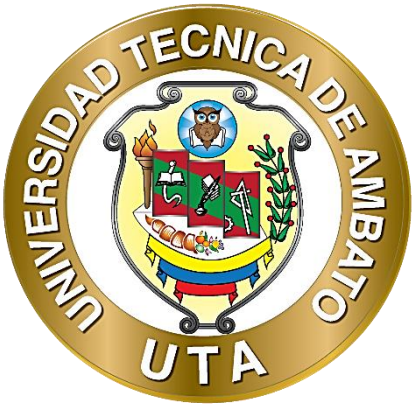


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

PROYECTO TÉCNICO

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

TEMA:

"DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, PARA LOS EQUIPOS Y MÁQUINAS DEL TECNICENTRO PACAVIH"

AUTOR: Andrés Abel Haro Solís

TUTOR: Ing. Jorge Enrique López Velástegui, Mg.

AMBATO – ECUADOR

Agosto - 2024

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del Título de Ingeniero Mecánico, con el tema: **"DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, PARA LOS EQUIPOS Y MÁQUINAS DEL TECNICENTRO PACAVIH"**, elaborado por el Sr. Andrés Abel Haro Solís, portador de la cédula de ciudadanía C.I. 1804450623, estudiante de la Carrera de Ingeniería 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.
- Esta concluido en su totalidad.

Ambato, agosto 2024

.....

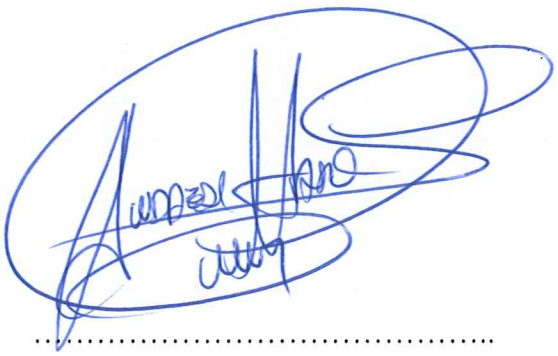
Ing. Jorge Enrique López Velástegui, Mg.

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Andrés Abel Haro Solís, con C.I. 1804450623, declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente Proyecto Técnico con el tema: **"DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, PARA LOS EQUIPOS Y MÁQUINAS DEL TECNICENTRO PACAVIH"**, así como también las ideas, diseños, parámetros, criterios, análisis, graficas, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, agosto 2024



.....

Andrés Abel Haro Solís

C.I .1804450623

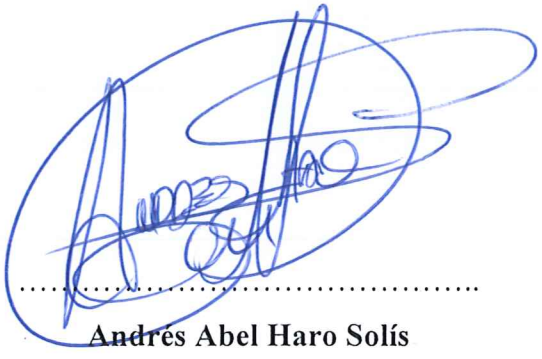
AUTOR

DERECHOS DE 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, agosto 2024



.....

Andrés Abel Haro Solís

C.I. 1804450623

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por el estudiante Andrés Abel Haro Solís, de la Carrera de Ingeniería Mecánica bajo el tema: **"DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, PARA LOS EQUIPOS Y MÁQUINAS DEL TECNICENTRO PACAVIH"**.

Ambato, agosto 2024

Para constancia firman:

.....	.....
Ing. Byron Christian Castro Miniguano, Mg.	**Ing. María Belén Paredes Robalino, Mg.**
MIEMBRO CALIFICADOR	**MIEMBRO CALIFICADOR**

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación se la dedico primeramente a Dios por guiarme y darme fuerzas para cumplir mis logros. También con inmenso amor y gratitud, dedico este logro a mi amada mamá, papá y a mis increíbles hermanos. Su apoyo incondicional y aliento constante han sido mi mayor fortaleza en este camino hacia la culminación de este gran paso académico.

A mis docentes, quienes con su sabiduría y guía han iluminado mi sendero académico, les agradezco profundamente por compartir su conocimiento y por ser inspiración en mi desarrollo intelectual y personal.

A mis amigos, que siempre confiaron en mí y, además, con su aprecio y paciencia supieron guiarme y alentarme en los momentos más difíciles.

A cada uno de ustedes, mi familia y mis queridos mentores, les dedico este logro con todo mi corazón. ¡Gracias por ser mi fuente de inspiración y motivación constante!

AGRADECIMIENTO

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 PACAVIH TECNICENTRO quien me abrió las puertas para poder desarrollar este proyecto.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA i
CERTIFICACIÓN ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN iii
DERECHOS DE AUTOR iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO v
DEDICATORIA vi
AGRADECIMIENTO vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS viii
ÍNDICE DE TABLAS xi
ÍNDICE DE FIGURAS xiii
RESUMEN EJECUTIVO xiv
ABSTRACT xv
CAPITULO I 1
MARCO TEÓRICO 1
1.1. Antecedentes 1
1.2. Justificación 2
1.3. Fundamentación teórica 3
1.3.1. Mantenimiento Industrial 3
1.3.2. Clasificación del Mantenimiento Industrial 4
1.3.3. Disponibilidad en el Mantenimiento 6
1.3.4. Curva de la Bañera 8
1.3.5. Inventario 9
1.3.6. Fichero de Máquinas 10

1.3.7. Fichero Histórico 11
1.3.8. Dossier 12
1.3.9. Fases del Mantenimiento Preventivo 13
1.3.10. Plan de Mantenimiento 13
1.3.11. Estadístico de Máquinas 14
1.3.12. Matriz de Fallos Modales AMFE 15
1.3.13. Mantenimiento automotriz 16
1.3.14. Mantenimiento en el Tecnicentro 17
1.3.15. Cuidado del medio ambiente orientado al mantenimiento industrial 18
1.4. Objetivos 19
1.4.1. Objetivo General 19
1.4.2. Objetivos específicos 19
CAPÍTULO II 21
MARCO METODOLÓGICO 21
2.1. Materiales y recursos 21
2.1.1. Recursos humanos 21
2.1.2. Recursos institucionales 21
2.1.3. Recursos materiales 21
2.2. Diseño de la investigación 22
2.2.1. Enfoque mixto (cuantitativo-cualitativo) 22
2.2.2. Documental 23
2.3. Métodos y técnicas 23
2.3.1. Métodos de investigación 23
2.3.2. Recolección de información 24
2.3.3. Técnicas de investigación 25

2.4. Área de Estudio 25
2.5. Desarrollo de los objetivos 26
2.6. Desarrollo del proyecto 27
CAPÍTULO III 29
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS 29
3.1. Análisis inicial de las máquinas 29
3.2. Inventario de activos 32
3.2.1. Codificación de máquinas 32
3.2.2. Árbol de maquinaria 33
3.2.3. Inventario de máquinas 34
3.3. Fichas de máquinas 38
3.4. Matriz AMFE 46
3.5. Matriz criticidad 77
3.6. Gammas de mantenimiento 87
3.7. Desarrollo del Modelo GMAO 117
CAPITULO IV 122
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 122
4.1. Conclusiones 122
4.2. Recomendaciones 123
REFERENCIAS 125

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de Mantenimiento Industrial [12]. 5
Tabla 2. Materiales empleados 21
Tabla 3. Tabla de observación 29
Tabla 4. Descripción de la ficha 33
Tabla 5. Descripción de la ficha 34
Tabla 6. Inventario de máquinas 34
Tabla 7. Ficha técnica de la Balanceadora 38
Tabla 8. Ficha técnica de la Cama de Enderezado 40
Tabla 9. Ficha técnica del elevador de dos postes 41
Tabla 10. Ficha técnica del Limpiador de inyectores 41
Tabla 11. Ficha técnica del rectificador de discos 42
Tabla 12. Ficha técnica de la Enllantadora 43
Tabla 13. Ficha técnica de generador de nitrógeno 43
Tabla 14. Ficha técnica del compresor 44
Tabla 15. Ficha técnica de la pistola de impacto 44
Tabla 16. Ficha técnica de la pistola de impacto 45
Tabla 17. Matriz AMFE de la máquina balanceadora 46
Tabla 18. Matriz AMFE de la cama de enderezado 49
Tabla 19. Matriz AMFE del elevador de dos postes 52
Tabla 20. Matriz AMFE de la limpiadora de inyectores 54
Tabla 21. Matriz AMFE de la rectificadora de discos 58
Tabla 22. Matriz AMFE de la enllantadora 61
Tabla 23. Matriz AMFE de generador de nitrógeno 64
Tabla 24. Matriz AMFE del compresor 67
Tabla 25. Matriz AMFE de la pistola de impacto 70
Tabla 26. Matriz AMFE del sistema neumático 73
Tabla 27. Matriz criticidad de la Balanceadora 77
Tabla 28. Matriz criticidad de la Cama de Enderezado 78
Tabla 29. Matriz criticidad del elevador de dos postes 79
Tabla 30. Matriz criticidad del Limpiador de inyectores 80

Tabla 31. Matriz criticidad del rectificador de discos 81
Tabla 32. Matriz criticidad de la Enllantadora 82
Tabla 33. Matriz criticidad del generador de nitrógeno 83
Tabla 34. Matriz criticad del compresor 84
Tabla 35. Matriz criticidad de la pistola de impacto 85
Tabla 36. Matriz criticidad del sistema neumático 86
Tabla 37. Gamma de Mantenimiento de la Balanceadora 87
Tabla 38. Gamma de Mantenimiento de la Cama de Enderezado 90
Tabla 39. Gamma de Mantenimiento del elevador de dos postes 92
Tabla 40. Gamma de Mantenimiento del Limpiador de inyectores 95
Tabla 41. Gamma de Mantenimiento del rectificador de discos 99
Tabla 42. Gamma de Mantenimiento de la Enllantadora 102
Tabla 43. Gamma de Mantenimiento del generador de nitrógeno 105
Tabla 44. Gamma de Mantenimiento del compresor 108
Tabla 45. Gamma de Mantenimiento de la pistola de impacto 111
Tabla 46. Gamma de Mantenimiento del sistema neumático 113
Tabla 47.- Orden de Trabajo 120

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Dinámica del Sistema de Mantenimiento Industrial [10]. 4
Figura 2. Curva de la bañera [12]. 8
Figura 3. Control de Inventario MRO [18]. 10
Figura 4. Ejemplo de ficha técnica de equipo [20]. 11
Figura 5. Fichero histórico [21]. 12
Figura 6. Proceso del plan de mantenimiento basado en Confiabilidad [24]. 14
Figura 7. Modelo Matriz AMFE [18]. 16
Figura 8. Mantenimiento automotriz [18]. 16
Figura 9. Logo de la empresa PAVAVIH. 26
Figura 10. Diagrama de flujo del proyecto 28
Figura 11. Codificación de máquinas [30] 33
Figura 12. Interfaz del programa Fractal One. 117
Figura 13. Organización de los activos 117
Figura 14. Colocación de activos en el programa Fractal One 118
Figura 15. Adición de activos en el programa Fractal One 118
Figura 16. Información del personal de recursos humanos 119
Figura 17. Asignación de tareas al modelo a desarrollar 119
Figura 18. Cronograma de actividades 120

RESUMEN EJECUTIVO

Es crucial destacar que el mantenimiento industrial es un elemento fundamental en el proceso productivo de cualquier industria o empresa, ya que se enfoca en la reducción y optimización del desarrollo empresarial. Esto permite disminuir las fallas en máquinas, equipos e instalaciones, evitando así perjuicios económicos para la organización.

En la presente investigación., se emplearon métodos cuantitativos y cualitativos, aplicando análisis numéricos, matemáticos y de revisión de resultados; también se realizaron las matrices AMFE y de Criticidad considerando de mucha importancia, para emitir criterios de mantenimiento basados en ingeniería. La investigación se basa en datos de fuentes primarias recolectadas en campo mediante encuestas, inspección y entrevistas. A la par se empleó un modelo de mantenimiento asistido por ordenador que permitió abordar la información de manera efectiva y asertiva, facilitando el objetivo principal de la investigación. También se determinó el estado actual de los equipos y máquinas para comprender su nivel de funcionalidad y las condiciones operativas.

Como resultado, se debe realizar inspecciones regulares y documentadas, llevadas a cabo por personal capacitado, que utilicen las herramientas adecuadas, y conozcan del plan de mantenimiento específico para cada tipo de equipo o máquina. Cabe indicar que es importante fomentar la colaboración entre técnicos y operarios para asegurar que las evaluaciones sean precisas y completas. La información recopilada deberá usarse para actualizar el plan de mantenimiento de manera continua y tomar decisiones acertadas sobre reparaciones y reemplazos dentro de la empresa.

Palabras Claves: Plan de mantenimiento, Dossier, AMFE, GMAO, Gammas de mantenimiento

ABSTRACT

It is crucial to highlight that industrial maintenance is a fundamental element in the productive process of any industry or company, as it focuses on the reduction and optimization of business development. This allows for the reduction of failures in machines, equipment, and installations, thus preventing economic losses for the organization.

In the present research, both quantitative and qualitative methods were employed, applying numerical, mathematical analyses, and result reviews; AMFE and Criticality matrices were also conducted, considering them of great importance, to provide maintenance criteria based on engineering. The research is based on data from primary sources collected in the field through surveys, inspections, and interviews. Additionally, a computer-assisted maintenance model was used, which allowed for effective and assertive handling of the information, facilitating the main objective of the research. The current state of the equipment and machines was also determined to understand their level of functionality and operating conditions.

As a result, regular and documented inspections must be carried out by trained personnel who use the appropriate tools and are familiar with the specific maintenance plan for each type of equipment or machine. It is important to foster collaboration between technicians and operators to ensure that evaluations are accurate and comprehensive. The information collected should be used to continuously update the maintenance plan and make informed decisions about repairs and replacements within the company.

Keywords: Maintenance plan, Dossier, FMEA, CMMS, Maintenance ranges

CAPITULO I
MARCO TEÓRICO

"DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, PARA LOS EQUIPOS Y MÁQUINAS DEL TECNICENTRO PACAVIH".

1.1. Antecedentes

Entre algunos de los antecedentes elaborados en relación a la temática de estudio, se puede encontrar aportes como de Garrido [1] quien tuvo como objetivo; mejorar la eficiencia de las estaciones de trabajo y optimizar el rendimiento de los equipos, garantizando su disponibilidad cuando se necesiten y reduciendo las posibles fallas o interrupciones que podrían afectar a los estudiantes. Esto se logró mediante una estrategia de mantenimiento estratégicamente diseñada y adaptada a las necesidades específicas de los usuarios. Es de esta manera que se pudo incrementar el tiempo de operación de cada una de las máquinas objeto de estudio.

Romero [2], en el que se efectúa un listado de las máquinas y equipos en servicio, obteniendo información sobre su estado, marca, año de fabricación y ubicación, generando así un inventario actualizado y a la vez identificando las máquinas más utilizadas y las más propensas a fallar como son: los cuatro elevadores, una prensa hidráulica, un compresor de aire, un taladro de pedestal y una soldadora GMAW, se recopilo información como: sus características técnicas, especificaciones, componentes principales y se generó un código de identificación, formando así las fichas técnicas; el estadístico de mantenimiento se calculó con los tiempos de trabajo del periodo enero a diciembre 2022, en el caso de los elevadores se usó el periodo octubre 2022 a mayo 2023, información proporcionada por la empresa con la cual se obtuvo la curva de la bañera; se estableció la matriz AMFE y de criticidad, identificando sus Modos de fallos, causas, efectos y otorgando valoraciones de los cuales se obtuvo los más críticos y se analizó los porcentajes de fiabilidad e infiabilidad. De este documento en especial el autor se permitió desarrollar un modelo de actividades que permiten mantener en estado optimo a las máquinas. Adicionalmente, por medio del estadístico se pudo estratificar y definir en que parte de la curva de la bañera se encuentran cada una de los componentes.

Tituaña [3] en su documento asevera que el mantenimiento industrial es una parte esencial de los procesos productivos, los cuales se encargan de desarrollar y mejorar cualquier proceso, reduciendo al mínimo las fallas e interrupciones en el funcionamiento de las máquinas o equipos. Por este motivo, en la investigación se diseña un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas GAD de Ambato. Este plan se desarrolló utilizando una metodología que combina modelos cualitativos y cuantitativos, aprovechando una variedad de datos y análisis de características para recopilar información, lo que ha permitido abordar cada una de las tareas planteadas de manera efectiva. Además, la elaboración del plan no se basó únicamente en datos empíricos, sino que se sustentó en el modelo de gestión de mantenimiento asistido por ordenador (GMAO) combinado con una distribución normal de Weibull. El análisis de los parámetros de funcionamiento de cada máquina reveló que cada una tiene particularidades específicas, por lo que su mantenimiento debe adaptarse a estas necesidades particulares. Este punto es especial, puede ser empleado con el propósito de generar actividades preventivas adecuadas con base en la tipología de la máquina objeto de estudio.

Entrando en el contexto de la empresa, se conoce que, empresa TECNICENTRO PACAVIH pretende brindar a sus clientes servicios de calidad para su vehículo, a través de una atención personalizada, precisa y de calidad, en las especialidades de alineación, balanceo, frenos, suspensiones y mecánica ligera., asimismo, mantienen la visión de consolidarse en el mercado como un Tecnicentro moderno y altamente calificado en servicio de la Ingeniería automotriz en la provincia y país, que se destaque por el uso de equipos de alta tecnología, con un personal eficiente de calidad, para la satisfacción y fidelización de sus clientes.

1.2. Justificación

Es necesario resaltar que el sector de la automoción es actualmente uno de los que más rápido está cambiando y de los más avanzados tecnológicamente, empiezan a surgir estrategias como la "fabricación inteligente" y la "Industria 4.0" para sacar el máximo partido de las nuevas tecnologías [4]. El principal problema que tratan de resolver estas estrategias son los costes asociados al mantenimiento, la inversión y el funcionamiento de los sistemas industriales [5]. En cuanto al mantenimiento de las instalaciones y la maquinaria es uno de los aspectos a los que se presta más atención, ya que proporciona una importante ventaja frente a la competencia [6].

A medida nacional, se entiende que el mantenimiento es la combinación de todas las acciones técnicas y administrativas, como las tareas de supervisión, realizadas con el fin de conservar el equipo o restaurarlo a un estado óptimo para que pueda realizar una determinada función [7]. Esta se convierte en una acción indispensable dentro de cada organización. Es necesario señalar también que el desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo para los equipos y máquinas del técnico es esencial para garantizar la eficiencia operativa, la seguridad del personal, el cumplimiento normativo y la optimización de costos a largo plazo.

Por último, los activos críticos en un técnico requieren este tipo de planificación para maximizar su vida útil y minimizar costos relacionados con reparaciones imprevistas y tiempos de inactividad. Al identificar y abordar proactivamente posibles problemas, se mejora la confiabilidad operativa, reduciendo las interrupciones no planificadas y aumentando la satisfacción del cliente. Además, el mantenimiento preventivo contribuye a crear un entorno de trabajo más seguro al garantizar que los equipos cumplan con los estándares de seguridad pertinentes. Sin mencionar el hecho que, cumplir con normativas y regulaciones específicas también es crucial para evitar sanciones legales y demostrar compromiso con las mejores prácticas de la industria. Aunque puede implicar costos adicionales inicialmente, a largo plazo, el plan de mantenimiento preventivo genera ahorros significativos al prevenir fallas costosas y prolongar la vida útil de los equipos.

1.3. Fundamentación teórica

1.3.1. Mantenimiento Industrial

El mantenimiento industrial es considerado como un factor clave dentro del proceso productivo de una industria, debido a que se orienta a la reducción y optimización del desarrollo empresarial; de esta forma se puede disminuir las fallas que se presenten en las máquinas, equipos e instalaciones que puedan perjudicar en el ámbito económico de la organización. Por lo que, es importante priorizar este mantenimiento de forma continua con la finalidad de evitar problemas y daños en la capacidad productiva [8].

Es así que, el mantenimiento industrial, es conocido como el conjunto de actividades que se ejecutan en las instalaciones, maquinarias y equipos de una empresa, con la finalidad de identificar, corregir y prevenir distintos problemas que se generan debido a las fallas de las

funciones de las máquinas; esto con el objetivo de garantizar que las instalaciones y equipos funcionen correctamente con un alto nivel de calidad [9].

Asimismo, Montilla [10], manifiesta que dentro del mantenimiento se ejecutan varias acciones planificadas y organizadas que se orientan a la conservación de equipos en condiciones operativas para que se cumplan las metas productivas previamente establecidas. Por lo que se la plantea como una actividad dinámica que genera pautas de cambios y mejoras. Dentro de este proceso las actividades de planificación, programación, ejecución y construcción de indicadores se basan en criterios técnico-administrativos que necesitan de gestión constante para lograr resultados exitosos y duraderos. A continuación, se presenta una figura con la dinámica de un Sistema de Mantenimiento Industrial, con sus respectivas fases o etapas.

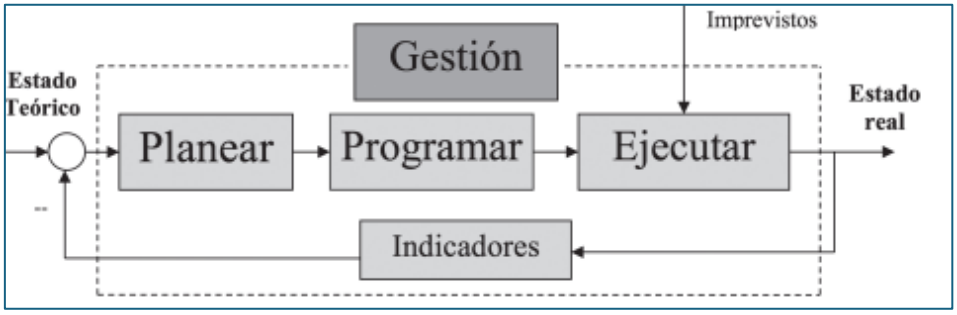


Figura 1. Dinámica del Sistema de Mantenimiento Industrial **[10].**

Por lo tanto, Cansino y Lucero [9], consideran que el mantenimiento industrial es un elemento indispensable en el funcionamiento de todo tipo de industrias, debido a que persigue objetivos específicos como: reducir el fallo de equipos y maquinarias; obtener un funcionamiento máximo y eficiente de los equipos, incrementar el índice de productividad, asegurar la seguridad industrial y optimizar la calidad de los productos.

1.3.2. Clasificación del Mantenimiento Industrial

En la actualidad se presentan algunos sistemas para la ejecución del mantenimiento de maquinaria y equipos, los cuales se basan tanto en la corrección de fallas y en la prevención de éstas; de acuerdo con Muñoz [11], los tipos de mantenimiento industrial son:

- **Mantenimiento correctivo:** hace referencia a las actividades destinadas a la reparación y reemplazo de elementos dañados cuando se presenta la falla. Se realiza con frecuencia

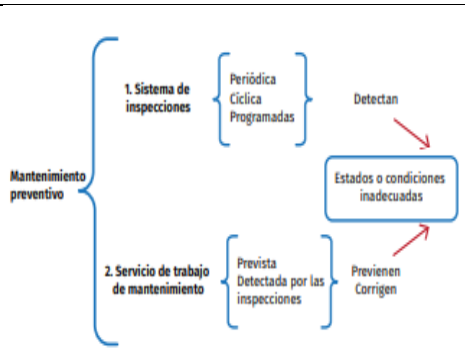
en sistemas complejos, sobre todo en elementos electrónicos que no pueden predecir fallas y en procesos que se pueden interrumpir sin que interfieran en la seguridad.

- **Mantenimiento preventivo:** se refiere a las acciones planificadas y programadas con antelación, como inspecciones constantes, pruebas de funcionamiento y reparación; las cuales se orienta a la disminución de la frecuencia e impacto de las fallas de un determinado sistema.
- **Mantenimiento predictivo:** estas actividades están encaminadas a la vigilancia y monitorización de un sistema que posibilitan una intervención correctiva de forma inmediata a causa de la identificación de un fallo. Es decir, que se centra en el seguimiento de futuros fallos del sistema para actuar de forma inmediata.
- **Mantenimiento productivo total:** se basa en una teoría japonesa en la que el usuario ejecuta acciones de mantenimiento en el sistema, facilitando información esencial para la realización de tareas futuras de forma rápida y sencilla.

Asimismo, Pérez [12], considera que los principales tipos de mantenimiento industrial frecuentemente utilizados dentro de las industrias son:

Tabla 1. Tipos de Mantenimiento Industrial **[12]**.

Mantenimiento	Descripción	Elementos
Correctivo	Denominado reactivo, es utilizado con frecuencia, se utiliza cuando el equipo deja de funcionar por una falla y su objetivo es ponerlo a funcionar de nuevo sin interferir en la productividad	Mantenimiento correctivo no programado: se realiza cuando aparece la falla, parando el equipo y reemplazando el componente. Mantenimiento correctivo programado: se ejecuta cuando se identifica que un elemento de la máquina está próximo a fallar

Mantenimiento	Descripción	Elementos
Preventivo	Acciones planificadas que se realizan en períodos de tiempo definidos para garantizar el funcionamiento de la maquinaria y productividad de la industria	
Predictivo	Se relacionan los parámetros físicos con el estado de un equipo o maquinaria; presentando elementos pre-alarma y de actuación en casos de fallos	

1.3.3. Disponibilidad en el Mantenimiento

La disponibilidad del mantenimiento hace referencia a la posibilidad de que el sistema de producción se encuentre en capacidad de efectuar sus tareas en un momento determinado y en condiciones específicas, esta se calcula a través de la relación del tiempo total de operación y este resultado sumado al tiempo total de mantenimiento en un período específico [13]. A continuación, se muestra la fórmula de cálculo:

$$D = \frac{\sum HROP}{\sum (HROP + HTMN)} \; x \; 100 \qquad \textbf{Ec. 1}$$

Donde

HROP: tiempo medio entre operación

HTMN: tiempo medio entre reparaciones

Un programa de mantenimiento busca la disponibilidad efectiva de la industria, para lo cual se necesita: obtener un nivel de disponibilidad adecuado en equipos e instalaciones, generar un

coste menor, tiempo reducido de actuación y alto nivel de trabajo o productividad. Además, se hace importante conseguir: evaluación de necesidades y capacidades técnicas, identificación de elementos que impidan alcanzar niveles de disponibilidad requeridos, establecimiento de actividades eficaces orientadas a alcanzar niveles de disponibilidad específicos, evaluación de tecnologías y métodos de detección, diagnóstico y prueba, seguimiento y aplicación de técnicas de mantenimiento general, propuesta de acciones de mejora continua e integración de actividades y funciones de mantenimiento con otras funciones del sistema [14].

Dentro de la disponibilidad se identifican índices que se deben tener en cuenta para alcanzar los objetivos propuestos, de acuerdo con estos índices son:

- **Disponibilidad total:** se refiere a la asociación entre las horas en que un equipo está disponible para producir y las horas totales en un período de trabajo, su fórmula es:

$$Disponibilidad = \frac{\sum Disponibilidad\ de\ equipos\ significativos}{N°\ de\ equipos\ significativos} \qquad \textbf{Ec. 2}$$

- **Disponibilidad por averías:** se asemeja a la disponibilidad total, sin embargo, se diferencia en que las horas de parada debido al mantenimiento son aquellas de parada y por fallas su fórmula es:

$$D.por\ averias = \frac{H.totales\ de\ trabajo - H.de\ paro\ por\ avería}{H.totales\ de\ trabajo} \qquad \textbf{Ec. 3}$$

- **Tiempo medio entre fallas:** indica la cantidad de veces en que se presentan las fallas, su fórmula es:

$$MTBF = \frac{N°.de\ horas\ totales\ del\ período\ de\ tiempo\ analizado}{N°\ de\ averías} \qquad \textbf{Ec. 4}$$

Donde

MTBF: tiempo medio entre fallas (horas)

- **Tiempo medio de reparación:** se refiere al tiempo que se utiliza desde que el equipo se encuentra inoperativo hasta que vuela a funcionar, su fórmula es:

$$MTTR = \frac{N°.\ de\ horas\ de\ paros\ por\ avería}{N°\ de\ averías} \qquad \textbf{Ec. 5}$$

Donde

MTTR: tiempo medio entre reparación (horas)

1.3.4. Curva de la Bañera

La curva de la bañera hace referencia a una representación de la probabilidad de falla de un equipo, producto o grupo de maquinarias a través del tiempo, en este gráfico se trazan tres períodos exactos que experimenta un activo durante su funcionamiento o utilidad. Es necesario tomar en cuenta la tendencia de las fallas a través del tiempo y no de la forma exacta de la curva, debido a que los ejemplos de la realidad no se asemejan siempre al modelo. Esta curva posibilita que el activo tenga alta eficacia y disponibilidad ya que ayuda a identificar el período en que puede existir una avería y permite actuar de forma rápida [15]. A continuación, se muestra la Figura 2 con la representación de la curva de la bañera.

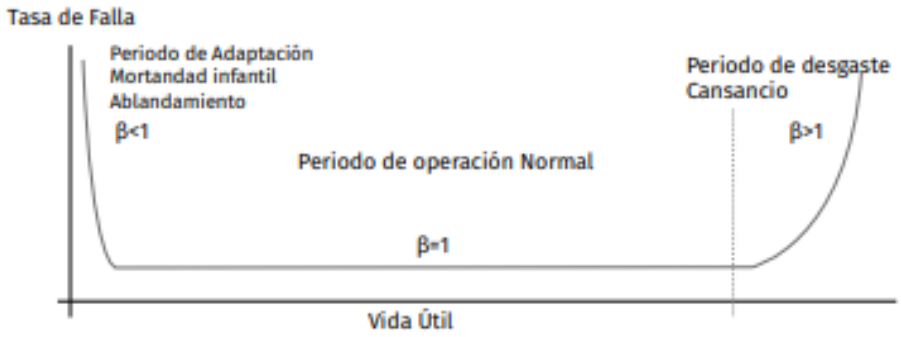


Figura 2. Curva de la bañera **[12]**.

De acuerdo con Amaya [16], la curva de la bañera presenta tres períodos específicos que deben tenerse en cuenta para conocer el tipo de mantenimiento que requiere le equipo, estos son:

- **Período de mortalidad infantil:** se conoce como falla temprana y se inicia cuando se utiliza el equipo por primera vez, las fallas son decrecientes, luego se presenta fallas

altas y se reduce de forma rápida a fallas bajas y se estabiliza. Las fallas que se generan en este periodo se dan debido a problemas en la fabricación e instalación; así como procesos de arranque incorrectos.

- **Período de vida normal:** cuando las fallas se estabilizan, inicia la vida normal o vida útil, en esta fase se espera que el activo presente una tasa de fallas constante, es decir que se presentan fallas a causa de eventos aleatorios. Al dar un mayor uso al activo se desgasta de forma normal y las fallas se vuelven más predecibles.
- **Período de desgaste:** se refiere a la cantidad de fallas que se presentan en un activo a causa de un cierto periodo de uso; la tasa de fallas aumenta de forma rápida antes del final del ciclo de vida del activo y finalmente, se presenta una falla total.

1.3.5. Inventario

Los inventarios de Mantenimiento, Reparación y Operaciones (MOR), hacen referencia a los elementos y artículos que se encuentran disponibles en la bodega de la industria, cuya finalidad es ser usados en diferentes operaciones internas de la empresa, los cuales pueden ser de uso inmediato o a largo plazo y contribuyen a mantener un funcionamiento adecuado de los distintos equipos e instalaciones de la planta de producción. De esta forma, en el momento en que surge la necesidad de operación o mantenimiento de una máquina determinada se encuentre disponible el repuesto; por lo que los elementos de MRO son relevantes en el inventario de la empresa y deben tener un seguimiento y control exhaustivo con la finalidad de que el mantenimiento industrial sea efectivo [17]. A continuación, se presenta un ejemplo de inventario.

IDS EMPRESA		**INGENIERÍA DISEÑO DE SUELAS** Fabricación de Suelas Ambato - Ecuador			
		INVENTARIO DE MAQUINARIA			
		ELABORADO POR Fernando Freire	**FECHA DE ELABORACIÓN** 10/02/2019		**CÓDIGO** IM-MAN-01
		REVISADO POR Ing. Christian Castro	**FECHA DE REVISIÓN** 14/02/2019		**VERSIÓN** 01
#	**Código**	**Nombre o Descripción del Equipo o Maquinaria**	**Cantidad**	**Modelo**	**Marca**
ÁREA DE INYECTADO					
1	IINY01	Inyectora de Polímero Horizontal	1	2009	Maingroup
2	IINY02	Inyectora de Polímero Horizontal	1	2009	Maingroup
ÁREA DE MATRICERÍA					
3	MAFB01	Afilador de buriles	1	2012	Vertex
4	MESM01	Esmeril	1		Rong Long
5	MTAL01	Taladro de Pedestal	1	2010	Rong Long
6	MESM02	Esmeriladora Angular	1	-	DEWALT
7	MMTL01	Multi tool	1	-	Black+Decker
8	MSAP01	Sistema de Aire Presurizado	1	-	
ÁREA DE TERMINADOS – REFILADO					
9	TREB01	Rebabadora	1	-	AnKai

Figura 3. Control de Inventario MRO **[18]**.

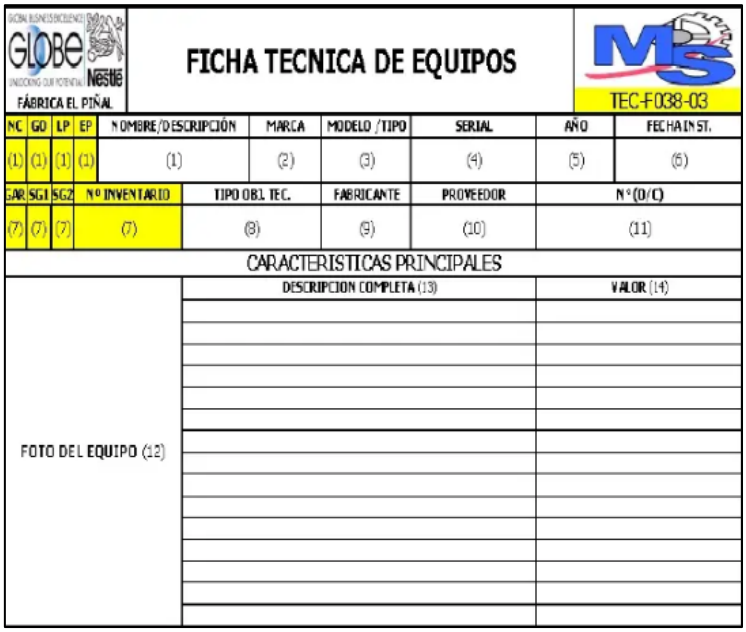
Los inventarios MRO tienen diferentes elementos que los caracterizan de otros inventarios presentes en la empresa, de acuerdo con Ollague [19], estos son:

- **Repuestos:** artículos de uso específico que son almacenados solo cuando se presenta un riesgo de no contar con ellos en un momento determinado, puesto que existe un alto costo tenerlos en bodega durante un período de tiempo.
- **Suministros:** artículos que son utilizados por todo el personal ya sea de la planta de producción como de la unidad de administración.
- **Materias primas:** artículos que se utilizan para fabricar un producto determinado.

1.3.6. Fichero de Máquinas

Las fichas técnicas de las máquinas hacen referencia a cuadros o tablas que contienen toda la información técnica de los equipos de la planta productiva de la empresa, se incluye también la descripción de los repuestos y elementos esenciales. La elaboración de este tipo de fichas se realiza generalmente en el programa Excel para facilitar su organización y modificación o

edición de ser necesaria [20]. A continuación, se presenta un ejemplo de ficha técnica de un equipo.



FÁBRICA EL PIÑAL

FICHA TECNICA DE EQUIPOS

TEC-F038-03

NC	GD	LP	EP	NOMBRE/DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO /TIPO	SERIAL	AÑO	FECHA IN ST.
(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)

GAR	SG1	SGZ	Nº INVENTARIO	TIPO OBJ. TEC.	FABRICANTE	PROVEEDOR	Nº (O/C)
(7)	(7)	(7)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)

CARACTERISTICAS PRINCIPALES

FOTO DEL EQUIPO (12)	DESCRIPCION COMPLETA (13)	VALOR (14)

Figura 4. Ejemplo de ficha técnica de equipo **[20]**.

1.3.7. Fichero Histórico

El fichero histórico de una máquina se refiere al detalle cronológico de las intervenciones que se han generado, a partir de su primer uso o puesta en marcha, este documento debe contener todos los procesos correctivos y preventivos que se han realizado; además, de calibraciones o verificaciones. Estos datos contribuyen a ejecutar el siguiente análisis: análisis de fiabilidad (calcular tasa de fallas); disponibilidad (mantenibilidad, mejoras y disponibilidad); mejora de métodos (identificar puntos débiles, AMFE); de repuestos (existencias óptimas, selección de repuestos que se deben mantener en stock) y de la política de mantenimiento [18]. En la figura 5 se muestra un ejemplo de fichero histórico de una máquina.

Fecha: 05/07/2013	**Numero de trabajo:** 9
Especialidad: Mantenimiento de maquinas eléctricas	
Tipo de fallo: Paro en la banda transportadora	Motor trifásico 001.023.007
Número de horas de trabajo: 10 horas diarias	**Tiempo fuera de servicio:** 2 horas
Datos de la intervención: Se llevara el motor trifásico a la área de mantenimiento para localizar sus fallas para un posterior reparo de la misma	
Defectos encontrados: Falla en los rodamientos , carga excesiva, lubricación inadecuada	
Análisis de fiabilidad Falla en los rodamientos; alineamiento del rotor	
Análisis de disponibilidad: Implementar un motor más en la banda transportadora	
Análisis de mejora de métodos: La sobrecarga en la banda transportadora	
Análisis de respuestas Rodamientos 2	existentes 10
Análisis de la política Adquirir una nueva máquina para la mejora de la producción	
Plan de mejora Adquirir rodamientos que soporten más presión y darlos un mantenimiento preventivo	

Figura 5. Fichero histórico **[21]**.

1.3.8. Dossier

El Dossier se refiere la documentación que contiene todas las características y aspectos específicos de una máquina o equipo, en donde se describe la información del constructor, planos, manuales de usuario, información sobre las pruebas, sobre el funcionamiento, un listado de repuestos y los ficheros de mantenimiento [22]. En concordancia, Freire [18], manifiesta que el Dossier es un elemento clave en el mantenimiento de la maquinaria, debido a que permite obtener un conocimiento profundo sobre el equipo, para manejarlo de forma adecuada y ejecutar reparaciones correctas que posibiliten un largo período de operación.

1.3.9. Fases del Mantenimiento Preventivo

De acuerdo con Pérez [12], las fases para la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo dentro de una industria son:

- **Planificación:** dentro de esta etapa es necesario identificar las acciones que se van a realizar, el personal que va a trabajar, los equipos y recursos que se van a utilizar y el tiempo aproximado de intervención o trabajo. Se debe tener en cuenta los siguientes aspectos: inventario técnico (registro de equipos, herramientas, máquinas, instalaciones), preferencia de manejo (identificar máquinas y equipos inservibles), control de costos, factores técnicos de estructuración (habilitación de inspecciones, vida útil del servicio), sistemas de información, panificación y operación e inventario de herramientas e insumos [9].
- **Programación:** dentro de esta etapa se establece la fecha y lugar en que se va a realizar el mantenimiento; así como las actividades planificadas. Se puede realizar un cronograma de actividades para cumplir con todo lo designado [15].
- **Ejecución:** se ejecutan los trabajos establecidos. Es necesario tener en cuenta los siguientes elementos: manual de gestión, procesos administrativos, procesos de trabajo, instructivos técnicos y registros de condiciones de trabajo [16].
- **Control:** se verifica y evalúa los trabajos que se han realizado. Se deben realizar controles en: inventario de repuestos, de equipos, máquinas y recursos, cronograma de mantenimiento, prioridad de maquinaria a dar mantenimiento, actividades de mantenimiento y retroalimentación [23].

1.3.10. Plan de Mantenimiento

1.3.10.1. Plan de Mantenimiento Basado en Confiabilidad MCC

El objetivo principal de este plan es establecer un mantenimiento basado en la fiabilidad para incrementar la fiabilidad de la industria en las diferentes instalaciones; es decir, reducir el tiempo de improductividad de la planta debido a fallas imprevistas que impiden que se cumplan con las metas previamente establecidas. De esta forma, se orienta al incremento de la disponibilidad,

reducción del costo de mantenimiento, optimización del funcionamiento de equipos y el desarrollo de métodos que eviten las fallas [24].

Una aplicación adecuada de este tipo de métodos crea una reducción de las diferentes interrupciones inesperadas a causa de fallas, lo cual a su vez aumentan la disponibilidad de las máquinas; generando un menor coste de mantenimiento correctivo y obteniendo productos de calidad, además de un incremento notorio en la productividad de la empresa [18]

El proceso de este tipo de plan se centra en la ejecución de varios pasos o etapas ordenadas y sistematizadas de forma lógica que se orientan a la identificación de maquinarias y equipos, las fallas que presentan, formas y causas de estas fallas; así como sus consecuencias o efectos. Al encontrar la falla se prioriza una evaluación del riesgo y vulnerabilidad que se ha generado al sistema, en base al nivel de riesgo se obtiene la criticidad del problema. En la figura 6, se presenta el proceso del plan.

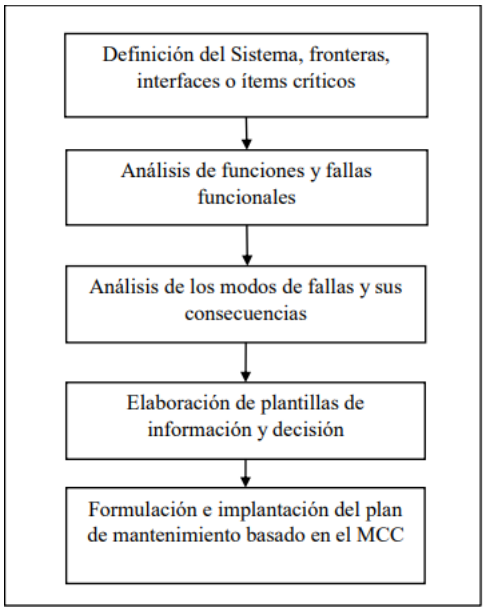


Figura 6. Proceso del plan de mantenimiento basado en Confiabilidad **[24]**.

1.3.11. Estadístico de Máquinas

Las estadísticas de mantenimiento de las máquinas permiten conocer el rendimiento en el ámbito de mantenimiento de la empresa, de acuerdo con INFRASPEAK [25], algunas de estas son:

- **E-maintenance y Mantenimiento como Servicio:** se refiere a que los fabricantes de equipos y maquinarias ofrecen mantenimientos por suscripción o monitorización predictiva del estado de la máquina a través de etiquetas o sensores.
- **Tecnología de sensores:** se trata del uso de sensores en las empresas para mejorar el uso y operación de las máquinas y equipos.
- **Realidad aumentada y realidad virtual:** se utiliza para ver modelos en 3D de la maquinaria y equipos en lugar de leer los manuales de usuario, lo cual ayuda a reducir las sesiones de formación; de esta forma, las personas encargadas pueden observar y recorrer las partes específicas que requieren reparación con imágenes reales.
- **Equipos de reparación descentralizados:** son redes abiertas de reparación y datos de equipos en tiempo real que posibilitan que las personas conozcan lo que sucede o la falla que se ha presentado en cualquier momento.

1.3.12. Matriz de Fallos Modales AMFE

De acuerdo con Freire [18], esta matriz contribuye a la identificación de fallas que se generan en un determinado producto o actividad; puesto que realiza un análisis de la frecuencia, modo, detección y la consecuencia que se genera. Posterior a ellos, se jerarquizan u organizan las fallas y se establece la falla que afecta en mayor medida a la confiabilidad, proponiendo acciones inmediatas. Por lo tanto, a través de esta matriz se puede definir: tipos de fallas, causas, consecuencias y estrategias para evitar los efectos. Es importante considerar que a través del AMFE se determina el número de prioridad de riesgo, el cual tiene como fórmula:

$$NPR = Gravedad\ (G) * Frecuencia\ (F) * Detección\ (D) \qquad \textbf{Ec. 6}$$

Donde:

NPR: número prioritario de riesgo

Dentro del AMFE se establecen algunos criterios o grupos para el análisis de fallos, según Freire [18], estos son:

- **Funciones:** detallas las características y expectativas del rendimiento que debe tener el activo.
- **Fallo funcional:** hace referencia al incumplimiento de la función del equipo.

- **Modo de fallo:** es el modo en que la máquina deja de funcionar
- **Causa o raíz:** incoherencia que se presenta y que provoca el fallo.
- **Consecuencia:** efecto de la falla en el funcionamiento del equipo y en el área productiva.

Sección:			Marca:		
Equipo:			Modelo:		
N°	Componente	Función	Falla funcional	Modo de fallo	Causa Raiz

Fecha Rea:					Hoja N°:	
Fecha Rev:					De:	
Efecto	Valoraciones				Recomendaciones	
	F	G	D	MPR		

Figura 7. Modelo Matriz AMFE **[18]**.

1.3.13. Mantenimiento automotriz

La mecánica automotriz se connota como un modelo de mucha concentración y además requiere de amplios conocimientos que involucran muchas partes de un vehículo automotor; de esta manera los componentes se convierten en piezas necesarias para su óptimo funcionamiento. La evolución remueve necesidades e intereses por lo que el automóvil se ha mejorado y adaptado a los ecosistemas para brindar una óptima calidad de servicio automotriz. Y por esta razón es importante mantenerlo en buenas condiciones [26].



Figura 8. Mantenimiento automotriz **[18]**.

Es importante destacar que dependiendo de la aplicación de las prácticas destinadas a prevención o reparación de fallos en equipos y máquinas; se distinguen diversos tipos de mantenimiento. El mantenimiento preventivo automotriz es fundamental para que el auto

funcione perfectamente, previene accidentes en la vía; el deterioro del auto y permite ahorrar una importante cantidad de tiempo y dinero. El plan incluye el motor, neumáticos, batería, dirección, frenos, carrocería, lavado de auto y sistema de enfriamiento. El mantenimiento correctivo automotriz es aquel que corrige los defectos observados en los vehículos, consiste en localizar averías o defectos y corregirlos o repararlos. Al hablar de mantenimiento correctivo hay sistemas del vehículo que demandan más atención y que generalmente sufren más averías: motor, suspensión, neumáticos, transmisión y dirección, aire acondicionado, sistema de refrigeración, batería, latonería y pintura [27].

El mantenimiento predictivo implica que el propietario se convierta en un observador, es decir, que pueda utilizar sus sentidos para determinar la necesidad de reparación antes de que falle un componente. La mayor parte de este tipo de mantenimiento puede realizarlo el propio propietario, siempre que disponga de las herramientas y recursos necesarios. Estos incluyen cosas como verificar la presión de los neumáticos, verificar los niveles del líquido de frenos, inspeccionar las luces del vehículo, etc [27].

1.3.14. Mantenimiento en el Tecnicentro

De acuerdo con Solís y Paredes [28], se trata de establecimientos especializados en reparación de automóviles donde los técnicos tienen los conocimientos mecánicos para realizar mantenimiento y reparaciones. Hoy en día existen talleres especializados en determinadas marcas y talleres que prestan servicios de mantenimiento para cualquier marca de coches, conocidos como talleres multimarca. Algunas de las ventajas que presentan estos establecimientos se enlistan a continuación:

Beneficios:

- Aumenta la eficiencia de los vehículos.
- Reduce el desgaste de las piezas manteniendo su resistencia.
- La duración del servicio del automóvil aumenta.
- Contribución a la protección del medio ambiente.
- Beneficios para el propietario en términos de coste y rendimiento.
- Prevenir tiempos de inactividad provocados por averías.
- Evitar daños causados por un mal mantenimiento.

- Mantener el vehículo en óptimas condiciones de seguridad y rendimiento.
- Reducir costes de mano de obra y repuestos [28],

1.3.15. Cuidado del medio ambiente orientado al mantenimiento industrial

El cuidado del medio ambiente en el contexto del mantenimiento industrial es fundamental para minimizar el impacto ambiental de las operaciones industriales y garantizar la sostenibilidad. A continuación, se enlistan algunas instancias en las cuales se debe considerar el cuidado del medio al hablar de mantenimiento industrial.

- Gestión de Residuos

Reducción de Residuos: Implementar prácticas que minimicen la generación de residuos, como la reutilización y el reciclaje de materiales.

Disposición Adecuada: Asegurarse de que los residuos peligrosos sean gestionados y eliminados de acuerdo con las regulaciones ambientales locales e internacionales.

- Uso Eficiente de Recursos

Eficiencia Energética: Adoptar tecnologías y prácticas que reduzcan el consumo de energía, como la optimización de maquinaria y el uso de equipos energéticamente eficientes.

Conservación de Agua: Implementar sistemas de reciclaje de agua y tecnologías que reduzcan el consumo de agua en procesos industriales.

- Control de Emisiones

Reducción de Emisiones Atmosféricas: Utilizar filtros, purificadores y otras tecnologías para reducir la emisión de contaminantes al aire.

Mantenimiento Preventivo: Realizar un mantenimiento regular de los equipos para evitar fugas y emisiones no controladas.

- Sustitución de Materiales Peligrosos

Uso de Sustancias Menos Tóxicas: Reemplazar materiales peligrosos con alternativas más ecológicas siempre que sea posible.

Almacenamiento Seguro: Asegurar que los materiales peligrosos se almacenen y manejen de manera segura para prevenir derrames y contaminaciones.

- Educación y Capacitación

Capacitación Continua: Formar al personal sobre prácticas sostenibles y la importancia del cuidado del medio ambiente.

Conciencia Ambiental: Promover una cultura organizacional orientada a la sostenibilidad y al respeto por el medio ambiente.

- Implementación de Sistemas de Gestión Ambiental

Certificaciones ISO 14001: Adoptar sistemas de gestión ambiental basados en estándares internacionales como ISO 14001 para sistematizar y mejorar continuamente las prácticas ambientales.

Monitoreo y Reporte: Realizar un seguimiento continuo del desempeño ambiental y reportar los resultados para evaluar y mejorar las prácticas.

- Tecnologías Limpias

Innovación y Modernización: Invertir en tecnologías limpias que reduzcan el impacto ambiental, como la energía solar, eólica, y otras fuentes renovables.

Automatización: Implementar sistemas automatizados que optimicen el uso de recursos y minimicen los residuos.

- Planificación y Diseño Sostenible

Diseño para el Medio Ambiente: Incorporar consideraciones ambientales en el diseño de procesos y productos desde el principio.

Evaluación del Ciclo de Vida (LCA): Evaluar el impacto ambiental de los productos y procesos a lo largo de su ciclo de vida para identificar áreas de mejora [29].

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Desarrollar un plan de mantenimiento preventivo, para los equipos y máquinas del Tecnicentro PACAVIH.

1.4.2. Objetivos específicos

- Realizar el inventario de los equipos y máquinas del Tecnicentro PACAVIH.
- Determinar el estado actual de los equipos y máquinas en el Tecnicentro PACAVIH.

- Establecer una matriz AMFE y una matriz de criticidad de los componentes de cada uno de los equipos y máquinas
- Realizar gamas de mantenimiento de los equipos y máquinas

CAPÍTULO II
MARCO METODOLÓGICO

2.1. Materiales y recursos

2.1.1. Recursos humanos

Los recursos humanos necesarios para el desarrollo de la investigación, se conformó un equipo con el apoyo y orientación del director de trabajo de titulación, así como con la colaboración de representantes de la empresa Tecnicentro PACAVIH, operadores a cargo de las máquinas y el autor de este trabajo de investigación.

2.1.2. Recursos institucionales

Dentro de los recursos a emplear fueron los diferentes materiales bibliográficos disponibles en la Universidad Técnica de Ambato y bases de datos con información relevante, al igual que, los recursos informáticos, incluidas las licencias de software de Microsoft Office, con sus respectivas licencias.

2.1.3. Recursos materiales

Los materiales empleados se enlistan a continuación:

Tabla 2. Materiales empleados

MATERIALES	
ELEMENTO	**DESCRIPCIÓN**
Computador	Dispositivo electrónico empelado en el desarrollo del documento.
Manuales de mantenimiento	Elementos que contienen información sobre las máquinas objeto de estudio.
Manuales de operación	Elementos que contienen información sobre las máquinas objeto de estudio
Estadístico de máquinas	Elementos que contienen información sobre los fallos evidenciados durante un año calendario.

MATERIALES	
ELEMENTO	**DESCRIPCIÓN**
Software libre Fractal One	Fracttal One es un software de mantenimiento inteligente que utiliza tecnologías avanzadas, como la inteligencia artificial y el Internet de las Cosas (IoT), para optimizar la gestión de mantenimiento en diversas industrias. Este sistema de gestión de mantenimiento computarizado (CMMS) y de gestión de activos empresariales (EAM) es altamente valorado por su facilidad de uso, funcionalidad y soporte al cliente (Gestión Mantenimiento) (Gestión Mantenimiento) [30]. Dentro del marcado actualmente existen varios softwares orientados al CMMS tales como los enlistados a continuación: SAP EAM: SAP Enterprise Asset Management es una solución integral para la gestión de activos empresariales. Está diseñada para ayudar a las empresas a gestionar y mantener sus activos físicos de manera eficiente [23]. Dude Solutions (Asset Essentials): Asset Essentials es una plataforma CMMS que proporciona herramientas para la gestión de mantenimiento preventivo y correctivo, gestión de inventarios y órdenes de trabajo. MP Software: MP Software es una solución CMMS que ofrece una plataforma robusta para la gestión del mantenimiento de equipos e instalaciones. Es popular en América Latina y tiene una interfaz en español [15].

2.2. Diseño de la investigación

2.2.1. Enfoque mixto (cuantitativo-cualitativo)

En la presente investigación se utilizó el método cuantitativo y cualitativo, debido a que se aplica una etapa numérica, matemática y de revisión de resultados para emitir criterios de ingeniería. La investigación envuelve datos de fuentes primarias los cuales son recolectados en campo y serán útiles para el estudio mediante instrumentos como la encuesta y la entrevista.

2.2.2. Documental

Asimismo, se aplicó la investigación bibliográfica, con el fin de sustentar y fundamentar el estudio, con aportes claros que permitan validar la información de este en función de actividades preventivas y correctivas que se puedan aplicar en la empresa. Por otro lado, es importante tener en cuenta que para determinar el estado de las maquinas, se empleó la NTP 679 con el fin de evaluar la tasa de funcionamiento con relación a información estadística previa o en el caso de que no exista dicha información, se emplea el análisis modal de fallos y efectos, donde estos resultados permitirán identificar los posibles riesgos acorde al nivel de prioridad.
De igual forma, las estimaciones de confiabilidad y disponibilidad de los diferentes equipos se analizaron desde un enfoque de mantenimiento asistido mediante el ordenador lo cual permite cubrir cualquier aspecto que no sea tomado en cuenta dentro de la información estadística de las máquinas.

2.3. Métodos y técnicas

A continuación, se plantea la metodología con la cual se desarrolló el estudio, con el fin de cumplir con los objetivos de esta, al igual que los diferentes procesos de recolección, tabulación y presentación de los resultados para un desarrollo adecuado del plan de mantenimiento preventivo.

2.3.1. Métodos de investigación

Entre los métodos de investigación a aplicar para el desarrollo del estudio, se encuentran los siguientes:

2.3.1.1. Investigación aplicada

La investigación aplicada es un enfoque de investigación que se centra en resolver problemas prácticos y producir conocimiento que tenga aplicación directa en la práctica [31]. Dentro del Tecnicentro PACAVIH, la investigación aplicada se utiliza para abordar desafíos específicos relacionados con el mantenimiento de equipos y maquinaria. Esto incluye identificar problemas específicos, analizar las causas fundamentales y desarrollar soluciones prácticas y efectivas, que permitan identificar las causas de fallas recurrentes en equipos específicos, sugerir mejoras a los procedimientos de mantenimiento preventivo y desarrollar nuevas técnicas de mantenimiento predictivo.

2.3.1.2.Investigación deductiva

La investigación deductiva es un método de investigación que parte de una teoría general y extrae conclusiones específicas [32]. En el Tecnicentro PACAVIH se utilizó la investigación deductiva para desarrollar hipótesis sobre el mantenimiento de equipos y maquinarias basadas en teorías y principios generales del mantenimiento industrial. Luego, a través de la recopilación y análisis de datos específicos de la empresa, se puede comprobar esta hipótesis y obtener conclusiones concretas sobre la efectividad del mantenimiento preventivo en la empresa.

2.3.1.3.Investigación de campo

La investigación de campo es un tipo de investigación que se realiza directamente en el campo donde ocurre el fenómeno o problema que se estudia [33]. En el Tecnicentro PACAVIH, la investigación de campo implicó la realización de observaciones directas y entrevistas dentro de la organización con el fin de recolectar información relevante sobre el mantenimiento de equipos y maquinaria para evaluar sus percepciones sobre la eficacia de las máquinas y equipos.

2.3.2. Recolección de información

La recopilación de datos se ejecutó en la ejecución de acciones secuenciales, como recopilar información para realizar un inventario de las máquinas, comprender el estado actual de estas, crear una matriz AMFE y establecer un alcance de mantenimiento. El análisis de datos, por otro lado, se utilizó el software Microsoft Excel como herramienta básica para procesar la información recopilada.

2.3.3. Técnicas de investigación

Ente las técnicas de recopilación de datos que se empleó en la investigación fueron las siguientes:

2.3.3.1. Observación

La observación es una técnica de recopilación de datos que implica observar directa y sistemáticamente eventos, acciones y situaciones en un entorno particular [30]. En la empresa, las observaciones se utilizaron para obtener información sobre la operación y condición de equipos y maquinaria. Los datos obtenidos mediante la observación permitieron complementar la información y datos, para proporcionar una imagen más completa y precisa del estado de mantenimiento de la empresa. Es de esta manera que se pudo realizar el inventario de los equipos y máquinas del Tecnicentro PACAVIH a la par de abordar el estado actual de los equipos y máquinas.

2.3.3.2. Visita técnica

La visita técnica es una técnica de recopilación de datos que implica entrar en contacto directo con las máquinas y/o elementos objetos de estudio [34]. Dentro del Tecnicentro PACAVIH, los componentes analizados correspondieron a las 10 máquinas objeto de estudio. **Ver anexo 1**. Además, por medio de la recopilación de información a la par de las distintos métodos y técnicas se pudo establecer una matriz AMFE (análisis del estadístico de máquinas y verificación del estado de las máquinas) y una matriz de criticidad de los componentes de cada uno de los equipos y máquinas. Finalmente, de esta manera se pudo realizar gamas de mantenimiento de los equipos y máquinas por medio de la información asimilada para su posterior colocación dentro del programa Fractal One.

2.4. Área de Estudio

El presente proyecto de investigación se efectuó en el Tecnicentro PACAVIH, mismo que empezó sus actividades en el 2018 y actualmente trabaja baja la certificación ISO 9001 orienta en el ciclo PHVA. Su matriz se encuentra situada en las calles Av. Los Atis y Lavayen; Huachi Chico.



Figura 9. Logo de la empresa PAVAVIH.

2.5. Desarrollo de los objetivos

En lo que respecta al desarrollo del objetivo específico número uno; el inventario de la empresa se efectuó por medio de una visita técnica, en la cual la idea fundamental fue identificar cuáles son las máquinas dentro de la empresa a la par de su procedencia, año, código y características intrínsecas. Efectuar este objetivo solo fue posible por medio de la colaboración del gerente de la empresa y su efectiva respuesta al proporcionar la información necesario al respecto de las máquinas objeto de estudio.

El segundo objeto especifico fue desarrollado de igual manera que el anterior con la diferencia que se empleó un check list (verificar anexo 1) para identificar puntualmente el estado de los equipos y máquinas. Este aspecto es fundamental para establecer cuáles son los elementos y/o máquinas que requieren mayor atención al momento de establecer las acciones correctivas, preventivas o predictivas en caso de ser necesario.

Por otro lado, es por medio de la identificación que se dio por cumplido el tercero objetivo (elaboración de la matriz AMFE y criticidad) en esta se identificó los componentes críticos y los fallos muy puntuales que pueden desarrollarse. Finalmente, se generaron las gammas de mantenimiento (colocación en el programa fractal one) con base en los fallos detallados para obtener el mayor rendimiento de las máquinas. Es importante mencionar que para desarrollar

esta documentación fue necesario identificar el tipo de mantenimiento, día de trabajo, estado del equipo y listado de elemento intercambiables.

2.6. Desarrollo del proyecto

A continuación, se detalla el procedimiento para llevar a cabo el desarrollo de la presente investigación dentro de la empresa objeto de estudio.

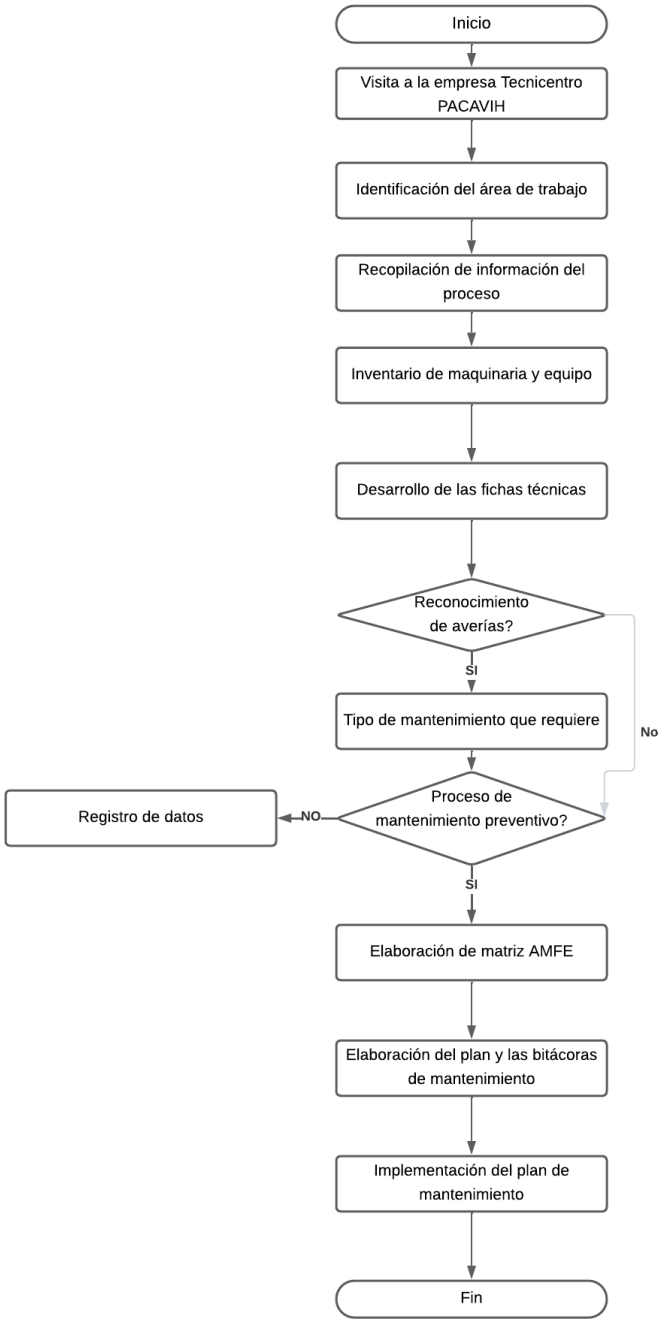


Figura 10. Diagrama de flujo del proyecto

CAPÍTULO III
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En este apartado se enlistan las instancias de las máquinas dispuestas a estudio. Para este caso en particular se abordarán: balanceadora, cama de enderezado, elevador de dos postes, limpiadora de inyectores, rectificadora de discos de freno, enllantadora, generador de nitrógeno, compresor, pistola de impacto y sistema neumático. Por otro lado, primariamente, se muestra el inventario de máquinas y una revisión detallada de los elementos objeto de estudio a la par de las fichas de cada uno de las máquinas y/o sistemas.

3.1. Análisis inicial de las máquinas

Es necesario destacar que la tabla 3 presentada a continuación es solo el análisis de una de las máquinas objeto de estudio. Los demás equipos se muestran en el anexo 1 a la par de evidencia fotográfica.

Tabla 3. Tabla de observación

Máquina/Equipo	Ubicación	Fecha de Observación	Observaciones
Balanceadora	Área de Balanceo	2024-05-01	La balanceadora está calibrada y proporciona resultados precisos. Sin embargo, se observa un ligero desgaste en los conos y los platos, lo que podría afectar la precisión a largo plazo. Se recomienda una limpieza a fondo y una inspección más detallada para determinar si se necesitan ajustes o reemplazos.
Cama de Enderezado	Área de Enderezado	2024-05-01	La cama de enderezado está en buenas condiciones. No se observan deformaciones importantes en la superficie de trabajo. Sin embargo, se detectan pequeñas grietas en el revestimiento de pintura, lo que podría llevar a la corrosión si no se trata adecuadamente. Se

Máquina/Equipo	Ubicación	Fecha de Observación	Observaciones
			recomienda reparar las grietas y aplicar una capa de protección para evitar daños adicionales.
Elevador de dos Postes	Área de Elevadores	2024-05-01	El elevador de dos postes está en buen estado de funcionamiento. Se detecta un ligero chirrido en los rodamientos al elevar y descender el vehículo. Se recomienda lubricar los rodamientos y las guías para eliminar el ruido y evitar el desgaste prematuro de las piezas. Además, se debe revisar la tensión de los cables de seguridad y realizar cualquier ajuste necesario.
Limpiadora de Inyectores	Área de Limpieza	2024-05-01	La limpiadora de inyectores funciona correctamente. Sin embargo, se observa un bajo rendimiento en la presión de salida del líquido de limpieza. Se recomienda revisar y limpiar los filtros de entrada y salida, así como verificar el estado de las bombas y las conexiones para mejorar el rendimiento del equipo.
Rectificadora de Discos	Área de Rectificado	2024-05-01	La rectificadora de discos está en buenas condiciones y proporciona resultados precisos. Se recomienda realizar una limpieza a fondo de las piedras abrasivas y las superficies de trabajo para mantener la precisión y prolongar la vida útil de las herramientas. Además, se debe verificar la alineación de las piedras abrasivas y realizar ajustes si es necesario.
Enllantadora	Área de Enllantado	2024-05-01	La enllantadora opera sin problemas aparentes. Sin embargo, se observa un desgaste moderado en los cabezales de montaje. Se recomienda revisar y

Máquina/Equipo	Ubicación	Fecha de Observación	Observaciones
			ajustar la presión de montaje para evitar daños en las llantas y mejorar la eficiencia del proceso. Además, se debe lubricar regularmente los puntos de pivote y las articulaciones para garantizar un funcionamiento suave y prolongar la vida útil del equipo.
Generador de Nitrógeno	Área de Generación de Nitrógeno	2024-05-01	El generador de nitrógeno funciona correctamente y proporciona niveles adecuados de pureza del gas. Se recomienda realizar un mantenimiento preventivo regular según las especificaciones del fabricante para garantizar un rendimiento óptimo y prevenir posibles fallos en el sistema. Además, se debe monitorear el nivel de desgaste de los filtros y reemplazarlos según sea necesario.
Compresor	Área de Compresores	2024-05-01	El compresor está en buen estado de funcionamiento. Sin embargo, se detecta un ligero aumento en la temperatura durante periodos de uso prolongado. Se recomienda revisar y limpiar los radiadores de enfriamiento y verificar el nivel de aceite para evitar sobrecalentamientos y daños en el motor. Además, se debe realizar un mantenimiento regular del sistema de filtración para garantizar la calidad del aire comprimido.
Pistola de Impacto	Área de Herramientas Neumáticas	2024-05-01	La pistola de impacto opera correctamente. Sin embargo, se observa un escape de aire en el gatillo, lo que indica un posible problema en el sello o la válvula interna. Se recomienda desmontar y revisar la pistola para identificar y

Máquina/Equipo	Ubicación	Fecha de Observación	Observaciones
			solucionar la causa del escape de aire. Además, se debe lubricar regularmente el mecanismo de la pistola para mantener su funcionamiento suave y prolongar su vida útil.
Sistema Neumático	Área de Compresores	2024-05-01	El sistema neumático está en buen estado de funcionamiento. No se observan fugas de aire en las conexiones principales. Sin embargo, se detecta una ligera fluctuación en la presión de aire durante el uso. Se recomienda revisar y ajustar el regulador de presión y verificar el estado de las válvulas de control para garantizar un suministro de aire estable y confiable. Además, se debe realizar una inspección visual regular de las tuberías y conexiones para detectar posibles fugas y repararlas de inmediato.

3.2. Inventario de activos

Es esencial identificar el inventario de máquinas en la empresa bajo investigación para llevar a cabo este estudio. Sin embargo, la empresa carece de esta información en su archivo, por lo tanto, solo se clasifican las máquinas y equipos destinados específicamente al área de análisis. Por esta razón, se solicitó una evaluación por parte de la gerencia respecto a las máquinas que serán examinadas.

3.2.1. Codificación de máquinas

En consecuencia, se idealiza la categoría ordinal de valoración comprendida entre 2 dígitos numéricos y dos alfabéticos más 2 dígitos para el área.

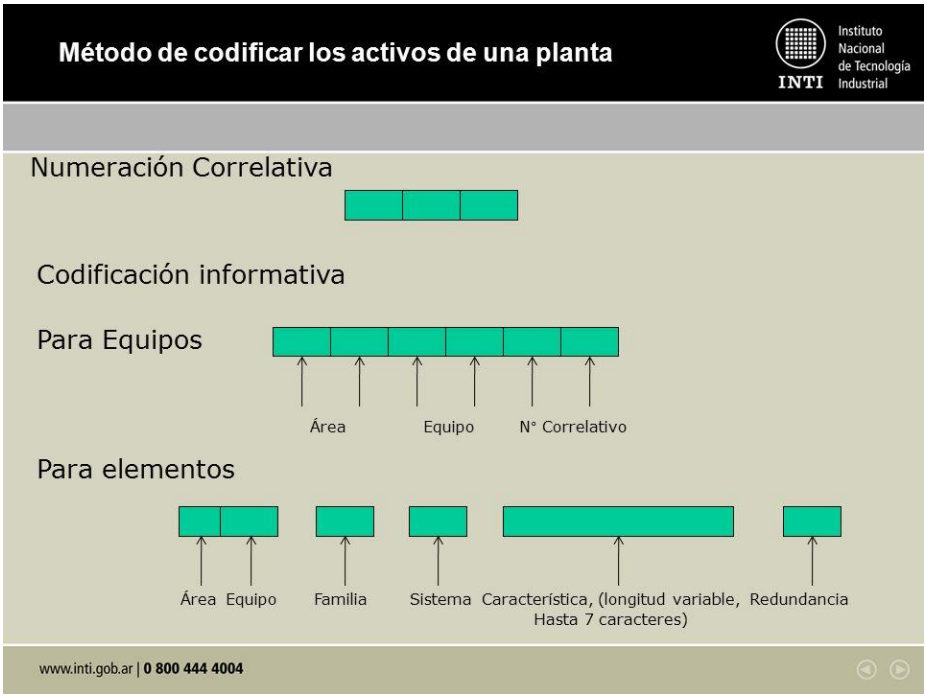


Figura 11. Codificación de máquinas [30]

Nota: El orden secuencial se mantiene para las diez máquinas de estudio con los prefijos de PACA al ser máquinas de aplicabilidad diaria dentro del Tecnicentro.

Tabla 4. Descripción de la ficha

Código	**Descripción**
PACA01	PC: máquina de aplicabilidad dentro del Tecnicentro PACAVIH
	01: orden de análisis
Área	A1 hasta AN

Además, la codificación de los elementos, partes o piezas sigue el formato de cinco dígitos mencionado anteriormente, junto con el orden alfabético de las piezas; esto va desde 001 hasta 020.

3.2.2. Árbol de maquinaria

En esta sección se establece el nombre de las máquinas según el área y la codificación en la que están ubicadas. Aquí se completa la designación de la ficha de acuerdo al área de la máquina.

Tabla 5. Descripción de la ficha

Máquina	Código	Área	Denominación de ficha
Balanceadora	PC	Tecnicentro TE	PC-TE01-A1
Cama de enderezado	PC	Tecnicentro TE	PC-TE02-A2
Elevador de dos postes	PC	Tecnicentro TE	PC-TE03-A3
Limpiadora de inyectores	PC	Tecnicentro TE	PC-TE04- A4
Rectificadora de discos	PC	Tecnicentro TE	PC-TE05- A5
Enllantadora	PC	Tecnicentro TE	PC-TE06- A6
Generador de nitrógeno	PC	Tecnicentro TE	PC-TE07- A7
Compresor	PC	Tecnicentro TE	PC-TE08- A8
Pistola de impacto	PC	Tecnicentro TE	PC-TE09- A9
Sistema neumático	PC	Tecnicentro TE	PC-TE10- A10

3.2.3. Inventario de máquinas

A continuación, se muestra en inventario de las máquinas exceptuando la codificación con el propósito de validad su aplicabilidad dentro de la empresa.

Tabla 6. Inventario de máquinas

INVENTARIO TECNICENTRO PACAVIH 2024						
N°	**Tipo de maquina o herramienta**	**Nombre**	**Cantidad**	**Descripción**	**Fecha de compra**	**Estado**
1	Neumática	Compresor de pistón	1	Los compresores de pistón son dispositivos esenciales en una variedad de industrias, gracias a su capacidad para comprimir aire y gas de manera eficiente	jun-2015	Regular
2	Neumática	Racha neumática	1	Es muy útil para cualquier sustitución de elementos de fijación y sustitución de elementos	sep-2018	Bueno

INVENTARIO TECNICENTRO PACAVIH 2024						
N°	**Tipo de maquina o herramienta**	**Nombre**	**Cantidad**	**Descripción**	**Fecha de compra**	**Estado**
3	Eléctrica	Alineadora	1	Se utiliza para ajustar la alineación de las ruedas de un vehículo, garantizando un manejo seguro y un desgaste uniforme de los neumáticos.	jun-2017	Regular
4	Eléctrica	Elevador	3	Permite elevar un vehículo para facilitar el acceso a sus componentes inferiores, como el motor, la transmisión o el sistema de escape, durante reparaciones y mantenimiento.	jun-2017	Regular
5	Eléctrica	Enllantadora	1	Sirve para montar y desmontar neumáticos en las llantas de los vehículos, agilizando el proceso de cambio de neumáticos.	jun-2017	Bueno
6	Manual	Juegos de Llaves	3	Conjunto de herramientas manuales utilizadas para apretar o aflojar tuercas y tornillos de diferentes tamaños.	ene-2018	Bueno
7	Manual	Racha	1	Herramienta neumática que proporciona un movimiento de rotación rápido para quitar o poner tuercas y tornillos de manera eficiente.	ene-2018	Bueno
8	Neumática	Compresor	1	Suministra aire comprimido para alimentar herramientas neumáticas como pistolas de impacto, llaves de 9racha y pistolas de pintura en el taller automotriz.	jun-2015	Regular
9	Eléctrica	Soldadora	3	Utilizada para unir metales mediante la aplicación de calor y metal de aporte, es esencial para reparaciones de carrocería y fabricación de piezas.	feb-2019	Regular
10	Hidráulica	Prensa hidráulica	1	Permite aplicar una gran fuerza para doblar, enderezar o prensar piezas metálicas, útil en reparaciones de chasis y suspensiones.	ene-2018	Bueno
11	Eléctrica	Pulidora	2	Se emplea para pulir superficies metálicas, plásticas o pintadas, dejándolas lisas y brillantes, ideal para el acabado de carrocerías y componentes.	ene-2018	Bueno
12	Eléctrica	Banco de pruebas y limpiador de inyectores	1	Desatasca los inyectores sucios con un solo depósito. Restaura el rendimiento y la eficiencia del motor disolviendo los depósitos perjudiciales. Y realizar sus respectivas pruebas	may-2021	Bueno
13	Neumática	Pistola de impacto	5	Herramienta neumática que aplica un alto torque para aflojar o apretar tuercas y tornillos de manera rápida y eficiente.	jun-2017	Bueno

INVENTARIO TECNICENTRO PACAVIH 2024						
N°	**Tipo de maquina o herramienta**	**Nombre**	**Cantidad**	**Descripción**	**Fecha de compra**	**Estado**
14	Eléctrica	Escáner de diagnóstico	2	Permite identificar y diagnosticar problemas en los sistemas electrónicos y computarizados de los vehículos, facilitando su reparación.	ago-2021	Bueno
15	Manual	Martillo de carrocería	3	Herramienta de golpeo utilizada para enderezar y dar forma a láminas metálicas en la reparación de carrocerías y chasis.	ene-2018	Bueno
16	Neumática	Lijadora orbital	2	Sirve para lijar superficies de manera rápida y uniforme, útil en preparación de superficies para pintura o reparaciones de chapa.	ene-2018	Bueno
17	Manual	Extractor de cojinetes	1	Permite extraer cojinetes y rodamientos de manera precisa y sin dañar los componentes, facilitando su reemplazo.	ene-2018	Bueno
18	Hidráulica	Gato hidráulico	2	Herramienta utilizada para levantar vehículos de manera segura durante cambios de llantas o reparaciones menores.	feb-2019	Bueno
19	Eléctrica	Taladro	2	Se emplea para perforar agujeros en diferentes materiales, útil en la instalación de accesorios y reparaciones diversas.	feb-2019	Bueno
20	Eléctrica	Lámpara de inspección	1	Proporciona iluminación adicional en áreas oscuras del vehículo para realizar inspecciones detalladas durante el trabajo.	ago-2021	Bueno
21	Manual	Extractor de poleas	1	Utilizado para quitar poleas de manera segura, evitando daños en los componentes durante el mantenimiento del motor.	ene-2018	Bueno
22	Neumática / hidráulica	Bancada de templado	1	Superficie estable para realizar trabajos de reparación y mantenimiento, de vehículos siniestrados con espacio, para herramientas y componentes.	jun-2017	Regular
23	Neumática	Generador de Nitrógeno	1	Un generador de nitrógeno es capaz de producir un flujo continuo e ininterrumpido de gas nitrógeno a partir de aire comprimido limpio y seco.	jun-2017	Regular
24	Manual	Juego de Dados, Hexagonales, dados especiales	3	Ayudar al mantenimiento automotriz.	ene-2018	Bueno

INVENTARIO TECNICENTRO PACAVIH 2024						
N°	**Tipo de maquina o herramienta**	**Nombre**	**Cantidad**	**Descripción**	**Fecha de compra**	**Estado**
25	Manual	Elevador de motores	1	Permite levantar y sostener motores fuera del vehículo para facilitar su reparación o reemplazo.	feb-2019	Regular
26	Eléctrica	Rectificadora de Discos y tambores de frenos	1	Estas máquinas están diseñadas para realizar cortes rápidos y precisos, eliminando imperfecciones y desgastes de los discos de freno para devolverles su funcionamiento óptimo.	ago-2021	Bueno
27	Neumática	Pistola de pintura	2	Utilizada para aplicar pintura de manera uniforme en superficies de vehículos, garantizando un acabado profesional.	ene-2018	Bueno
28	Neumática	Pistola de engrase	1	Sirve para aplicar lubricantes en partes móviles del vehículo, prolongando la vida útil de los componentes.	feb-2019	Bueno
29	Neumática	Sistema neumático, con 6 unidades de mantenimiento, en cada estación	1	Repartir el Fluido Neumático en el taller	feb-2017	Regular
30	Eléctrica	Sistema Eléctrico	1	Repartir la corriente eléctrica en el taller	feb-2017	Regular
31	Neumática	Medidor de presión de neumáticos	2	Permite verificar la presión de aire de los neumáticos para garantizar un manejo seguro y un desgaste uniforme.	ene-2018	Regular
32	Eléctrica	Extractor de abolladuras, Spotter	1	Herramienta utilizada para reparar abolladuras en la carrocería del vehículo sin necesidad de repintado, conservando la pintura original.	feb-2019	Bueno
33	Eléctrica	Amoladora	2	Una amoladora es una herramienta eléctrica que se utiliza para lijar, cortar y pulir diferentes materiales	ene-2018	Bueno
34	Neumática	Purgador de Frenos	1	es el procedimiento llevado a cabo en sistemas de frenos hidráulicos de forma que las líneas de freno (los tubos y mangueras que contienen el líquido de freno) se purgan de cualquiera burbuja de aire.	ene-2018	Bueno
35	Manual	Prensa para rodamientos	1	Facilita la instalación de rodamientos en ejes y bujes con precisión, evitando daños en los componentes.	ene-2018	Bueno
36	Manual	Martillo de goma	1	Herramienta de golpeo utilizada para impactar sin dejar marcas en superficies delicadas o para ajustar piezas sin dañarlas.	ene-2018	Bueno

INVENTARIO TECNICENTRO PACAVIH 2024						
N°	**Tipo de maquina o herramienta**	**Nombre**	**Cantidad**	**Descripción**	**Fecha de compra**	**Estado**
37	Manual	Calibrador de juego de válvulas	1	Permite ajustar con precisión el juego de válvulas en motores de combustión interna para un funcionamiento óptimo.	ene-2018	Bueno
38	Eléctrica	Sierra de cinta	1	Utilizada para cortar materiales metálicos y plásticos en formas precisas, útil en la fabricación y reparación de componentes.	ago-2021	Bueno
39	Manual	Extractor de pernos y tornillos	1	Herramienta especializada para extraer pernos y tornillos dañados o quebrados	ene-2018	Bueno
40	Eléctrica	Balanceadora	1	Las balanceadoras de llantas son utilizadas para equilibrar la capacidad de los neumáticos después de la fabricación	jun-2017	Regular

3.3. Fichas de máquinas

Una vez que se ha asignado un código a los elementos y máquinas, es importante describir en detalle las características inherentes de cada una de las máquinas que son objeto de estudio. Las fichas técnicas correspondientes se presentan en las siguientes tablas:

Tabla 7. Ficha técnica de la Balanceadora

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		Fecha:	03/05/2024
		CARRERA DE INGENIERÍA MEC			25
		FICHA TÉCNICA DE MÁQUINAS Y			Haro
Máquina	x	**Componente**		**Sist**	miento
Nombre	Balanceadora	**Código**	PC-TE01- A1		
Modelo	N/M	**Anchura llanta configurable**	1,5” ÷ 20”		
Voltaje	110 V	**Diámetro llanta configurable**	1” ÷ 35”		
Frecuencia	60 HZ	**Diámetro de la llanta que puede medirse con el palpador**	10” ÷ 26”		
Velocidad de equilibrado	150 - 200 rpm	**Anchura máx. de la rueda (con protección)**	580 mm (22,8”)		



Resolución	1 g (0,0353 oz)	**Peso máximo rueda**	70 kg	
Tiempo medio de medida	7 s	**Dimensiones máximas L x P x A**	1137x541x1278 mm	
Diámetro eje	40 mm	**Estado**	Semi óptimo	
Función	Compensar las diferencias que existe entre las llantas y el rin del auto.			
Manual: https://www.conauto.com.ec/wp-content/uploads/2016/08/36080PL640KIT.pdf				

Tabla 8. Ficha técnica de la Cama de Enderezado

<table>
<tr><td colspan="2" rowspan="3"></td><td colspan="3">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</td><td>Fecha:</td><td>03/05/2024</td></tr>
<tr><td colspan="3">CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</td><td>Vigencia:</td><td>03/05/2025</td></tr>
<tr><td colspan="3">FICHA TÉCNICA DE MÁQUINAS Y EQUIPOS</td><td>Autor:</td><td>Andrés Haro</td></tr>
<tr><td>Máquina</td><td>x</td><td>Componente</td><td></td><td>Sistema</td><td>Área</td><td>Mantenimiento</td></tr>
<tr><td>Nombre</td><td>Cama de Enderezado</td><td>Código</td><td>PC-TE02- A2</td><td colspan="3" rowspan="8"></td></tr>
<tr><td>Modelo</td><td>MCE-288</td><td>Voltaje</td><td>220 V</td></tr>
<tr><td>Material</td><td>Acero al manganeso</td><td>Frecuencia</td><td>60 Hz</td></tr>
<tr><td>Capacidad</td><td>10 TON</td><td>Largo</td><td>5600 mm</td></tr>
<tr><td>Radio de Templado</td><td>360 grados</td><td>Ancho</td><td>2100 mm</td></tr>
<tr><td>Requerimiento de Aire</td><td>116 PSI</td><td>Altura</td><td>2500 mm</td></tr>
<tr><td>Capacidad de levantamiento</td><td>3,50 TON</td><td>Diseño de agarraderas</td><td>Tipo Tornillo</td></tr>
<tr><td>Elevación</td><td>Pintón Hidráulico</td><td>Estado</td><td>Semi óptimo</td></tr>
<tr><td>Función</td><td colspan="6">Permitir trabajos de hojalatería dentro del Tecnicentro.</td></tr>
<tr><td colspan="7">Manual: https://uliferzas.com/product/rotary-rampa-de-4-postes-sm14-capacidad-de-14-mil-libras/</td></tr>
</table>

Tabla 9. Ficha técnica del elevador de dos postes

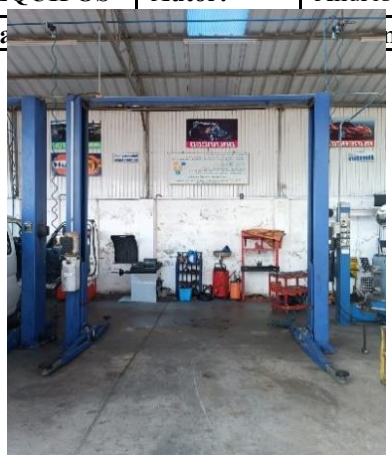
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		**Fecha:**	03/05/2024
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		**Vigencia:**	03/05/2025
		FICHA TÉCNICA DE MÁQUINAS Y EQUIPOS		**Autor:**	Andrés Haro
Máquina	x	**Componente**		**Sistema**	nimiento
Nombre	Elevador de 2 Postes	**Código**	PC-TE03- A3		
Serie	MUTH	**Tiempo De Elevación**	50s		
Capacidad	4 Ton	**Tiempo De Descenso**	22s		
Altura De Elevación	1800 mm	**Distancia Entre Postes**	2800 mm		
Altura Mínima	110 mm	**Frecuencia**	50-60 Hz		
Altura Del Elevador	3599 mm	**Motor**	3hp / 220V (Monofásico)		
Ancho Total	3426 mm	**Estado**	Semi optimo		
Función	Elevar los automotores al momento de efectuar el mantenimiento				
Manual: https://hersolecuador.com/producto/elevador-2-postes-4tn-muth-riel-aerea/					

Tabla 10. Ficha técnica del Limpiador de inyectores

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO				**Fecha:**	03/05/2024
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				**Vigencia:**	03/05/2025
		FICHA TÉCNICA DE MÁQUINAS Y EQUIPOS				**Autor:**	Andrés Haro
Máquina	x	**Componente**		**Sistema**		**Área**	Mantenimiento
Nombre	Limpiadora de inyectores	**Código**	PC-TE04-A4				
Modelo	402A/60A	**Eficiencia**	95-98%				
Voltaje	220 V	**Revoluciones**	8000 rpm				
Frecuencia	60 HZ	**Pw Range**	0,1-30 ms				
Potencia	0,5 Hp	**Tiempo**	1-30 min				
Presión	0 a 100 psi	**Estado**	Semi optimo				
Función	Limpiar y acondicionar el sistema de suministro de combustible						
Manual: https://www.conauto.com.ec/index.php/walker-probador-y-limpiador-de-inyectores-enc-402a/							

Tabla 11. Ficha técnica del rectificador de discos

<table>
<tr><td colspan="2" rowspan="3"></td><td colspan="3">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</td><td>Fecha:</td><td>03/05/2024</td></tr>
<tr><td colspan="3">CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</td><td>Vigencia:</td><td>03/05/2025</td></tr>
<tr><td colspan="3">FICHA TÉCNICA DE MÁQUINAS Y EQUIPOS</td><td>Autor:</td><td>Andrés Haro</td></tr>
<tr><td>Máquina</td><td>x</td><td>Componente</td><td></td><td>Sistema</td><td>Área</td><td>Mantenimiento</td></tr>
<tr><td>Nombre</td><td>Rectificadora de Discos</td><td>Código</td><td>PC-TE05-A5</td><td colspan="3" rowspan="8"></td></tr>
<tr><td>Modelo</td><td>C9335A</td><td>Velocidad de rotación</td><td>93r/minuto</td></tr>
<tr><td>Voltaje</td><td>220 V</td><td>Capacidad de alimentación</td><td>0.075mm/rollo</td></tr>
<tr><td>Frecuencia</td><td>60 HZ</td><td>Potencia del Motor</td><td>1PH</td></tr>
<tr><td>Máximo diámetro de corte</td><td>180-400mm</td><td>Peso</td><td>300 KG</td></tr>
<tr><td>Máximo diámetro de corte en tambor</td><td>220-350mm</td><td>Diámetro del disco</td><td>4″ A 20″</td></tr>
<tr><td>Máximo radial de viajes de cutter</td><td>130mm</td><td>Diámetro del tambor</td><td>6 ″ A 19″</td></tr>
<tr><td>Máximo radial de viajes de cutter</td><td>85mm</td><td>Estado</td><td>Semi optimo</td></tr>
<tr><td>Función</td><td colspan="6">Eliminar las pulsaciones de pedales de freno, ruidos y facilitar la conducción y seguridad de un automotor</td></tr>
<tr><td colspan="7">Manual: https://autech.com.ec/product/rectificadora-de-discos-y-tambores-de-freno-c9339a/</td></tr>
</table>

Tabla 12. Ficha técnica de la Enllantadora

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO				**Fecha:**	03/05/2024
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				**Vigencia:**	03/05/2025
		FICHA TÉCNICA DE MÁQUINAS Y EQUIPOS				**Autor:**	Andrés Haro
Máquina	x	**Componente**		**Sistema**		**Área**	Mantenimiento
Nombre	Enllantadora	**Código**	PC-TE06-A6				
Modelo	BP01920	**Altura Máxima**	1830 mm				
Voltaje	220 V	**Largo**	1260 mm				
Frecuencia	60 HZ	**Cerrado**	780 mm				
Potencia	1 Hp	**Abierto**	1000 mm				
Rin	10 a 24	**Revoluciones**	7 - 8 rpm				
Ancho Rueda	13″ MM	**Color**	Blanco				
Presión de Trabajo	90 – 100 PSI	**Estado**	Semi optimo				
Función	Desmontar el flanco del neumático						
Manual: https://bpecuador.com/producto/desenllantadora-de-3-pedales/							

Tabla 13. Ficha técnica de generador de nitrógeno

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO				**Fecha:**	03/05/2024
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				**Vigencia:**	03/05/2025
		FICHA TÉCNICA DE MÁQUINAS Y EQUIPOS				**Autor:**	Andrés Haro
Máquina	x	**Componente**		**Siste**			enimiento
Nombre	Generador de nitrógeno	**Código**	PC-TE07-A7				
Modelo	PSG-GN 30	**Presión de salida**	0-90 psi				
Voltaje	220 V	**Velocidad de suministro**	50-70 lts x min				
Frecuencia	50 - 60 Hz	**Requiere compresor de aire**	113 psi				
Dimensiones	620 x 400 x 1500 mm	**Tanque interno**	40 L				
Peso	75 Kg	**Color**	Plomo				
Presión de entrada	100-113 psi	**Estado**	Semi optimo				
Función	Suministrar nitrógeno con una pureza de 95% a 99% en los neumáticos						

Manual: https://psgautomotriz.com/tienda-on-line/162-generador-inflador-de-nitrogeno-psg-gn-30.html

Tabla 14. Ficha técnica del compresor

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO				**Fecha:**	03/05/2024
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				**Vigencia:**	03/05/2025
		FICHA TÉCNICA DE MÁQUINAS Y EQUIPOS				**Autor:**	Andrés Haro
Máquina	x	**Componente**		**Sistema**		**Área**	Mantenimiento
Nombre	Compresor	**Código**	PC-TE08- A8				
Modelo	Vx PLA3706056	**Marca**	Powermate				
Voltaje	220 V	**Procedencia**	Alemania				
Amperaje	60 A	**Presión de Trabajo**	155 PSI				
Dimensiones	1500 x 1000 x 890 mm	**Color**	Rojo				
Peso	541 Kg	**Estilo**	Estacionario				
Capacidad	60 Gal	**Estado**	Semi optimo				
Función	Impulsar fluido de trabajo (aire) para aplicaciones diversas.						
Manual: https://www.amazon.com.mx/PowerMate-PLA3706056-Compresor-fundido-vertical/dp/B002MKP5PG							

Tabla 15. Ficha técnica de la pistola de impacto

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO				**Fecha:**	03/05/2024
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				**Vigencia:**	03/05/2025
		FICHA TÉCNICA DE MÁQUINAS Y EQUIPOS				**Autor:**	Andrés Haro
Máquina	x	**Componente**		**Sistema**		**Área**	Mantenimiento
Nombre	Pistola de impacto	**Código**	PC-TE09- A9				
Modelo	21000061 BP	**Marca**	BP				
Voltaje	120 V	**Frecuencia**	60 Hz				
Velocidad en Vacío	4800 rpm	**Torque máximo**	2500 Nm				
Cuadro	13 mm	**Potencia**	115 PSI				
Peso	3,4 Kg	**Estado**	Semi optimo				
Función	Impulsar fluido de trabajo (aire) para aplicaciones diversas.						

Manual: https://medios.urrea.com/catalogo/manuales/LI812.pdf

Tabla 16. Ficha técnica de la pistola de impacto

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO				**Fecha:**	03/05/2024
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				**Vigencia:**	03/05/2025
		FICHA TÉCNICA DE MÁQUINAS Y EQUIPOS				**Autor:**	Andrés Haro
Máquina		**Componente**		**Sistema**	x	**Área**	Mantenimiento
Nombre	Sistema Neumático	**Código**	PC-TE10- A10				
Depósito	3 metros cúbicos	**Uniones**	5 estaciones				
Compresor	60 Gal	**Boquillas**	1/2 pulg				
Línea de Aire	2 pulg	**Control de suministro**	Digital				
Manómetro	100 Psi	**Estación**	5 estaciones (líneas)				
Unidad de mantenimiento	Variada	**Purgador de Aire**	3/8″M				
Válvulas	Paso	**Estado**	Semi optimo				
Función	Suministrar fluido (aire) a todo el Tecnicentro.						
Manual: N/A							

Una vez finalizadas las fichas es necesario establecer las consideraciones para generar un modelo que permita comprender las máquinas objeto de estudio. En este caso se edifican las matrices AMFE del proyecto.

3.4. Matriz AMFE

A continuación, se presenta las matrices que permiten denotar cuales son los componentes, modo de fallo, efecto de la falla, causa de falla y por último el numero prioritario de riesgo para cada una de las máquinas dentro del área de estudio. A partir de la Tabla 17 hasta la Tabla 26 se muestran las matrices AMFE de cada una de las máquinas utilizadas en TECNICENTRO PACAVIH.

Tabla 17. Matriz AMFE de la máquina balanceadora

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO **FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA** **CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA** **MÁQUINA BALANCEADORA**									
Nombre:		**Andrés Haro**	Fecha		**22/05/2024**				Código: **PC-TE01- A1**
Componente	**Función**	**Modo de Fallo**	**Efecto del Fallo**	**Causa del Fallo**	**S (1-10)**	**O (1-10)**	**D (1-10)**	**NPR**	**Acciones correctivas**
Sensores	Medir desequilibrio	Descalibración	Medición incorrecta	Vibraciones	7	4	3	**84**	Calibrar sensores regularmente
Software	Procesar datos de sensores	Fallo en software	Resultados erróneos	Error en el programa	8	3	5	**120**	Actualizar software
Rodamientos	Facilitar rotación del eje	Desgaste	Medición inconsistente	Falta de mantenimiento	6	4	4	**96**	Revisar y reemplazar rodamientos

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

MÁQUINA BALANCEADORA

Nombre:		**Andrés Haro**	Fecha		**22/05/2024**				Código: **PC-TE01- A1**
Componente	**Función**	**Modo de Fallo**	**Efecto del Fallo**	**Causa del Fallo**	**S (1-10)**	**O (1-10)**	**D (1-10)**	**NPR**	**Acciones correctivas**
Interfaz	Entrada y visualización de datos	Defecto en la interfaz	Error de entrada de datos	Uso prolongado	5	3	3	45	Mantenimiento de interfaz
Motor	Proveer potencia	Fallo del motor	Parada de operación	Sobrecarga	9	2	3	54	Inspección y reemplazo de motor
Fuente de poder	Alimentación eléctrica	Alimentación inestable	Reinicios frecuentes	Fallo en la red eléctrica	7	3	4	84	Estabilizador de voltaje
Ejes	Soportar la carga rotacional	Desalineación	Balance incorrecto	Posicionamiento inadecuado	6	4	3	72	Entrenamiento del operador
Carcasa	Proteger componentes internos	Vibración excesiva	Daño a componentes	Desequilibrio	8	3	3	**72**	Verificación y ajuste de balance
Sujeción	Sujetar piezas en su lugar	Fallo en sujeción	Caída de piezas	Sujeción inadecuada	7	2	4	56	Inspección de sujeción

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

MÁQUINA BALANCEADORA

Nombre:		**Andrés Haro**	Fecha		**22/05/2024**				Código: **PC-TE01- A1**
Componente	**Función**	**Modo de Fallo**	**Efecto del Fallo**	**Causa del Fallo**	**S (1-10)**	**O (1-10)**	**D (1-10)**	**NPR**	**Acciones correctivas**
Lubricación	Reducir fricción	Fuga de lubricante	Daño a partes internas	Sellos deteriorados	7	3	3	63	Reemplazo de sellos
Display	Mostrar datos	Pantalla defectuosa	Datos no visibles	Uso prolongado	6	3	3	54	Mantenimiento del Display
Cables	Transmitir señales eléctricas	Desgaste de cables	Conexión intermitente	Movimiento constante	5	3	4	60	Inspección y reemplazo de cables
Tornillos	Asegurar componentes	Aflojamiento	Componentes sueltos	Vibraciones	5	3	3	45	Verificación y ajuste de tornillos
Panel de control	Gestionar operaciones	Fallo en panel	Operación incorrecta	Cortocircuito	8	2	4	64	Inspección del sistema eléctrico
Sensores de temperatura	Monitorizar temperatura	Sobrecalentamiento	Daño a componentes	Fallo en sensor	8	3	4	**96**	Reemplazo de sensores

Tabla 18. Matriz AMFE de la cama de enderezado

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO **FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA** **CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA** **CAMA DE ENDEREZADO**									
Nombre:		Andrés Haro	**Fecha**		22/05/2024				**Código:** PC-TE02-A2
Componente	**Función**	**Modo de Fallo**	**Efecto del Fallo**	**Causa del Fallo**	**S (1-10)**	**O (1-10)**	**D (1-10)**	**NPR**	**Acciones correctivas.**
Estructura	Soportar cargas de trabajo	Desalineación	Daño en estructura	Ajuste incorrecto	8	4	4	128	Verificar ajustes y alineación
Sistema hidráulico	Proveer fuerza de enderezado	Fallo hidráulico	Parada de operación	Mantenimiento insuficiente	7	3	4	84	Programa de mantenimiento regular
Sensores	Monitorizar presión	Falla en sistemas de medición	Medición incorrecta	Sensores defectuosos	7	3	3	63	Calibración regular de sensores
Materiales	Soportar cargas repetitivas	Fatiga del material	Rotura de componentes	Uso prolongado	8	2	4	64	Inspección y reemplazo de componentes

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

CAMA DE ENDEREZADO

Nombre:		Andrés Haro	**Fecha**		22/05/2024				**Código:** PC-TE02-A2
Componente	**Función**	**Modo de Fallo**	**Efecto del Fallo**	**Causa del Fallo**	**S (1-10)**	**O (1-10)**	**D (1-10)**	**NPR**	**Acciones correctivas.**
Interfaz	Entrada y visualización de datos	Error en la interfaz	Datos incorrectos	Fallo en software	6	3	4	72	Actualización de software
Base	Estabilidad de la estructura	Falta de estabilidad	Movimiento no controlado	Base mal fijada	9	2	4	72	Asegurar fijación adecuada
Sellos	Prevenir fugas de fluido	Fuga de aceite	Pérdida de presión	Sellos deteriorados	7	3	4	84	Revisar y reemplazar sellos
Brazos	Aplicar fuerza de enderezado	Sobrecarga de sistema	Daño mecánico	Exceso de peso	8	3	3	72	Verificar peso permitido
Conexiones	Transmitir fuerza y señales	Conexiones flojas	Falla en operación	Vibración	6	3	4	72	Revisión de conexiones
Superficie	Resistencia a elementos externos	Corrosión	Debilitamiento de estructura	Exposición a elementos	7	3	3	63	Protección contra corrosión

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

CAMA DE ENDEREZADO

Nombre:		Andrés Haro	**Fecha**		22/05/2024				**Código:** PC-TE02-A2
Componente	**Función**	**Modo de Fallo**	**Efecto del Fallo**	**Causa del Fallo**	**S (1-10)**	**O (1-10)**	**D (1-10)**	**NPR**	**Acciones correctivas.**
Motor	Proveer potencia	Fallo de motor	Parada de operación	Sobrecarga	8	2	3	48	Inspección y reemplazo de motor
Tornillos	Asegurar componentes	Aflojamiento	Componentes sueltos	Vibraciones	6	3	3	54	Verificación y ajuste de tornillos
Cables	Transmitir señales eléctricas	Desgaste de cables	Conexión intermitente	Movimiento constante	5	3	4	60	Inspección y reemplazo de cables
Panel de control	Gestionar operaciones	Fallo en panel	Operación incorrecta	Cortocircuito	8	2	4	64	Inspección del sistema eléctrico
Sensores de temperatura	Monitorizar temperatura	Sobrecalentamiento	Daño a componentes	Fallo en sensor	8	3	4	**96**	Reemplazo de sensores

Tabla 19. Matriz AMFE del elevador de dos postes

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO **FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA** **CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA** **ELEVADOR DE DOS POSTES**									
Nombre:		**Andrés Haro**	**Fecha**		**22/05/2024**				**Código: PC-TE04- A4**
Componente	**Función**	**Modo de Fallo**	**Efecto del Fallo**	**Causa del Fallo**	**S (1-10)**	**O (1-10)**	**D (1-10)**	**NPR**	**Acciones Correctivas**
Mecanismo de elevación	Elevar vehículos	Falla en mecanismo	Caída del vehículo	Mantenimiento insuficiente	10	2	3	60	Programa de mantenimiento riguroso
Sistema hidráulico	Proveer fuerza de elevación	Fuga de fluido	Pérdida de fuerza	Sellos deteriorados	8	3	4	**96**	Revisar y reemplazar sellos
Brazos	Soporte del vehículo	Fallo en brazos	Daño al vehículo	Sobrecarga	9	3	4	**108**	Verificar límites de peso
Sensores	Monitorizar posición	Fallo en sensores	Lecturas incorrectas	Descalibración	7	3	3	63	Calibración regular de sensores
Motor	Proveer potencia	Fallo del motor	Parada de operación	Sobrecarga	8	2	4	64	Inspección y reemplazo de motor

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

ELEVADOR DE DOS POSTES

Nombre:		**Andrés Haro**	**Fecha**		**22/05/2024**				**Código: PC-TE04- A4**
Conexiones eléctricas	Transmitir electricidad	Desgaste de cables	Conexión intermitente	Movimiento constante	6	3	4	72	Inspección y reemplazo de cables
Interfaz	Entrada y visualización de datos	Error en la interfaz	Datos incorrectos	Fallo en software	6	3	4	72	Actualización de software
Tornillos	Asegurar componentes	Aflojamiento	Componentes sueltos	Vibraciones	6	3	3	54	Verificación y ajuste de tornillos
Base	Estabilidad de la estructura	Falta de estabilidad	Movimiento no controlado	Base mal fijada	9	2	4	72	Asegurar fijación adecuada
Estructura	Soporte de elevación	Desgaste estructural	Daño a componentes	Fatiga del material	8	2	4	64	Inspección y reemplazo de estructura
Ruedas	Movilidad de brazos	Falla en ruedas	Movimiento incorrecto	Desgaste	7	3	4	84	Revisar y reemplazar ruedas
Sensor de peso	Monitorizar carga	Lectura incorrecta	Exceso de carga	Sensores defectuosos	8	3	4	**96**	Calibración regular de sensores
Luz de advertencia	Indicar estado de operación	Fallo en luces	No advertencia	Bombillas quemadas	6	3	3	54	Reemplazo de bombillas

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELEVADOR DE DOS POSTES									
Nombre:		**Andrés Haro**	**Fecha**		**22/05/2024**				**Código: PC-TE04- A4**
Filtro de aceite	Mantener fluido limpio	Obstrucción del filtro	Pérdida de eficiencia	Falta de limpieza	7	3	4	84	Reemplazo y limpieza de filtros
Sistema de bloqueo	Asegurar posición del vehículo	Falla en el bloqueo	Caída del vehículo	Mantenimiento insuficiente	10	2	4	80	Verificar funcionamiento

Tabla 20. Matriz AMFE de la limpiadora de inyectores

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

LIMPIADORA DE INYECTORAS

Nombre:		**Andrés Haro**	**Fecha**		**22/05/2024**				**Código: PC-TE04- A4**
Componente	**Función**	**Modo de Fallo**	**Efecto del Fallo**	**Causa del Fallo**	**S (1-10)**	**O (1-10)**	**D (1-10)**	**NPR**	**Acciones** Correctivas
Bomba	Suministrar solvente	Fallo en la bomba	Limpieza deficiente	Sobrecarga	7	3	5	**105**	Inspección y mantenimiento de bomba
Filtro	Filtrar impurezas	Obstrucción del filtro	Flujo reducido	Mantenimiento insuficiente	7	3	4	84	Reemplazo regular de filtros
Boquillas	Pulverizar solvente	Desgaste de boquillas	Limpieza irregular	Uso prolongado	7	3	4	84	Reemplazo de boquillas
Mangueras	Conducir solvente	Fuga de solvente	Daño en componentes	Conexiones flojas	6	3	4	72	Ajustar conexiones
Motor	Proveer potencia	Fallo en el motor	Parada de operación	Sobrecarga	8	3	3	72	Inspección y mantenimiento del motor
Sistema eléctrico	Transmitir señales eléctricas	Fallo en el sistema de control	Operación incorrecta	Cortocircuito	8	2	4	64	Inspección del sistema eléctrico

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

LIMPIADORA DE INYECTORAS

Nombre:		**Andrés Haro**	**Fecha**		**22/05/2024**				**Código: PC-TE04- A4**
Componente	**Función**	**Modo de Fallo**	**Efecto del Fallo**	**Causa del Fallo**	**S (1-10)**	**O (1-10)**	**D (1-10)**	**NPR**	**Acciones** Correctivas
Tanque de solvente	Almacenar solvente	Contaminación del solvente	Limpieza deficiente	Uso de solvente reutilizado	6	3	4	72	Usar solvente limpio
Sensores	Monitorizar operación	Fallo en sensores	Lectura incorrecta	Descalibración	7	3	5	**105**	Calibración regular de sensores
Display	Mostrar datos	Pantalla defectuosa	Datos no visibles	Uso prolongado	6	3	3	54	Mantenimiento del Display
Controles	Gestionar operación	Fallo en controles	Operación incorrecta	Daño físico	7	3	4	84	Revisión de controles
Manguera de presión	Conducir solvente a alta presión	Rotura de manguera	Pérdida de presión	Desgaste	7	3	4	84	Reemplazo de mangueras
Sistema de calefacción	Mantener temperatura adecuada	Sobrecalentamiento	Daño a inyectores	Fallo en control de temperatura	8	3	4	**96**	Verificación del sistema de calefacción

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

LIMPIADORA DE INYECTORAS

Nombre:		**Andrés Haro**	**Fecha**		**22/05/2024**				**Código: PC-TE04- A4**
Componente	**Función**	**Modo de Fallo**	**Efecto del Fallo**	**Causa del Fallo**	**S (1-10)**	**O (1-10)**	**D (1-10)**	**NPR**	**Acciones** Correctivas
Sensor de flujo	Monitorizar flujo de solvente	Lectura incorrecta	Obstrucción	Sensores defectuosos	7	3	4	84	Calibración regular de sensores
Carcasa	Proteger componentes internos	Daño a la carcasa	Exposición a ambiente agresivo	Golpes o caídas	6	3	4	72	Inspección y reemplazo de carcasa
Sistema de drenaje	Drenar solvente usado	Obstrucción en drenaje	Acumulación de residuos	Falta de limpieza	7	3	4	84	Limpieza regular del sistema de drenaje

Tabla 21. Matriz AMFE de la rectificadora de discos

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO **FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA** **CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA** **RECTIFICADORA DE DISCO**									
Nombre:		**Andrés Haro**	**Fecha**		**22/05/2024**				**Código: PC-TE05- A5**
Componente	**Función**	**Modo de Fallo**	**Efecto del Fallo**	**Causa del Fallo**	**S (1-10)**	**O (1-10)**	**D (1-10)**	**NPR**	**Acciones Correctivas**
Herramienta de corte	Rectificar superficie del disco	Desgaste de herramienta	Superficie no uniforme	Falta de mantenimiento	8	3	3	**72**	Inspección y reemplazo de herramientas
Sistema de sujeción	Sujetar discos firmemente	Falla en el sistema de sujeción	Movimiento del disco	Ajuste incorrecto	7	3	3	63	Verificación del ajuste
Sistema de lubricación	Reducir fricción	Fuga de lubricante	Daño a partes internas	Sellos deteriorados	7	3	4	84	Reemplazo de sellos
Motor	Proveer potencia	Sobrecarga del motor	Parada de operación	Exceso de carga	8	3	3	72	Controlar carga de trabajo
Sensores	Monitorizar proceso	Fallo en sensores	Lectura incorrecta	Descalibración	7	3	4	84	Calibración regular de sensores

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

RECTIFICADORA DE DISCO

Nombre:		**Andrés Haro**	**Fecha**		**22/05/2024**				**Código: PC-TE05- A5**
Componente	**Función**	**Modo de Fallo**	**Efecto del Fallo**	**Causa del Fallo**	**S (1-10)**	**O (1-10)**	**D (1-10)**	**NPR**	**Acciones Correctivas**
Interfaz	Entrada y visualización de datos	Fallo en la interfaz	Error de entrada de datos	Fallo en software	6	3	4	72	Actualización de software
Tornillos	Asegurar componentes	Aflojamiento	Componentes sueltos	Vibraciones	5	3	3	45	Verificación y ajuste de tornillos
Sistema de enfriamiento	Mantener temperatura adecuada	Fallo en el sistema de enfriamiento	Sobrecalentamiento	Falta de mantenimiento	8	3	4	**96**	Mantenimiento del sistema de enfriamiento
Ejes	Soportar y rotar el disco	Desgaste de ejes	Rotación inconsistente	Falta de lubricación	7	3	4	84	Lubricación regular
Rodamientos	Facilitar rotación del eje	Desgaste	Rotación inconsistente	Falta de mantenimiento	6	4	4	**96**	Revisar y reemplazar rodamientos
Panel de control	Gestionar operaciones	Fallo en panel	Operación incorrecta	Cortocircuito	8	2	4	64	Inspección del sistema eléctrico

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

RECTIFICADORA DE DISCO

Nombre:		**Andrés Haro**	**Fecha**		**22/05/2024**				**Código: PC-TE05- A5**
Componente	**Función**	**Modo de Fallo**	**Efecto del Fallo**	**Causa del Fallo**	**S (1-10)**	**O (1-10)**	**D (1-10)**	**NPR**	**Acciones Correctivas**
Cables	Transmitir señales eléctricas	Desgaste de cables	Conexión intermitente	Movimiento constante	5	3	4	60	Inspección y reemplazo de cables
Luz de advertencia	Indicar estado de operación	Fallo en luces	No advertencia	Bombillas quemadas	6	3	3	54	Reemplazo de bombillas
Base	Proveer estabilidad	Desalineación	Inestabilidad	Posicionamiento incorrecto	7	3	4	84	Verificar y ajustar la base
Carcasa	Proteger componentes internos	Daño a la carcasa	Exposición a elementos externos	Golpes o caídas	6	3	4	72	Inspección y reemplazo de carcasa

Tabla 22. Matriz AMFE de la enllantadora

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO **FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA** **CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA** **ENLLANTADORA**									
Nombre:		**Andrés Haro**	**Fecha**		**22/05/2024**				**Código: PC-TE06- A6**
Componente	**Función**	**Modo de Fallo**	**Efecto del Fallo**	**Causa del Fallo**	**S (1-10)**	**O (1-10)**	**D (1-10)**	**NPR**	**Acciones** Correctivas
Herramienta de montaje	Montar neumáticos	Desgaste de herramienta	Montaje incorrecto	Falta de mantenimiento	8	3	4	**96**	Inspección y reemplazo de herramientas
Sistema de sujeción	Sujetar neumáticos firmemente	Falla en el sistema de sujeción	Movimiento del neumático	Ajuste incorrecto	7	3	3	63	Verificación del ajuste
Compresor	Suministrar aire	Fuga de aire	Pérdida de presión	Conexiones flojas	6	3	4	72	Ajustar conexiones
Motor	Proveer potencia	Fallo en el motor	Parada de operación	Sobrecarga	8	3	3	72	Inspección y mantenimiento del motor

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

ENLLANTADORA

Nombre:		**Andrés Haro**	**Fecha**		**22/05/2024**				**Código: PC-TE06- A6**
Componente	**Función**	**Modo de Fallo**	**Efecto del Fallo**	**Causa del Fallo**	**S (1-10)**	**O (1-10)**	**D (1-10)**	**NPR**	**Acciones** Correctivas
Sensores	Monitorizar operación	Fallo en sensores	Lectura incorrecta	Descalibración	7	3	4	84	Calibración regular de sensores
Interfaz	Entrada y visualización de datos	Fallo en la interfaz	Error de entrada de datos	Fallo en software	6	3	4	72	Actualización de software
Tornillos	Asegurar componentes	Aflojamiento	Componentes sueltos	Vibraciones	5	3	3	45	Verificación y ajuste de tornillos
Lubricación	Reducir fricción	Fuga de lubricante	Daño a partes internas	Sellos deteriorados	7	3	4	84	Reemplazo de sellos
Sistema de rotación	Facilitar montaje del neumático	Fallo en sistema de rotación	Montaje incorrecto	Falta de mantenimiento	8	3	4	**96**	Mantenimiento del sistema de rotación
Rodamientos	Facilitar rotación	Desgaste	Rotación inconsistente	Falta de lubricación	6	3	4	72	Lubricación regular

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

ENLLANTADORA

Nombre:		**Andrés Haro**	**Fecha**		**22/05/2024**				**Código: PC-TE06- A6**
Componente	**Función**	**Modo de Fallo**	**Efecto del Fallo**	**Causa del Fallo**	**S (1-10)**	**O (1-10)**	**D (1-10)**	**NPR**	**Acciones** Correctivas
Cables	Transmitir señales eléctricas	Desgaste de cables	Conexión intermitente	Movimiento constante	5	3	4	60	Inspección y reemplazo de cables
Panel de control	Gestionar operaciones	Fallo en panel	Operación incorrecta	Cortocircuito	8	2	4	64	Inspección del sistema eléctrico
Base	Proveer estabilidad	Desalineación	Inestabilidad	Posicionamiento incorrecto	7	3	4	84	Verificar y ajustar la base
Carcasa	Proteger componentes internos	Daño a la carcasa	Exposición a elementos externos	Golpes o caídas	6	3	4	72	Inspección y reemplazo de carcasa
Luz de advertencia	Indicar estado de operación	Fallo en luces	No advertencia	Bombillas quemadas	6	3	3	54	Reemplazo de bombillas

Tabla 23. Matriz AMFE de generador de nitrógeno

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO **FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA** **CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA** GENERADOR DE NITRÓGENO									
Nombre:		**Andrés Haro**	**Fecha**		**22/05/2024**				**Código: PC-TE07- A7**
Componente	**Función**	**Modo de Fallo**	**Efecto del Fallo**	**Causa del Fallo**	**S (1-10)**	**O (1-10)**	**D (1-10)**	**NPR**	**Acciones** Correctivas
Compresor	Suministrar aire	Fuga de aire	Pérdida de presión	Conexiones flojas	6	3	4	72	Ajustar conexiones
Membrana	Separar nitrógeno del aire	Desgaste de membrana	Pureza reducida	Uso prolongado	7	3	4	84	Reemplazo de membrana
Motor	Proveer potencia	Fallo en el motor	Parada de operación	Sobrecarga	8	3	3	72	Inspección y mantenimiento del motor
Sensores	Monitorizar pureza del nitrógeno	Fallo en sensores	Lectura incorrecta	Descalibración	7	3	5	**105**	Calibración regular de sensores
Interfaz	Entrada y visualización de datos	Fallo en la interfaz	Error de entrada de datos	Fallo en software	6	3	4	72	Actualización de software

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

GENERADOR DE NITRÓGENO

Nombre:		**Andrés Haro**	**Fecha**		**22/05/2024**				**Código: PC-TE07- A7**
Componente	**Función**	**Modo de Fallo**	**Efecto del Fallo**	**Causa del Fallo**	**S (1-10)**	**O (1-10)**	**D (1-10)**	**NPR**	**Acciones** Correctivas
Tornillos	Asegurar componentes	Aflojamiento	Componentes sueltos	Vibraciones	5	3	3	45	Verificación y ajuste de tornillos
Sistema de filtración	Filtrar impurezas del aire	Obstrucción del filtro	Flujo reducido	Mantenimiento insuficiente	7	3	4	84	Reemplazo regular de filtros
Válvulas	Controlar flujo de gas	Falla en válvulas	Pérdida de presión	Desgaste	7	3	4	84	Reemplazo de válvulas
Sistema de refrigeración	Mantener temperatura adecuada	Falla en sistema de refrigeración	Sobrecalentamiento	Falta de mantenimiento	8	3	4	**96**	Mantenimiento del sistema de refrigeración
Rodamientos	Facilitar rotación del motor	Desgaste	Rotación inconsistente	Falta de lubricación	6	3	4	72	Lubricación regular

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

GENERADOR DE NITRÓGENO

Nombre:		**Andrés Haro**	**Fecha**		**22/05/2024**				**Código: PC-TE07- A7**
Componente	**Función**	**Modo de Fallo**	**Efecto del Fallo**	**Causa del Fallo**	**S (1-10)**	**O (1-10)**	**D (1-10)**	**NPR**	**Acciones** Correctivas
Cables	Transmitir señales eléctricas	Desgaste de cables	Conexión intermitente	Movimiento constante	5	3	4	60	Inspección y reemplazo de cables
Base	Proveer estabilidad	Desalineación	Inestabilidad	Posicionamiento incorrecto	7	3	5	**105**	Verificar y ajustar la base
Carcasa	Proteger componentes internos	Daño a la carcasa	Exposición a elementos externos	Golpes o caídas	6	3	4	72	Inspección y reemplazo de carcasa
Luz de advertencia	Indicar estado de operación	Fallo en luces	No advertencia	Bombillas quemadas	6	3	3	54	Reemplazo de bombillas

Tabla 24. Matriz AMFE del compresor

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA COMPRESOR									
Nombre:		**Andrés Haro**	**Fecha**		**22/05/2024**				**Código: PC-TE08- A8**
Componente	**Función**	**Modo de Fallo**	**Efecto del Fallo**	**Causa del Fallo**	**S (1-10)**	**O (1-10)**	**D (1-10)**	**NPR**	**Acciones Correctivas**
Bomba	Comprimir aire	Fallo de la bomba	Pérdida de presión	Sobrecarga	8	3	4	**96**	Inspección y mantenimiento de bomba
Filtro de aire	Filtrar impurezas	Obstrucción del filtro	Flujo de aire reducido	Falta de limpieza	7	3	4	84	Reemplazo regular de filtros
Válvula de escape	Liberar presión	Fuga de aire	Pérdida de presión	Sellos defectuosos	7	3	4	84	Reemplazo de válvulas
Mangueras	Conducir aire	Fuga de aire	Pérdida de presión	Conexiones flojas	6	3	4	72	Ajustar conexiones
Motor	Proveer potencia	Fallo en el motor	Parada de operación	Sobrecarga	8	3	4	**96**	Inspección y mantenimiento del motor
Sensores	Monitorizar operación	Fallo en sensores	Lectura incorrecta	Descalibración	7	3	4	84	Calibración regular de sensores

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

COMPRESOR

Nombre:		**Andrés Haro**	**Fecha**		**22/05/2024**				**Código: PC-TE08- A8**
Componente	**Función**	**Modo de Fallo**	**Efecto del Fallo**	**Causa del Fallo**	**S (1-10)**	**O (1-10)**	**D (1-10)**	**NPR**	**Acciones Correctivas**
Controlador	Gestionar operación del compresor	Fallo en el controlador	Operación incorrecta	Fallo en software	6	3	4	72	Actualización de software
Tornillos	Asegurar componentes	Aflojamiento	Componentes sueltos	Vibraciones	5	3	3	45	Verificación y ajuste de tornillos
Tanque de aire	Almacenar aire comprimido	Fuga de aire	Pérdida de presión	Corrosión	8	3	4	**96**	Inspección y mantenimiento del tanque
Sistema de refrigeración	Mantener temperatura adecuada	Falla en el sistema de refrigeración	Sobrecalentamiento	Falta de mantenimiento	8	3	4	**96**	Mantenimiento del sistema de refrigeración
Rodamientos	Facilitar rotación del motor	Desgaste	Rotación inconsistente	Falta de lubricación	7	3	4	84	Lubricación regular

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

COMPRESOR

Nombre:		**Andrés Haro**	**Fecha**		**22/05/2024**				**Código: PC-TE08- A8**
Componente	**Función**	**Modo de Fallo**	**Efecto del Fallo**	**Causa del Fallo**	**S (1-10)**	**O (1-10)**	**D (1-10)**	**NPR**	**Acciones Correctivas**
Cables	Transmitir señales eléctricas	Desgaste de cables	Conexión intermitente	Movimiento constante	5	3	4	60	Inspección y reemplazo de cables
Base	Proveer estabilidad	Desalineación	Inestabilidad	Posicionamiento incorrecto	7	3	4	84	Verificar y ajustar la base
Carcasa	Proteger componentes internos	Daño a la carcasa	Exposición a elementos externos	Golpes o caídas	6	3	4	72	Inspección y reemplazo de carcasa
Luz de advertencia	Indicar estado de operación	Fallo en luces	No advertencia	Bombillas quemadas	6	3	3	54	Reemplazo de bombillas

Tabla 25. Matriz AMFE de la pistola de impacto

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA PISTOLA DE IMPACTO									
Nombre:		**Andrés Haro**	**Fecha**		**22/05/2024**				**Código: PC-TE09- A9**
Componente	**Función**	**Modo de Fallo**	**Efecto del Fallo**	**Causa del Fallo**	**S (1-10)**	**O (1-10)**	**D (1-10)**	**NPR**	**Acciones** Correctivas
Motor	Proveer potencia	Fallo en el motor	Pérdida de potencia	Sobrecarga	8	3	4	**96**	Inspección y mantenimiento del motor
Mecanismo de impacto	Proporcionar fuerza de impacto	Desgaste del mecanismo	Fuerza de impacto reducida	Uso prolongado	7	3	4	84	Reemplazo del mecanismo
Sistema de lubricación	Reducir fricción	Fuga de lubricante	Daño a partes internas	Sellos deteriorados	7	3	4	84	Reemplazo de sellos
Gatillo	Controlar activación	Fallo en el gatillo	No se puede activar	Desgaste	6	3	4	72	Reemplazo del gatillo
Válvula de aire	Controlar flujo de aire	Fuga de aire	Pérdida de potencia	Conexiones flojas	6	3	4	72	Ajustar conexiones

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

PISTOLA DE IMPACTO

Nombre:		**Andrés Haro**	**Fecha**		**22/05/2024**				**Código: PC-TE09- A9**
Componente	**Función**	**Modo de Fallo**	**Efecto del Fallo**	**Causa del Fallo**	**S (1-10)**	**O (1-10)**	**D (1-10)**	**NPR**	**Acciones** Correctivas
Carcasa	Proteger componentes internos	Daño a la carcasa	Exposición a elementos externos	Golpes o caídas	6	3	4	72	Inspección y reemplazo de carcasa
Tornillos	Asegurar componentes	Aflojamiento	Componentes sueltos	Vibraciones	5	3	3	45	Verificación y ajuste de tornillos
Conexión de aire	Conectar a la fuente de aire	Desgaste de la conexión	Fuga de aire	Uso prolongado	7	3	4	84	Reemplazo de la conexión
Anillo de retención	Sujetar brocas y accesorios	Fallo en el anillo	Broca suelta	Desgaste	7	3	4	84	Reemplazo del anillo de retención
Regulador de velocidad	Controlar velocidad de rotación	Fallo en el regulador	Velocidad incorrecta	Daño interno	6	3	4	72	Inspección y reemplazo del regulador
Manguera de aire	Conducir aire	Fuga de aire	Pérdida de potencia	Conexiones flojas	6	3	4	72	Ajustar conexiones

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

PISTOLA DE IMPACTO

Nombre:		**Andrés Haro**	**Fecha**		**22/05/2024**				**Código: PC-TE09- A9**
Componente	**Función**	**Modo de Fallo**	**Efecto del Fallo**	**Causa del Fallo**	**S (1-10)**	**O (1-10)**	**D (1-10)**	**NPR**	**Acciones** Correctivas
Eje de rotación	Facilitar rotación de la broca	Desgaste del eje	Rotación inconsistente	Falta de lubricación	7	3	5	**105**	Lubricación regular
Rodamientos	Facilitar rotación del eje	Desgaste de rodamientos	Rotación inconsistente	Falta de mantenimiento	6	3	6	**108**	Reemplazo de rodamientos
Silenciador	Reducir ruido	Obstrucción del silenciador	Ruido excesivo	Acumulación de residuos	5	3	4	60	Limpieza regular del silenciador
Muelle	Proporcionar tensión	Fatiga del muelle	Funcionamiento incorrecto	Uso prolongado	6	3	4	72	Reemplazo del muelle

Tabla 26. Matriz AMFE del sistema neumático

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA SISTEMA NEUMÁTICO									
Nombre:		**Andrés Haro**	**Fecha**		**22/05/2024**				**Código: PC-TE10- A10**
Componente	**Función**	**Modo de Fallo**	**Efecto del Fallo**	**Causa del Fallo**	**S (1-10)**	**O (1-10)**	**D (1-10)**	**NPR**	**Acciones** Correctivas
Compresor	Suministrar aire comprimido	Fallo del compresor	Pérdida de presión	Sobrecarga	8	3	4	**96**	Inspección y mantenimiento del compresor
Válvula de control	Regular flujo de aire	Fuga de aire	Pérdida de presión	Sellos deteriorados	7	3	4	84	Reemplazo de válvulas
Cilindro	Convertir energía de aire en movimiento	Fallo del cilindro	Movimiento incorrecto	Desgaste de juntas	7	3	4	84	Reemplazo de juntas

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

SISTEMA NEUMÁTICO

Nombre:		**Andrés Haro**	**Fecha**		**22/05/2024**				**Código: PC-TE10- A10**
Componente	**Función**	**Modo de Fallo**	**Efecto del Fallo**	**Causa del Fallo**	**S (1-10)**	**O (1-10)**	**D (1-10)**	**NPR**	**Acciones** Correctivas
Filtros de aire	Filtrar impurezas	Obstrucción del filtro	Flujo de aire reducido	Falta de limpieza	7	5	4	**140**	Reemplazo regular de filtros
Mangueras	Conducir aire	Fuga de aire	Pérdida de presión	Conexiones flojas	6	3	4	72	Ajustar conexiones
Regulador de presión	Mantener presión adecuada	Falla del regulador	Presión incorrecta	Mal ajuste	6	3	4	72	Ajuste y calibración regular
Actuadores	Ejecutar movimiento	Fallo en actuador	Movimiento incorrecto	Sobrecarga	7	3	4	84	Inspección y mantenimiento de actuadores

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

SISTEMA NEUMÁTICO

Nombre:		**Andrés Haro**	**Fecha**		**22/05/2024**				**Código: PC-TE10- A10**
Componente	**Función**	**Modo de Fallo**	**Efecto del Fallo**	**Causa del Fallo**	**S (1-10)**	**O (1-10)**	**D (1-10)**	**NPR**	**Acciones** Correctivas
Conexiones	Asegurar conexión de componentes	Aflojamiento	Fuga de aire	Vibraciones	5	3	3	45	Verificación y ajuste de conexiones
Sensores	Monitorizar operación	Fallo en sensores	Lectura incorrecta	Descalibración	7	4	4	**112**	Calibración regular de sensores
Controlador	Gestionar operación del sistema	Fallo en el controlador	Operación incorrecta	Fallo en software	6	3	4	72	Actualización de software
Lubricador	Reducir fricción	Fuga de lubricante	Daño a partes internas	Sellos deteriorados	7	3	4	84	Reemplazo de sellos

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

SISTEMA NEUMÁTICO

Nombre:		**Andrés Haro**	**Fecha**		**22/05/2024**				**Código: PC-TE10- A10**
Componente	**Función**	**Modo de Fallo**	**Efecto del Fallo**	**Causa del Fallo**	**S (1-10)**	**O (1-10)**	**D (1-10)**	**NPR**	**Acciones** Correctivas
Interruptor de presión	Controlar activación	Fallo en interruptor	No se puede activar	Desgaste	6	3	4	72	Reemplazo del interruptor
Cables	Transmitir señales eléctricas	Desgaste de cables	Conexión intermitente	Movimiento constante	5	3	4	60	Inspección y reemplazo de cables
Base	Proveer estabilidad	Desalineación	Inestabilidad	Posicionamiento incorrecto	7	3	4	84	Verificar y ajustar la base
Carcasa	Proteger componentes internos	Daño a la carcasa	Exposición a elementos externos	Golpes o caídas	6	3	4	72	Inspección y reemplazo de carcasa

3.5. Matriz criticidad

Una vez definida la matriz AMFE de las máquinas y sistema dentro de la empresa, es necesario instituir un modelo de criticidad con el propósito de establecer cuáles son los elementos más críticos. Y desde esa perspectiva, definir las actividades preventivas para cada una de las máquinas y sistemas. Para una mayor compresión de la Tabla 27 hasta la Tabla 36 se muestran las matrices de criticidad.

Tabla 27. Matriz criticidad de la Balanceadora

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
Balanceadora

Nombre:	Andrés Haro	Fecha	22/05/2024	Código: PC-TE01- A1
Componente	**Modo de Fallo**	**Severidad (S)**	**Probabilidad (P)**	**Índice de Criticidad (IC = S * P)**
Motor	Fallo del motor	8	3	24
Sensores	Fallo en sensores	7	3	21
Plataforma	Desgaste de la plataforma	6	4	24
Válvula de control	Fuga de aire	7	3	21
Sistema de transmisión	Fallo en la transmisión	8	3	24
Mangueras	Fuga de aire	5	4	20
Controlador	Fallo en el controlador	7	3	21
Pantalla	Fallo en la pantalla	6	3	18
Tornillos	Aflojamiento	4	5	20
Base	Desalineación	6	3	18
Cables	Desgaste de cables	5	3	15
Carcasa	Daño a la carcasa	5	3	15
Interruptor de seguridad	Fallo en interruptor	7	3	21
Ruedas	Desgaste de ruedas	6	4	24
Filtros de aire	Obstrucción del filtro	6	4	24

Tabla 28. Matriz criticidad de la Cama de Enderezado

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
Balanceadora

Nombre:	Andrés Haro	Fecha	22/05/2024	Código: PC-TE02- A2
Componente	**Modo de Fallo**	**Severidad (S)**	**Probabilidad (P)**	**Índice de Criticidad (IC = S * P)**
Pistones hidráulicos	Fuga de aceite	8	3	24
Sensores	Fallo en sensores	7	3	21
Plataforma	Desgaste de la plataforma	6	4	24
Válvula de control	Fuga de aire	7	3	21
Sistema de elevación	Fallo en el sistema de elevación	8	3	24
Mangueras	Fuga de aire	5	4	20
Controlador	Fallo en el controlador	7	3	21
Pantalla	Fallo en la pantalla	6	3	18
Tornillos	Aflojamiento	4	5	20
Base	Desalineación	6	3	18
Cables	Desgaste de cables	5	3	15
Carcasa	Daño a la carcasa	5	3	15
Interruptor de seguridad	Fallo en interruptor	7	3	21
Rodamientos	Desgaste de rodamientos	6	4	24
Filtros de aire	Obstrucción del filtro	6	4	24

Tabla 29. Matriz criticidad del elevador de dos postes

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
Elevador de dos postes

Nombre:	Andrés Haro	Fecha	22/05/2024	Código: PC-TE03- A3
Componente	**Modo de Fallo**	**Severidad (S)**	**Probabilidad (P)**	**Índice de Criticidad (IC = S * P)**
Pistones hidráulicos	Fuga de aceite	8	3	24
Sensores	Fallo en sensores	7	3	21
Plataforma	Desgaste de la plataforma	6	4	24
Válvula de control	Fuga de aire	7	3	21
Sistema de elevación	Fallo en el sistema de elevación	8	3	24
Mangueras	Fuga de aire	5	4	20
Controlador	Fallo en el controlador	7	3	21
Pantalla	Fallo en la pantalla	6	3	18
Tornillos	Aflojamiento	4	5	20
Base	Desalineación	6	3	18
Cables	Desgaste de cables	5	3	15
Carcasa	Daño a la carcasa	5	3	15
Interruptor de seguridad	Fallo en interruptor	7	3	21
Rodamientos	Desgaste de rodamientos	6	4	24
Filtros de aire	Obstrucción del filtro	6	4	24

Tabla 30. Matriz criticidad del Limpiador de inyectores

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
Limpiador de inyectores

Nombre:	Andrés Haro	Fecha	22/05/2024	Código: PC-TE04- A4
Componente	**Modo de Fallo**	**Severidad (S)**	**Probabilidad (P)**	**Índice de Criticidad (IC = S * P)**
Bomba	Fallo de la bomba	8	3	24
Filtro de solución	Obstrucción del filtro	6	4	24
Válvula de control	Fuga de solución	7	3	21
Mangueras	Fuga de solución	5	4	20
Motor	Fallo en el motor	8	3	24
Sensores	Fallo en sensores	6	3	18
Controlador	Fallo en el controlador	7	3	21
Pantalla	Fallo en la pantalla	6	3	18
Tornillos	Aflojamiento	4	5	20
Tanque de solución	Fuga de solución	8	3	24
Sistema de limpieza	Falla en el sistema de limpieza	7	3	21
Rodamientos	Desgaste de rodamientos	6	4	24
Cables	Desgaste de cables	5	3	15
Base	Desalineación	6	3	18
Carcasa	Daño a la carcasa	5	3	15

Tabla 31. Matriz criticidad del rectificador de discos

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
Rectificador de Discos

Nombre:	Andrés Haro	Fecha	22/05/2024	Código: PC-TE05-A5
Componente	**Modo de Fallo**	**Severidad (S)**	**Probabilidad (P)**	**Índice de Criticidad (IC = S * P)**
Motor	Fallo del motor	8	3	24
Sensores	Fallo en sensores	7	3	21
Plataforma	Desgaste de la plataforma	6	4	24
Válvula de control	Fuga de aire	7	3	21
Sistema de transmisión	Fallo en la transmisión	8	3	24
Mangueras	Fuga de aire	5	4	20
Controlador	Fallo en el controlador	7	3	21
Pantalla	Fallo en la pantalla	6	3	18
Tornillos	Aflojamiento	4	5	20
Base	Desalineación	6	3	18
Cables	Desgaste de cables	5	3	15
Carcasa	Daño a la carcasa	5	3	15
Interruptor de seguridad	Fallo en interruptor	7	3	21
Rodamientos	Desgaste de rodamientos	6	4	24
Filtros de aire	Obstrucción del filtro	6	4	24

Tabla 32. Matriz criticidad de la Enllantadora

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
Enllantadora

Nombre:	Andrés Haro	Fecha	22/05/2024	Código: PC-TE06-A6
Componente	**Modo de Fallo**	**Severidad (S)**	**Probabilidad (P)**	**Índice de Criticidad (IC = S * P)**
Pistones hidráulicos	Fuga de aceite	8	3	24
Sensores	Fallo en sensores	7	3	21
Plataforma	Desgaste de la plataforma	6	4	24
Válvula de control	Fuga de aire	7	3	21
Sistema de elevación	Fallo en el sistema de elevación	8	3	24
Mangueras	Fuga de aire	5	4	20
Controlador	Fallo en el controlador	7	3	21
Pantalla	Fallo en la pantalla	6	3	18
Tornillos	Aflojamiento	4	5	20
Base	Desalineación	6	3	18
Cables	Desgaste de cables	5	3	15
Carcasa	Daño a la carcasa	5	3	15
Interruptor de seguridad	Fallo en interruptor	7	3	21
Rodamientos	Desgaste de rodamientos	6	4	24
Filtros de aire	Obstrucción del filtro	6	4	24

Tabla 33. Matriz criticidad del generador de nitrógeno

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
Generador de nitrógeno

Nombre:	Andrés Haro	Fecha	22/05/2024	Código: PC-TE07- A7
Componente	**Modo de Fallo**	**Severidad (S)**	**Probabilidad (P)**	**Índice de Criticidad (IC = S * P)**
Compresor	Fallo del compresor	8	3	24
Válvula de control	Fuga de aire	7	3	21
Cilindro	Fallo del cilindro	7	3	21
Filtros de aire	Obstrucción del filtro	6	4	24
Mangueras	Fuga de aire	5	4	20
Regulador de presión	Falla del regulador	6	3	18
Actuadores	Fallo en actuador	7	3	21
Conexiones	Aflojamiento	4	5	20
Sensores	Fallo en sensores	6	3	18
Controlador	Fallo en el controlador	7	3	21
Lubricador	Fuga de lubricante	7	3	21
Interruptor de presión	Fallo en interruptor	6	3	18
Cables	Desgaste de cables	5	3	15
Base	Desalineación	6	3	18
Carcasa	Daño a la carcasa	5	3	15

Tabla 34. Matriz criticad del compresor

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
Compresor

Nombre:	Andrés Haro	Fecha	22/05/2024	Código: PC-TE08-A8
Componente	**Modo de Fallo**	**Severidad (S)**	**Probabilidad (P)**	**Índice de Criticidad (IC = S * P)**
Bomba	Fallo de la bomba	8	3	24
Filtro de aire	Obstrucción del filtro	6	4	24
Válvula de escape	Fuga de aire	7	3	21
Mangueras	Fuga de aire	5	4	20
Motor	Fallo en el motor	8	3	24
Sensores	Fallo en sensores	6	3	18
Controlador	Fallo en el controlador	7	3	21
Tornillos	Aflojamiento	4	5	20
Tanque de aire	Fuga de aire	8	3	24
Sistema de refrigeración	Falla en el sistema de refrigeración	7	3	21
Rodamientos	Desgaste	6	4	24
Cables	Desgaste de cables	5	3	15
Base	Desalineación	6	3	18
Carcasa	Daño a la carcasa	5	3	15
Luz de advertencia	Fallo en luces	4	3	12

Tabla 35. Matriz criticidad de la pistola de impacto

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
Pistola de impacto

Nombre:	Andrés Haro	Fecha	22/05/2024	Código: PC-TE09- A9
Componente	**Modo de Fallo**	**Severidad (S)**	**Probabilidad (P)**	**Índice de Criticidad (IC = S * P)**
Motor	Fallo en el motor	8	3	24
Mecanismo de impacto	Desgaste del mecanismo	7	3	21
Sistema de lubricación	Fuga de lubricante	7	3	21
Gatillo	Fallo en el gatillo	6	3	18
Válvula de aire	Fuga de aire	5	4	20
Carcasa	Daño a la carcasa	6	3	18
Tornillos	Aflojamiento	4	5	20
Conexión de aire	Desgaste de la conexión	7	3	21
Anillo de retención	Fallo en el anillo	7	3	21
Regulador de velocidad	Fallo en el regulador	6	3	18
Manguera de aire	Fuga de aire	5	4	20
Eje de rotación	Desgaste del eje	6	3	18
Rodamientos	Desgaste de rodamientos	6	4	24
Filtros de aire	Obstrucción del filtro	6	4	24
Sensor de presión	Fallo en sensor	6	3	18

Tabla 36. Matriz criticidad del sistema neumático

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
Pistola de impacto

Nombre:	Andrés Haro	Fecha	22/05/2024	Código: PC-TE10- A10
Componente	**Modo de Fallo**	**Severidad (S)**	**Probabilidad (P)**	**Índice de Criticidad (IC = S * P)**
Compresor	Fallo del compresor	8	3	24
Válvula de control	Fuga de aire	7	3	21
Cilindro	Fallo del cilindro	7	3	21
Filtros de aire	Obstrucción del filtro	6	4	24
Mangueras	Fuga de aire	5	4	20
Regulador de presión	Falla del regulador	6	3	18
Actuadores	Fallo en actuador	7	3	21
Conexiones	Aflojamiento	4	5	20
Sensores	Fallo en sensores	6	3	18
Controlador	Fallo en el controlador	7	3	21
Lubricador	Fuga de lubricante	7	3	21
Interruptor de presión	Fallo en interruptor	6	3	18
Cables	Desgaste de cables	5	3	15
Base	Desalineación	6	3	18
Carcasa	Daño a la carcasa	5	3	15

Una vez finalizadas tanto la matriz AMFE como Criticidad se puede aseverar que el 69% de los elementos y/o componentes pueden ser considerados como críticos, por ende, elaborar las gammas de mantemiento deben ser estratificadas para todos los componentes. A continuación, se enlistan las gammas de mantenimiento para cada una de las máquinas.

3.6. Gammas de mantenimiento

A continuación, se enlistan las gammas de mantenimiento de las máquinas abordadas en el desarrollo de la presente investigación. Es importante destacar que la mayoría de las actividades son planeadas en día sábado al finalizar el turno. Además, todas las actividades deben efectuarse con la maquinaria apagada, salvo en el caso de que dentro del modelo de gammas se comente lo contrario. Se presentan desde la Tabla 37 hasta la Tabla 46 las diferentes gamas de mantenimiento de cada una de las máquinas.

Tabla 37. Gamma de Mantenimiento de la Balanceadora

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO **FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA** **CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA** **Balanceadora**						
Estado de la Máquina			Apagada			
Actividades	**Frecuencia**	**Mes**	**Fecha**	**Herramientas**	**Responsable**	**Tiempo (TR+TM)**
Limpieza de la máquina	Diaria		Todos los días	Paño, detergente	Operador de máquina	15 min
Revisión de nivel de fluido	Mensual		Cada mes	Medidor de fluido	Técnico de mantenimiento	25 min
Inspección visual de componentes	Semanal		Cada semana	Linterna	Técnico de mantenimiento	10 min
Ajuste de tornillos y pernos	Mensual		Cada mes	Llave inglesa, destornillador	Técnico de mantenimiento	20 min

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
Balanceadora

Estado de la Máquina			Apagada			
Actividades	**Frecuencia**	**Mes**	**Fecha**	**Herramientas**	**Responsable**	**Tiempo (TR+TM)**
Reemplazo de filtro de aire	Trimestral		21/09/2024 21/12/2024 22/03/2025	Filtro de aire de repuesto	Técnico de mantenimiento	25 min
Verificación de balanceo	Semestral		21/12/2024	Balanceador de prueba	Técnico de mantenimiento	12 min
Lubricación de rodamientos	Trimestral		Cada trimestre	Lubricante, engrase	Técnico de mantenimiento	15 min
Reemplazo de correas	Anual	Enero	10/01/2025	Juego de correas de repuesto	Técnico de mantenimiento	35 min
Calibración del sistema	Anual	Julio	10/07/2025	Equipo de calibración	Técnico de mantenimiento	25 min
Inspección de cables eléctricos	Mensual		22/06/2024	Multímetro	Técnico de mantenimiento	15 min

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
Balanceadora

Estado de la Máquina			Apagada			
Actividades	**Frecuencia**	**Mes**	**Fecha**	**Herramientas**	**Responsable**	**Tiempo (TR+TM)**
Revisión de software	Semestral		21/12/2024	Laptop con software de diagnóstico	Técnico de mantenimiento	60 min
Prueba de funcionamiento	Semanal		22/06/2024 21/12/2024	Equipo de prueba	Técnico de mantenimiento	5 min
Inspección de alineación	Trimestral		21/09/2024 21/12/2024 22/03/2025	Herramientas de alineación	Técnico de mantenimiento	12 min
Verificación de frenos	Semestral		20/12/2024	Herramientas de verificación	Técnico de mantenimiento	15 min
Reemplazo de sensores	Anual	Diciembre	10/12/2025	Sensores de repuesto	Técnico de mantenimiento	35 min

Tabla 38. Gamma de Mantenimiento de la Cama de Enderezado

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA Cama de Enderezado						
Estado de la Máquina			Apagada			
Actividades	**Frecuencia**	**Mes**	**Fecha**	**Herramientas**	**Responsable**	**Tiempo (TR+TM)**
Limpieza de la máquina	Diaria		Todos los días	Paño, detergente	Operador de máquina	10 min
Revisión de nivel de fluido	Mensual		Cada mes	Medidor de fluido	Técnico de mantenimiento	15 min
Inspección visual de componentes	Semanal		Cada semana	Linterna	Técnico de mantenimiento	15 min
Ajuste de tornillos y pernos	Mensual		Cada mes	Llave inglesa, destornillador	Técnico de mantenimiento	20 min
Lubricación de cilindros	Trimestral		21/09/2024 21/12/2024 22/03/2025	Lubricante, engrase	Técnico de mantenimiento	30 min
Verificación de presión hidráulica	Mensual		Cada mes	Medidor de presión	Técnico de mantenimiento	10 min

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

Cama de Enderezado

Estado de la Máquina			Apagada			
Actividades	**Frecuencia**	**Mes**	**Fecha**	**Herramientas**	**Responsable**	**Tiempo (TR+TM)**
Reemplazo de mangueras	Anual	Marzo	10/03/2025	Mangueras de repuesto	Técnico de mantenimiento	30 min
Inspección de válvulas	Semestral		20/12/2024	Herramientas de inspección	Técnico de mantenimiento	25 min
Revisión de sistema eléctrico	Trimestral		21/09/2024 21/12/2024 22/03/2025	Multímetro	Técnico de mantenimiento	30 min
Calibración del sistema	Anual	Agosto	10/08/2025	Equipo de calibración	Técnico de mantenimiento	40 min
Prueba de funcionamiento	Semanal		Cada semana	Equipo de prueba	Técnico de mantenimiento	10 min
Inspección de guías y rieles	Mensual		Cada mes	Herramientas de inspección	Técnico de mantenimiento	20 min

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA Cama de Enderezado						
Estado de la Máquina			Apagada			
Actividades	**Frecuencia**	**Mes**	**Fecha**	**Herramientas**	**Responsable**	**Tiempo (TR+TM)**
Verificación de soldaduras	Anual	Noviembre	10/11/2025	Herramientas de verificación	Técnico de mantenimiento	10 min
Reemplazo de juntas	Trimestral		Cada trimestre	Juntas de repuesto	Técnico de mantenimiento	15 min
Inspección de base	Semestral		19/12/2024	Herramientas de inspección	Técnico de mantenimiento	10 min

Tabla 39. Gamma de Mantenimiento del elevador de dos postes

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

Elevador de dos postes

Estado de la Máquina			**Apagada**			
Actividades	**Frecuencia**	**Mes**	**Fecha**	**Herramientas**	**Responsable**	**Tiempo (TR+TM)**
Limpieza de la máquina	Diaria		Todos los días	Paño, detergente	Operador de máquina	25 min
Revisión de nivel de fluido	Mensual		Cada mes	Medidor de fluido	Técnico de mantenimiento	15 min
Inspección visual de componentes	Semanal		Cada semana	Linterna	Técnico de mantenimiento	15 min
Ajuste de tornillos y pernos	Mensual		Cada mes	Llave inglesa, destornillador	Técnico de mantenimiento	20 min
Lubricación de cables	Trimestral		Cada trimestre	Lubricante, engrase	Técnico de mantenimiento	25 min
Verificación de seguridad	Mensual		Cada mes	Herramientas de inspección	Técnico de mantenimiento	15 min
Reemplazo de cables	Anual	Abril	10/04/2025	Cables de repuesto	Técnico de mantenimiento	20 min

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

Elevador de dos postes

Estado de la Máquina			**Apagada**			
Actividades	**Frecuencia**	**Mes**	**Fecha**	**Herramientas**	**Responsable**	**Tiempo (TR+TM)**
Inspección de cilindros	Semestral		21/09/2024 21/03/2025	Herramientas de inspección	Técnico de mantenimiento	25 min
Revisión de sistema eléctrico	Trimestral		Cada trimestre	Multímetro	Técnico de mantenimiento	30 min
Calibración del sistema	Anual	Septiembre	10/09/2025	Equipo de calibración	Técnico de mantenimiento	35 min
Prueba de funcionamiento	Semanal		Cada semana	Equipo de prueba	Técnico de mantenimiento	10 min
Inspección de bases	Mensual		Cada mes	Herramientas de inspección	Técnico de mantenimiento	10 min
Verificación de frenos	Semestral		Cada semestre	Herramientas de verificación	Técnico de mantenimiento	10 min
Reemplazo de juntas	Trimestral		21/09/2024 21/12/2024	Juntas de repuesto	Técnico de mantenimiento	12 min

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA Elevador de dos postes						
Estado de la Máquina			**Apagada**			
Actividades	**Frecuencia**	**Mes**	**Fecha**	**Herramientas**	**Responsable**	**Tiempo (TR+TM)**
			21/03/2025			
Inspección de soportes	Semestral		Cada semestre	Herramientas	Técnico	20 min

Tabla 40. Gamma de Mantenimiento del Limpiador de inyectores

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA Limpiador de inyectores						
Estado de la Máquina			**Apagada**			
Actividades	**Frecuencia**	**Mes**	**Fecha**	**Herramientas**	**Responsable**	**Tiempo (TR+TM)**
Limpieza de la máquina	Diaria		Todos los días	Paño, detergente	Operador de máquina	10 min

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

Limpiador de inyectores

Estado de la Máquina			**Apagada**			
Actividades	**Frecuencia**	**Mes**	**Fecha**	**Herramientas**	**Responsable**	**Tiempo (TR+TM)**
Revisión de nivel de fluido	Mensual		Cada mes	Medidor de fluido	Técnico de mantenimiento	10 min
Inspección visual de componentes	Semanal		Cada semana	Linterna	Técnico de mantenimiento	15 min
Ajuste de tornillos y pernos	Mensual		Cada mes	Llave inglesa, destornillador	Técnico de mantenimiento	20 min
Lubricación de partes móviles	Trimestral		13/07/2024 12/10/2024 11/01/2025	Lubricante, engrase	Técnico de mantenimiento	30 min
Verificación de presión	Mensual		Cada mes	Medidor de presión	Técnico de mantenimiento	15 min
Reemplazo de filtros	Anual	Mayo	10/05/2025	Filtros de repuesto	Técnico de mantenimiento	25 min

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

Limpiador de inyectores

Estado de la Máquina			**Apagada**			
Actividades	**Frecuencia**	**Mes**	**Fecha**	**Herramientas**	**Responsable**	**Tiempo (TR+TM)**
Inspección de boquillas	Semestral		20/07/2024 11/01/2025	Herramientas de inspección	Técnico de mantenimiento	10 min
Revisión de sistema eléctrico	Trimestral		13/07/2024 12/10/2024 11/01/2025	Multímetro	Técnico de mantenimiento	20 min
Calibración del sistema	Anual	Octubre	10/10/2025	Equipo de calibración	Técnico de mantenimiento	30 min
Prueba de funcionamiento	Semanal		Cada semana	Equipo de prueba	Técnico de mantenimiento	15 min
Inspección de tuberías	Mensual		Cada mes	Herramientas de inspección	Técnico de mantenimiento	10 min
Verificación de conexiones	Semestral		20/07/2024 11/01/2025	Herramientas de verificación	Técnico de mantenimiento	15 min

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

Limpiador de inyectores

Estado de la Máquina			**Apagada**			
Actividades	**Frecuencia**	**Mes**	**Fecha**	**Herramientas**	**Responsable**	**Tiempo (TR+TM)**
Reemplazo de juntas	Trimestral		13/07/2024 12/10/2024 11/01/2025	Juntas de repuesto	Técnico de mantenimiento	25 min
Inspección de bomba	Semestral		20/07/2024 11/01/2025	Herramientas de inspección	Técnico de mantenimiento	10 min

Tabla 41. Gamma de Mantenimiento del rectificador de discos

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA Rectificador de Discos						
Estado de la Máquina			**Apagada**			
Actividades	**Frecuencia**	**Mes**	**Fecha**	**Herramientas**	**Responsable**	Tiempo (TR+TM)
Limpieza de la máquina	Diaria		Todos los días	Paño, detergente	Operador de máquina	10 min
Revisión de nivel de fluido	Mensual		Cada mes	Medidor de fluido	Técnico de mantenimiento	15 min
Inspección visual de componentes	Semanal		Cada semana	Linterna	Técnico de mantenimiento	25 min
Ajuste de tornillos y pernos	Mensual		Cada mes	Llave inglesa, destornillador	Técnico de mantenimiento	22 min
Lubricación de guías	Trimestral		13/07/2024 12/10/2024 11/01/2025	Lubricante, engrase	Técnico de mantenimiento	15 min
Verificación de husillo	Mensual		Cada mes	Medidor de husillo	Técnico de mantenimiento	15 min

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

Rectificador de Discos

Estado de la Máquina			**Apagada**			
Actividades	**Frecuencia**	**Mes**	**Fecha**	**Herramientas**	**Responsable**	Tiempo (TR+TM)
Reemplazo de muelas	Anual	Junio	10/06/2025	Muelas de repuesto	Técnico de mantenimiento	35 min
Inspección de motor	Semestral		20/07/2024 11/01/2025	Herramientas de inspección	Técnico de mantenimiento	10 min
Revisión de sistema eléctrico	Trimestral		13/07/2024 12/10/2024 11/01/2025	Multímetro	Técnico de mantenimiento	10 min
Calibración del sistema	Anual	Noviembre	10/11/2025	Equipo de calibración	Técnico de mantenimiento	40 min
Prueba de funcionamiento	Semanal		Cada semana	Equipo de prueba	Técnico de mantenimiento	15 min
Inspección de cojinetes	Mensual		Cada mes	Herramientas de inspección	Técnico de mantenimiento	15 min

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

Rectificador de Discos

Estado de la Máquina			**Apagada**			
Actividades	**Frecuencia**	**Mes**	**Fecha**	**Herramientas**	**Responsable**	Tiempo (TR+TM)
Verificación de fijaciones	Semestral		20/07/2024 11/01/2025	Herramientas de verificación	Técnico de mantenimiento	15 min
Reemplazo de juntas	Trimestral		13/07/2024 12/10/2024 11/01/2025	Juntas de repuesto	Técnico de mantenimiento	10 min
Inspección de armazón	Semestral		20/07/2024 11/01/2025	Herramientas de inspección	Técnico de mantenimiento	12 min

Tabla 42. Gamma de Mantenimiento de la Enllantadora

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA Enllantadora						
Estado de la Máquina			Apagada			
Actividades	**Frecuencia**	**Mes**	**Fecha**	**Herramientas**	**Responsable**	**Tiempo (TR+TM)**
Limpieza de la máquina	Diaria		Todos los días	Paño, detergente	Operador de máquina	10 min
Revisión de nivel de fluido	Mensual		Cada mes	Medidor de fluido	Técnico de mantenimiento	15 min
Inspección visual de componentes	Semanal		Cada semana	Linterna	Técnico de mantenimiento	25 min
Ajuste de tornillos y pernos	Mensual		Cada mes	Llave inglesa, destornillador	Técnico de mantenimiento	10 min
Lubricación de partes móviles	Trimestral		26/10/2024 15/02/2025 20/09/2025	Lubricante, engrase	Técnico de mantenimiento	30 min
Verificación de presión	Mensual		Cada mes	Medidor de presión	Técnico de mantenimiento	10 min

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

Enllantadora

Estado de la Máquina			Apagada			
Actividades	**Frecuencia**	**Mes**	**Fecha**	**Herramientas**	**Responsable**	**Tiempo (TR+TM)**
Reemplazo de filtros	Anual	Julio	10/07/2025	Filtros de repuesto	Técnico de mantenimiento	15 min
Inspección de mordazas	Semestral		Cada semestre	Herramientas de inspección	Técnico de mantenimiento	30 min
Revisión de sistema eléctrico	Trimestral		26/10/2024 15/02/2025 20/09/2025	Multímetro	Técnico de mantenimiento	20 min
Calibración del sistema	Anual	Diciembre	10/12/2025	Equipo de calibración	Técnico de mantenimiento	25 min
Prueba de funcionamiento	Semanal		Cada semana	Equipo de prueba	Técnico de mantenimiento	12 min
Inspección de tuberías	Mensual		Cada mes	Herramientas de inspección	Técnico de mantenimiento	10 min

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA Enllantadora						
Estado de la Máquina			Apagada			
Actividades	**Frecuencia**	**Mes**	**Fecha**	**Herramientas**	**Responsable**	**Tiempo (TR+TM)**
Verificación de conexiones	Anual		22/06/2024	Herramientas de verificación	Técnico de mantenimiento	10 min
Reemplazo de juntas	Trimestral		26/10/2024 15/02/2025 20/09/2025	Juntas de repuesto	Técnico de mantenimiento	10 min
Inspección de base	Anual		22/06/2024	Herramientas de inspección	Técnico de mantenimiento	10 min

Tabla 43. Gamma de Mantenimiento del generador de nitrógeno

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA Generador de Nitrógeno						
Estado de la Máquina			**Apagada**			
Actividades	**Frecuencia**	**Mes**	**Fecha**	**Herramientas**	**Responsable**	**Tiempo (TR+TM)**
Limpieza de la máquina	Diaria		Todos los días	Paño, detergente	Operador de máquina	10 min
Revisión de nivel de fluido	Mensual		Cada mes	Medidor de fluido	Técnico de mantenimiento	15 min
Inspección visual de componentes	Semanal		Cada semana	Linterna	Técnico de mantenimiento	10 min
Ajuste de tornillos y pernos	Mensual		Cada mes	Llave inglesa, destornillador	Técnico de mantenimiento	15 min
Lubricación de compresor	Trimestral		26/10/2024 15/02/2025 20/09/2025	Lubricante, engrase	Técnico de mantenimiento	25 min
Verificación de presión	Mensual		Cada mes	Medidor de presión	Técnico de mantenimiento	25 min

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

Generador de Nitrógeno

Estado de la Máquina			**Apagada**			
Actividades	**Frecuencia**	**Mes**	**Fecha**	**Herramientas**	**Responsable**	**Tiempo (TR+TM)**
Reemplazo de filtros	Anual	Agosto	10/08/2025	Filtros de repuesto	Técnico de mantenimiento	30 min
Inspección de válvulas	Semestral		26/10/2024 20/09/2025	Herramientas de inspección	Técnico de mantenimiento	20 min
Revisión de sistema eléctrico	Trimestral		26/10/2024 15/02/2025 20/09/2025	Multímetro	Técnico de mantenimiento	10 min
Calibración del sistema	Anual	Enero	10/01/2025	Equipo de calibración	Técnico de mantenimiento	25 min
Prueba de funcionamiento	Semanal		Cada semana	Equipo de prueba	Técnico de mantenimiento	10 min
Inspección de tuberías	Mensual		Cada mes	Herramientas de inspección	Técnico de mantenimiento	12 min

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

Generador de Nitrógeno

Estado de la Máquina			**Apagada**			
Actividades	**Frecuencia**	**Mes**	**Fecha**	**Herramientas**	**Responsable**	**Tiempo (TR+TM)**
Verificación de conexiones	Semestral		26/10/2024 20/09/2025	Herramientas de verificación	Técnico de mantenimiento	10 min
Revisión del plano de control	Trimestral		26/10/2024 15/02/2025 20/09/2025	Inspección del sistema	Técnico de mantenimiento	20 min
Inspección de compresor	Semestral		26/10/2024 20/09/2025	Herramientas de inspección	Técnico de mantenimiento	10 min

Tabla 44. Gamma de Mantenimiento del compresor

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO **FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA** **CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA** **Compresor**						
Estado de la Máquina			Apagada			
Actividades	**Frecuencia**	**Mes**	**Fecha**	**Herramientas**	**Responsable**	**Tiempo (TR+TM)**
Limpieza de la máquina	Diaria		Todos los días	Paño, detergente	Operador de máquina	10 min
Revisión de nivel de fluido	Mensual		Cada mes	Medidor de fluido	Técnico de mantenimiento	15 min
Inspección visual de componentes	Semanal		Cada semana	Linterna	Técnico de mantenimiento	20 min
Ajuste de tornillos y pernos	Mensual		Cada mes	Llave inglesa, destornillador	Técnico de mantenimiento	20 min
Lubricación de partes móviles	Trimestral		26/10/2024 15/02/2025 20/09/2025	Lubricante, engrase	Técnico de mantenimiento	30 min
Verificación de presión	Mensual		Cada mes	Medidor de presión	Técnico de mantenimiento	25 min

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

Compresor

Estado de la Máquina			Apagada			
Actividades	**Frecuencia**	**Mes**	**Fecha**	**Herramientas**	**Responsable**	**Tiempo (TR+TM)**
Reemplazo de filtros	Anual	Septiembre	10/09/2025	Filtros de repuesto	Técnico de mantenimiento	10 min
Inspección de válvulas	Semestral		21/09/2024 21/03/2025	Herramientas de inspección	Técnico de mantenimiento	12 min
Revisión de sistema eléctrico	Trimestral		26/10/2024 15/02/2025 20/09/2025	Multímetro	Técnico de mantenimiento	20 min
Calibración del sistema	Anual	Febrero	10/02/2025	Equipo de calibración	Técnico de mantenimiento	12 min
Prueba de funcionamiento	Semanal		Cada semana	Equipo de prueba	Técnico de mantenimiento	10 min
Inspección de tuberías	Mensual		Cada mes	Herramientas de inspección	Técnico de mantenimiento	10 min

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

Compresor

Estado de la Máquina			Apagada			
Actividades	**Frecuencia**	**Mes**	**Fecha**	**Herramientas**	**Responsable**	**Tiempo (TR+TM)**
Verificación de conexiones	Semestral		21/09/2024 21/03/2025	Herramientas de verificación	Técnico de mantenimiento	10 min
Reemplazo de juntas	Trimestral		26/10/2024 15/02/2025 20/09/2025	Juntas de repuesto	Técnico de mantenimiento	12 min
Inspección de bomba	Semestral		26/10/2024 15/02/2025 20/09/2025	Herramientas de inspección	Técnico de mantenimiento	25 min
Reemplazo de Bandas	Anual	Septiembre	10/09/2025	Bandas de cambio	Técnico de mantenimiento	25 min

Tabla 45. Gamma de Mantenimiento de la pistola de impacto

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA Pistola de Impacto						
Estado de la Máquina			**Apagada**			
Actividades	**Frecuencia**	**Mes**	**Fecha**	**Herramientas**	**Responsable**	**Tiempo (TR+TM)**
Limpieza de la herramienta	Diaria		Todos los días	Paño, detergente	Operador de máquina	10 min
Revisión de nivel de aceite	Mensual		Cada mes	Medidor de aceite	Técnico de mantenimiento	12 min
Inspección visual de componentes	Semanal		Cada semana	Linterna	Técnico de mantenimiento	20 min
Ajuste de tornillos y pernos	Mensual		Cada mes	Llave inglesa, destornillador	Técnico de mantenimiento	25 min
Lubricación de partes móviles	Trimestral		26/10/2024 15/02/2025 20/09/2025	Lubricante, engrase	Técnico de mantenimiento	10 min
Verificación de presión	Mensual		Cada mes	Medidor de presión	Técnico de mantenimiento	10 min

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

Pistola de Impacto

Estado de la Máquina			**Apagada**			
Reemplazo de boquillas	Anual	Noviembre	10/11/2025	Boquillas de repuesto	Técnico de mantenimiento	12 min
Inspección de válvulas	Semestral		Cada semestre	Herramientas de inspección	Técnico de mantenimiento	10 min
Revisión de sistema eléctrico	Trimestral		26/10/2024 15/02/2025 20/09/2025	Multímetro	Técnico de mantenimiento	10 min
Calibración del sistema	Anual	Abril	10/04/2025	Equipo de calibración	Técnico de mantenimiento	25 min
Prueba de funcionamiento	Semanal		Cada semana	Equipo de prueba	Técnico de mantenimiento	10 min
Inspección de tuberías	Mensual		Cada mes	Herramientas de inspección	Técnico de mantenimiento	12 min
Verificación de conexiones	Semestral		25/10/2024 20/09/2025	Herramientas de verificación	Técnico de mantenimiento	15 min

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA Pistola de Impacto						
Estado de la Máquina			**Apagada**			
Reemplazo de juntas	Trimestral		26/10/2024 15/02/2025 20/09/2025	Juntas de repuesto	Técnico de mantenimiento	15 min
Inspección de pistón	Semestral		26/10/2024 20/09/2025	Herramientas de inspección	Técnico de mantenimiento	10 min

Tabla 46. Gamma de Mantenimiento del sistema neumático

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA Sistema Neumático						
Estado de la Máquina			Apagada			
Actividades	**Frecuencia**	**Mes**	**Fecha**	**Herramientas**	**Responsable**	**Tiempo (TR+TM)**
Limpieza de la máquina	Diaria		Todos los días	Paño, detergente	Operador de máquina	10 min
Revisión de nivel de fluido	Mensual		Cada mes	Medidor de fluido	Técnico de mantenimiento	15 min

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

Sistema Neumático

Estado de la Máquina			Apagada			
Actividades	**Frecuencia**	**Mes**	**Fecha**	**Herramientas**	**Responsable**	**Tiempo (TR+TM)**
Inspección visual de componentes	Semanal		Cada semana	Linterna	Técnico de mantenimiento	10 min
Ajuste de tornillos y pernos	Mensual		Cada mes	Llave inglesa, destornillador	Técnico de mantenimiento	25 min
Lubricación de cilindros	Trimestral		26/10/2024 15/02/2025 20/09/2025	Lubricante, engrase	Técnico de mantenimiento	20 min
Verificación de presión	Mensual		Cada mes	Medidor de presión	Técnico de mantenimiento	25 min
Reemplazo de mangueras	Anual	Octubre	10/10/2025	Mangueras de repuesto	Técnico de mantenimiento	25 min
Inspección de válvulas	Semestral		26/10/2024 15/02/2025 20/09/2025	Herramientas de inspección	Técnico de mantenimiento	10 min

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

Sistema Neumático

Estado de la Máquina			Apagada			
Actividades	**Frecuencia**	**Mes**	**Fecha**	**Herramientas**	**Responsable**	**Tiempo (TR+TM)**
Revisión de sistema eléctrico	Trimestral		26/10/2024 15/02/2025 20/09/2025	Multímetro	Técnico de mantenimiento	12 min
Calibración del sistema	Anual	Marzo	10/03/2025	Equipo de calibración	Técnico de mantenimiento	10 min
Prueba de funcionamiento	Semanal		Cada semana	Equipo de prueba	Técnico de mantenimiento	15 min
Inspección de tuberías	Mensual		Cada mes	Herramientas de inspección	Técnico de mantenimiento	12 min
Verificación de conexiones	Semestral		26/10/2024 15/02/2025 20/09/2025	Herramientas de verificación	Técnico de mantenimiento	10 min
Reemplazo de juntas	Trimestral		26/10/2024 15/02/2025 20/09/2025	Juntas de repuesto	Técnico de mantenimiento	20 min

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

Sistema Neumático

Estado de la Máquina			Apagada			
Actividades	**Frecuencia**	**Mes**	**Fecha**	**Herramientas**	**Responsable**	**Tiempo (TR+TM)**
Inspección de base	Semestral		26/10/2024 15/02/2025 20/09/2025	Herramientas de inspección	Técnico de mantenimiento	10 min

3.7. Desarrollo del Modelo GMAO

En este punto es necesario aclarar que para desarrollar el modelo CMMS o GMAO se utilizó el programa Fractal One, considerado una herramienta esencial en el campo del mantenimiento. Los pasos y acciones necesarios para implementar este modelo se describen a continuación. Este programa permitió la creación de activos, plan de trabajo, orden de trabajo y finalmente una hoja de revisión para cada una de las actividades descritas en las gammas de mantenimiento.

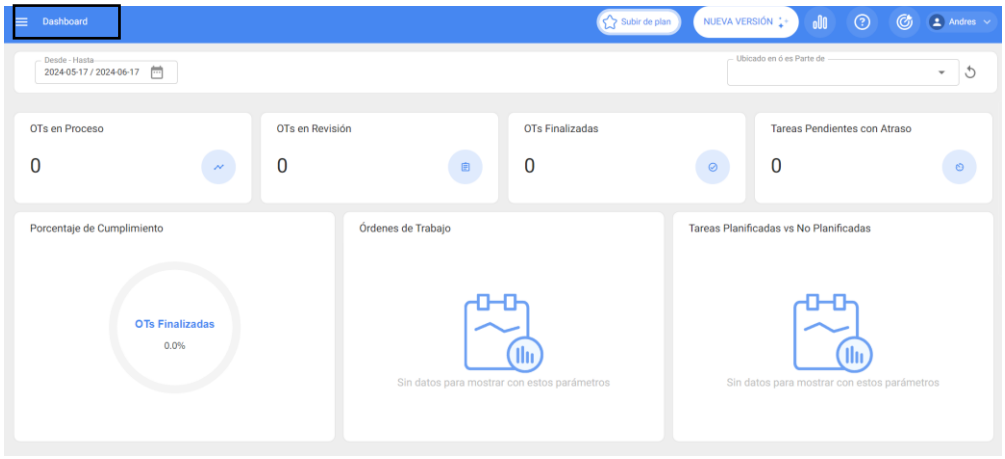


Figura 12. Interfaz del programa Fractal One.

Inicialmente, se registran los nombres, atributos y estados de los activos seleccionando la opción "dashboard, catálogos y activos" con un solo clic.

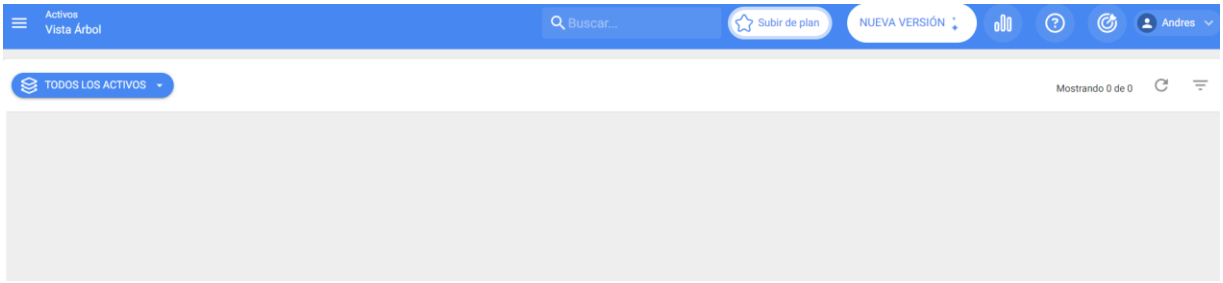


Figura 13. Organización de los activos

Luego, se muestra la lista actual de activos, donde es posible añadir hasta lograr el modelo deseado para el sistema de las gammas. Este proceso se puede realizar haciendo clic en el botón "Añadir" de la pantalla del programa.

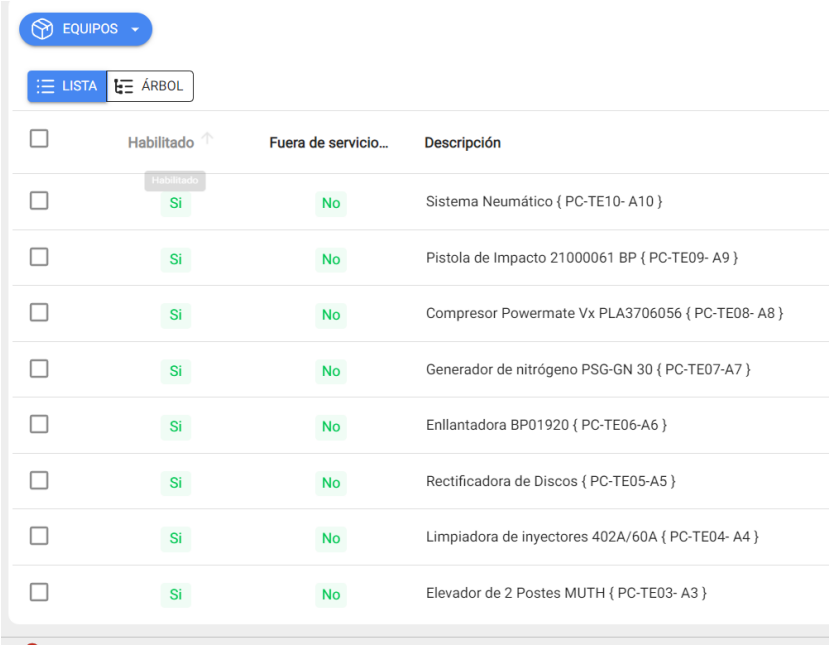


Figura 14. Colocación de activos en el programa Fractal One

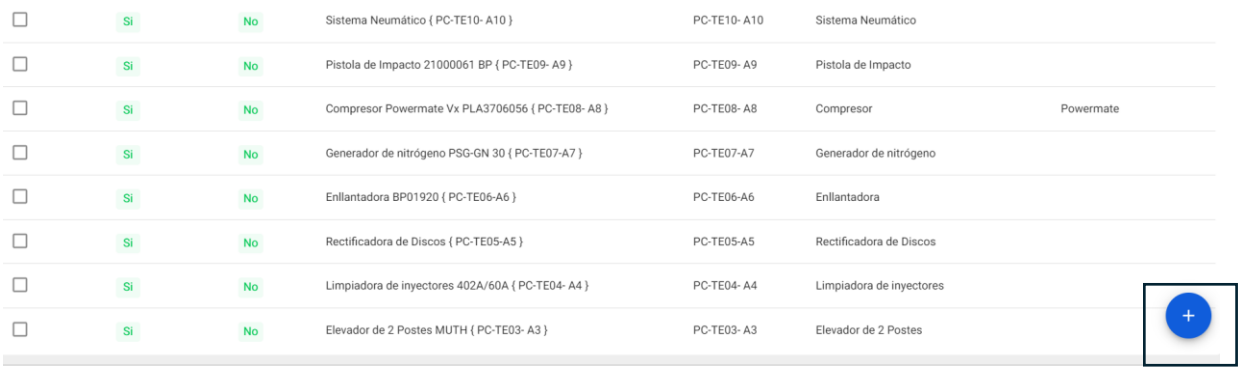


Figura 15. Adición de activos en el programa Fractal One

El siguiente paso es identificar al mantenedor, es decir, la persona responsable de la revisión (técnico responsable) y puesta en servicio del sistema y/o modelo. Es importante enfatizar que toda la información del personal proporcionada debe ser precisa y cubrir los aspectos esenciales del proceso de mantenimiento.

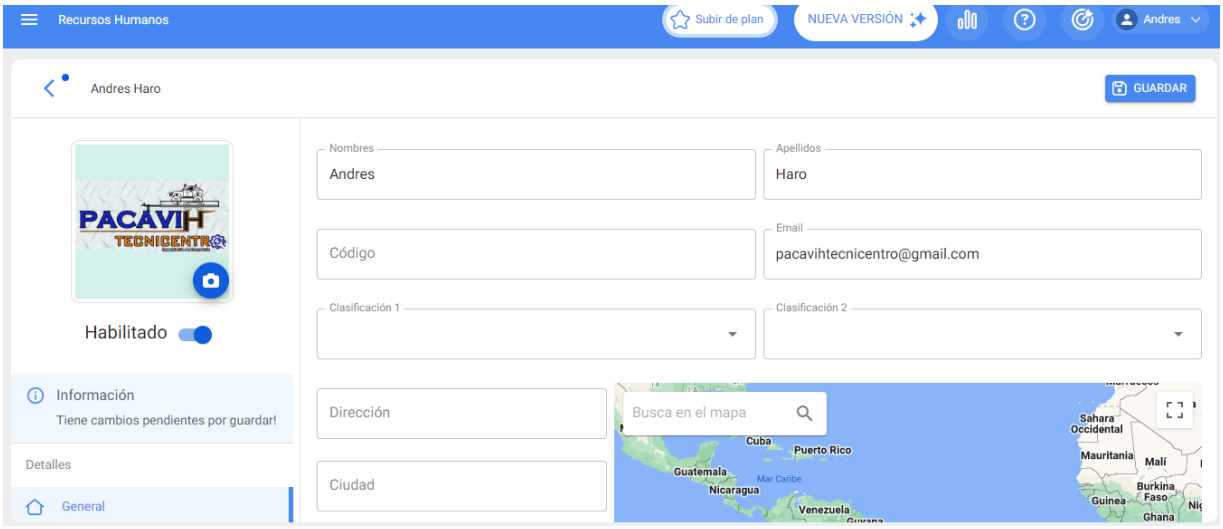


Figura 16. Información del personal de recursos humanos

Al configurar un registro de máquina, ingresamos la máquina que se mantendrá, las tareas planificadas que se realizarán y, por supuesto, el activo que se asociará con la creación de la orden de trabajo. Como parte de este proyecto de investigación, tomamos el ejemplo de una lijadora, que implica realizar una serie de actividades planificadas en intervalos especificados en el registro de mantenimiento y/o gamma de mantenimiento.

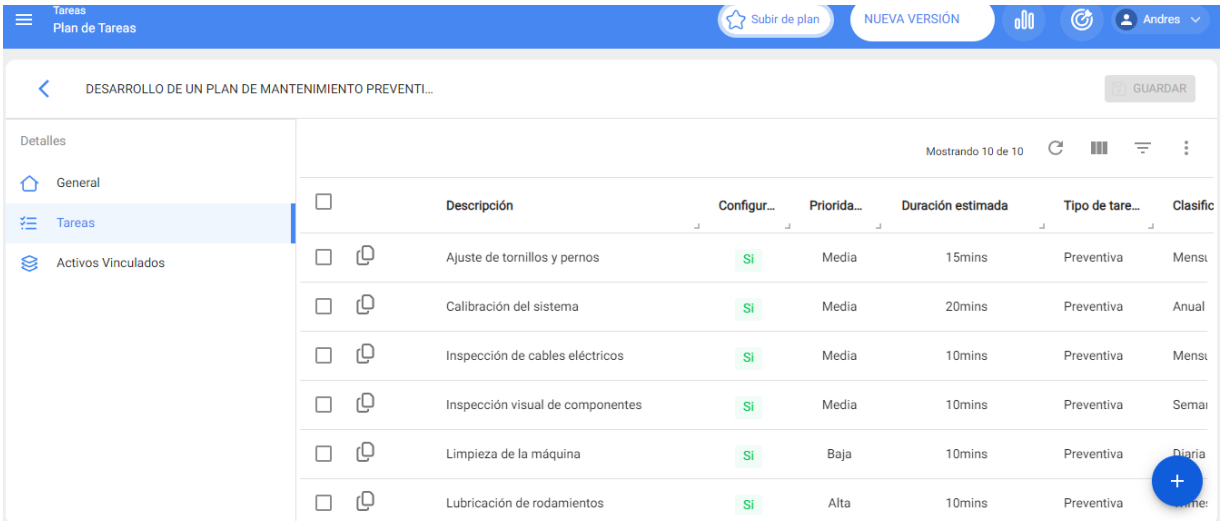


Figura 17. Asignación de tareas al modelo a desarrollar

Al crear la lista de tareas, es importante tener en cuenta que cada tarea debe incluir todas las actividades según su Número de prioridad de riesgo (NPR) en la matriz AMFE. Una vez

generadas las actividades, se presentan de manera sistemática como se describe a continuación. Cada una de estas actividades debe completarse a tiempo.

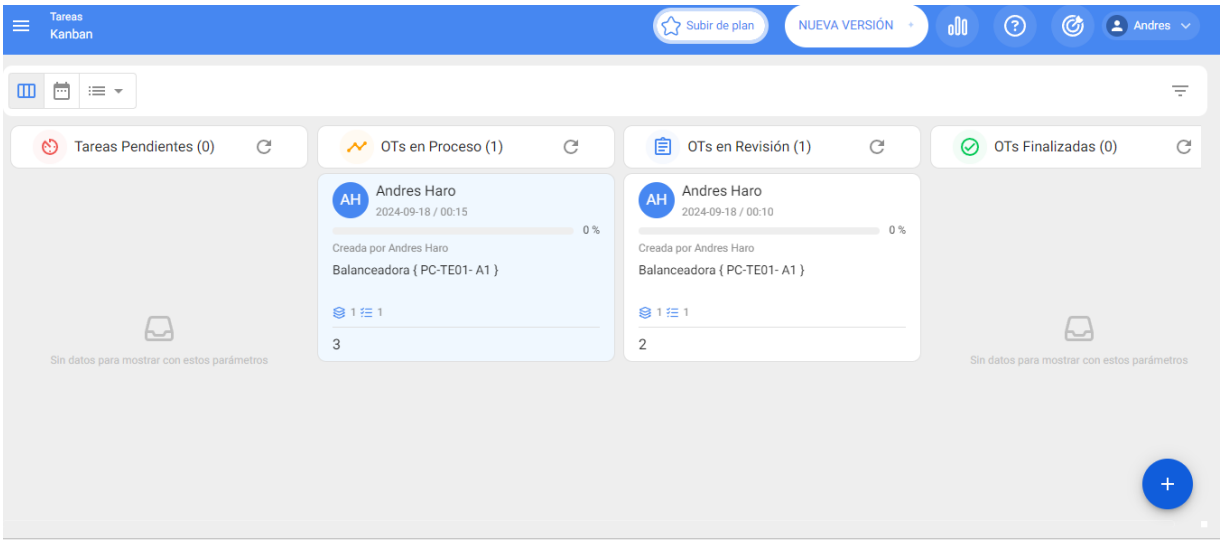


Figura 18. Cronograma de actividades

Para todas las actividades anteriores, es necesario crear un proceso de control que asegure la protección de los activos sin comprometer el avance de las obras. A continuación, se describe el modelo que se planteó y/o diseño para este proyecto de investigación.

Tabla 47.- Orden de Trabajo

ORDEN DE TRABAJO					
Código del Equipo:		**Ubicación del Equipo:**		**Descripción de Equipo:**	
Fecha:		**Responsable:**		**Acepta:**	
Requerimientos del trabajo					
Consumibles					
Tipo de trabajo	**CME**	Mantenimiento correctivo de emergencia		[ ]	
	CMP	Mantenimiento correctivo de un plan de MTTO		[ ]	
	PBP	MTTO preventivo en base a predictivo		[ ]	
	PMP	MTTO predictivo e inspección Y/O monitorea		[ ]	
	PMT	MTTO preventivo por tiempo		[ ]	
	RRR	Reemplazo/Reubicación		[ ]	
TAREAS Y REPORTE					

ORDEN DE TRABAJO				
Descripción de la tarea	**Tiempo estimado**	**Tiempo real**	Reporte de Fallas	
Repuestos y Materiales empleados				
CÓDIGO	**DESCRIPCIÓN**	**CANTIDAD**	**COSTO UNITARIO**	**COSTO TOTAL**
TOTAL				
Observaciones				
Revisado por:	Fecha	Técnico de Mantenimiento	Gerente	

CAPITULO IV
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una vez finalizado el presente trabajo de investigación se pueden efectuar las siguientes afirmaciones:

4.1. Conclusiones

- El proceso de inventario de los equipos y máquinas del Tecnicentro PACAVIH es una actividad crucial que sienta las bases para la implementación eficaz del plan de mantenimiento preventivo. Un inventario bien detallado proporciona una descripción exhaustiva de los recursos físicos disponibles, permitiendo una gestión más efectiva y precisa. Al realizar este inventario, se identificaron todas las máquinas y equipos, documentando su categoría, características técnicas, número de serie y estado operativo. Con un conteo total de 40 máquinas se desarrolló el inventario de la empresa dentro de las cuales se analizaron 10 con el propósito de efectuar un análisis acertado de sus requerimientos.
- Determinar el estado actual de los equipos y máquinas es una etapa esencial para comprender el nivel de funcionalidad y las condiciones operativas de cada uno de los activos del Tecnicentro PACAVIH. Esta evaluación proporciona una visión clara sobre la salud general de los equipos, identificando aquellos que requieren mantenimiento inmediato, aquellos que están en buen estado y aquellos que podrían necesitar reemplazo pronto. A través de una revisión exhaustiva y detallada, se identificaron fallos existentes y potenciales, lo que permite la priorización de acciones correctivas y preventivas. El estado actual de las máquinas dentro de la empresa concierne a que el 80% de los elementos están en un estado óptimo de servicio, por ende, las actividades tuvieron como propósito solventar el 15% no óptimo.
- El establecimiento de una matriz AMFE y una matriz de criticidad es fundamental para la gestión del riesgo y la optimización del mantenimiento en el Tecnicentro PACAVIH. La matriz AMFE ayuda a identificar, analizar y evaluar los posibles modos de fallo y sus efectos en los equipos y sistemas, permitiendo priorizar los riesgos y definir estrategias de mitigación. Es importante mencionar que se trabajó con el NPR promedio

de 95 unidades debido a que según la NTP 679 este es el valor referencial para evidenciar que un componente es crítico. Es por este motivo que las actividades se efectuaron para todos los componentes.

- La creación de gamas de mantenimiento específicas para los equipos y máquinas del Tecnicentro PACAVIH es un componente esencial del plan de mantenimiento preventivo. Estas gamas detallan los procedimientos y actividades de mantenimiento que deben llevarse a cabo para cada tipo de equipo, especificando las frecuencias, herramientas necesarias, y pasos detallados para la ejecución del mantenimiento. Este nivel de detalle asegura que todas las tareas de mantenimiento se realicen de manera consistente y según los estándares establecidos, minimizando el riesgo de errores y asegurando la calidad del trabajo; esto fue posible gracias al programa fractal one, encargado de abordar el proceso desde una perspectiva adecuada en el proceso del mantenimiento asistido por ordenador. Cada una de las máquinas en cuestión se abordó por medio de 15 actividades catalogadas para su estabilidad productiva centradas en ser efectuadas de manera anual (1 año), semestral (6 meses), trimestral (3 meses), mensual (1 mes) y diario.

4.2. Recomendaciones

- Se recomienda implementar un sistema de gestión de activos que permita mantener el inventario actualizado en tiempo real. Este sistema debe ser accesible para el personal encargado del mantenimiento, permitiendo registrar nuevas adquisiciones y bajas de manera eficiente. Además, se debe capacitar al personal en el uso de esta herramienta para asegurar que la información sea precisa y consistente.
- Se recomienda realizar inspecciones regulares y documentadas del estado de los equipos y máquinas. Estas inspecciones deben ser realizadas por personal capacitado utilizando listas de verificación específicas para cada tipo de equipo. Además, se debe fomentar la colaboración entre los técnicos y operarios para asegurar que las evaluaciones sean precisas y completas. La información recopilada debe ser utilizada para actualizar el plan de mantenimiento y para tomar decisiones informadas sobre reparaciones y reemplazos.

- Se recomienda formar un equipo multidisciplinario para desarrollar y revisar periódicamente las matrices AMFE y de criticidad. Este equipo debe incluir ingenieros, técnicos de mantenimiento y operarios, asegurando una evaluación completa y precisa. Es crucial actualizar estas matrices regularmente para reflejar los cambios en las condiciones operativas y el estado de los equipos.
- Se recomienda desarrollar gamas de mantenimiento detalladas para cada tipo de equipo. Estas gamas deben ser accesibles para todo el personal involucrado en las tareas de mantenimiento y deben incluir instrucciones claras y específicas. Además, es importante capacitar al personal en la correcta ejecución de estas gamas y realizar auditorías periódicas para asegurar el cumplimiento de los procedimientos establecidos.

REFERENCIAS

[1] N. A. Garrido, «Desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo para el laboratorio de máquinas de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso,» 2020. [En línea]. Available: http://opac.pucv.cl/pucv_txt/Txt-0000/UCB0397_01.pdf.

[2] J. Romero, «Diseño de un programa de mantenimiento preventivo para INDSOL CIA. LTDA. SALCEDO-COTOPAXI,» UTC, Latacunga, 2020.

[3] S. M. Tituaña, «"DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS MÁQUINAS INDUSTRIALES DEL TALLER AUTOMOTRIZ DEL GAD MUNICIPALIDAD DE AMBATO",» 2023. [En línea]. Available: file:///C:/Users/Master/Downloads/Tesis%20I.M.%20725%20-%20Titua%C3%B1a%20Chicaiza%20Sandra%20Marisol%20(2).pdf.

[4] R. Martinez, «A novel approach of multisensory fusion to collaborative fault diagnosis in maintenance,» vol. II, nº 1, pp. 1-15, 2021.

[5] A. Guayasamin y J. Imba, «Desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo para la flota vehicular de la empresa de transportes Puembo 'TRAPUCA C.A' en la parroquia de Puembo,» 2023.

[6] M. Ramere y O. Laseinde, «Optimization of condition-based maintenance strategy prediction for aging automotive industrial equipment using FMEA,» *Procedia Comput,* pp. 229-238, 2021.

[7] D. Y. W. Zhang, «Data-Driven Methods for Predictive Maintenance of Industrial Equipment: A Survey,» 2019.

[8] J. González, J. Loyo, M. López y P. Pérez, «Mantenimiento Industrial en máquinas herramientas por medio de AMFE,» *Revista Ingeniería Industrial,* vol. 17, nº 3, pp. 209-225, 2018.

[9] E. Cansino y D. Lucero, «Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo y seguridad industrial para la fábrica minerosa,» 2015. [En línea]. Available: https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10469/1/CD-6192.pdf. [Último acceso: 03 2024].

[10] C. Montilla, Fundamentos de Mantenimiento Industrial, UTP, 2019.

[11] M. Muñoz, «Mantenimiento Industrial,» 2019. [En línea]. Available: https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/objetos/tutorial501.pdf. [Último acceso: 03 2024].

[12] F. Pérez, Conceptos Generales en la gestión del mantenimiento industrial, USTA, 2021.

[13] M. Carrillo, «La gestión del mantenimiento y la disponibilidad en la maquinaria pesada del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Mera,» 2019. [En línea]. Available: https://repositorio.uti.edu.ec/bitstream/123456789/1317/1/TESIS_CARRILLO%20BARRERA%20MARCO%20VINICIO.pdf. [Último acceso: 03 2024].

[14] F. Cárcel, «Disponibilidad, incertidumbre y cadena de fallo en mantenimiento,» *3C Tecnología,* vol. 5, nº 2, 2016.

[15] DREW, «Curva de la bañera: su utilidad en mantenimiento,» DREW, 2021. [En línea]. Available: https://blog.wearedrew.co/curva-de-la-banera-su-utilidad-en-mantenimiento. [Último acceso: 03 2024].

[16] J. Amaya, «ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO REAL DE LA FASE III DE LA CURVA DE LA BAÑERA A TRAVÉS DE LA APROXIMACIÓN DE UNA DISTRIBUCIÓN A LA VIDA ÚTIL DE BOMBILLOS DE FRENADO AUTOMOTRIZ,» 2014. [En línea]. Available: https://core.ac.uk/download/pdf/47246325.pdf. [Último acceso: 03 2024].

[17] T. Ribeiro y C. Amaya, «Modelo de toma de decisión para materiales de mantenimiento, reparación y operaciones (mro),» *Ciencia y Poder Aéreo,* vol. 17, nº 1, pp. 67-80, 2021.

[18] F. Freire, «“DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO MEDIANTE LA DISTRIBUCIÓN DE WEIBULL PARA LAS INYECTORAS HORIZONTALES DE POLÍMEROS EN LA EMPRESA INGENIERÍA

DISEÑO DE SUELAS,» 2019. [En línea]. Available: https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30012/1/Tesis%20I.%20M.%20542%20-%20Freire%20Perez%20Fernando%20Isidro.pdf. [Último acceso: 03 2024].

[19] B. Ollague, «Propuesta para la optimización de la gestión de inventario de la empresa VANDERBILT,» 2019. [En línea]. Available: https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17802/1/UPS-CT008426.pdf. [Último acceso: 03 2024].

[20] R. Saenz, «ACTUALIZACIÓN DE LAS FICHAS TÉCNICAS DE EQUIPOS DE LALÍNEA DE SERVICIOS INDUSTRIALES VINCULADOS CON EL PROCESODE FABRICACIÓN D,» 2019. [En línea]. Available: https://www.academia.edu/8151517/Maquinas_industriales_fichas_tecnicas. [Último acceso: 03 2024].

[21] J. Revelo, «Fichero Histórico de una Máquina,» SCRIBD, 2018. [En línea]. Available: https://es.scribd.com/doc/257057929/Fichero-de-Una-Maquina. [Último acceso: 03 2024].

[22] H. Altamirano, «DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS MÁQUINAS DE LA EMPRESA MEGAINGGA S.A. DE LA CIUDAD DE LATACUNGA,» 2023. [En línea]. Available: https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/37369/1/Tesis%20I.M.%20729%20-%20Altamirano%20Aguilar%20Hubert%20Mihaly.pdf. [Último acceso: 03 2024].

[23] J. Esquirol y J. Sanchez, «La revisión bibliográfica, base de la investigación,» 2017. [En línea]. Available: https://www.researchgate.net/publication/319260924_La_revision_bibliografica_base_de_la_investigacion.

[24] E. Pico, «PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD PARA LA INYECTORA DE POLIURETANO DE LA EMPRESA CALZADO MARCIA -BUFFALO INDUSTRIAL,» 2016. [En línea]. Available: https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/23111. [Último acceso: 03 2024].

[25] INFRAESPEAK, «Estadísticas de Mantenimiento: Desafíos, Tendencias y Métricas,» INFRASPEAK, 2023. [En línea]. Available: https://blog.infraspeak.com/es/mantenimiento-estadisticas-desafios-tendencias/. [Último acceso: 03 2024].

[26] C. Apolo y C. Matovelle , «Propuesta de un plan de mantenimiento automotriz para la flota vehicular del Gobierno Autónomo de la Cuidad de Azogues,» Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, 2012.

[27] L. Tandazo y E. Acosta , «PROGRAMA DE MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ DE LOS EQUIPOS UNEMI,» Universidad Estatal de Milagro, Milagro, 2019.

[28] M. Paredes y J. Solis , «Desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo para los equipos y máquinas en el Tecnicentro Automotriz Solís,» Universidad Técnica de Ambato, 2023, 2023.

[29] R. Marelis y C. Nubia , «La contabilidad y la actividad medio ambiental de la industria ronera en Cuba,» 2017.

[30] G. Campos y N. E. L. Covarrubias, «La observación, un método para el estudio de la realidad, Xihmai, ISSN-e 1870-6703, Vol. 7, Nº. 13,» 2012. [En línea]. Available: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3979972.

[31] P. Vizcaíno, R. Cedeño y I. Maldonado, «Metodología de la investigación científica: guía práctica, Ciencia Latina Revista Multidisciplinar,» 2023. [En línea]. Available: https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/7658/11620.

[32] A. K. Quesada y A. Medina, «Métodos Teóricos De Investigación: Análisis-Síntesis, Inducción-Deducción, Abstracto -Concreto E Histórico-Lógico,» 2020. [En línea]. Available: https://www.researchgate.net/publication/347987929_METODOS_TEORICOS_DE_INVESTIGACION_ANALISIS-SINTESIS_INDUCCION-DEDUCCION_ABSTRACTO_-CONCRETO_E_HISTORICO-LOGICO.

[33] G. P. Guevara, A. E. Verdesoto y N. E. Castro, «Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción),

Recimundo/4.(3),» 2020. [En línea]. Available: https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7591592.pdf.

[34] I. Vargas, «La Entrevista En La Investigación Cualitativa: Nuevas Tendencias Y Retos. Revista Calidad en la Educación Superior,» 2012. [En línea]. Available: https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3945773.pdf.

[35] O. Zafra, «Tipos de Investigación. Revista Científica General José María Córdova, vol. 4, núm. 4,» 2006. [En línea]. Available: https://www.redalyc.org/pdf/4762/476259067004.pdf.