	18
5	Base	5	2	1	2	2	13	26
6	Motor	10	4	2	4	2	46	92
7	Polea	8	1	1	1	1	10	10
8	Banda	5	1	1	1	1	7	7
9	Manivela	3	4	1	2	2	15	30
10	Entenalla	3	2	1	2	2	9	18
Promedio						1,6	17,4	31,1
Elaborado por:		Kevin Nuñez			Revisado por:		Ing. Jorge López	

Tabla 60. Matriz criticidad de la máquina Bomba de agua

		MATRIZ DE CRITICIDAD						
		BOMBA DE AGUA			Fecha		10/12/2023	
					Código		CPF-BOD-BOM-01	
N	Componentes	Impacto operacional	Flexibilidad	Costo Mto	Impacto SAH	Frecuencia	Consecuencia	Criticidad
1	Carcasa	3	1	1	2	2	6	12
2	Rotor	8	2	2	1	2	19	38
3	Cojinete	5	1	1	1	1	7	7
4	Retenedor	3	1	2	1	3	6	18
5	Eje impulsor	8	2	2	1	2	19	38
6	Rodamiento	3	1	1	1	2	5	10
7	Motor	10	4	2	4	3	46	138
8	Panel de Control	10	2	2	1	1	23	23
9	Estator	10	2	2	2	2	24	48
10	Cámara de aspiración	3	1	2	1	2	6	12
11	Cámara de descarga	3	1	2	1	2	6	12
12	Condensador	3	1	2	1	3	6	18
13	Sello mecánico	3	1	1	1	2	5	10
Promedio						2,1	13,7	29,5
Elaborado por:		Kevin Nuñez			Revisado por:		Ing. Jorge López	

Tabla 61. Matriz criticidad de la máquina Soldadora tig.

		MATRIZ DE CRITICIDAD						
		SOLDADORA TIG			Fecha		10/12/2023	
					Código		CPF-AME-STI-01	
N	Componentes	Impacto operacional	Flexibilidad	Costo Mto	Impacto SAH	Frecuencia	Consecuencia	Criticidad
1	Antorcha	8	2	1	4	2	21	42
2	Regulador de presión	3	2	2	2	3	10	30
3	Cilindro de gas protector	5	2	1	2	2	13	26
4	Manguera de suministro de gas	3	1	2	2	3	7	21
5	Fuente de energía	5	1	1	2	3	8	24
6	Cable de potencia	3	1	2	4	2	9	18
7	Pinza de masa	5	1	1	2	3	8	24
8	Boquilla	3	2	1	8	2	15	30
9	Unidad de control	2	1	2	2	3	6	18
10	Electrodo de tugteno	5	2	2	4	3	16	48
Promedio						2,6	11,3	28,1
Elaborado por:		Kevin Nuñez			Revisado por:		Ing. Jorge López	

Tabla 62. Matriz criticidad de la máquina Secador de aire.

		MATRIZ DE CRITICIDAD						
		SECADOR DE AIRE			Fecha		10/12/2023	
					Código		CPF-BOD-SAC-01	
N	Componentes	Impacto operacional	Flexibilidad	Costo Mtto	Impacto SAH	Frecuencia	Consecuencia	Criticidad
1	Cables de Conexión	3	1	1	1	2	5	10
2	Controlador	5	2	1	2	3	13	39
3	Purgador	5	1	1	2	2	8	16
4	Interruptor térmico	5	2	2	4	2	16	32
5	Válvula de Drenaje de Condensado	8	2	1	2	3	19	57
6	Intercambiador de calor	10	2	2	2	3	24	72
7	Compresor	10	2	2	2	3	24	72
8	Carcasa	5	1	1	1	2	7	14
9	Filtro de Aire Seco	6	2	2	2	3	16	48
10	Panel de Control	5	2	1	2	2	13	26
11	Indicadores y Sensores	5	2	1	2	3	13	39
12	Ventilador	5	2	1	2	2	13	26
13	Válvula de Bypass	5	2	2	2	2	14	28
Promedio						2,5	14,2	36,8
Elaborado por:		Kevin Nuñez			Revisado por:		Ing. Jorge López	

Tabla 63. Matriz criticidad de la máquina Compresor de pistón.

		MATRIZ DE CRITICIDAD						
		COMPRESOR DE PISTÓN			Fecha		10/12/2023	
					Código		CPF-BOD-CMP-01	
N	Componentes	Impacto operacional	Flexibilidad	Costo Mtto	Impacto SAH	Frecuencia	Consecuencia	Criticidad
1	Unidad Compresora	5	1	3	8	2	16	32
2	Tanque de aire	5	2	2	7	2	19	38
3	Motor	10	1	3	8	3	21	63
4	Interruptor de Presión	3	2	1	7	1	14	14
5	Válvulas Piloto/Descarga	3	2	2	7	2	15	30
6	Válvula de Retención	3	2	2	7	2	15	30
7	Válvula de Seguridad:	6	1	3	8	1	17	17
8	Válvula de Alivio	5	1	3	8	2	16	32
9	Manómetro	1	2	1	7	3	10	30
10	Filtro de Aire	3	2	2	7	4	15	60
11	Protector de Correa	3	2	1	7	2	14	28
12	Polea	5	2	2	7	3	19	57
13	Purgador	3	2	2	7	2	15	30
14	Entrada de Aceite	3	2	2	7	2	15	30
15	Volante	5	1	3	8	3	16	48
16	Base	6	1	3	8	2	17	34
Promedio						2,3	15,9	35,8
Elaborado por:		Kevin Nuñez			Revisado por:		Ing. Jorge López	

Tabla 64. Matriz criticidad de la máquina Esmeril de mesa.

		MATRIZ DE CRITICIDAD						
		EMERIL			Fecha		10/12/2023	
					Código		CPF-BOD-CTO-01	
N	Componentes	Impacto operacional	Flexibilidad	Costo Mto	Impacto SAH	Frecuencia	Consecuencia	Criticidad
1	Protectores contra chispas	3	2	1	3	2	10	20
2	Cubierta de protección	3	1	4	3	2	10	20
3	Base del motor	10	2	4	1	1	25	25
4	Piedra de Esmeril	8	1	4	1	3	13	39
5	Pedestal de descanso	5	2	4	3	2	17	34
6	Interruptor	5	1	1	1	2	7	14
7	Pernos/Tuercas	5	1	1	1	2	7	14
8	Eje	5	4	4	3	1	27	27
9	Motor eléctrico	10	4	1	1	1	42	42
10	Cable de alimentación	8	2	4	1	2	21	42
Promedio						1,8	17,9	27,7
Elaborado por:		Kevin Nuñez			Revisado por:		Ing. Jorge López	

ANEXO 4

Gamas de Mantenimiento

Tabla 69. Gama Bomba de agua

Equipo	Actividades	Función equipo		Tiempo	Frecuencia	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio			
		ON	OFF			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
		Bomba de Agua	Inspección Visual			x		1	Semanal																				
	Lubricación de cojinetes		x	1.5	Trimestral																								
	Revisión de Conexiones y Tornillería		x	1	Mensual																								
	Inspección del Sistema de Filtrado		x	1	Mensual																								
	Monitoreo de Vibraciones	x		2	Semestral																								
	Revisión del Sistema de Alimentación		x	2	Mensual																								
	Limpieza de Filtros		x	0.5	Mensual																								
	Alineación de la Bomba		x	1	Semestral																								
	Inspección de sellos mecánicos		x	1	Mensual																								
	Revisión de la Instalación Eléctrica		x	0.5	Trimestral																								
Elaborado por: Kevin Nuñez		Revisado por: Ing. Jorge López																											

Tabla 70. Gama Soldadora tig

Equipo	Actividades	Función equipo		Tiempo	Frecuencia	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio			
		ON	OFF			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Soldadora TIG	Verificación visual de cables y conexiones		x	0.5	Semanal	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
	Limpieza de residuos de soldadura		x	0.5	Quincenal	█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█	
	Inspección de los electrodos y tungsteno		x	0.3	Semanal	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
	Comprobación y ajuste de la presión del gas	x		0.5	Trimestral			█																					
	Inspección de las mangueras de gas		x	1	Trimestral			█																					
	Cambio del gas de aporte para la soldadura		x	1	Trimestral			█																					
	Mantenimiento a la unidad de control		x	1	Anual																								
	Mantenimiento a la antorcha y verificación de boquilla		x	0.5	Mensual	█					█				█					█					█				

Elaborado por: Kevin Nuñez **Revisado por:** Ing. Jorge López

Tabla 72. Gama Lijadora neumática

Equipo	Actividades	Función equipo		Tiempo	Frecuencia	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio							
		ON	OFF			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
		Lijadora Neumática	Verificación visual de daños o desgastes				x	0.5	Mensual		■				■				■				■				■				■		
Limpieza de residuos			x	0.3	Semanal	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Inspección del filtro de aire			x	0.3	semanal	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Lubricación de partes móviles			x	0.5	Mensual		■				■				■				■				■				■						
Inspección de la presión del aire	x			0.3	Mensual				■				■				■				■				■				■				
Inspección de las tomas de aire			x	0.3	Mensual				■				■				■				■				■				■				
Lubricación de componentes internos			x	0.5	Trimestral			■																■									
Inspección de las aspas del motor.			x	1	Semestral																												
Verificación y ajuste de la palanca	x			1	Trimestral			■																■									
Desmontaje y limpieza profunda de la lijadora			x	2	Semestral				■																								
Verificación y ajuste de la presión de trabajo	x			1	Mensual			■				■				■				■				■				■					
Elaborado por: Kevin Nuñez			Revisado por: Ing. Jorge López																														

Tabla 72 . Gama Lijadora neumática (continuacion)

Equipo	Actividades	Función equipo		Tiempo	Frecuencia	Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre							
		ON	OFF			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Lijadora Neumática	Verificación visual de daños o desgastes		x	0.5	Mensual		■				■				■				■				■				■						
	Limpieza de residuos		x	0.3	Semanal	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
	Inspección del filtro de aire		x	0.3	semanal	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
	Lubricación de partes móviles		x	0.5	Mensual		■				■				■				■				■				■						
	Inspección de la presión del aire	x		0.3	Mensual				■				■				■				■				■				■				
	Inspección de las tomas de aire		x	0.3	Mensual				■				■				■				■				■				■				
	Lubricación de componentes internos		x	0.5	Trimestral												■																
	Inspección de las aspas del motor.		x	1	Semestral																												
	Verificación y ajuste de la palanca	x		1	Trimestral												■																
	Desmontaje y limpieza profunda de la lijadora		x	2	Semestral				■												■												
	Verificación y ajuste de la presión de trabajo	x		1	Mensual			■				■				■				■				■				■					
	Elaborado por: Kevin Nuñez		Revisado por: Ing. Jorge López																														

Tabla 73. Gama Compresor de tornillo.

Equipo	Actividades	Función equipo		Tiempo	Frecuencia	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio						
		ON	OFF			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4			
		Compresor de Pistón	Inspección Visual			x		0.5	Mensual	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Cambio de Aceite			x	1	Trimestral				█																	█						
Cambio de filtro de Aire			x	1	Trimestral				█																	█						
Limpieza del Radiador			x	1	Trimestral				█																	█						
Drenaje del Tanque de Aire			x	1	Semestral								█																			
Inspección y Ajuste de Correas			x	2	Semestral								█																			
Inspección de Válvulas y Sellos			x	0.5	Mensual		█				█				█				█				█				█					
Monitoreo de Vibraciones	x			1	Trimestral				█																	█						
Verificación de Presión de Operación	x			1	Semestral								█																			
Inspección de Conexiones y Tornillería			x	0.5	Mensual		█				█				█				█				█				█					
Elaborado por:	Kevin Nuñez			Revisado por:	Ing. Jorge López																											

Tabla 73 . Gama Compresor de tornillo (continuación).

Equipo	Actividades	Función equipo		Tiempo	Frecuencia	Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre							
		ON	OFF			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
		Compresor de Pistón	Inspección Visual			x		0.5	Mensual	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Cambio de Aceite			x	1	Trimestral													█															
Cambio de filtro de Aire			x	1	Trimestral													█															
Limpieza del Radiador			x	1	Trimestral													█															
Drenaje del Tanque de Aire			x	1	Semestral											█																	
Inspección y Ajuste de Correas			x	2	Semestral											█																	
Inspección de Válvulas y Sellos			x	0.5	Mensual		█				█				█				█				█				█						
Monitoreo de Vibraciones	x			1	Trimestral													█															
Verificación de Presión de Operación	x			1	Semestral											█																	
Inspección de Conexiones y Tornillería			x	0.5	Mensual		█				█				█				█				█				█						
Elaborado por:	Kevin Nuñez		Revisado por:	Ing. Jorge López																													

ANEXO 5
Plantilla Excel



HISTORIAL DE MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA CEPOLFI



Estadísticos	Matriz amfe	Matriz criticidad	Gamas
ASPERSOR DE FIBRA DE VIDRIO			
INYECTORA DE POLIURETANO	INYECTORA DE POLIURETANO	INYECTORA DE POLIURETANO	INYECTORA DE POLIURETANO
COMPRESOR DE TORNILLO	COMPRESOR DE TORNILLO	COMPRESOR DE TORNILLO	COMPRESOR DE TORNILLO
ESMERIL DE MESA	ESMERIL DE MESA	ESMERIL DE MESA	ESMERIL DE MESA
TALADRO DE MESA	TALADRO DE MESA	TALADRO DE MESA	TALADRO DE MESA
BOMBA	BOMBA	BOMBA	BOMBA
SOLADADOR TIG	SOLADADOR TIG	SOLADADOR TIG	SOLADADOR TIG
SECADOR DE AIRE	SECADOR DE AIRE	SECADOR DE AIRE	SECADOR DE AIRE
LJADORA NEUMÁTICA	LJADORA NEUMÁTICA	LJADORA NEUMÁTICA	LJADORA NEUMÁTICA
COMPRESOR DE PISTÓN	COMPRESOR DE PISTÓN	COMPRESOR DE PISTÓN	COMPRESOR DE PISTÓN

ANEXO 6

Norma ISO 55000

Norma ISO 55001

Norma ISO 55002

NORMA
INTERNACIONAL

ISO
55000

Traducción oficial
Official translation
Traduction officielle

Primera edición
2014-01-15

Gestión de activos — Aspectos generales, principios y terminología

Asset management — Overview, principles and terminology

Gestion d'actifs — Aperçu général, principes et terminologie

Publicado por la Secretaría Central de ISO en Ginebra, Suiza, como traducción oficial en español avalada por el *Translation Working Group*, que ha certificado la conformidad en relación con las versiones inglesa y francesa.



Licensed to AM & BE Consulting S.A. by Adolfo Hitler Huaman Diaz (adolfo.huaman@outlook.com)
ISO Store: 2018-01-10 / Downloaded: 2018-01-10
Single use only. Copying and networking prohibited.

Número de referencia
ISO 55000:2014 (traducción oficial)

© ISO 2014

INTERNACIONAL
ESTÁNDAR

ISO
55001

Primera
edición
15/01/2014

**La gestión de activos - Sistemas de
gestión - Requisitos**

Gestion d'actifs - Systèmes de gestion - exigences



Número de
referencia ISO
55001: 2014 (E)

NORMA
INTERNACIONAL

ISO
55002

Traducción oficial
Official translation
Traduction officielle

Primera edición
2014-01-15

Gestión de activos — Sistemas de gestión — Directrices para la aplicación de la ISO 55001

*Asset management — Management systems — Guidelines for the
application of ISO 55001*

*Gestion d'actifs — Systèmes de management — Lignes directrices
relatives à l'application de l'ISO 55001*

STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 55002:2014
standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0920724e-45be-4de3-a554-
f7c8250c7o46/iso-55002-2014

Publicado por la Secretaría Central de ISO en Ginebra, Suiza, como traducción oficial en español avalada por el *Translation Working Group*, que ha certificado la conformidad en relación con las versiones inglesa y francesa.



Número de referencia
ISO 55002:2014 (traducción oficial)

© ISO 2014

ANEXO 7

NTP 679 Análisis modal de fallo y efecto

NTP 679: Análisis modal de fallos y efectos. AMFE

Analyse des modes de défauts et effets. AMDE
Failure Mode and Effect Analysis. FMEA

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

Redactores:

Manuel Bestratén Belloví
Ingeniero Industrial

Rosa M^a Orriols Ramos
Licenciada en Ciencias Químicas

CENTRO NACIONAL DE
CONDICIONES DE TRABAJO

Carles Mata París
Ingeniero Técnico

SEAT, S.A.

La presente NTP tiene por objeto exponer el método de análisis modal de fallos y efectos de elementos clave de procesos o productos. Esta herramienta es una de las tradicionales empleadas en el ámbito de la Calidad para la identificación y análisis de potenciales desviaciones de funcionamiento o fallos, preferentemente en la fase de diseño. Se trata de un método cualitativo que por sus características, resulta de utilidad para la prevención integral de riesgos, incluidos los laborales.

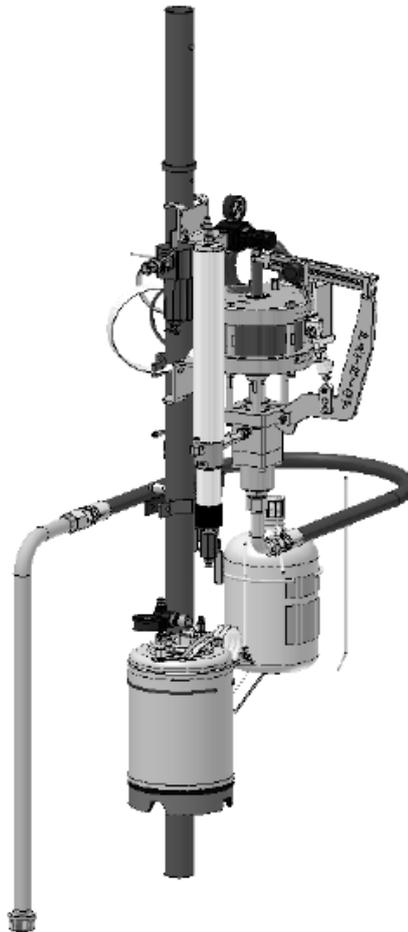
ANEXO 8
Manual de usuario

Patriot Systems

Operations Manual

This manual is applicable to the following models:

- FIT-C-HVPAT
- FIT-C-PAT
- FIT-W-HVPAT
- FIT-W-PAT
- IMC-HVPAT
- IMC-PAT
- IMG-PAT
- IMW-HVPAT
- IMW-PAT
- MCS-PAT
- MGS-PAT
- MWS-PAT
- SF-FIT-C-PAT
- SF-FIT-G-PAT
- SF-FIT-W-PAT



Rev. November 2019

Guía de lijadoras rotorbitales

Soluciones de sistemas y discos abrasivos

División de sistemas abrasivos 3M



Índice | Lijado simplificado | Cartera de productos de lijado rotorbitar | Soluciones de sistemas de lijado | Guía de aplicación | Guía de disponibilidad

En el lijado rotorbitar, se trata de configurar el sistema óptimo.

Así es como se consigue:

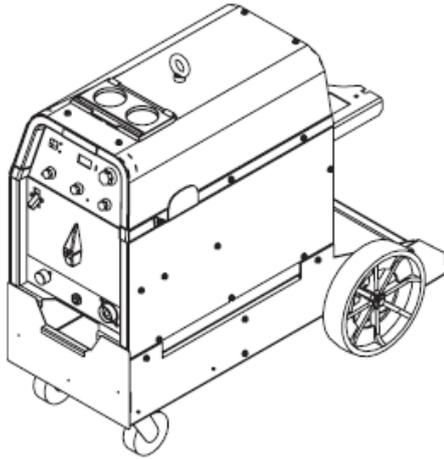
- Encuentre el mejor disco abrasivo para cada trabajo
- Seleccione el plato adecuado para mejorar el rendimiento del disco de lijado
- Elija la lijadora rotorbitar para optimizar el sistema

Índice		pagina
1	Lijado simplificado	2
Disco 3M™ Calibre™ 8 y de uso general que siempre deberían estar entre su material de trabajo.		
2	Cartera de productos de lijado rotorbitar	3-5
Una visión completa de los discos de lijado de 3M organizados por tipo de soporte y grano.		
3	Soluciones de sistemas de lijado	6-7
Aumente el rendimiento de los discos de lijado seleccionando el plato y la herramienta adecuados.		
4	Guía de aplicación	8-9
Aplicaciones de lijado comunes con disco, plato y herramienta recomendados que sirven como punto de partida.		
5	Guía de disponibilidad	10-11
Disponibilidad de disco por grano y tipo de resaca.		



Manual del Operador

PRECISION TIG® 225



Para usarse con máquinas con números de código:
11317, 11318, 11319, 11320 Ready-Pak, 11321 Ready-Pak w/Cart



Registre su máquina:
www.lincolnelectric.com/register

Servicio Autorizado y Localizador de Distribuidores:
www.lincolnelectric.com/locator

Guarde para consulta futura

Fecha de Compra

Código: (ejemplo: 10809)

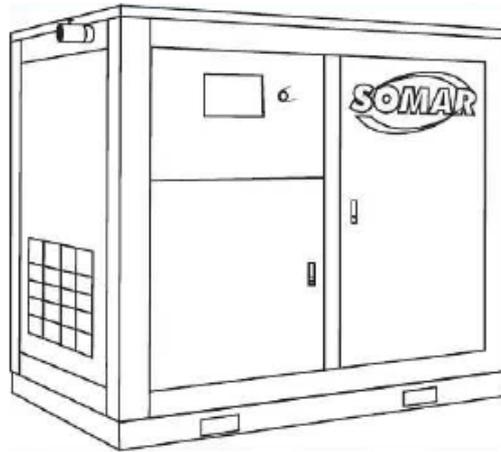
Número de serie: (ejemplo: U1060612345)

IMS895 | Fecha de Publicación 7-May
© Lincoln Global, Inc. All Rights Reserved.

THE LINCOLN ELECTRIC COMPANY
22801 St. Clair Avenue • Cleveland, OH • 44117-1199 • U.S.A.
Phone: +1.216.481.8100 • www.lincolnelectric.com

SOMAR
BY SCHULZ

Technical catalogue SMKSTL 080270
Catálogo técnico SMKSTL 080270
ROTARY SCREW COMPRESSORS SCT 1015/1020
COMPRESORES DE TORNILLO SCT 1015/1020



Performance and Low power consumption generating energy for your company
Gran desempeño y bajo consumo generando energía para su empresa.

*This catalog presents the exploded views and code parts of the Rotary Compressors Somar Models SCT 1020 and 1015.
Este catálogo presenta los dibujos de despiece y partes de codificación del Compresor de Tornillo Somar Modelos SCT 1020 y 1015.*