

UCUENCA

Universidad de Cuenca

Facultad de Ciencias Químicas

Carrera de Ingeniería Industrial

**Propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento en la empresa
Isollanta Cía. Ltda.**


Trabajo de titulación previo a la
obtención del título de Ingeniero
Industrial

Autor:

Ricardo Andrés Prado Sanmartín

Director:

Freddy Eduardo Narváez Buestan

ORCID:  0000-0003-3877-8080

Cuenca, Ecuador

2024-09-03

Resumen

En la presente investigación se desarrolla la propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento en la empresa Isollanta Cía. Ltda. mediante la cual se busca brindar a la organización un modelo útil que fortalezca la cobertura de procedimientos del mantenimiento, organizando y controlando las interdependencias entre niveles estratégicos, tácticos y operacionales, aportando una primera base hacia la instauración de un enfoque preventivo.

Se analizó la situación actual de la empresa misma que carece de la falta de un sistema de gestión de mantenimiento que sea sostenible y se adapte a la organización, se estructura para la propuesta a nivel estratégico, una gestión administrativa que dirija los esfuerzos de sistema de gestión a través de la definición de la misión, visión y políticas que otorguen al departamento de mantenimiento una guía clara y coherente de sus acciones y decisiones.

En cuanto al nivel táctico, se establecen los procesos y documentación de mantenimiento preventivo y correctivo, los flujos propuestos tratan de minimizar la carga administrativa y facilitar la captura rápida y precisa de datos. Además, se establece un plan de mantenimiento considerando la criticidad y el análisis de modos de fallas efectos (AMEF), en este nivel se consideran los indicadores que participarán en la gestión, así como una guía para la implementación de la metodología 5'S.

Por último, a nivel operativo se define el lote económico de pedido de repuestos y el desarrollo de una interfaz amigable con el usuario para el control de entradas y salidas de repuestos de consumo.

Palabras clave del autor: mantenimiento, sistema de gestión, niveles estratégicos.



El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Cuenca ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por la propiedad intelectual y los derechos de autor.

Repositorio Institucional: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

Abstract

In this research, the proposal for a maintenance management system in the company Isollanta Cía is developed. Ltda. through which it seeks to provide the organization with a useful model that strengthens the coverage of maintenance procedures, organizing and controlling the interdependencies between strategic, tactical and operational levels, providing a first basis towards the establishment of a preventive approach.

The current situation of the company itself, which suffers from the lack of a maintenance management system that is sustainable and adapts to the organization, was analyzed; an administrative management that directs the efforts of the maintenance system was structured for the proposal at a strategic level. management through the definition of the mission, vision and policies that provide the maintenance department with clear and coherent guidance for its actions and decisions.

Regarding the tactical level, preventive and corrective maintenance processes and documentation are established, the proposed flows try to minimize the administrative burden and facilitate the rapid and accurate capture of data. In addition, a maintenance plan is established considering the criticality and the analysis of failure mode effects (FMEA), at this level the indicators that will participate in the management are considered, as well as a guide for the implementation of the 5'S methodology.

Finally, at the operational level, the economic batch for ordering spare parts and the development of a user-friendly interface for controlling input and output of consumer spare parts are defined.

Author Keywords: maintenance, management system, strategic levels



The content of this work corresponds to the right of expression of the authors and does not compromise the institutional thinking of the University of Cuenca, nor does it release its responsibility before third parties. The authors assume responsibility for the intellectual property and copyrights.

Institutional Repository: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

Índice de contenido

Capítulo 1.....	12
1. Generalidades.....	12
1.1. Introducción.....	12
1.2. Identificación del problema	12
1.3. Objetivos del Ensayo Académico.....	12
1.3.1. Objetivo General	12
1.3.2. Objetivos Específicos	13
1.4. Descripción de la Metodología	13
Capítulo 2.....	14
2. fundamentación teórica de ingeniería de mantenimiento	14
2.1. Mantenimiento Industrial.....	14
2.2. Objetivos del mantenimiento	14
2.3. Tipos.....	15
2.4. Sistemas de Mantenimiento/filosofías	16
2.4.1. Mantenimiento productivo total (TPM)	16
2.4.2. Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)	17
2.4.3. Mantenimiento basado en el riesgo (RBM)	18
2.4.4. Mantenimiento basado en condición (CBM)	18
2.5. Gestión de mantenimiento.....	19
2.6. Gestión de los equipos	20
2.6.1. Lista de equipos.....	20
2.6.2. Codificación de los equipos	20
2.6.3. Análisis de criticidad	21
2.7. Gestión de los recursos humanos	21
2.7.1. Estructura Organizacional	21
2.8. Gestión de la información de mantenimiento	24
2.9. Gestión de Repuestos	24
2.10. Indicadores de mantenimiento	25
2.11. Plan de mantenimiento	27
Capítulo 3.....	27
3. Generalidades y análisis de la situación inicial del sistema de gestión de mantenimiento en la empresa isollanta	27

3.1.	Información general de la empresa	27
3.1.1.	Misión	28
3.1.2.	Visión.....	28
3.1.3.	Descripción del proceso	28
3.2.	Diagnóstico de la situación actual del sistema de gestión de mantenimiento.	29
3.2.1.	Identificación de maquinas	30
3.2.2.	Personal de mantenimiento	31
3.2.3.	Identificación de requisitos clave	31
Capítulo 4.....		31
4.	Propuesta para el sistema de gestión de mantenimiento	31
4.1.	Gestión estratégica	31
4.1.1.	Sistema de mantenimiento “Preventivo”	31
4.1.2.	Política y objetivos del Sistema de mantenimiento	31
4.1.2.1.	Misión	32
4.1.2.3.	Políticas.....	32
4.1.2.4.	Estructura Organizacional	33
4.2.	Gestión Táctica	34
4.2.1.	Definir los flujos del proceso de mantenimiento.....	34
4.2.1.1.	Mantenimiento Correctivo.....	35
4.2.1.2.	Mantenimiento Preventivo	44
4.2.2.	Documentación del proceso	52
4.2.2.1.	Ficha Técnica.....	52
4.2.2.2.	Orden de trabajo	53
4.2.2.3.	Reporte de análisis de averías	54
4.2.2.4.	Historial de incidencias	55
4.2.2.5.	Check list diario de actividades de mantenimiento preventivo	56
4.2.2.6.	Instructivo de procedimientos de mantenimiento.....	57
4.2.3.	Indicadores de mantenimiento	57
4.2.3.1.	Tiempo medio entre fallas (TMEF)	58
4.2.3.2.	Tiempo medio para reparación (TMPR)	59
4.2.3.3.	Disponibilidad.....	60
4.2.3.4.	Confiabilidad	61
4.2.4.	Plan anual de mantenimiento preventivo	62
4.2.4.1.	Identificación de equipos críticos.....	62
4.2.4.2.	Análisis de modos de falla y efectos (AMEF).....	65

4.2.4.3.	Cronograma de actividades preventivas	73
4.2.5.	Metodología 5'S.....	74
4.2.5.1.	Propuesta de capacitación para la implementación de las 5's.....	74
4.2.5.2.	Definición de la estructura del proyecto	74
4.2.5.3.	Lanzamiento del programa	75
4.2.5.4.	Desarrollo del primer pilar (Clasificar)	75
4.2.5.5.	Desarrollo del segundo pilar (Ordenar)	75
4.2.5.6.	Desarrollo del tercer pilar (Limpieza)	75
4.2.5.7.	Desarrollo del cuarto pilar (Estandarizar)	76
4.2.5.8.	Desarrollo de quinto pilar (Disciplina).....	76
4.3.	Gestión Operativa	78
4.3.1.	Inventario y control de repuestos	78
4.3.1.1.	Cálculo del lote económico de pedido.....	78
4.3.1.2.	Interfaz para la gestión de repuestos de consumo	81
Capítulo 5.....		84
5.	Conclusiones, recomendaciones y estudios futuros.....	84
5.1.	Conclusiones.....	84
5.2.	Recomendaciones	85
5.3.	Estudios futuros	85
Referencias		86
Anexo		88

Índice de figuras

Figura 1. Esquema metodológico	13
Figura 2. Organigrama genérico de mantenimiento.....	22
Figura 3. Organigrama genérico desglosado de mantenimiento.....	23
Figura 4. Organigrama ajustado del departamento de mantenimiento.	34
Figura 5. Documento ficha técnica.	52
Figura 6. Documento de orden de trabajo.....	53
Figura 7. Documento de reporte de análisis de averías.	54
Figura 8. Documento de historial de incidencias.	55
Figura 9. Check list de actividades de mantenimiento preventivo.....	56
Figura 10. Instructivo de procedimientos de mantenimiento.	57
Figura 11. Tiempo medio entre fallas (TMEF).....	58
Figura 12. Tiempo medio para reparación (TMPR).	59
Figura 13. Disponibilidad.	60
Figura 14. Confiabilidad.	61
Figura 15. Nivel de criticidad de las máquinas.....	64
Figura 16. Cuestionario para la recolección de información del análisis de modos de fallas y efectos.....	66
Figura 17. Interfaz del cronograma de actividades preventivas.	74
Figura 18. Reporte del nivel de cumplimiento de la metodología 5'S.	77
Figura 19. Interfaz de registro de entradas y salidas de inventario.....	81
Figura 20. Ejemplo de registro de entradas de inventario.	82
Figura 21. Ejemplo de búsqueda de salidas.	82
Figura 22. Ejemplo de registro de salidas de inventario.	83
Figura 23. Ejemplo base de datos de entradas.	83
Figura 24. Ejemplo base de datos de salidas.	83

Índice de tablas

Tabla 1. Tipos de mantenimiento.....	15
Tabla 2. Lista de máquinas de la empresa Isollanta Cía. Ltda.	30
Tabla 3. Desglose de políticas	32
Tabla 4. Flujo del proceso de mantenimiento correctivo	36
Tabla 5. Ejemplo del flujo del proceso de mantenimiento Correctivo.	37
Tabla 6. Flujo del proceso de mantenimiento preventivo.	45
Tabla 7. Ejemplo del flujo del proceso de mantenimiento preventivo.	46
Tabla 8. Tabla de ponderaciones para análisis de la criticidad.	62
Tabla 9. Tabla de clasificación de niveles de criticidad.....	63
Tabla 10. Tabla de clasificación de criticidad según su nivel de riesgo.....	63
Tabla 11. Escalas de criterios de gravedad (G).	66
Tabla 12. Escalas de criterios de detección (D).	67
Tabla 13. Escalas de criterios de ocurrencia (O).	67
Tabla 14. Análisis de modos de falla y efectos de la Bufeadora de planta camión.....	67
Tabla 15. Análisis de modos de falla y efectos de la Embandadora.	68
Tabla 16. Análisis de modos de falla y efectos de Autoclave Hércules.....	69
Tabla 17. Análisis de modos de falla y efectos de la Bufeadora de OTR.....	69
Tabla 18. Análisis de modos de falla y efectos de Autoclave Foxboro de OTR.	70
Tabla 19. Análisis de modos de falla y efectos de Autoclave Conrad de OTR.	70
Tabla 20. Análisis de modos de falla y efectos de Compresor de planta camión.	71
Tabla 21. Análisis de modos de falla y efectos de Compresor Champions de OTR.....	71
Tabla 22. Análisis de modos de falla y efectos de Caldero de planta camión.....	72
Tabla 23. Criterios de evaluación de resultados en la implementación de 5's.	77
Tabla 24. Cálculo de lote económico de pedido.....	78

Índice de ecuaciones

Ecuación 1. Tiempo medio entre fallas	25
Ecuación 2. Tiempo medio para reparación.	26
Ecuación 3. Disponibilidad	26
Ecuación 4. Confiabilidad	26
Ecuación 5. Costo de mantenimiento por facturación.	27
Ecuación 6. Costo de mantenimiento por el valor de reposición.	27
Ecuación 7. Lote económico (EOQ).....	78

Dedicatoria

Dedicada a Dios, a mi familia y de manera especial a mi madre, que es mi fortaleza.

Agradecimientos

Agradezco a mi madre por guiarme y enseñarme a ser mejor persona, a mis hermanas por apoyarme siempre en la vida, a mis profesores Ana María y Jaime, quienes confiaron en mí e incentivaron en mi vida académica.

Agradezco a mi tutor Ing. Freddy Narváez por su apoyo, confianza y habilidad para orientar mis ideas.

Capítulo 1

1. Generalidades

1.1. Introducción

Según Viveros et al. (2013) la importancia de gestionar el mantenimiento radica en la competitividad, ya que una óptima gestión, considerando el cumplimiento de objetivos sobre la reducción de costes, el aseguramiento de la funcionalidad de equipos, disminución de riesgos para personas y el medio ambiente, representan evolución y sostenibilidad de una organización a través del tiempo.

La influencia de la ejecución de un proyecto de prevención de problemas de mantenimiento efectivo, en la productividad de una organización es realmente notable, así lo demuestra Montenegro (2017), el cual determinó que la productividad en la producción experimentó un avance del 23% en promedio, en un intervalo de tiempo de 2 años aproximadamente, derivada de la reducción de repuestos en equipos y de momentos de inactividad.

1.2. Identificación del problema

No todas las organizaciones cuentan con una estrategia sistemática de organización en mantenimiento, caso de la empresa Isollanta Cía. Ltda., en este sentido, se define el problema de la presente investigación como inexistencia de un sistema que gestione las tareas de mantenimiento de una empresa de rencauche al frío. Por lo anterior, y en base a los antecedentes señalados, en la presente investigación se pretende tratar una “Propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento de la empresa Isollanta Cía. Ltda.”

Con la presente investigación se busca brindar a la organización un modelo útil que fortalezca la cobertura en la organización de procedimientos del mantenimiento, organizando y controlando las interdependencias entre planes, recursos humanos, repuestos, costes y presupuestos con el propósito de lograr metas corporativas y cumplir de manera apropiada las exigencias de los clientes.

1.3. Objetivos del Ensayo Académico.

1.3.1. Objetivo General

- Diseñar una estructura organizada de gestión en actividades de mantenimiento con el fin de definir y organizar los procedimientos correctivos y preventivos.

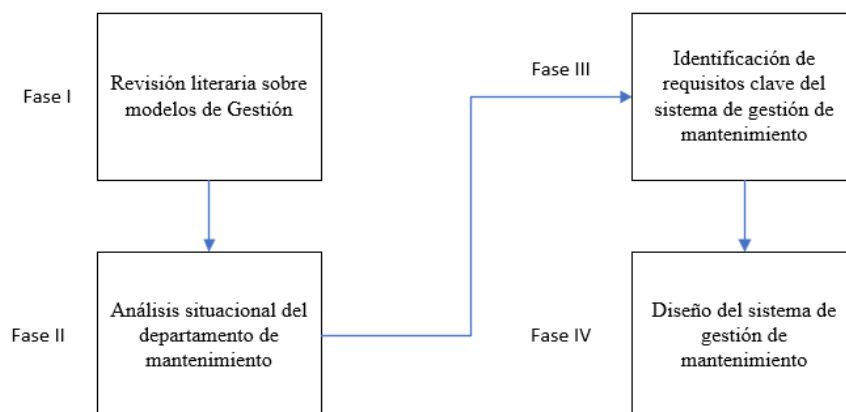
1.3.2. Objetivos Específicos

- Definir los flujos de los procedimientos de mantenimiento.
- Desarrollar un plan de mantenimiento preventivo.
- Realizar formatos del proceso documental para la gestión de mantenimiento.
- Utilizar tecnologías de información como apoyo a la gestión.
- Realizar el inventario y control de repuestos críticos.
- Establecer índices con respecto a las necesidades de la organización.

1.4. Descripción de la Metodología

El estudio planteado es de tipo cualitativa deductiva y mediante el caso de estudio de la empresa Isollanta Cía. se determinará si el sistema de gestión define y organiza los procesos de la actividad de mantenimiento de esta empresa en particular. En la Figura 1, se presenta gráficamente el esquema metodológico a implementar en el proceso de investigación.

Figura 1. Esquema metodológico



Fuente: Elaboración propia

La población comprende la empresa IsoLlanta Cía. Ltda. en su totalidad y la muestra se refiere al departamento de mantenimiento sobre el cual se llevó a cabo el proceso investigativo, para la obtención de datos, se usó el método de “grupos focales” que sirvió para analizar opiniones de las personas que comparten características relacionadas con la investigación, con el fin de determinar los requerimientos, objetivos y metas que debía alcanzar el sistema de gestión del mantenimiento para ajustarse a la organización.

Así mismo, otra técnica utilizada fue la “entrevista”, misma que se aplicó a los colaboradores, que juntamente con la “revisión de documentos y registros” sirvió para la ejecución del plan de mantenimiento, los datos se estudiaron por medio del método de “análisis del contenido”, para interpretar la información y estructurar la gestión.

Capítulo 2

2. Fundamentación teórica de ingeniería de mantenimiento

2.1. Mantenimiento Industrial

Mantener un correcto desempeño en las máquinas, equipos, herramientas e instalaciones integradas en un proceso de fabricación es sumamente importante, pues ayuda a las empresas asegurar estándares de calidad y a su vez ser más competitivas, cumpliendo con las expectativas de los clientes y evitando gastos.(Olate et al., 2010)

La actividad a la que se le designa lo anterior se denomina mantenimiento, según García (2003) el mantenimiento puede definirse como “el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento.”

2.2. Objetivos del mantenimiento

Para O. García (2012) el paro de las cadenas de producción en las industrias significa pérdidas económicas considerables, y reestablecer la operación de forma rápida y segura es de vital importancia, para de esta manera limitar las pérdidas lo máximo posible. Desde un enfoque administrativo, el mantenimiento tiene como fin la conservación, entendiéndolo como la forma de garantizar el desempeño correcto de un activo dentro de un sistema productivo.

En el ámbito económico el mantenimiento significa; la protección y conservación de las inversiones, la garantía de la productividad, la seguridad de un servicio. Así pues, en base a los enfoques el objetivo general del mantenimiento es:

“Conservar en condiciones deseadas de operación los componentes del sistema productivo, con el mejor rendimiento posible y con costos compatibles”.

Del postulado anterior se identifican 4 aspectos claramente delimitados:

- Mantener los activos físicos en buenas condiciones operacionales.
- Sostener lo más bajo posible los costos de producción.
- Mantener los equipos productivos operando seguramente, durante un porcentaje óptimo de tiempo.
- Optimizar el desarrollo del talento humano.

2.3. Tipos

Según las necesidades y características de cada entorno existen diversos tipos de mantenimiento, que tanto por el momento en que se aplican, el objetivo específico, los recursos y acciones aplicadas se distinguen entre sí. En la Tabla 1, se presenta un resumen de los diferentes tipos de mantenimiento.

Tabla 1. Tipos de mantenimiento

Mantenimiento Correctivo	
Definición:	
Según Duffuaa (2002), es el mantenimiento que se lleva a cabo después de que ocurre una falla y que pretende reestablecer el equipo a un estado en el que pueda realizar la función requerida.	
Tipos :	No Programado: se activa, cuando aparece la falla en el equipo o máquina, generando la respectiva parada, de manera que se debe quitar lo averiado y reponer el componente, ya sea nuevo o usado. (Pérez, 2021)
	Programado: se realiza cuando se detecta que algún componente de una máquina está próximo a fallar, por lo tanto, se programa el mantenimiento para corregir esta posible falla. (Pérez, 2021)
Mantenimiento Preventivo	
Definición:	
Según Duffuaa (2002) es una serie de tareas planeadas previamente que se llevan a cabo para contrarrestar las causas conocidas de fallas potenciales de dichas funciones.	
Tipos :	Tiempo de uso: Cuando el mecanismo dominante de falla se basa en el tiempo, o se debe al desgaste, es decir, si la probabilidad de falla aumenta gradualmente con el tiempo, la edad o el uso.
	Condiciones: Cuando la probabilidad de una falla es constante independiente del tiempo, la edad o el uso, y existe una degradación gradual desde el principio de la falla. Se centra en la medición de un parámetro que indique un deterioro.
Mantenimiento Predictivo	
Definición:	
Según Pérez (2021) es un tipo de mantenimiento, donde se asocia la relación de parámetros físicos con el desgaste o estado de una máquina, se tiene en cuenta la medición, el	

seguimiento y el monitoreo de parámetros y las circunstancias de operación de un equipo-máquina o una instalación.	
Tipos :	Proactivo: Cuando se aplazan las acciones programadas de los componentes si están en operatividad normal.
	Reactivo: Cuando los indicadores de las medidas establecen un problema que requiere una intervención de acciones de mantenimiento correctivo.

Fuente: *Elaboración propia*

2.4. Sistemas de Mantenimiento/filosofías

Para Montilla (2016), el grupo de componentes que se interrelacionan y están enfocados en la actividad del mantenimiento pueden estructurarse de varias maneras, estas estructuras organizadas son adoptadas por las organizaciones para administrar y gestionar el mantenimiento, las estrategias pueden ser simples o complejas según la organización determine. Entre los principales sistemas de mantenimiento se tienen:

- Mantenimiento total productivo (TPM)
- Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)
- Mantenimiento basado en el riesgo (RBM)
- Mantenimiento basado en condición (CBM)

2.4.1. Mantenimiento productivo total (TPM)

Esta filosofía tiene por objetivo el incremento de la productividad, donde se maximiza los resultados obtenidos versus los recursos empleados, lo que se busca no es producir más, por el contrario, producir bien lo máximo con lo mínimo.(Montilla, 2016)

El TPM se centra en la erradicación de seis pérdidas, entre ellas daños de las máquinas, tiempos de alistamiento largos, productos de mala calidad, máquinas funcionando en vacío o a baja velocidad, accidentes en la planta y plantas contaminantes.

Además, en esta filosofía se otorga al operario la confianza para ejecutar un mantenimiento preventivo, el mismo debe ser detenidamente capacitado y sensibilizado, en primera instancia se apalanca del método 5s, mismo que puede ser implementado en organizaciones grandes o pequeñas.

Para Tavares (2000), el mantenimiento productivo total se convierte en una técnica de administración del sistema productivo que brinda la fiabilidad de fabricar productos con calidad, a costos bajos y el momento adecuado. La administración se enfatiza en los recursos

humanos, a través de la capacitación, en los procesos, por medio del ciclo de calidad total, en los materiales, a través del justo a tiempo, y por último en el medio de producción que es sostenido por el mantenimiento total productivo.

Según Tavares 2000, el TPM se basa en 8 pilares:

1. Mantenimiento Preventivo
2. Mejoras Individuales en los equipos
3. Proyectos MP/LCC (Mantenimiento Preventivo/ Costo del ciclo de vida)
4. Educación y Capacitación
5. Mantenimiento de la calidad
6. Control Administrativo
7. Medio ambiente, seguridad e higiene
8. Mantenimiento autónomo

2.4.2. Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)

Según O. García (2012), el RCM tiene como objetivo final el poder ayudar al equipo humano de mantenimiento a identificar la mejor práctica para asegurar la continuidad del proceso productivo según los activos fijos y controlar los efectos de las fallas.

La RCM propone un enfoque sistemático en el desarrollo de programas y planes que mejoren la confiabilidad de los equipos a un costo y riesgo mínimo, integrando técnicas básicas de mantenimiento como lo son: Mantenimiento Autónomo, Correctivo, Preventivo y el mantenimiento basado en la condición. Así, el RCM es hoy en día una de las principales estrategias de empresas de talla mundial, la misma establece los requisitos necesarios de los distintos sistemas dentro de un contexto operacional.

El mantenimiento centrado en la confiabilidad es un proceso para determinar cuáles son las operaciones que debemos hacer para que un equipo o sistema continúe desempeñando las funciones deseadas en su contexto operacional, siempre y cuando ellas sean rentables para la empresa.(González, 2005)

En la ejecución del análisis RCM se trata de administrar el mantenimiento sustentado las acciones en los fallos que puede tener la maquinaria, de esta manera, se busca primero conocer las funciones y prestaciones de los equipos o sistemas, luego se analizan los fallos funcionales posibles que pueden presentarse, después se debe identificar la causa más probable de cada fallo funcional, es decir, los modos de fallo, continuando con el análisis, se debe registrar los efectos de los diferentes fallos y las averías asociadas, distinguiendo en

este punto el análisis RCM de la técnica AMFE (Análisis de modos de fallos y efectos), en la cual se estudian los fallos y los efectos pero de forma aislada, luego se identifican las consecuencias de los fallos, para dar paso a la definición de acciones preventivas, de esta manera se observa el coste beneficio de las acciones de mantenimiento que se propongan para mitigar las consecuencias de los fallos, en este sentido se debe tener en cuenta que sucede si no se puede prevenir el fallo, dejando la tarea al grupo de análisis de RCM de proponer estrategias de mantenimiento adecuadas para hacer frente a los problemas, sus causas y consecuencias. (González, 2005)

2.4.3. Mantenimiento basado en el riesgo (RBM)

Para Montilla (2016), el RBM se fundamenta en un análisis de probabilidad-riesgo determinando que equipos son más riesgosos, conceptualizando el riesgo como la probable ocurrencia de un evento no deseado o falla, esta técnica tiene su origen en industrias cuyas operaciones se califican como de alta peligrosidad, como organizaciones petroquímicas, nucleares y biológicas, se busca por tanto por medio de la aplicación de un sistema integrado de seguridad (SIS), llevar el riesgo a niveles bajos y tolerables, debido a que nunca se lograra reducir a cero.

De forma análoga en la administración del mantenimiento el RBM se presenta como un análisis que determina el riesgo asociado a la operación de máquinas. Se requiere estimadores de frecuencia de falla, además se trata de identificar las consecuencias sobre daños a las personas involucradas, a la infraestructura, al medio ambiente y a la producción ocasionadas por una falla.

La inspección basada en el riesgo es el eje sobre el cual se sostiene la técnica organizativa RBM, el objetivo de la inspección es identificar que incidente podría ocurrir en el evento de la falla de un equipo y que tan probable es que el incidente pudiera ocurrir, de esta manera con la combinación de la probabilidad y las consecuencias se define el nivel de riesgo, por tanto, se planean estrategias para eventos que suceden con frecuencia pero que no representan significancia sobre la seguridad, el ambiente o la economía, por otro lado, se tendrán estrategias para situaciones en las cuales su impacto sea potencialmente graves pero su probabilidad de incidencia es baja. (API 580, 2008)

2.4.4. Mantenimiento basado en condición (CBM)

Esta metodología de mantenimiento según S. García (2003), está fundamentada en la medición de la condición del equipo, con el fin de identificar la probabilidad de falla durante

un periodo futuro, y de esta manera ejecutar la acción más apropiada para la prevención de las consecuencias de dicha falla.

La condición de un equipo es definida por los resultados de la medición que arrojen los equipos de análisis, técnicas de control estadístico, además de monitoreo de su operación. Para ejecutar esta técnica se puede establecer comparaciones, entre las condiciones conocidas de la maquinaria y aquellas condiciones ideales en las cuales la maquina debería trabajar, para medir se utilizarán técnicas de diagnóstico.

En la actualidad se utilizan las siguientes técnicas de diagnóstico:

- Vibraciones en equipos rotativos y reciprocante.
- Análisis dinámico de equipo reciprocante, mediante presión, vibración, ultrasonido.
- Análisis de aceites y partículas desgaste.
- Medición de caudal con medidor ultrasónico.
- Mediciones de espesores mediante la técnica de ultrasonido.
- Alineación equipos rotativos.
- Balanceo mecánico de motores eléctricos.
- Inspecciones visuales y medición de parámetros de operación de un equipo, tales como: presión, temperatura, vibración, espesor.

2.5. Gestión de mantenimiento

Los componentes que integran una gestión eficiente y eficaz de mantenimiento son los recursos humanos calificados, los recursos materiales y la tecnología adecuada, se centra la gestión del mantenimiento en lograr prevenir acontecimientos que pueden ocurrir y se deja de lado aquellos acontecimientos que uno quiere que ocurran, en base a los anterior se discierne el objetivo de gestionar de forma adecuada el mantenimiento el cual es el de maximizar el valor y la disponibilidad de las instalaciones, maquinaria y equipo a un mínimo costo. (Bravo, 1989)

La gestión del mantenimiento se puede definir como:

“Aplicación de un conjunto sistemático de actividades, técnicas y herramientas que, mediante la coordinación de procesos y estructuras corporativas, buscan la conservación de los sistemas y su protección, para que se sostengan operando eficientemente.”(O. García, 2012)

Para Tsang (2002), el desorden natural en el entorno empresarial obliga a las organizaciones a superarse en el reto de creación de valor para el cliente, y a su vez equilibrar la rentabilidad en la ejecución de sus operaciones, por tanto, la gestión de mantenimiento juega un papel clave en el cumplimiento de este objetivo, así pues, se plantean cuatro dimensiones estratégicas de mantenimiento:

1. Opciones de prestación de servicios: la elección entre la capacidad interna y el servicio externalizado.
2. Organización de la función del mantenimiento y la forma de estructuras las tareas.
3. Metodología de mantenimiento: la selección de políticas de mantenimiento.
4. Diseño de la infraestructura de apoyo al mantenimiento.

2.6. Gestión de los equipos

Optar por la aplicación general de un método de mantenimiento que abarque toda la empresa es definitivamente una decisión que no se puede llevar cabo, ya que cada maquina o infraestructura, por muy similares que parezcan están sujetas a características diferentes dentro del proceso productivo, por tanto es necesario realizar una gestión de equipos adecuada que contemple la identificación o listado de máquinas que serán sujetas a mantenimiento, codificación propia, así como también un análisis de criticidad, modelos de mantenimiento, documentación, repuestos, etc.(S. García, 2003)

2.6.1. Lista de equipos

En esta tarea su busca enlistar todos los equipos/máquinas que serán tomados en cuenta en el programa de mantenimiento, es muy importante abarcar a todos ya que la omisión de uno puede ser significativamente influyente y a su vez generar dificultades, además la lista de equipos tiene que ser útil, para ellos se debe representar una desagregación, partiendo desde la planta, el área, los equipos, los sistemas, elementos y por ultimo los componentes.(Montilla, 2016)

2.6.2. Codificación de los equipos

Según S. García (2003), con la lista de la maquinaria se busca codificar cada uno de los equipos, con el fin de facilitar su identificación, referencia en ordenes, planos, históricos, etc. Además, la codificación permite establecer un lenguaje de comunicación entre todos los implicados en programa de mantenimiento, haciendo fácil la referenciación de indicadores en plantas, áreas y equipos.

2.6.3. Análisis de criticidad

En una planta industrial las diferentes maquinarias o equipos tienen diferentes niveles de importancia, esta diferenciación puede darse distinguiendo equipos que son críticos, importantes o prescindibles. Se considera un método que ayuda a la jerarquización de sistemas, maquinaria/ equipos o instalaciones, dependiendo de su influencia global, para facilitar la toma de decisiones. (O. García, 2012)

2.7. Gestión de los recursos humanos

La acción humana juega un papel crucial en el cumplimiento de los objetivos del mantenimiento, y su correcta gestión debe garantizar al personal mayor seguridad y satisfacción en la ejecución de sus responsabilidades, se debe ejercer un control y monitoreo de los principales índices, además de contar con una estructura dentro del departamento que aporte a la metodología o sistemas de mantenimiento que se ejecutan para resolver los fallos.

La gestión del personal abarca una serie de aspectos como la estructura organizativa, analizar los puestos de trabajo, determinar sus funciones y definir las características del personal para cumplir con el puesto, también la gestión define las ventajas y desventajas a considerar tanto en la centralización como en la descentralización del mantenimiento, donde el personal debe estar preparado para afrontar las consecuencias de estas posturas, en este punto, es necesaria la capacitación constante de los colaboradores, para reforzar sus destrezas y crear un personal polivalente capaz de actuar de forma rápida y eficaz.

La gestión de los recursos humanos en mantenimiento se preocupa por el clima laboral, la flexibilidad, seguridad y motivación de los trabajadores en todos los niveles de la jerarquía organizacional de mantenimiento, entre las actividades de la gestión también se encuentran los análisis de justificación de tercerización en el cual, junto con una fuerte investigación de costes, se debe fundamentar las decisiones de subcontratación de mantenimiento. (S. García, 2003)

2.7.1. Estructura Organizacional

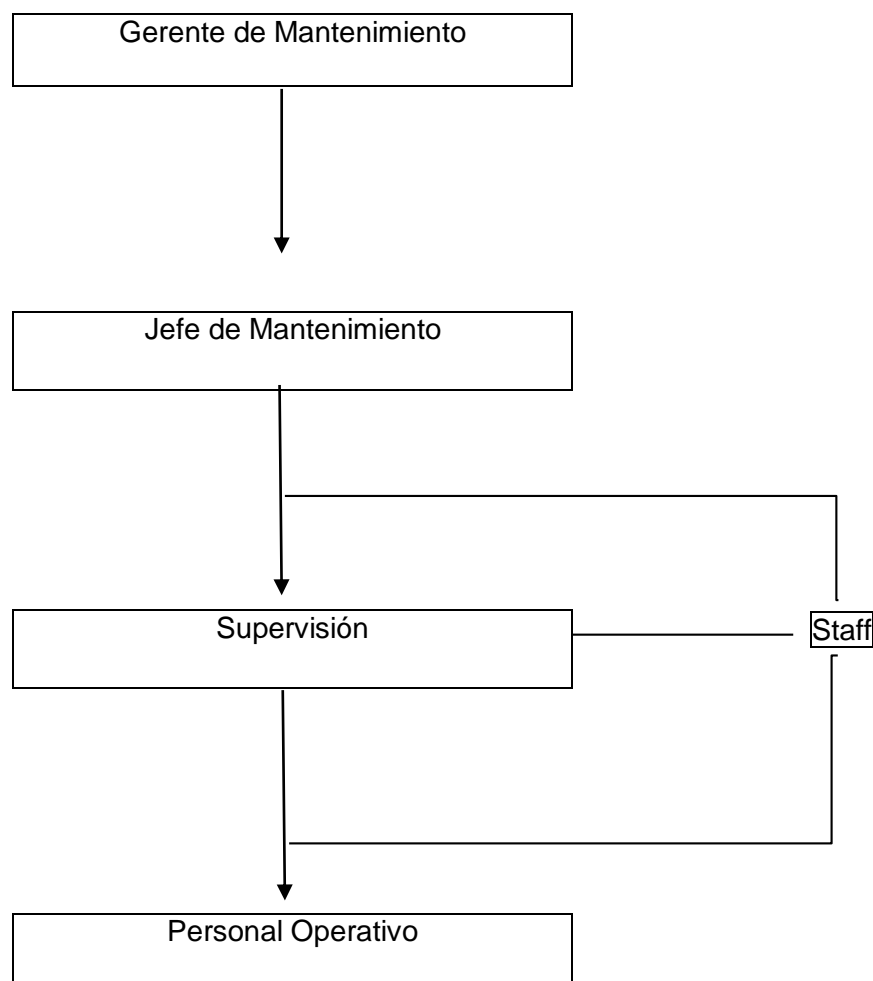
El organigrama brinda claridad en la estructura organizacional, mejora la comunicación y orienta las responsabilidades en la cadena de mando, en el área de mantenimiento se diferencia entre el personal de “Línea” (personal operativo más supervisores) y personal de “Staff”, que se ocupe de la preparación de trabajos, prever el suministro de materiales y repuestos de stock, confección de procedimientos de trabajo, informes técnicos, estudios y

mejoras, debido a que la presión del día a día impide ocuparse al personal de línea de objetivos distintos del inmediato de garantizar la producción.

Entre las capacidades requeridas para cada nivel de la estructura organizacional se tiene que; para las funciones de jefe y supervisores que corresponden a gestión se requiere capacidad directiva, por otro lado, para las tareas del equipo operativo que son de naturaleza técnica-profesional se requiere capacidad técnica, por último para las responsabilidades del staff que son del tipo técnico y administrativa se requiere capacidad técnica administrativa en mayor grado y directiva en menor grado. (Díaz, 2004)

En la Figura 2, se muestra el organigrama genérico para el departamento de mantenimiento en el cual se incluye al personal de staff, mismos que trabajan de forma paralela a la supervisión, pero con mayor alcance.

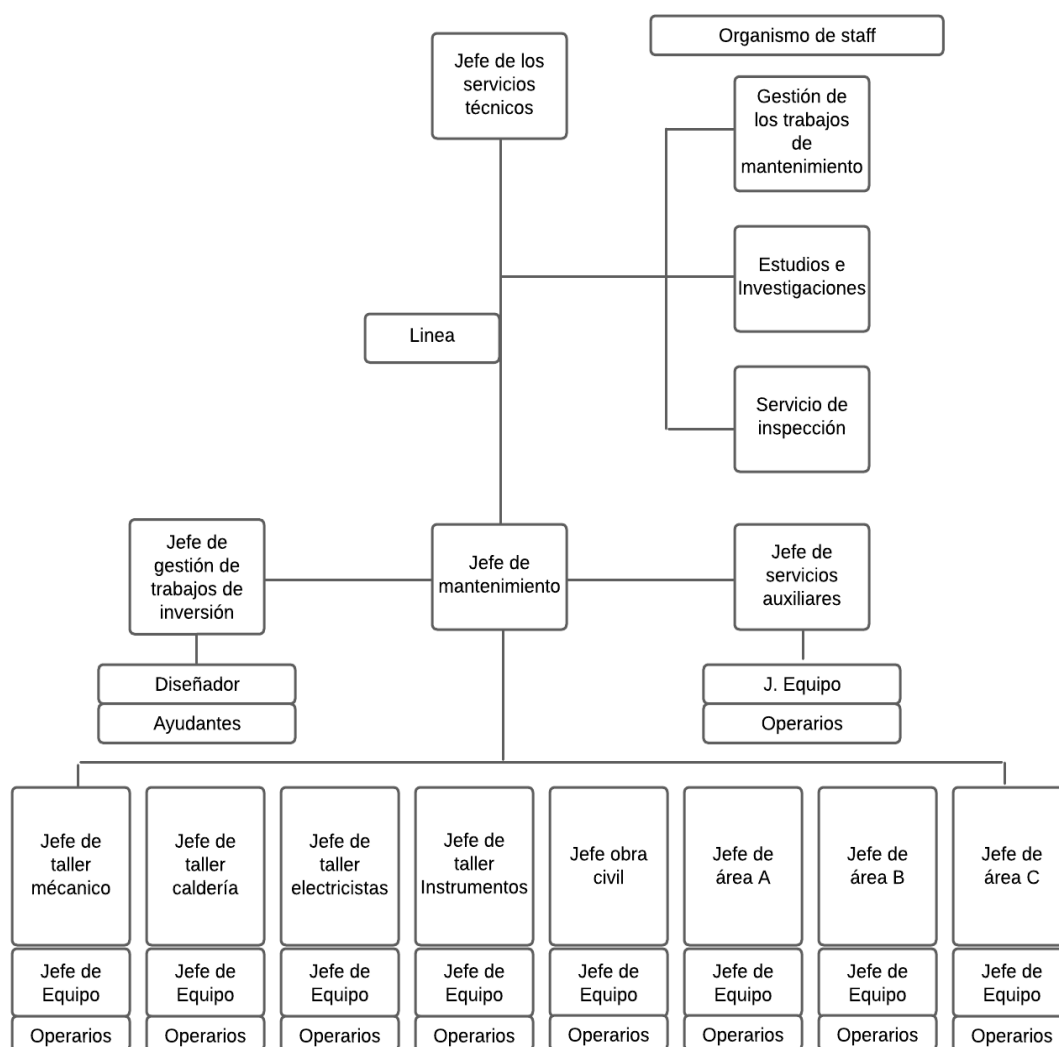
Figura 2. Organigrama genérico de mantenimiento.



Fuente: (Díaz, 2004)

Según Díaz (2004) una estructura organizacional ideal desglosada para el departamento de mantenimiento puede incluir en el personal de staff al personal de gestión de trabajos de mantenimiento, estudios e investigaciones y servicio de inspección, mientras que el personal de línea puede constituirse por el jefe de mantenimiento, jefe de servicios auxiliares y jefe de gestión de trabajos de inversión, a partir de esta primera estratificación se desglosan cargos en un segundo y tercer orden que son los encargados de soportar la gestión al área que pertenecen como se muestra en la Figura 3.

Figura 3. Organigrama genérico desglosado de mantenimiento.



Fuente: (Díaz, 2004)

2.8. Gestión de la información de mantenimiento

Para Ledo & Pérez (2003), la gestión de la información se puede definir como un proceso en el cual se organiza, compara, evalúa, y presenta los datos de cierto contexto, asegurando la calidad de la información, de forma que esta sea útil, significativa, exacta, oportuna, y que además esté disponible en cualquier momento.

Duffuaa et al (2002), estable que en el contexto del mantenimiento se distinguen los procesos que forman el sistema y en los cuales se generan datos que al ser transformados brindan información necesaria para la toma de decisiones, así pues, el sistema de información debe ser robusto y capaz de cubrir las necesidades que requiera el sistema de mantenimiento, para esto, con el avance de las tecnologías existen sistemas computarizados adaptados para gestionar la información, ayudando a la recopilación de datos, al registro, almacenamiento, actualización, procesamiento, comunicación y pronósticos, de forma general en términos de apoyo al mantenimiento los sistemas de información incluyen las siguientes funciones:

- Administración de ordenes de trabajo
- Planeación y Programación
- Control de inventarios y compras
- Mano de obra y estándares de trabajo
- Historial del equipo
- Costos y presupuestos
- Informes de desempeño
- Informes de calidad
- Mantenimiento preventivo
- Identificación de equipo y materiales
- Gestión de repuestos

2.9. Gestión de Repuestos

Para Teixeira et al (2018), la gestión de repuestos es una rama de la gestión del mantenimiento que busca dar soporte a las actividades de mantenimiento, ofreciendo información de forma rápida en cuanto a las cantidades disponibles de cada uno de los repuestos de máquinas o equipos y adoptando estrategias de almacenamiento de inventario con el fin de tener certeza de su disponibilidad cuando se requiera, minimizando costos.

La gestión de repuestos implica por tanto tomar decisiones sobre tipo de clasificación de stocks que mejor se adapte a la organización, mantener o no existencias, justificar el nivel óptimo de inventario, pronosticar el consumo de los repuestos, análisis económico, entre otras.

Así pues, se debe encontrar el equilibrio entre el costo de mantener un inventario, asumiendo un riesgo por obsolescencia y la disponibilidad de repuestos, tanto las características de la demanda, los niveles de criticidad, las especificidades y el valor de una pieza de repuesto son algunas de los enfoques que se deben considerar para la creación de políticas de gestión de repuestos. (Cavalieri et al., 2008)

2.10. Indicadores de mantenimiento

Como lo mencionan Duffuaa et al (2002), hay algunos índices que miden la eficacia de las actividades de mantenimiento, generalmente utilizados para la generación de informes en los cuales se brinda a través de estos indicadores una cuantificación razonable del rendimiento de algunos aspectos claves.

Para O. García (2012), los principales indicadores son:

- Tiempo medio entre fallas

Indica el intervalo de tiempo más probable entre el arranque del equipo y la aparición de una falla, es decir, es el tiempo promedio transcurrido hasta la llegada de una falla. Se expresa generalmente en horas, días o cualquier otra unidad de tiempo relevante para el contexto, ver ecuación 1.

Ecuación 1. Tiempo medio entre fallas

$$TMEF = \frac{\text{Tiempo total de trabajo en buen estado}}{\text{N. de averías}} \quad h, \text{ minutos}, \text{ días}.$$

- Tiempo medio para reparación

Es la medida de la distribución de los tiempos de reparación del equipo o del sistema, es decir, mide la efectividad en restituir la unidad a las condiciones óptimas de operación una vez que la unidad se encuentra fuera de servicio por falla, dentro de un periodo de tiempo determinado, ver ecuación 2.

Ecuación 2. Tiempo medio para reparación.

$$TMPR = \frac{\text{N. de horas de paro por averías (Tiempo de reparación)}}{\text{N. de averías}} \text{ h, minutos, días}$$

- Disponibilidad

Es una función que permite estimar en forma global el porcentaje de tiempo total que se puede esperar que un equipo esté disponible para cumplir la función principal para el cual fue destinado, ver ecuación 3.

Ecuación 3. Disponibilidad

$$\text{Disponibilidad por avería} = \frac{TMEF - TMPR}{TMEF} * 100$$

- Confiabilidad

Es la probabilidad de que un equipo, o sistema, cumpla su función principal, bajo condiciones de uso determinadas, en un periodo determinado, por tanto, se considera un complemento de la probabilidad de falla, ver ecuación 4.

Ecuación 4. Confiabilidad

$$\text{Confiabilidad } R(t) = e^{-\gamma * t}$$

Donde:

e = Número de Euler (2,71)

$$\gamma = \text{tasa de fracaso} = \gamma(t) = \frac{1}{TMEF}$$

t = tiempo

Además, Tavares (2000) distingue dos indicadores para la gestión de costos que ayudan al control financiero de la actividad de mantenimiento:

- Costo de mantenimiento por facturación

Relación entre el costo total de mantenimiento y la facturación de la empresa en el periodo considerado, ver ecuación 5.

Ecuación 5. Costo de mantenimiento por facturación.

$$CMF = \frac{\text{Coste total del mantenimiento}}{\text{Facturación bruta en el periodo considerado}} * 100$$

- Costo de mantenimiento por el valor de reposición

Relación entre el costo total acumulado en el mantenimiento de un determinado equipo y el valor de compra de ese mismo equipo nuevo (Valor de reposición), ver ecuación 6.

Ecuación 6. Costo de mantenimiento por el valor de reposición.

$$CMRP = \frac{\text{Coste total del mantenimiento}}{\text{Valor de reposición}} * 100$$

2.11. Plan de mantenimiento

Como lo menciona Sacristán (2014), el plan de mantenimiento hace referencia a una intención de modelo sistemático integrando de procedimientos con ciertas actividades, en la que se planea una estrategia, donde se definen procesos, recursos y la duración necesaria para ejecutar el mantenimiento según un paradigma. De esta forma un plan de mantenimiento marcara los limites en los cuales no existirá una mejora de la fiabilidad a menos que se considere la alternativa de ejecutar modificaciones sobre el sistema.

Algunos planes de mantenimiento son:

1. Plan de mantenimiento basado en fabricantes
2. Plan de mantenimiento basado en protocolos
3. Plan de mantenimiento basado en la confiabilidad.

(Díaz, 2004)

Capítulo 3

3. GENERALIDADES Y ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN INICIAL DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA ISOLLANTA

3.1. Información general de la empresa

La empresa Isollanta Cía. Ltda. se encuentra ubicada en la ciudad de Cuenca, en Miguel Ángel Narváez y Octavio Chacón Moscoso, en el sector del parque industrial, la misma realiza

el servicio de Reencauche al Frio de llantas desde 2003, además ejecuta como actividad productiva secundaria la elaboración de artículos de caucho sintético y reciclado.

3.1.1. Misión

Servir al mercado automotriz con una alternativa de llantas reencauchadas de óptima calidad y costo razonable; operar con respecto al Medio Ambiente y conseguir una rentabilidad a través del tiempo. (IsoLlanta, 2024)

3.1.2. Visión

Liderazgo a través de clientes satisfechos. (IsoLlanta, 2024)

3.1.3. Descripción del proceso

El proceso de reencauche de llantas se extiende desde la revisión o inspección inicial de la carcasa, así como la supresión de daños exteriores menores, aplicación de parches, vulcanización, hasta el acabado final. A continuación, se describen las etapas del proceso:

Inspección Inicial: Inspección detenida de las carcassas que se reciben en la planta de producción, este proceso se realiza en la máquina “Inspectora” por personas calificadas, las cuales identifican daños en la llanta y señalan con tiza las zonas en mal estado.

Bufado (Raspado): Eliminación mediante un raspado de impurezas presentes en la superficie de rodamiento de la llanta.

Reparación: Señalización con tiza de incrustaciones, piedras, roturas, pinchazos, etc. Además de eliminación de dichas imperfecciones con turbinas de alta revolución.

Parchado: Ocasionalmente se presentan pinchazos profundos en la carcasa, en este proceso se limpia dichos defectos y se coloca un parche sobre la superficie afectada.

Cementado: Adición de solución de caucho mezclada con solventes para asegurar la adhesión entre la carcasa y la nueva banda.

Rellenado: Colocación de caucho no vulcanizado en perforaciones sean o no resultantes del proceso de reparación.

Cortado de Bandas: Corte y alistamiento de las nuevas bandas de rodamiento.

Embandado: Colocación de nueva banda sobre la superficie de rodamiento de la carcasa.

Armado: Colocación sobre la llanta elementos protectores, en el interior tubo de caucho de vulcanización, y un envolpe en la parte exterior, es decir alistar para la vulcanización.

Vulcanización: Colocación en autoclaves y calentamiento de estas por un determinado tiempo de cura.

Descargue y Desarmado: Descargue del autoclave y retiro de los elementos protectores.

Inspección Final: Se realiza una observación minuciosa de producto final y se aplica una pintura sobre laterales y hombros. (IsoLlanta, 2024)

3.2. Diagnóstico de la situación actual del sistema de gestión de mantenimiento.

Por medio de una observación cuidadosa y detallada se identifica que en la actualidad la empresa aplica un mantenimiento de tipo correctivo, por lo cual, al momento de la aparición de una falla se procede al respectivo arreglo, no existe un equipo administrativo encargado de gestionar presupuestos, acciones, planes, ordenes, etc.

Las actividades de mantenimiento están encargadas a un solo técnico que empezó a laborar en junio del 2023, mismo que se encarga, de forma general, en solventar los problemas de mantenimiento que se presentan en el día a día en la empresa, además existe muy poca documentación que sustente al departamento, entre ellas tenemos revistas y catálogos de repuestos de proveedores locales e internacionales.

Si bien existe información sobre los pedidos anules de repuestos que se han realizado a un proveedor del exterior, no se consideran lotes mínimos de pedido, ni se posee un control de los ingresos y salidas que oriente al técnico en la gestión de repuestos de consumo.

Se terceriza el mantenimiento preventivo de equipos como compresores y calderos a empresas locales, generalmente se realiza una vez al año o solo cuando los equipos presentan fallas graves.

Del alcance de la certificación ISO 9001:2015 se cuenta con la codificación de maquinaria, pero no con formatos de documentos como: Fichas técnicas, historial de reparaciones, cronograma de mantenimiento preventivo, etc. mismos que en su momento se han creado, y por su falta de uso se han perdido con el paso del tiempo.

3.2.1. Identificación de máquinas

En el presente trabajo se analizó a 22 componentes de los 25 registrados del alcance de la certificación ISO 9001:2015, ya que se encuentran fuera de servicio el molino Hong Kong Industrial y el horno Comormi.

Además, la bomba de vacío hérocles se considera un subcomponente del Autoclave Hérocles por lo tanto se incluyen en el análisis de este, la codificación no sigue una secuencia normal debido a equipos dados de baja y otros aspectos ajenos al presente estudio, la lista de máquinas de la empresa se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Lista de máquinas de la empresa Isollanta Cía. Ltda.

Código	Nombre de la máquina	Fabricante
001	Bufeadora	Salysbury
003	Pulidores Manuales	Wyco
004	Minixtruder	Bosh
005	Embandadora	Vulcan
006	Autoclave Hérocles	Hérocles
007	Bomba de Vacío Hérocles	Hérocles
009	Autoclave Salisbury	Salisbury Chamber
011	Compresor de planta camión	Ingersoll Rand
012	Caldero de planta camión	Fabricación Nacional
013	Envelopadora	Olson
016	Bufeadora OTR	Salysbury
017	Molino	Hong Kong Industrial
018	Embandadora-Dibujadora OTR	Salysbury
019	Balanza Digital	Ohaus
020	Horno	Comormi
021	Autoclave OTR	Foxboro
022	Compresor	Champion
023	Caldero OTR	Fabricación Nacional
024	Caballote 1.5 HP	Fabricación Nacional
025	Caballote 1 HP	Fabricación Nacional
026	Autoclave OTR	Conrad
028	Inspectora NTD II	Hawkinson
029	Caballote 2 HP	Fabricación Nacional
030	Caballote 2 HP	Fabricación Nacional
031	Molino	China

Fuente: Elaboración propia.

3.2.2. Personal de mantenimiento

El departamento de mantenimiento cuenta con una sola persona encargada del área, el técnico de mantenimiento se encarga únicamente de ejecutar las actividades correctivas que se presenten en el día a día en las dos líneas (Camión y OTR) que maneja la organización.

3.2.3. Identificación de requisitos clave

En base a las necesidades de la organización y en consenso con las partes interesadas, técnico de mantenimiento, jefe de producción, gerencia general, se identificaron los requisitos clave que se pretende alcanzar con el sistema de gestión de mantenimiento, las cuales se definen como: reducción de fallas inesperadas y la prolongación de vida útil de los equipos, aspectos clave que en la actualidad la empresa busca conseguir.

Capítulo 4

4. PROPUESTA PARA EL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

4.1. Gestión estratégica

4.1.1. Sistema de mantenimiento “Preventivo”

El sistema de gestión de mantenimiento propuesto tendrá un enfoque preventivo, mediante el cual se programen actividades periódicamente, con el fin de identificar posibles averías y que estas puedan ser solucionadas con anticipación y a su vez se garantice la operatividad de los equipos.

La estrategia propuesta se debe a los beneficios que esta conlleva y que se alinea con los requisitos clave de reducción de fallas inesperadas y prolongación de la vida útil de los equipos, aspectos que son primordiales en la organización de análisis, además al ser el primer sistema de gestión de mantenimiento de la empresa, este busca servir como base para el futuro apalancamiento de otras estrategias o proyectos de mantenimiento más complejos.

4.1.2. Política y objetivos del Sistema de mantenimiento

Se establece en primera instancia la misión, visión y políticas de mantenimiento, elementos necesarios que permiten direccionar los esfuerzos del sistema de gestión de mantenimiento.

4.1.2.1. Misión

Conservar, mantener y restablecer los sistemas en condiciones adecuadas para permitir su funcionamiento efectivo a un coste mínimo.

4.1.2.2. Visión

Ser un departamento integral que brinde el apoyo necesario para que las máquinas estén en las mejores condiciones y puedan cubrir las necesidades de producción de la empresa Isollanta Cía. Ltda.

4.1.2.3. Políticas

Las políticas consideradas buscan definir un comportamiento, el sistema de gestión abarcará la política de mantenimiento preventivo, de gestión de repuestos y de implementación de las 5s, en la Tabla 3, se estructuran las políticas definiendo objetivos, alcances y directrices.

Tabla 3. Desglose de políticas

Política	Objetivo	Alcance	Directrices
Política de Mantenimiento Preventivo	Asegurar la confiabilidad y disponibilidad de las máquinas por medio de un programa de mantenimiento preventivo.	Esta política se aplica a todas las máquinas y equipos que están en función y forman el proceso productivo de reencauche al frío de llantas.	<p>Cronograma de mantenimiento preventivo: Se definirán las fechas y actividades preventivas de mantenimiento a llevarse a cabo en cada máquina. El cronograma se revisará regularmente dependiendo de las necesidades operativas y asegurando la eficacia de su ejecución.</p> <p>Procesos estandarizados: Se ejecutarán las actividades preventivas de acuerdo con un diagrama de flujo de proceso en cual se incluya listas de verificación, registros de mantenimiento, ordenes de trabajo, etc. Además, se integren herramientas de software online que minimicen la burocracia del proceso.</p>

Seguimiento y análisis: Se definirán los principales indicadores de mantenimiento en el sistema de gestión.

Política de Gestión Repuestos	de	Garantizar la disponibilidad oportuna de repuestos para las máquinas, buscando así minimizar tiempos de inactividad por falta de estos.	la	Esta política se aplica a todas las máquinas del proceso productivo que requieran repuestos para su mantenimiento y continuidad operativa.	<p>Inventario de repuestos: Con la definición de lotes económicos de pedido, se mantendrá un inventario de repuestos con las existencias suficientes para las máquinas clave de la organización.</p> <p>Seguimiento y control: Se registrará detalladamente en totalidad los movimientos de los repuestos de consumo, salidas, entradas, etc. También se comprobará de forma regular la precisión de los registros y de esta forma descartar posibles discrepancias.</p>
-------------------------------	----	---	----	--	--

Política de Implementación de las 5s	de	Garantizar que el personal operario comprenda la importancia y funcionamiento del sistema de gestión de mantenimiento e integren una cultura de mantenimiento preventivo, mediante la interiorización de la metodología 5'S.	Esta política se aplica al personal responsable de mantenimiento, así como también a los operarios productivos del proceso de reencauche.	<p>Desarrollo de programa de formación: Se definirá un programa de capacitación en la metodología 5'S, clave para cubrir necesidades de mantenimiento autónomo.</p>
--------------------------------------	----	--	---	--

Fuente: Elaboración propia.

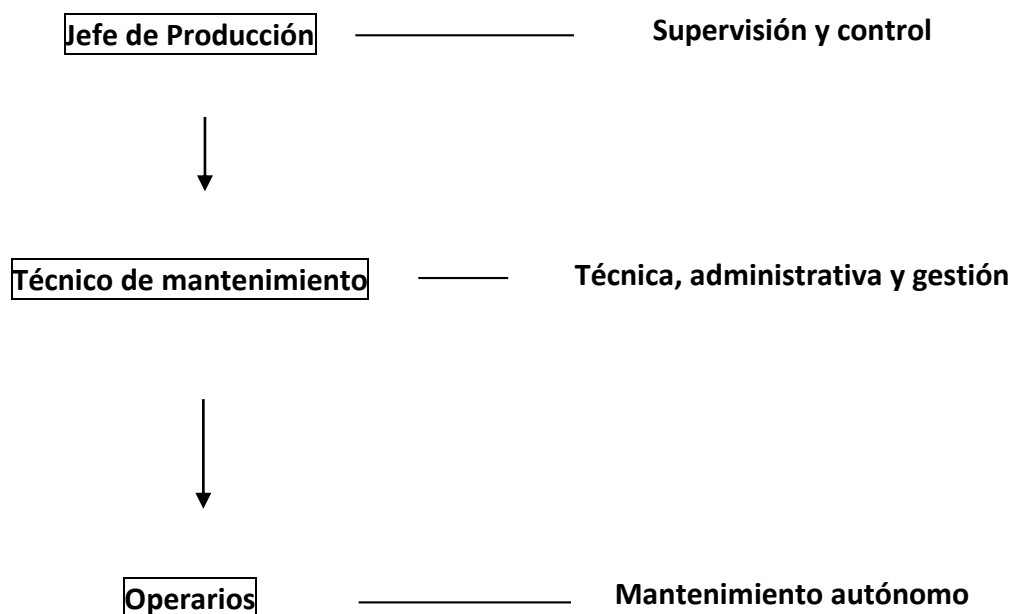
4.1.2.4. Estructura Organizacional

La estructura organizativa actual del departamento de mantenimiento se muestra en la Figura 4, misma que ilustra la intervención de tres actores, jefe de producción, técnico de

mantenimiento y operarios, se proporciona una representación de la jerarquía y las relaciones entre los diferentes puestos de trabajo que existen en área.

Se considera que, el que asume en mayor medida las responsabilidades de la gestión de mantenimiento es el técnico, teniendo que ejecutar acciones correctivas y preventivas, gestionar repuestos, información y de forma general los recursos del departamento, por otro lado, el jefe de producción, actúa como entidad supervisora, encargándose de controlar que se cumplan con el sistema de gestión y por último los operarios, quienes se incluyen en el organigrama como actores fundamentales en el mantenimiento autónomo.

Figura 4. Organigrama ajustado del departamento de mantenimiento.



Fuente: Elaboración propia

4.2. Gestión Táctica

4.2.1. Definir los flujos del proceso de mantenimiento

Para gestionar de forma eficiente el mantenimiento, primero se propone el flujo de procesos a seguir para realizar actividades correctivas y preventivas, las propuestas buscan ajustarse a los ambientes de la organización para garantizar su sostenibilidad ahora y en el futuro, las partes interesadas que fueron consideradas parte de los procesos son: técnico de

mantenimiento, los operarios, departamento de compras, proveedores y departamento de producción.

Además, se pretende simplificar el número de documentos requeridos en los procesos tradicionales y se presta especial atención en dejar que fluya el proceso sin intervenir en gran medida, con el fin de que la posterior implementación de procesos sea mucho más asimilable, clara y simple para las partes interesadas.

4.2.1.1. Mantenimiento Correctivo

En el diagrama propuesto (ver Tabla 4), se busca representar un flujo de proceso de mantenimiento correctivo que se ajuste a las necesidades de la organización, mediante el uso de herramientas tecnológicas gratuitas como formularios web.

Se trata de reducir la burocracia que representa el llenado manual de registros, permitiendo recabar rápidamente información importante y específica de los fallos, a la vez que se genera una base de datos fuerte que soporte información para estudios futuros o análisis de interés en el departamento de mantenimiento.

La seguridad y veracidad de la información recabada que se almacene depende de las partes involucradas y del proceso correctivo propuesto, con la agilización de la obtención de datos en los momentos propicios, se intenta combatir la pérdida de criterio y objetividad en el registro de acontecimientos suscitados, muy común en procesos de llenado documental manual.

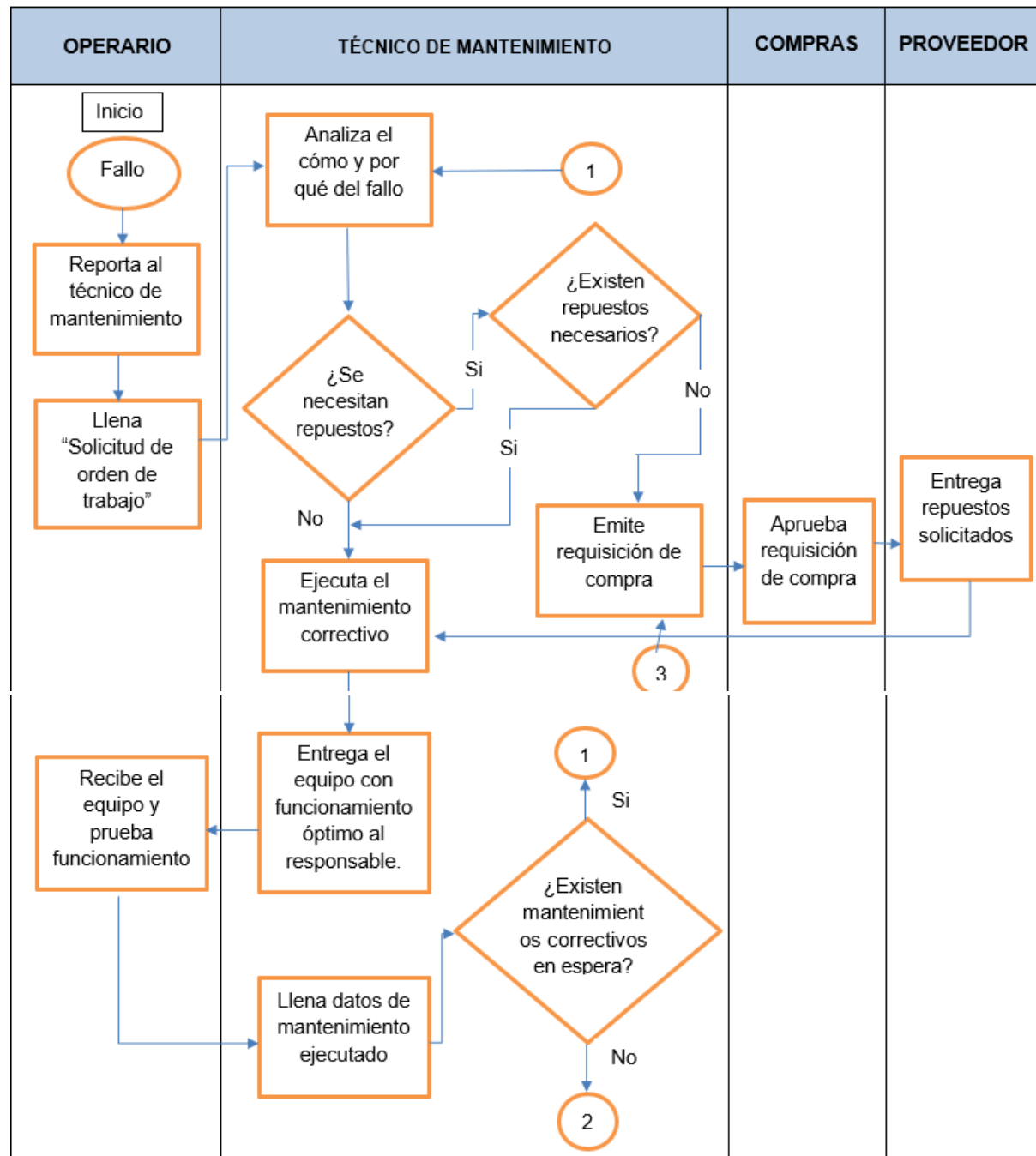
Sin embargo, apelando a los valores, misión y visión que la empresa tiene en su genoma, se confía que los actores partícipes de los procesos serán responsables y actuarán de la forma correcta en pro del desarrollo del departamento de mantenimiento.

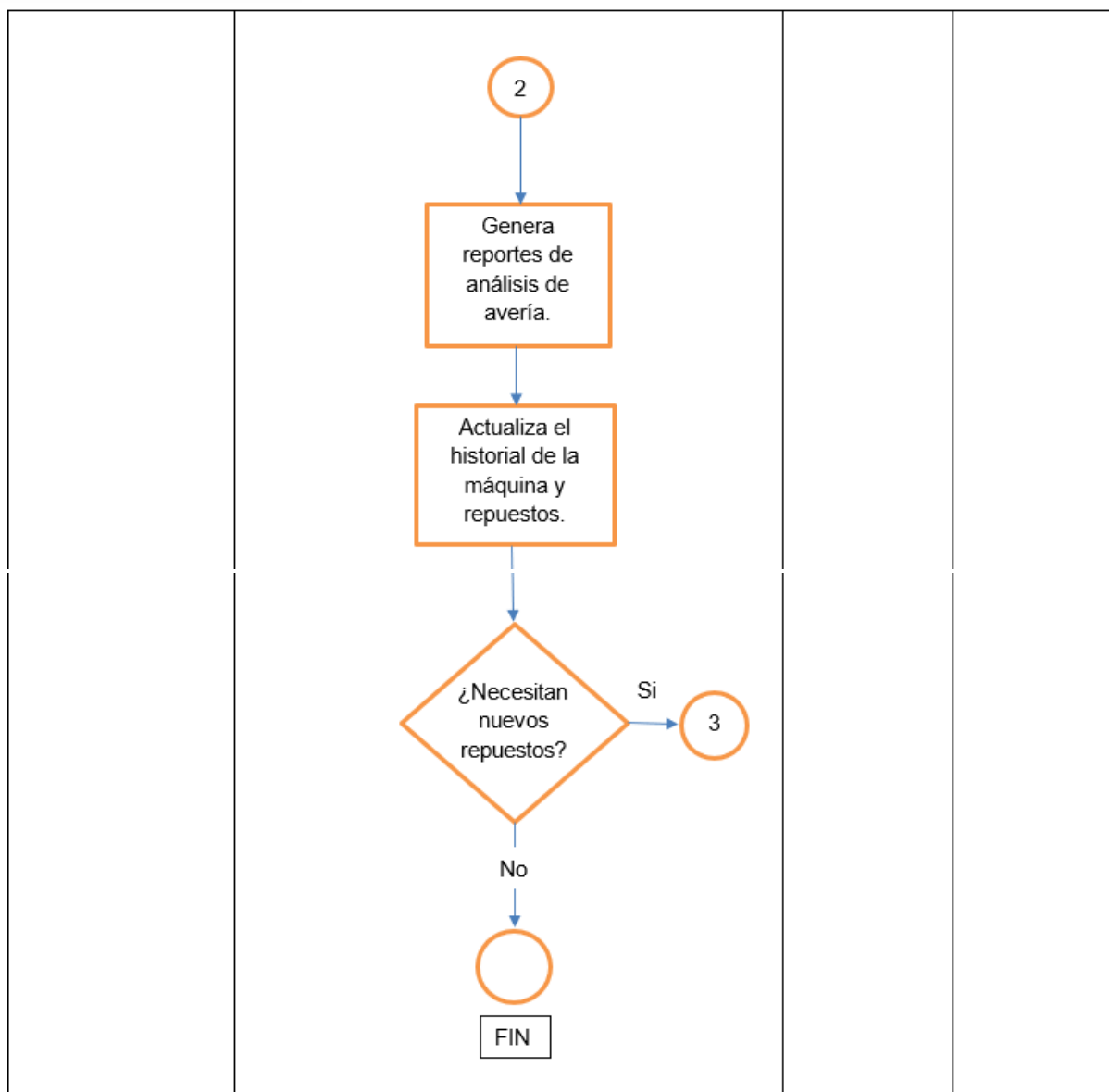
La recolección de información permitirá al departamento de mantenimiento pasar de un estado de variabilidad de fallos poco entendida, a un estado donde se pueda reconocer patrones que sea justificados cuantitativamente y menos empíricamente, eliminando así ciertos sesgos de criterios subjetivos en torno al mantenimiento.

Se propuso un enfoque que permita fluir al proceso correctivo, aprovechando los recursos y otorgando dinámica y flexibilidad al proceso, buscando que su futura implementación sea fácilmente asimilable por todos los implicados y los costes del proceso reflejen rentabilidad,

además que acercan a los colaboradores a ser parte del mantenimiento y asumir responsabilidad que van más allá de únicamente reportar problemas.

Tabla 4. Flujo del proceso de mantenimiento correctivo







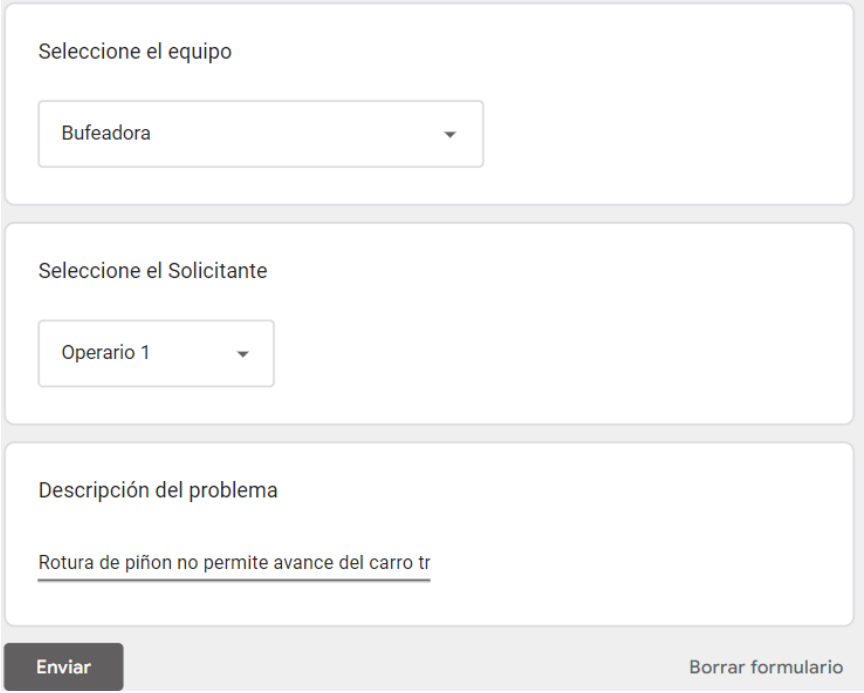






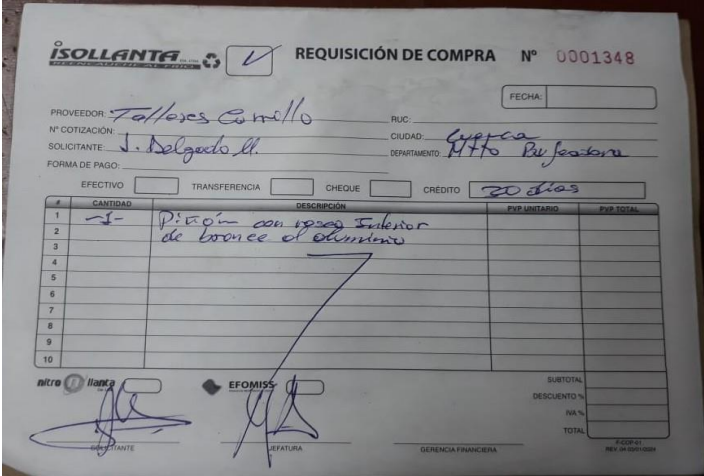

Fuente: Elaboración propia

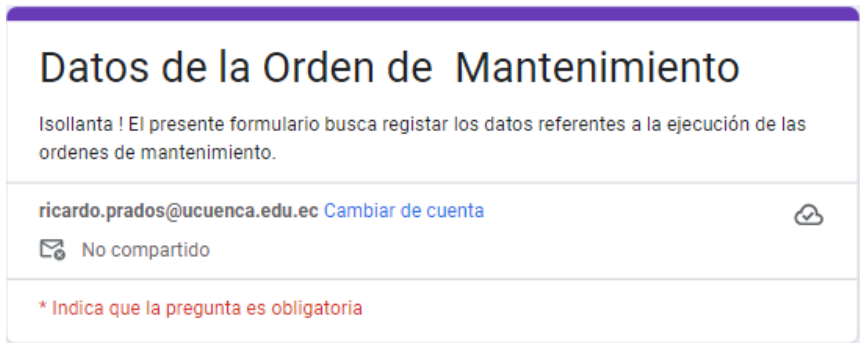
En la Tabla 5, se presenta un ejemplo del desarrollo del proceso correctivo en un fallo hipotético presentado en la máquina bifeadora.

Tabla 5. Ejemplo del flujo del proceso de mantenimiento Correctivo.



Flujo	Descripción
	(Inicio) Fallo: Rotura del piñón de avance del carro transportador de la bifeadora
	(Reportar al técnico de mantenimiento) El Operario de forma verbal avisa al técnico de mantenimiento del fallo suscitado.


	<p>(Llenar “Solicitud de orden de trabajo”)</p> <p>El operario accede al formulario “Solicitud de orden de trabajo”</p> <div data-bbox="459 331 1342 922"></div> <p>El formulario consta de 3 preguntas, se pide seleccionar el equipo afectado, el nombre de solicitante e ingresar una descripción del problema, una vez ingresado los datos se presiona en el botón “Enviar”, la información se guarda en una base de datos que genera automáticamente la herramienta Google Forms.</p> <div data-bbox="467 1158 1335 1848"></div>
	<p>(Analizar el cómo y por qué del fallo)</p>

	<p>Una vez que el técnico recibe el reporte verbal del fallo, en base a su conocimiento da repuesta a la solicitado, identificando de primera mano, como sucedió el fallo y debido a qué factores.</p> <p>En el caso de ejemplo, se supone que es un fallo normal por el desgaste del piñón debido al uso.</p>
	<p>(¿Se necesitan repuestos?)</p> <p>El técnico analiza la necesidad de requerir repuestos para solventar el problema, en caso de necesitarlos, verifica si existen los suficientes, caso contrario comienza con la ejecución del mantenimiento.</p> <p>Para el ejemplo, si se necesita un repuesto del piñón del carro transportador.</p>
	<p>(¿Existen los repuestos necesarios?)</p> <p>Si existen los repuestos, los utiliza para resolver el problema, caso contrario emite requisición de compra.</p> <p>Para el caso, se supone que no existe dicho piñón.</p>
	<p>(Emitir requisición de compra)</p> <p>El operario llena requisición de compra solicitando el repuesto necesario para realizar el mantenimiento.</p> <p>En el ejemplo se considera pedir mínimo dos piñones a talleres Carrillo proveedor local, uno para ejecutar el mantenimiento y el segundo como repuesto, se adjunta el documento.</p> 
	<p>(Aprobar requisición de compra)</p> <p>El departamento de compras revisa la requisición emitida, aprueba y gestiona el pago de lo solicitado según sus consideraciones</p> <p>El departamento aprueba la compra del piñón.</p>

<input type="checkbox"/>	<p>(Entregar repuestos solicitados)</p> <p>El proveedor local, gestiona la entrega del piñón en la planta de Isollanta Cía. Ltda.</p>
<input type="checkbox"/>	<p>(Ejecutar el mantenimiento correctivo)</p> <p>El técnico encargado debe ejecutar el mantenimiento correctivo que le compete para solucionar el fallo presentado apenas tenga los recursos necesarios, ya sea que disponía del repuesto en inventario o si tuvo que esperar hasta que el proveedor entregue el mismo.</p> <p>Así pues, para el caso se realiza el cambio del piñón roto por uno nuevo en buen estado.</p>
<input type="checkbox"/>	<p>(Entrega el equipo con funcionamiento óptimo al responsable.)</p> <p>El técnico termina con el mantenimiento y entrega al operario responsable el equipo, en el ejemplo termina de reemplazar el piñón del carro transportador y habilita la bifeadora para continuar con su función.</p>
<input type="checkbox"/>	<p>(Recibe el equipo y prueba funcionamiento)</p> <p>El responsable operario confirma que el equipo entregado funciona correctamente y continua con laborando, el carro transportador se desplaza correctamente y con libertad.</p>
<input type="checkbox"/>	<p>(Llena datos de mantenimiento ejecutado)</p> <p>De no existir observaciones o percances adicionales, el técnico accede al formulario "Datos de la orden de mantenimiento" y responde las preguntas.</p> <div data-bbox="466 1370 1329 1711">  </div> <p>El formulario consta de 9 preguntas, para el caso se tiene:</p>

	<div><p>Seleccione el quipo *</p><div>Bufeadora ▼</div></div> <div><p>Seleccione el responsable *</p><div>Jaime Delgado ▼</div></div> <div><p>En caso de haber elegido "Otros" en la respuesta anterior, escriba que entidad realizó el mantenimiento</p><p>Tu respuesta</p></div> <div><p>Registre la hora de Inicio *</p><p>Hora</p><p>10 : 20</p></div> <div><p>Registre la hora de fin *</p><p>Hora</p><p>11 : 45</p></div> <div><p>Descripción del trabajo a ser realizado *</p><p>Cambio de piñón del carro transportador de la bufeadora, engrasamiento y limpieza.</p></div> <div><p>Piezas utilizadas en el rabajo *</p><p>Piñón</p></div> <div><p>Catidad de piezas utilizadas en el trabajo</p><p>1</p></div> <div><p>Observaciones</p><p>No se presentan novedades.</p></div>
--	---

	<p>(¿Existen mantenimientos correctivos en espera?)</p> <p>El técnico de mantenimiento se cuestiona sobre mantenimientos correctivos nuevos que requieran se atendidos.</p>
	<p>(Generar reporte de Análisis de Averías)</p> <p>Debido a que no existen otras actividades correctivas, el técnico encargado llena el reporte de análisis de averías para tener registro de la falla ocurrida, definiendo las consecuencias, la naturaleza de la avería, el diagnóstico y las acciones de solución.</p>

		Reporte del proceso - Análisis de Averías		# 001 Pág 01 de 01 Revisión: 001 Código: F-MAN-04	
Identificación					
Equipo	Bufadora	Fecha:	22/05/2024	# Orden	5
Criticidad	Crítica <input checked="" type="checkbox"/>	Importante <input checked="" type="checkbox"/>			
	Normal <input type="checkbox"/>	Poco importante <input type="checkbox"/>			
Consecuencia				Avería	
Producción	Sn consecuencias <input checked="" type="checkbox"/>	Bajo Rendimiento <input type="checkbox"/>	Parada <input type="checkbox"/>	Naturaleza	
Inmovilización	Breve <input checked="" type="checkbox"/>	Largo <input type="checkbox"/>	Muy Largo <input type="checkbox"/>	Mecánica <input checked="" type="checkbox"/>	
Seguridad	Sn daños <input checked="" type="checkbox"/>	Posible lesión <input type="checkbox"/>	Riesgo grave <input type="checkbox"/>	Eléctrica <input type="checkbox"/>	
Medio Ambiente	Ninguno <input type="checkbox"/>	Bajo <input checked="" type="checkbox"/>	Alto <input type="checkbox"/>	Hidráulica <input type="checkbox"/>	
Frecuencia	Puntual <input checked="" type="checkbox"/>	Ocasional <input type="checkbox"/>	Frecuente <input type="checkbox"/>	Neumática <input type="checkbox"/>	
Coste Directo	Bajo <input checked="" type="checkbox"/>	Medio <input type="checkbox"/>	Alto <input type="checkbox"/>	Tipos de fallo	
Gravedad	Menor <input type="checkbox"/>	Significativo <input checked="" type="checkbox"/>	Crítico <input type="checkbox"/>	Total <input type="checkbox"/>	
				Parcial <input type="checkbox"/>	
				Progresivo <input type="checkbox"/>	
				Súbito <input checked="" type="checkbox"/>	
Diagnóstico					
Causas Intrínsecas			Causas Extrínsecas		
Fallo del material	<input type="checkbox"/>	Mala Utilización	<input type="checkbox"/>		
Desgaste	<input checked="" type="checkbox"/>	Accidente	<input type="checkbox"/>		
Corrosión	<input type="checkbox"/>	No respetar instrucciones	<input type="checkbox"/>		
Fatiga	<input type="checkbox"/>	Falta de procedimientos escritos	<input type="checkbox"/>		
Desajuste	<input type="checkbox"/>	Error en procedimientos	<input type="checkbox"/>		
Otras	<input type="checkbox"/>	Falta de limpieza	<input type="checkbox"/>		
Mal Diseño	<input type="checkbox"/>	Coordinación	<input type="checkbox"/>		
Mal Montaje	<input type="checkbox"/>	Organización/Gestión	<input type="checkbox"/>		
Mal Mantenimiento	<input type="checkbox"/>	Otras causas externas	<input checked="" type="checkbox"/>		
Solución					
Para resolver la avería					
Se realizó el pedido a proveedor de un piñón nuevo y se cambio por el afectado, ademas se engraso y limpio la zona					
Para evitar su repetición					
Considerar periodos de inspección más frecuentes					

Ricardo Andrés Prado Sanmartín

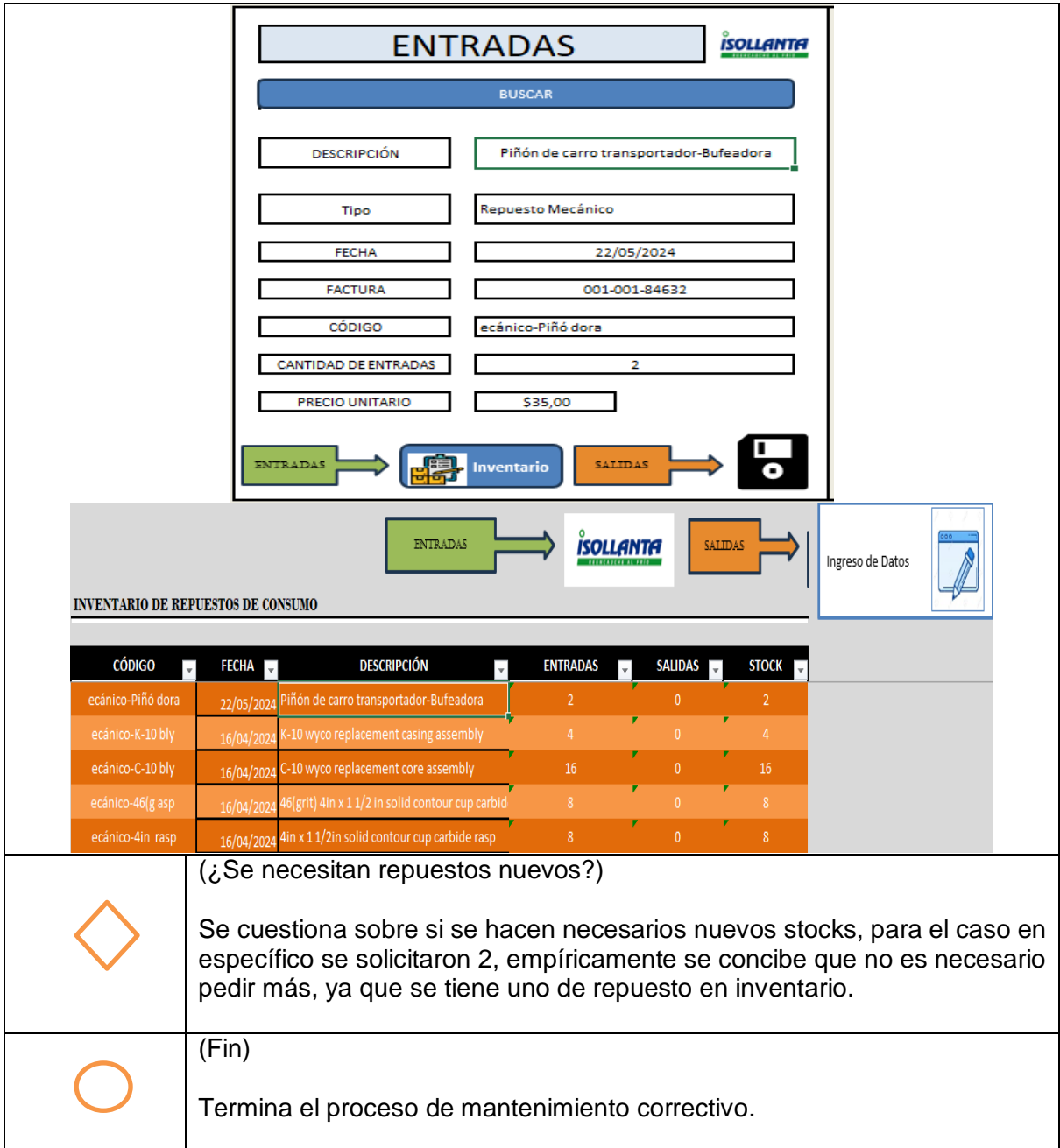
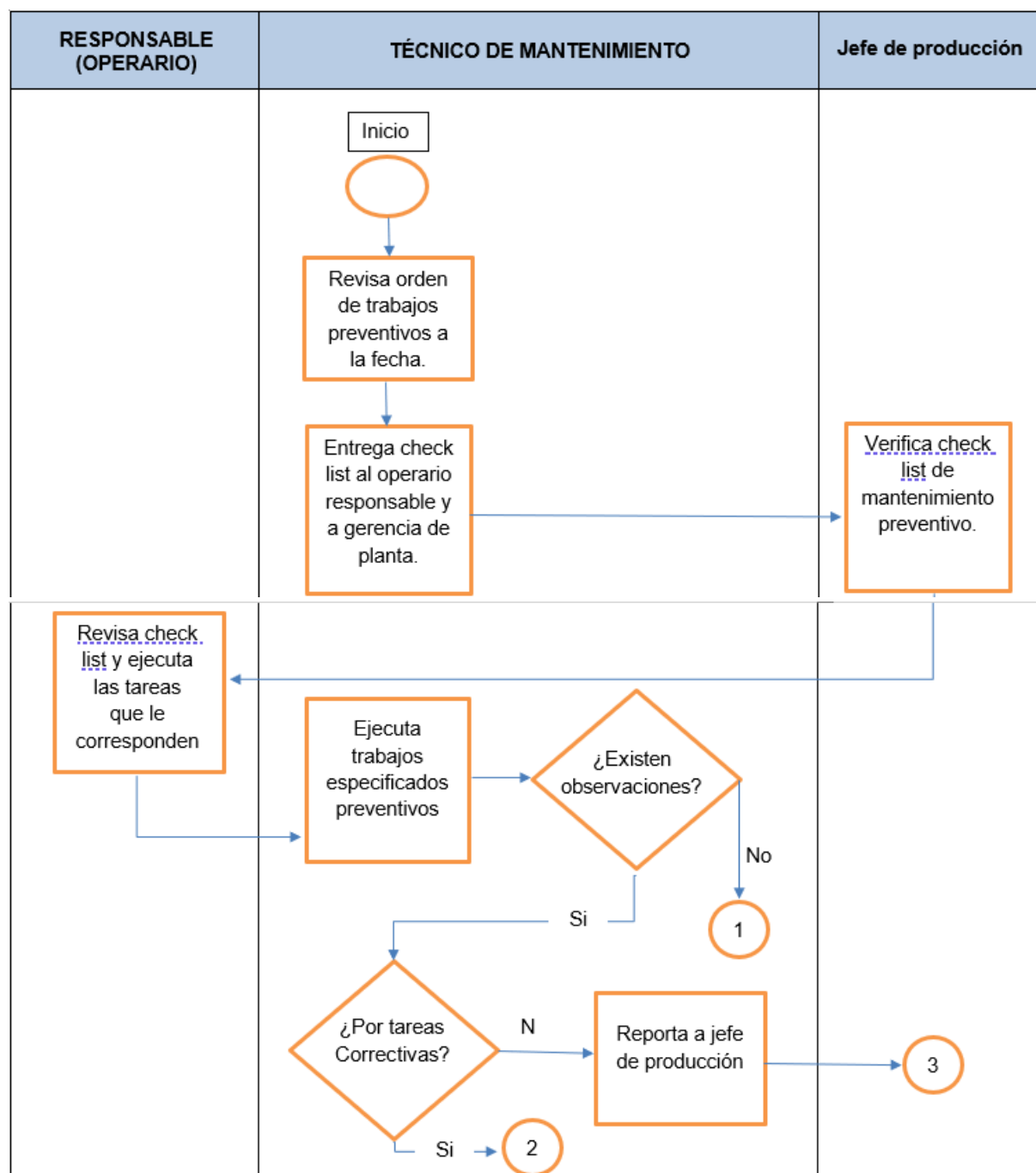
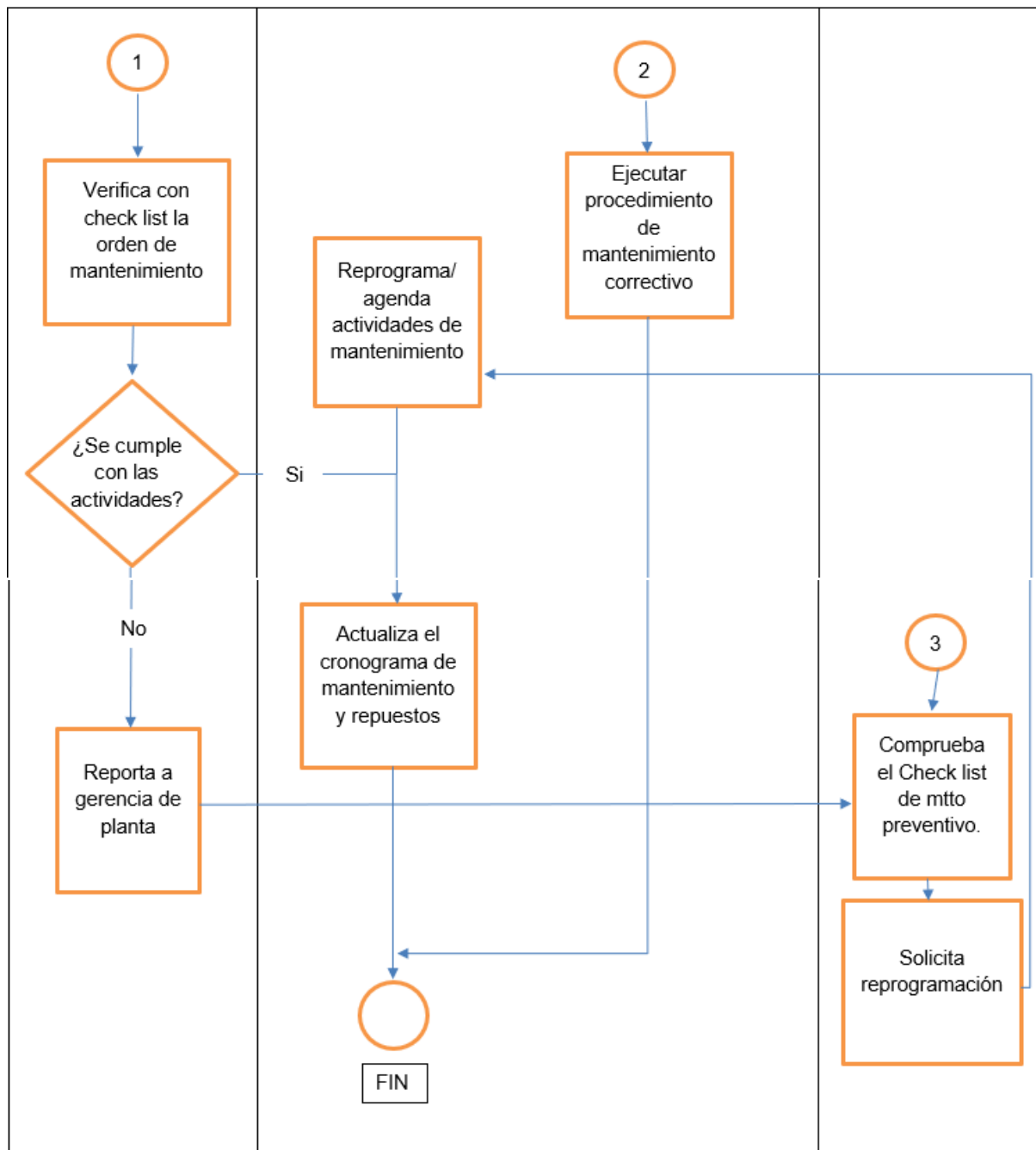


Tabla 6. Flujo del proceso de mantenimiento preventivo.






Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 7, se presenta un ejemplo del desarrollo del proceso preventivo en una fecha específica.

Tabla 7. Ejemplo del flujo del proceso de mantenimiento preventivo.

Flujo	Descripción
	(Inicio)

(Revisar orden de trabajos preventivos correspondientes a la fecha.)

El Técnico de mantenimiento debe acceder al cronograma de mantenimiento y filtrar las actividades correspondientes a la fecha.

Suponiendo que la fecha del mantenimiento preventivo es el 05 de agosto de 2024, las actividades registradas en el cronograma para el día son:

Nro	Cód	Equipo	Actividad	Día de Inicio	Frecuencia (días)	Frecuencia	FE	E	R	N	P	Cumplimiento	Efectividad	Proximo Mnnto	Faltan días	RESPONSABLE
6	001	Buleadora - (Planta Camión)	Limpieza Externa, mangas y engrasado general de la máquina, verificación del estado de las plantillas.	lu 05/08/24	7	Semanal	53	3	0	0	50	100%	100%	lu 26/08/24	95	Operario de turno
7	001	Buleadora - (Planta Camión)	Revisión del estado del matrimonio, piñon de carro transportador, conjunto expandir y sistema polea-cadena. Limpieza Interna	lu 05/08/24	7	Semanal	53	1	0	0	52	100%	100%	lu 12/08/24	81	Jaime Delgado
8	001	Buleadora - (Planta Camión)	Verificación de funcionamiento correcto del Sistema elevador de llantas.(motor, cable,	lu 05/08/24	15	Quincenal	25	3	0	0	22	100%	100%	ju 19/09/24	119	Operario de turno
9	001	Buleadora - (Planta Camión)	Verificación de la estructura de desfogue, sistema banda-polea (Cuchilla).	lu 05/08/24	60	Bimestral	7	1	0	0	6	100%	100%	vi 04/10/24	134	Jaime Delgado
10	001	Buleadora - (Planta Camión)	Verificación de funcionamiento correcto de válvulas, llaves, mangueras, manómetros y unidades de mantenimiento de aire	lu 05/08/24	15	Quincenal	25	3	0	0	22	100%	100%	ju 19/09/24	119	Jaime Delgado
11	001	Buleadora - (Planta Camión)	Verificación de funcionamiento correcto del control de mando, motores y gabinete eléctrico.(Contactores, Breakers, Interruptores y Pulsantes)	lu 05/08/24	30	Mensual	13	2	0	0	11	100%	100%	vi 04/10/24	134	Jaime Delgado

(Descargar check list y entregar al operario responsable y a gerencia de planta)

Una vez se identifican las actividades el técnico debe entregar una copia al operario de turno y al jefe de producción.

0

ISOLLANTA

REENCAUCHE AL FRIO

"CHECK LIST ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO"

Código: F-MAN-06

Fecha: 05/08/2024

Pág 01 de 01

Revisón 1





#	Máquina	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	Responsable	Check	Observaciones
1	Bueadora - (Planta Camión)	Limpieza Externa, mangas y engrasado general de la máquina, verificación del estado de las plantillas.	Operario de turno	<input type="checkbox"/>	
2	Bueadora - (Planta Camión)	Revisión del estado del matrimonio, piñon de carro transportador, conjunto expandir y sistema polea-cadena. Limpieza Interna	Jaime Delgado	<input type="checkbox"/>	
3	Bueadora - (Planta Camión)	Verificación de funcionamiento correcto del Sistema elevador de llantas.(motor, cable, etc)	Operario de turno	<input type="checkbox"/>	
4	Bueadora - (Planta Camión)	Verificación de la estructura de desfogue, sistema banda-polea (Cuchilla).	Jaime Delgado	<input type="checkbox"/>	
5	Bueadora - (Planta Camión)	Verificación de funcionamiento correcto de válvulas, llaves, mangueras, manómetros y unidades de mantenimiento de aire	Jaime Delgado	<input type="checkbox"/>	
6	Bueadora - (Planta Camión)	Verificación de funcionamiento correcto del control de mando, motores y gabinete eléctrico.(Contactores, Breakers, Interruptores y Pulsantes)	Jaime Delgado	<input type="checkbox"/>	
				<input type="checkbox"/>	
	Responsable Evaluador Operario de Turno	Técnico Evaluador Jaime Delgado	Jefe de Producción Ing. Gabriel Espinoza		

Verificar check list de mantenimiento preventivo.

El jefe de producción debe estar al tanto de las actividades preventivas que se van a ejecutar en el transcurso del día, que máquinas estarán involucradas y quienes serán los responsables.

(Revisar check list y ejecutar las tareas que le correspondan)

El operario debe revisar la lista de actividades y en caso de tener actividades asignadas, tiene que cumplirlas hasta terminar su jornada.

	En el ejemplo propuesto, el operario debe realizar una limpieza externa de la máquina, de las mangas, engrasado general y verificar el estado de las plantillas en la máquina bifeadora.
	<p>Ejecutar trabajos especificados preventivos.</p> <p>El técnico de mantenimiento será el encargado de ejecutar las actividades que se enlistan y son de su competencia, así pues, para el caso debe realizar la:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Revisión del estado del matrimonio, piñón de carro transportador, conjunto expander y sistema polea-cadena. • Limpieza Interna • Verificación de funcionamiento correcto del Sistema elevador de llantas. (motor, cable, etc) • Verificación de la estructura de desfogue, sistema banda-polea (Cuchilla). • Verificación de funcionamiento correcto de válvulas, llaves, mangueras, manómetros y unidades de mantenimiento de aire • Verificación de funcionamiento correcto del control de mando, motores y gabinete eléctrico. (Contactores, Breakers, Interruptores y Pulsantes)
	<p>(¿Existen Observaciones?)</p> <p>El técnico de mantenimiento debe considerar aspectos que surjan en el proceso de ejecución de trabajos específicos preventivos, o percances adicionales que afecten el desarrollo normal del proceso, como la falta de repuestos, no accesibilidad a la máquina o presencia de tareas correctivas, para el ejemplo no existen observaciones.</p>
	<p>(Reportar a jefe de producción)</p> <p>Derivado del paso anterior, en caso de presentarse alguna anomalía, que no sea por fallas correctivas, el técnico encargado debe reportar de manera verbal lo sucedido al jefe de producción, para el ejemplo, se considera que no existen percances adicionales.</p>
	<p>(Comprobar con check list las actividades preventivas de mantenimiento)</p> <p>El jefe de producción comprueba que las actividades se hayan cumplido a cabalidad mediante el check list.</p>

<div>0</div> <div>ISOLLANTA</div> <div>REENCAUCHE AL FRÍO</div>		"CHECK LIST ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO"			<div>Código: F-MAN-06</div> <div>Fecha: 05/08/2024</div> <div>Pág: 01 de 01</div> <div>Revisión: 1</div>	
#	Máquina	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	Responsable	Check	Observaciones	
1	Bufeadora - (Planta Camión)	Limpieza Externa, mangas y engrasado general de la máquina, verificación del estado de las plantillas.	Operario de turno	<input checked="" type="checkbox"/>		
2	Bufeadora - (Planta Camión)	Revisión del estado del matrimonio, piñon de carro transportador, conjunto expander y sistema polea-cadena. Limpieza Interna	Jaime Delgado	<input checked="" type="checkbox"/>		
3	Bufeadora - (Planta Camión)	Verificación de funcionamiento correcto del Sistema elevador de llantas.(motor, cable, etc)	Operario de turno	<input checked="" type="checkbox"/>		
4	Bufeadora - (Planta Camión)	Verificación de la estructura de desfogue, sistema banda-polea (Cuchilla).	Jaime Delgado	<input checked="" type="checkbox"/>		
5	Bufeadora - (Planta Camión)	Verificación de funcionamiento correcto de valvulas, llaves, mangueras, manómetros y unidades de mantenimiento de aire	Jaime Delgado	<input checked="" type="checkbox"/>		
6	Bufeadora - (Planta Camión)	Verificación de funcionamiento correcto del control de mando, motores y gabinete eléctrico.(Contactores, Breakers, Interruptores y Pulsantes)	Jaime Delgado	<input type="checkbox"/>		
				<input type="checkbox"/>		
Responsable Evaluador		Técnico Evaluador		Jefe de Producción		
Operario de Turno		Jaime Delgado		Ing. Gabriel Espinoza		

☐

(Solicita reprogramación)

El jefe de producción de existir tareas preventivas no cumplidas por percances presentados, que no sean tareas correctivas, solicita verbalmente a técnico de mantenimiento se realice la reprogramación de las actividades en el cronograma, así como se tomen acciones para enfrentar dichos problemas.

☐


(Ejecutar procedimiento de mantenimiento correctivo)


El técnico encargado debe ejecutar el procedimiento de mantenimiento correctivo en caso de existir tareas correctivas a las cuales deba darles prioridad.

☐

(Verificar con check list la orden de mantenimiento)


El operario responsable comprueba que las actividades se hayan cumplido a cabalidad mediante el check list.

		"CHECK LIST ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO"			<div>Código: F-MAN-06</div> <div>Fecha: 05/08/2024</div> <div>Pág: 01 de 01</div> <div>Revisión: 1</div>	
#	Máquina	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	Responsable	Check	Observaciones	
1	Bufeadora - (Planta Camión)	Limpieza Externa, mangas y engrasado general de la máquina, verificación del estado de las plantillas.	Operario de turno	<input checked="" type="checkbox"/>		
2	Bufeadora - (Planta Camión)	Revisión del estado del matrimonio, piñon de carro transportador, conjunto expander y sistema polea-cadena. Limpieza Interna	Jaime Delgado	<input checked="" type="checkbox"/>		
3	Bufeadora - (Planta Camión)	Verificación de funcionamiento correcto del Sistema elevador de llantas.(motor, cable, etc)	Operario de turno	<input checked="" type="checkbox"/>		
4	Bufeadora - (Planta Camión)	Verificación de la estructura de desfogue, sistema banda-polea (Cuchilla).	Jaime Delgado	<input checked="" type="checkbox"/>		
5	Bufeadora - (Planta Camión)	Verificación de funcionamiento correcto de valvulas, llaves, mangueras, manómetros y unidades de mantenimiento de aire	Jaime Delgado	<input checked="" type="checkbox"/>		
6	Bufeadora - (Planta Camión)	Verificación de funcionamiento correcto del control de mando, motores y gabinete eléctrico.(Contactores, Breakers, Interruptores y Pulsantes)	Jaime Delgado	<input type="checkbox"/>		
				<input type="checkbox"/>		
Responsable Evaluador Operario de Turno		Técnico Evaluador Jaime Delgado		Jefe de Producción Ing. Gabriel Espinoza		




(¿Se cumple con las actividades?)

El operario responsable debe considerar si las actividades del check list se cumplen, debe existir sincronía con la verificación del jefe de producción, de no ser el caso, habrá que indagar sobre las diferencias.



(Reportar a gerencia de plata)

El operario responsable debe, en caso de presentarse alguna anomalía en el cumplimiento de las actividades registradas en el check list, reportar de manera verbal lo sucedido al jefe de producción, para el ejemplo, se considera que no existen percances adicionales.



(Actualizar el cronograma de mantenimiento y repuestos)

El técnico de mantenimiento debe actualizar el cronograma, definiendo tareas ejecutadas, reprogramadas, no ejecutadas y pendientes. Del mismo modo, se debe actualizar el inventario de repuestos en caso de haber utilizado alguno de estos.

En el ejemplo, no se utilizaron repuestos y tampoco se reprogramaron actividades.

Programados (PR)	2624
Ejecutados (E)	181
Reprogramados (R)	50
No Ejecutados (N)	12
Pendientes (P)	2431

Actividad	Día de inicio
Limpieza Externa, mangas y engrasado general de la máquina, verificación del estado de las plantillas.	lu 05/08/24
Revisión del estado del matrimonio, piñón de carro transportador, conjunto expandir y sistema polea-cadena. Limpieza Interna	lu 05/08/24
Verificación de funcionamiento correcto del Sistema elevador de llantas.(motor, cable, etc)	lu 05/08/24
Verificación de la estructura de desfogue, sistema banda-polea (Cuchilla).	lu 05/08/24
Verificación de funcionamiento correcto de valvulas, llaves, mangueras, manómetros y unidades de mantenimiento de aire	lu 05/08/24
Verificación de funcionamiento correcto del control de mando, motores y gabinete eléctrico.(Contactores, Breakers, Interruptores y Pulsantes)	lu 05/08/24

SALIDAS

BUSCAR

DESCRIPCIÓN

Tipo

FECHA

FACTURA

CÓDIGO

CANTIDAD DE SALIDAS

ENTRADAS

→

Inventario

→

SALIDAS

→

[Icono de Salida]

Cód	Equipo	Actividad	Día de inicio	Frecuencia	PR	E	R	N	P	Cumplimiento	Efectividad	Proximo Mnnto	Faltan días	RESPONSABLE
001	Buefadora - (Planta Camión)	Limpieza Externa, mangas y engrasado general de la máquina, verificación del estado de las plantillas.	lu 05/08/24	Semanal	53	4	0	0	49	100%	100%	lu 02/09/24	101	Operario de turno
001	Buefadora - (Planta Camión)	Revisión del estado del matrimonio, piñón de carro transportador, conjunto expandir y sistema polea-cadena. Limpieza Interna	lu 05/08/24	Semanal	53	2	0	0	51	100%	100%	lu 19/08/24	87	Jaime Delgado
001	Buefadora - (Planta Camión)	Verificación de funcionamiento correcto del Sistema elevador de llantas (motor, cable, etc)	lu 05/08/24	Quincenal	25	3	0	0	22	100%	100%	ju 19/09/24	118	Operario de turno
001	Buefadora - (Planta Camión)	Verificación de la estructura de desfogue, sistema banda-polea (Cuchilla).	lu 05/08/24	Bimestral	7	2	0	0	5	100%	100%	ma 03/12/24	193	Jaime Delgado
001	Buefadora - (Planta Camión)	Verificación de funcionamiento correcto de valvulas, llaves, mangueras, manómetros y unidades de mantenimiento de aire	lu 05/08/24	Quincenal	25	3	0	0	22	100%	100%	ju 19/09/24	118	Jaime Delgado
001	Buefadora - (Planta Camión)	Verificación de funcionamiento correcto del control de mando, motores y gabinete eléctrico.(Contactores, Breakers, Interruptores y Pulsantes)	lu 05/08/24	Mensual	13	3	0	0	10	100%	100%	do 03/11/24	163	Jaime Delgado

(Fin)

Fin de proceso de mantenimiento preventivo.

Fuente: Elaboración propia

Se considera al mantenimiento autónomo como parte fundamental del enfoque preventivo del sistema de gestión propuesto, de esta manera, se pretende que los colaboradores asuman responsabilidades de cuidado y mantenimiento de las máquinas o equipos que operan.

Entre las tareas incluyen, limpieza posoperación, afilado de herramientas, calibraciones básicas, verificación de ruidos anormales, verificación de unidades de mantenimiento, control de temperaturas, identificación de fugas de aceite, lubricantes, etc.

4.2.2. Documentación del proceso

Los documentos necesarios que intervienen en el sistema de gestión de mantenimiento propuesto son:

4.2.2.1. Ficha Técnica

Este documento proporciona información sobre características generales, dimensiones, proveedores, requerimientos de instalación y operación, con el fin de ofrecer una visión general y precisa de la máquina, ver Figura 5.

Figura 5. Documento ficha técnica.


ISOLLANTA		Ficha Técnica		No. Código Revisión	001 F-MAN-02 001
Nombre del Equipo		Código		Dependencia	
Marca		Modelo		Serie	
Ubicación		Uso			
Proveedor			Documentos:		
Dirección:			Planos:		
Email:			Manuales:		
Teléfono:					
Dimensiones, características generales			Imagen		
Requerimientos específicos de instalación y operación:					
Revisión					
Elaborado por:			Aprobado por:		
Cargo:			Cargo:		
Nombre:			Nombre:		
Firma:			Firma:		
Revisado por: Ing. Gabriel Espinosa					
Fecha:					
Firma:					

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2.2. Orden de trabajo

Este documento recaba información de la solicitud de trabajo que es expedida por el operario por medio del formulario correspondiente y los datos de mantenimiento proporcionados por el técnico encargado, así mismo haciendo uso del formulario adecuado, la orden de mantenimiento propuesta se adapta las necesidades del sistema y tiene como fin detallar formalmente las tareas que deben llevarse a cabo, ver Figura 6.

Figura 6. Documento de orden de trabajo.


		Orden de trabajo		# Orden	001
				Pág	01 de 01
				Revisión:	001
				Código:	F-MAN-03
Solicitud de trabajo - Datos del daño					
Equipo		Fecha:		Hora:	
Solicitante				Código	
Descripción del problema:					
Datos del Mantenimiento correctivo					
Equipo		Fecha:		Hora Inicio	
Responsable				Hora Fin	
Código				Duración	
Descripción del trabajo a ser realizado					
Piezas utilizadas en el trabajo					
Cantidad	Descripción				
Observaciones					
Revisión					
Elaborado por:			Aprobado por:		
Cargo:			Cargo:		
Nombre:			Nombre:		
Firma:			Firma:		
Revisado por: Ing. Gabriel Espinosa					
Fecha:					
Firma:					

Fuente: Elaboración Propia

4.2.2.3. Reporte de análisis de averías

Es fundamental para la gestión de mantenimiento analizar las averías que sean presentado, con el fin de identificar causas y consecuencias, así como también la naturaleza de los fallos y las soluciones para resolver los problemas, de esta forma se pretende estar preparados en caso de repetirse acontecimientos similares, ver Figura 7.


Figura 7. Documento de reporte de análisis de averías.

		Reporte del proceso - Análisis de Averías		#	001
				Pág	01 de 01
				Revisión:	001
				Código:	F-MAN-04
Identificación					
Equipo		Fecha:		# Orden	
Críticidad	Crítica <input type="checkbox"/>	Importante	<input type="checkbox"/>		
	Normal <input type="checkbox"/>	Poco importante	<input type="checkbox"/>		
Consecuencia				Avería	
Producción	<input type="checkbox"/> Sin consecuencias <input type="checkbox"/> Breve <input type="checkbox"/> Sin daños <input type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/> Puntual <input type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/> Menor	<input type="checkbox"/> Bajo Rendimiento <input type="checkbox"/> Largo <input type="checkbox"/> Posible lesión <input type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/> Ocasional <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Significativo	<input type="checkbox"/> Parada <input type="checkbox"/> Muy Largo <input type="checkbox"/> Riesgo grave <input type="checkbox"/> Alto <input type="checkbox"/> Frecuente <input type="checkbox"/> Alto <input type="checkbox"/> Crítico	Naturaleza <input type="checkbox"/> Mecánica <input type="checkbox"/> Eléctrica <input type="checkbox"/> Hidráulica <input type="checkbox"/> Neumática Tipos de fallo <input type="checkbox"/> Total <input type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Progresivo <input type="checkbox"/> Súbito	
Diagnóstico					
Causas Intrínsecas			Causas Extrínsecas		
Fallo del material <input type="checkbox"/> Desgaste <input type="checkbox"/> Corrosión <input type="checkbox"/> Fatiga <input type="checkbox"/> Desajuste <input type="checkbox"/> Otras <input type="checkbox"/> Mal Diseño <input type="checkbox"/> Mal Montaje <input type="checkbox"/> Mal Mantenimiento <input type="checkbox"/>			Mala Utilización <input type="checkbox"/> Accidente <input type="checkbox"/> No respetar instrucciones <input type="checkbox"/> Falta de procedimientos escritos <input type="checkbox"/> Error en procedimientos <input type="checkbox"/> Falta de limpieza <input type="checkbox"/> Coordinación <input type="checkbox"/> Organización/Gestión <input type="checkbox"/> Otras causas externas <input type="checkbox"/>		
Solución					
Para resolver la avería					
Para evitar su repetición					
Revisión					
Elaborado por:			Aprobado por:		
Cargo:			Cargo:		
Nombre:			Nombre:		
Firma:			Firma:		
Revisado por: Ing. Gabriel Espinosa					
Fecha:					
Firma:					

Fuente: Elaboración Propia

En este documento se registran los hechos suscitados sobre una máquina o equipo, con el fin de mantener una trazabilidad de intervenciones que permitan diagnosticar problemas recurrentes, obtener indicadores de mantenimiento, gestionar repuestos y mejorar continuamente, ver Figura 8.

Figura 8. Documento de historial de incidencias.


		<h1>Historial de incidencias</h1>				Código		F-MAN-05							
						Edición									
<h2>Identidad del Equipo</h2>						<h2>Componentes</h2>									
Nombre		<input type="text"/>		Código		<input type="text"/>		Eléctrico		<input type="text"/>					
Marca		<input type="text"/>		Modelo		<input type="text"/>		Neumático		<input type="text"/>					
Año de Fabricación		<input type="text"/>		Voltaje		<input type="text"/>		Hidráulico		<input type="text"/>					
Ubicación		<input type="text"/>		Corriente		<input type="text"/>		Electrónico		<input type="text"/>					
Uso		<input type="text"/>		Potencia		<input type="text"/>		Mecánico		<input type="text"/>					
				Prioridad		<input type="text"/>		Informático		<input type="text"/>					
				Alimentación		<input type="text"/>		Térmico		<input type="text"/>					
<h3>CARACTERÍSTICAS DE LOS MOTORES/BOMBAS</h3>															
ITEM		DESCRIPCIÓN		MODELO		VOLT		AMP		ALIMENTACIÓN		H.P		R.M.P	
# Orden de Trabajo		Fecha/Hora Ingreso		Descripción del problema		Fecha/Hora Salida		Procedimiento Ejecutado		Repuestos Involucrados		Observaciones			
<h3>Revisión</h3>															
Elaborado por:								Aprobado por:							
Cargo:								Cargo:							
Nombre:								Nombre:							
Firma:								Firma:							
Revisado por: Ing. Gabriel Espinosa															
Fecha:															
Firma:															

Fuente: Elaboración Propia.

4.2.2.5. Check list diario de actividades de mantenimiento preventivo

Este documento generado diariamente y emergente del cronograma de mantenimiento preventivo es crucial para garantizar que se ejecuten todas las tareas preventivas necesarias para mantener en óptimas condiciones una maquina o equipo, ver Figura 9.

Figura 9. Check list de actividades de mantenimiento preventivo.


		"CHECK LIST DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO"			Código: F-MAN-06 Fecha: Pág 01 de 01 Revisión 1	
#	Máquina	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	Responsable	Check	Observaciones	
1				<input type="checkbox"/>		
2				<input type="checkbox"/>		
3				<input type="checkbox"/>		
4				<input type="checkbox"/>		
5				<input type="checkbox"/>		
6				<input type="checkbox"/>		
7				<input type="checkbox"/>		
8				<input type="checkbox"/>		
9				<input type="checkbox"/>		
10				<input type="checkbox"/>		
11				<input type="checkbox"/>		
12				<input type="checkbox"/>		
<div style="text-align: center;">_____</div> Operario de Turno		<div style="text-align: center;">_____</div> Técnico de mantenimiento Jaime Delgado		<div style="text-align: center;">_____</div> Jefe de Producción Ing. Gabriel Espinoza		
Revisión						
Elaborado Cargo: Nombre: Firma:			Aprobado por: Cargo: Nombre: Firma:			
Revisado por: Ing. Gabriel Espinoza Fecha: Firma:						

Fuente: Elaboración Propia

4.2.2.6. Instructivo de procedimientos de mantenimiento

En este documento se constituyen los instructivos de procedimientos específicos de mantenimiento que permita a los interesados guiarse en los pasos a seguir para tareas de mantenimiento ya sean preventivas o correctivas, se busca resguardar el conocimiento para fortalecer el sistema de gestión, ver Figura 10.

Figura 10. Instructivo de procedimientos de mantenimiento.

		Instructivo de procedimientos de mantenimiento		# 001 Pág 01 de 01 Revisión: 001 Código: F-MAN-07
1. Objetivo		2. Alcance		
3. Responsabilidades		4. Control de revisiones		
5. Abreviaturas y definiciones				
6. Descripción del procedimiento				
7. Repuestos				
8. Suministros y Herramientas				
Revisión				
Elaborado por: Cargo: Nombre: Firma:		Aprobado por: Cargo: Nombre: Firma:		
Revisado por: Ing. Gabriel Espinosa Fecha: Firma:				

Fuente: Elaboración propia

4.2.3. Indicadores de mantenimiento

Los indicadores de gestión utilizados para medir y evaluar diferentes aspectos de mantenimiento son: Tiempo medio entre fallas, Tiempo medio para reparaciones, Disponibilidad y Confiabilidad. Estos indicadores buscan proporcionar información cuantitativa sobre las máquinas de manera que sirva para tomar decisiones sobre las prácticas de mantenimiento y de esta forma mejorar continuamente la eficiencia y eficacia del sistema de gestión, a continuación, se detalla cada indicador:

4.2.3.1. Tiempo medio entre fallas (TMEF)

Es un indicador clave que proporciona información para la planificación del mantenimiento, un TMEF bajo sugiere que el equipo tiene una mayor propensión a experimentar fallas con más frecuencia, mientras que un TMEF alto indica una mayor confiabilidad del equipo, ver Figura 11.

Figura 11. Tiempo medio entre fallas (TMEF).

Indicador	Tiempo medio entre fallas (TMEF)
Tipo	Indicador de Gestión
Objetivo	Indicar el intervalo de tiempo más probable entre el arranque del equipo y la aparición de una falla, es decir, es el tiempo promedio transcurrido hasta la llegada de una falla.
Cálculo	$TMEF = \frac{\text{Tiempo total de trabajo en buen estado}}{\text{N. de averías}} \text{ h, minutos, días.}$
Meta	Se considera empíricamente 1 año.
Mínimo esperado	Se considera empíricamente 3 meses.
Revisión	Cada 15 días
Responsable de Cumplimiento	Técnico de mantenimiento
Responsable de datos reales	Técnico de mantenimiento y operarios

Fuente: Elaboración propia

4.2.3.2. Tiempo medio para reparación (TMPR)

Indicador importante para evaluar la capacidad del sistema de mantenimiento para restaurar la funcionalidad de un sistema o equipo después de una falla. Un MTTR bajo indica que la organización puede reparar rápidamente las fallas y restaurar la funcionalidad del equipo, lo que mejora la disponibilidad operativa. Por otro lado, un MTTR alto puede indicar problemas en el proceso de mantenimiento, como tiempos de diagnóstico prolongados, falta de disponibilidad de piezas de repuesto o ineficiencias en la ejecución de las reparaciones, ver Figura 12.

Figura 12. Tiempo medio para reparación (TMPR).

Indicador	Tiempo medio para reparación (TMPR)
Tipo	Indicador de Gestión
Objetivo	Medir la efectividad en restituir la unidad a las condiciones óptimas de operación una vez que la unidad se encuentra fuera de servicio por falla, dentro de un periodo de tiempo determinado.
Cálculo	$TMPR = \frac{\text{N. de horas de paro por averías (Tiempo de reparación)}}{\text{N. de averías}}$
Meta	Se considera empíricamente 2 horas.
Mínimo esperado	Se considera empíricamente 2 días.
Revisión	Cada 15 días
Responsable de Cumplimiento	Técnico de mantenimiento
Responsable de datos reales	Técnico de mantenimiento y operarios

Fuente: Elaboración propia

4.2.3.3. Disponibilidad

Este indicador proporciona información referente al tiempo durante el cual un equipo está en condiciones de operar correctamente y realizar su función deseada. Un alto nivel de disponibilidad indica que los equipos están funcionando bien y que el mantenimiento está siendo efectivo en minimizar los tiempos de inactividad no planificados, en cambio, un nivel bajo disponibilidad puede indicar problemas en el rendimiento del equipo o en la gestión del mantenimiento, ver Figura 13.

Figura 13. Disponibilidad.

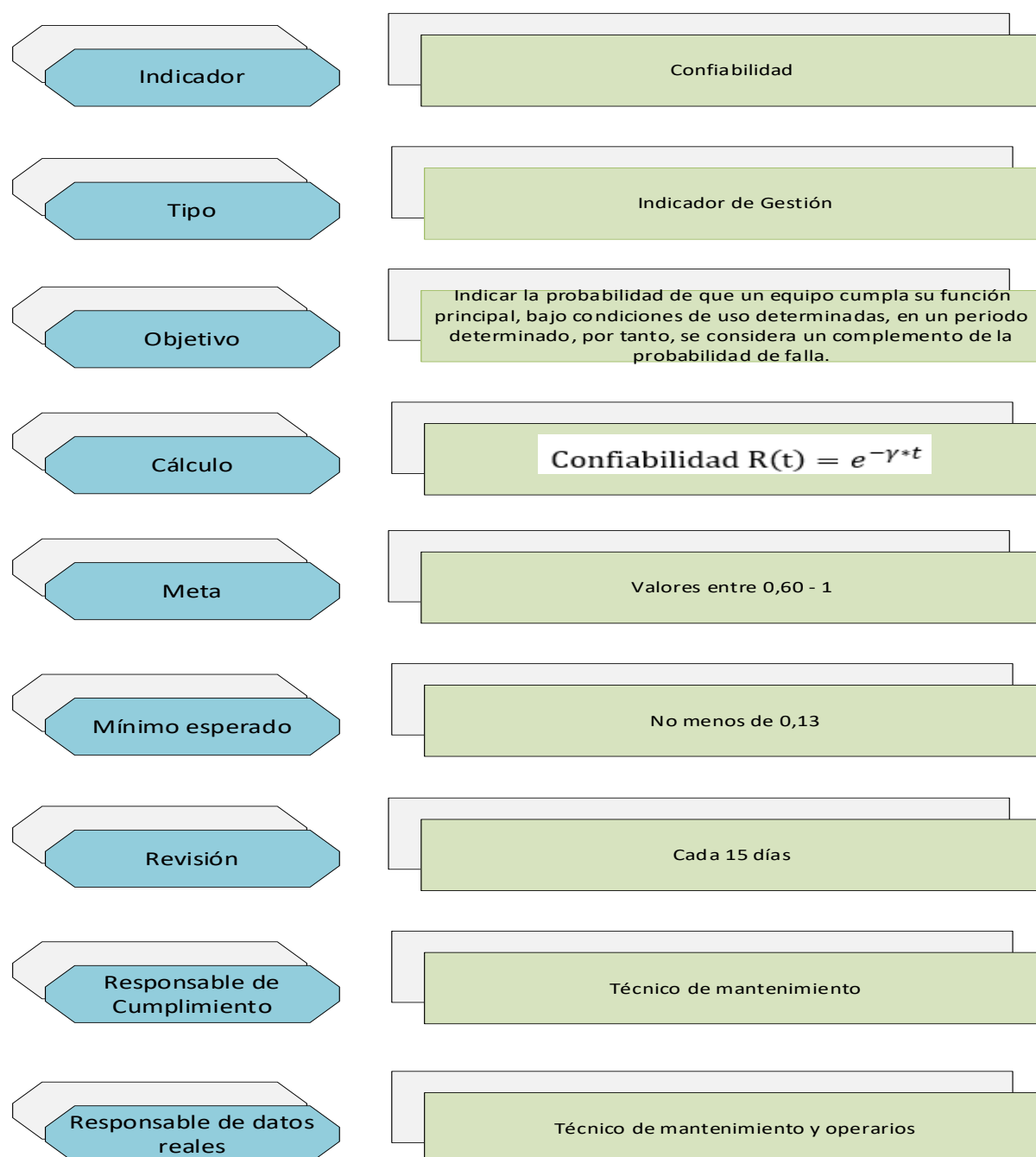
Indicador	Disponibilidad
Tipo	Indicador de Gestión
Objetivo	Estimar de forma global el porcentaje de tiempo total que se puede esperar que un equipo esté disponible para cumplir la función principal para el cual fue destinado.
Cálculo	$\text{Disponibilidad por avería} = \frac{TMEF - TMPR}{TMEF} * 100$
Meta	Se considera 100 %
Mínimo esperado	Se considera 97,82 %.
Revisión	Cada 15 días
Responsable de Cumplimiento	Técnico de mantenimiento
Responsable de datos reales	Técnico de mantenimiento y operarios

Fuente: Elaboración propia

4.2.3.4. Confiabilidad

Indica la capacidad de una máquina para operar de manera confiable y continua, el periodo de tiempo sobre el cual se calcula este indicador es 6 meses (183 días), los resultados se comprenden en un intervalo de 0 a 1, considerando valores altos a aquellos mayores a 0,6 y niveles bajos a los que sean menores a 0,13, valores obtenidos de la meta y mínimo esperado del indicador tiempo medio entre fallas, ver Figura 14.

Figura 14. Confiabilidad.



Fuente: Elaboración propia

4.2.4. Plan anual de mantenimiento preventivo

El plan de mantenimiento propuesto está diseñado para realizar mantenimientos regulares preventivos, se partió de la identificación de equipos críticos, se analizan los modos de fallas y efectos en base a un cuestionario realizado a los operarios de las máquinas, que son los que tienen experticia sobre las necesidades de mantenimiento en sus respectivos espacios de trabajo, con la información recabada se construye el cronograma de actividades, donde se define la frecuencia e indicadores de cumplimiento y efectividad.

4.2.4.1. Identificación de equipos críticos

La identificación de las máquinas en cuanto a su condición crítica se utiliza para evaluar y priorizar la importancia relativa de los equipos, con el fin de focalizar los recursos de mantenimiento en los activos más críticos para la organización. Junto con el técnico de mantenimiento se determina la criticidad del equipamiento industrial aplicando criterios establecidos en la norma SAE JA1012, de esta forma se define a la criticidad como:

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} \times \text{Consecuencias}$$

La consecuencia se asocia a la sumatoria de factores como el impacto operacional, flexibilidad operacional, costo de mantenimiento, impacto en seguridad y medio ambiente. Sin embargo, para el estudio se analizó únicamente 3 factores: Impacto operacional, Flexibilidad operacional y se añade tiempo de duración empírico de mantenimiento correctivo como un nuevo factor de análisis.

En la Tabla 8, se muestran los factores con sus respectivas ponderaciones:

Tabla 8. Tabla de ponderaciones para análisis de la criticidad.

Tabla de Ponderaciones		
Factor	Nivel	Ponderación
Frecuencia	Igual o más 8 (trimestral)	5
	Entre 6 y 7 (trimestral)	4
	Entre 4 y 5 (trimestral)	3
	Entre 2 y 3 (trimestral)	2
	Menos de 2 (trimestral)	1
Impacto Operacional	Parada inmediata de toda la planta o la línea de producción principal	5
	Parada de un sector de la línea de Producción	3
	No genera efecto significativo sobre la Producción	1

Flexibilidad Operacional	No existe opción de producción	5
	Existe opción de respaldo compartido	3
	Existe opción de respaldo	1
Tiempo de Duración		
Empírico	Igual o Mas de un día	5
Mantenimiento	Medio día	3
Correctivo	Menos de 2 horas	2

Fuente: (Castañeda, 2017)

De acuerdo con la Tabla 9. se clasifica el nivel de criticidad según el puntaje obtenido por la máquina.

Tabla 9. Tabla de clasificación de niveles de criticidad.

Puntuación	Nivel de criticidad
15 - Más	Crítico
10 - 14	Importante
0 - 9	Prescindible

Fuente: (Castañeda, 2017)

Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 10, donde se indica su valor de riesgo y la categoría de criticidad a la que pertenecen, además se representan los resultados en un diagrama de barras, ver Figura 15.

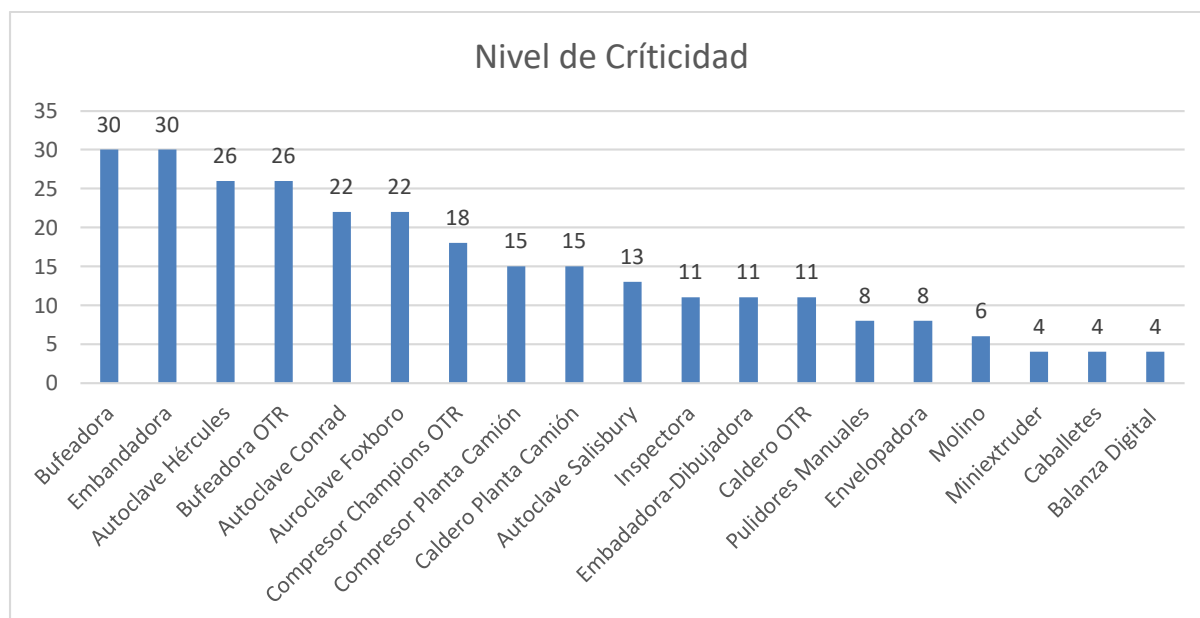
Tabla 10. Tabla de clasificación de criticidad según su nivel de riesgo.

Maquinaria / Equipo	Frecuencia	Impacto Operacional	Flexibilidad Operacional	Tiempo de Duración de Mantenimiento	Valor de Riesgo	Nivel de Criticidad
Bufadora	2	5	5	5	30	Crítico
Embandadora	2	5	5	5	30	Crítico
Autoclave Hércules	2	5	3	5	26	Crítico
Bufadora OTR	2	3	5	5	26	Crítico
Autoclave Conrad	2	3	5	3	22	Crítico
Autoclave Foxboro	2	3	5	3	22	Crítico
Compresor Champions OTR	2	3	3	3	18	Crítico

Compresor						
Planta	1	5	5	5	15	Critico
Camión						
Caldero						
Planta	1	5	5	5	15	Critico
Camión						
Autoclave	1	5	3	5	13	Importante
Salisbury						
Inspectora	1	3	5	3	11	Importante
Embadadora	1	3	5	3	11	Importante
-Dibujadora						
Caldero	1	3	3	5	11	Importante
OTR						
Pulidores	2	1	1	2	8	Prescindible
Manuales						
Envelopadora	1	3	3	2	8	Prescindible
Molino	1	3	1	2	6	Prescindible
Miniextruder	1	1	1	2	4	Prescindible
Caballetes	1	1	1	2	4	Prescindible
Balanza	1	1	1	2	4	Prescindible
Digital						

Fuente: (Castañeda, 2017)

Figura 15. Nivel de criticidad de las máquinas.



Fuente: Elaboración propia

Según los resultados obtenidos, se tienen 9 máquinas críticas, 4 importantes y 6 prescindibles, siendo 30 la mayor puntuación perteneciente a las máquinas Bufeadora y

Embandadora de la línea planta camión, la línea de llantas más productiva de la organización. Por otro lado, con menor puntuación tenemos a los miniextruder, caballetes y a la balanza digital, equipos que tienen un nivel bajo de frecuencia de daño, impacto y flexibilidad operacional.

Con esta clasificación se pretende focalizar los esfuerzos del departamento de mantenimiento en aquellos equipos que presenten mayor nivel de criticidad, de esta forma, en el cronograma de actividades preventivas asignar periodos de mantenimiento más cortos y prestar especial atención en los modos de falla y efectos, así como también a la gestión de repuestos.

4.2.4.2. Análisis de modos de falla y efectos (AMEF)

Para identificar y evaluar los posibles modos de falla de los equipos, así como sus efectos se realizó un cuestionario de 5 preguntas, que fueron respondidas por 19 operarios que operan diferentes máquinas en la empresa. Los resultados se adjuntan en el enlace del Anexo D.

En la Figura 16, se presenta el formato utilizado para recoger información y se anexa un ejemplo del cuestionario aplicado a uno de los operarios con más tiempo en la empresa. (ver anexo A)

Figura 16. Cuestionario para la recolección de información del análisis de modos de fallas y efectos.

AMEF - Análisis de modos de falla y efectos			
Nombre:			
¿Marque con una x la máquina que opera?			
Inspectora	<input type="checkbox"/> Bufeadora	<input type="checkbox"/> Pulidores Manuales	<input type="checkbox"/>
Miniextruder	<input type="checkbox"/> Embandadora	<input type="checkbox"/> Envelopadora	<input type="checkbox"/>
Autoclave Hércules	<input type="checkbox"/> Autoclave Salisbury	<input type="checkbox"/> Caballete	<input type="checkbox"/>
Bufeadora OTR	<input type="checkbox"/> Molino	<input type="checkbox"/> Balanza	<input type="checkbox"/>
Autoclave Foxboro	<input type="checkbox"/> Autoclave Condra	<input type="checkbox"/> Dibujadora OTR	<input type="checkbox"/>
¿Cuáles son las fallas que presenta o puede presentar el equipo o maquinaria?			
¿Cuál o cuáles cree usted que fueron sus causas?			
¿Cada cuánto ocurre?			
¿Cuál cree usted que serían las consecuencias de dicho fallo?			
¿Qué medidas o acciones se deben tomar para prevenir estas fallas?			

Fuente: Elaboración propia.

Por medio de los resultados del cuestionario y un nivel de riesgo determinado por la multiplicación de tres criterios: gravedad, detección y ocurrencia se trata de optimizar el mantenimiento preventivo, abordando específicamente modos de fallas con mayor riesgo para priorizar acciones de mitigación. En la Tabla 11, se muestra las escalas para criterios de gravedad, en la Tabla 12 de detección y en la Tabla 13 los correspondientes a ocurrencia.

Tabla 11. Escalas de criterios de gravedad (G).

Gravedad del efecto	Clasificación	Criterio
Peligrosa	10	Afecta seguridad trabajador
Crítica	9	Peligro con advertencia
Muy alta	8	Pérdida de la función
Alta	7	Función reducida
Media	6	Opera con deficiencias mayores
Baja	5	Opera con deficiencias menores
Muy baja	4	Defectos muy notables
Despreciable	3	Defectos notables
Casi ninguna	2	Defectos poco notables
Ninguna o menor	1	No existe el efecto, sin consecuencias.

Fuente: (Quinde, 2010)

Tabla 12. Escalas de criterios de detección (D).

Criterio de detección	Clasificación	Probabilidad de llegar al cliente
Casi imposible	10	0,82 a 1
Muy remota	9	0,72 a 0,82
Remota	8	0,62 a 0,72
Muy baja	7	0,52 a 0,62
Baja	6	0,42 a 0,52
Media	5	0,32 a 0,42
Media alta	4	0,22 a 0,32
Alta	3	0,12 a 0,22
Muy alta	2	0,02 a 0,12
Casi cierta	1	0 a 0,02

Fuente: (Quinde, 2010)

Tabla 13. Escalas de criterios de ocurrencia (O).

Ocurrencia	Clasificación	Tasa de falla
Casi cierta	10	Más de 1 en 2
Muy alta	9	1 en 3
Alta	8	1 en 8
Moderada alta	7	1 en 20
Media	6	1 en 50
Baja	5	1 en 100
Muy baja	4	1 en 400
Despreciable	3	1 en 800
Remota	2	1 en 900
Casi imposible	1	1 en 1000

Fuente: (Quinde, 2010)

En la Tabla 14, se muestran los resultados del “Análisis de modos de falla y efectos” (AMEF) de la máquina Bufeadora, la falla contaminación de residuos neumáticos prevalece sobre las demás con un puntaje de 120, en la Tabla 15, de la máquina Embandadora, el modo de falla con mayor ponderación es el desajuste de la cadena del motor, por otro lado, en la Tabla 16, la autoclave Hércules refleja que la falla mangueras de vacío deterioradas tiene mayor riesgo.

En cuanto a la máquina Bufeadora de OTR, la falla mayor es que el sistema de absorción de humo no funciona ver Tabla 17, mientras que en la Tabla 18, la falla desalineación del eje del autoclave Foxboro tiene un nivel de 175 en riesgo, superando a las demás, al igual que en la Tabla 19, de la máquina autoclave Conrad, los filtros de aire sucios como modo de falla de la máquina compresor de planta camión es que el tiene mayor riesgo, ver Tabla 20, al igual que el compresor champions de OTR que se encuentra con la Tabla 21, por último, en la Tabla 22, el modo de falla obstrucción de los orificios de los quemadores tiene mayor nivel de riesgo.

Tabla 14. Análisis de modos de falla y efectos de la Bufeadora de planta camión.


Modos de falla y efectos. (AMEF)	Área: Bufeado
	Equipo: Bufeadora



Responsable: Jaime Delgado

CÓDIGO	FUNCIÓN	PRINCIPALES FALLAS FUNCIONALES	MODOS DE FALLA	EFFECTO POTENCIAL	(G)	(D)	(O)	NIVEL DE RIESGO
001	Raspado, bufeado de llantas	Mecánicas	Desgaste del piñón de avance del carro transportador	Entorpecimiento del avance del carro	8	3	4	96
			Mangas deterioradas	Acumulación de residuos e impedimento del avance del carro transportador	5	4	5	100
		Eléctricas	Desbalanceo del expandir	Desviación radial en el raspado de llantas	7	4	4	112
			Contaminación de residuos neumáticos, (guardapolvos roto)	Acumulación en contactores y posterior impedimento del funcionamiento correcto	5	4	6	120


Fuente: Elaboración propia**Tabla 15.** Análisis de modos de falla y efectos de la Embandadora.

	Modos de falla y efectos. (AMEF)	Área: Embandado							
		Equipo: Embandadora							
		Responsable: Jaime Delgado							
CÓDIGO	FUNCIÓN	PRINCIPAL FALLA FUNCIONAL	MODOS DE FALLA	EFFECTO POTENCIAL	(G)	(D)	(O)	NIVEL DE RIESGO	
005		Mecánicas	Rotura de expansores por desgaste	Impedimento para montar las carcasas, paro de producción	8	1	3	24	

Embanda do de llantas	Desajuste de la cadena del motor	Deja de funcionar la máquina, paro de producción	8	2	2	32
-----------------------------	--	--	---	---	---	----


Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Análisis de modos de falla y efectos de Autoclave Hércules.

 Modos de falla y efectos. (AMEF)		Área: Vulcanizado						
		Equipo: Autoclave Hércules						
		Responsable: Jaime Delgado						
CÓDIGO	FUNCIÓN	PRINCIPALES FALLAS FUNCIONALES	MODOS DE FALLA	EFECTO POTENCIAL	(G)	(D)	(O)	NIVEL DE RIESG
006	Vulcanización de llantas	Neumáticas	Mangueras de vacío deterioradas	Principio de envelope defectuoso	8	3	4	96
			Pérdida de succión o vacío insuficiente	Defectos en el vulcanizado	7	4	5	140
			Bujes deteriorados	Fugas de aire, lo que provoca productos con defectos de vulcanizado	6	3	5	90
		Térmicas	Conductos de vapor en mal estado	Fugas de vapor, cae la presión por que baja la temperatura	6	2	5	60
		Eléctricas	Motor ventilador sin las revoluciones necesarias para ventilar	El vapor no se distribuye por la cámara de la autoclave.	6	4	3	72

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Análisis de modos de falla y efectos de la Bufeadora de OTR.

 Modos de falla y efectos. (AMEF)		Área: Bufeado					
		Equipo: Bufeadora					
		Responsable: Jaime Delgado					

CÓDIGO	FUNCIÓN	PRINCIPALES FALLAS FUNCIONALES	MODOS DE FALLA	EFFECTO POTENCIAL	(G)	(D)	(O)	NIVEL DE RIESGO
016	Raspado/ Bufado de llantas OTR	Mecánicas	Sistema de absorción de humo no funciona. Contaminación de residuos neumáticos, (guardapolvos roto)	Conglomeración de humo al interior de la planta. Acumulación en contactores, impedimento del funcionamiento correcto	10	5	10	500
		Eléctricas			6	4	6	144

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Análisis de modos de falla y efectos de Autoclave Foxboro de OTR.

		Área: Vulcanizado OTR						
		Equipo: Autoclave Foxboro OTR						
		Responsable: Jaime Delgado						
CÓDIGO	FUNCIÓN	PRINCIPALES FALLAS FUNCIONALES	MODOS DE FALLA	EFFECTO POTENCIAL	(G)	(D)	(O)	NIVEL DE RIESGO
021	Vulcanizado de llantas OTR	Mecánicas	Roturas de empaques	Vulcanización defectuosa	7	4	5	140
			Desalineación del eje	Vibraciones excesivas y un desgaste prematuro de los componentes.	7	5	5	175

Fuente: Elaboración propia


Tabla 19. Análisis de modos de falla y efectos de Autoclave Conrad de OTR.

		Área: Vulcanizado OTR						
		Equipo: Autoclave Conrad OTR						
		Responsable: Jaime Delgado						
CÓDIGO	FUNCIÓN	PRINCIPALES FALLAS FUNCIONALES	MODOS DE FALLA	EFFECTO POTENCIAL	(G)	(D)	(O)	NIVEL DE RIESGO
		Térmicas	Válvulas defectuosas	Fugas de vapor.	6	3	6	108

026	Vulcanizado de llantas OTR	Variación no controlada de temperatura	Exceso o falta de temperatura requerida.	7	4	4	112
	Mecánicas	Desalineación del eje	Vibraciones excesivas desgaste prematuro de los componentes	7	5	5	175


Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Análisis de modos de falla y efectos de Compresor de planta camión.

	Modos de falla y efectos. (AMEF)	Área: Máquinas						
		Equipo: Compresor de planta camión						
		Responsable: Jaime Delgado						
		PRINCIPALES FALLAS FUNCIONALES	MODOS DE FALLA	EFFECTO POTENCIAL	(G)	(D)	(O)	NIVEL DE RIESGO
011	Generación de Aire	Neumática	Filtros de aire sucios y obstruidos	Sobrecalentamiento del compresor	6	3	4	72
		Térmica	Radiador sucio y con obstrucción	Aumento de la temperatura	3	4	6	72
		Mecánicas	Desgaste acelerado de componentes por bajos niveles de aceite	Pérdida gradual de la función.	5	3	4	60

Fuente: Elaboración propia


Tabla 21. Análisis de modos de falla y efectos de Compresor Champions de OTR.

	Modos de falla y efectos. (AMEF)	Área: Máquinas						
		Equipo: Compresor Champions de OTR						
		Responsable: Jaime Delgado						
		PRINCIPALES FALLAS FUNCIONALES	MODOS DE FALLA	EFFECTO POTENCIAL	(G)	(D)	(O)	NIVEL DE RIESGO

022	Generación de Aire	Neumática	Filtros de aire sucios y obstruidos	Sobrecalentamiento del compresor	6	3	4	72
		Térmica	Radiador sucio y con obstrucción	Aumento de la temperatura	3	4	6	72
		Mecánicas	Desgaste acelerado componentes por bajos niveles de aceite	Pérdida gradual de la función.	5	3	4	60

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22. Análisis de modos de falla y efectos de Caldero de planta camión.

 Modos de falla y efectos. (AMEF)			Área: Área de máquinas					
			Equipo: Caldero					
			Responsable: Jaime Delgado					
CÓDIGO	FUNCIÓN	PRINCIPALES FALLAS FUNCIONALES	MODOS DE FALLA	EFEECTO POTENCIAL	(G)	(D)	(O)	NIVEL DE RIESGO
012	Generador de Vapor	Termodinámicos/sistemas de vapor	Válvula de alivio de presión errada.	Sobrepresión del caldero, posible explosión	10	5	1	50
			Niveles de agua no adecuado	Disminución de eficiencia térmica/ Daños en las superficies metálicas internas	7	3	4	84
			Obstrucción de los orificios de los quemador	Combustión incompleta, rendimiento deficiente del quemador	7	6	4	168
		Eléctricas	Contacto del PLC desgastado	Arranque automático defectuoso	6	4	6	144

Fuente: Elaboración propia

Las fallas con mayor nivel de riesgo en las máquinas críticas son: en la bifeadora la contaminación de residuos neumáticos en contactores eléctricos impidiendo un funcionamiento correcto, en tanto que en la embandadora el desajuste de la cadena del motor generaría un paro en la producción, en autoclave hércules la pérdida de la succión por parte de la bomba de vacío provocaría defectos en el vulcanizado obligando a reprocesos.

Por otro lado, la falla del sistema de absorción de humo puede afectar a la seguridad del trabajador por tal motivo se considera un nivel de riesgo alto en la bueadora OTR, por la autoclave foxboro así como también en la Conrad, la desalineación del eje causaría vibraciones y un desgaste prematuro de los componentes, lo que le atribuye a esta falla un nivel de riesgo importante.

Filtros o radiadores sucios u obstruidos son los modos de falla significativos en el compresor de planta camión y champions de OTR que generarían un sobrecalentamiento. Por último, en el caldero la obstrucción de los orificios de los quemadores desencadenaría un rendimiento deficiente del quemador asignando a este fallo un nivel de riesgo significativo.

4.2.4.3. Cronograma de actividades preventivas

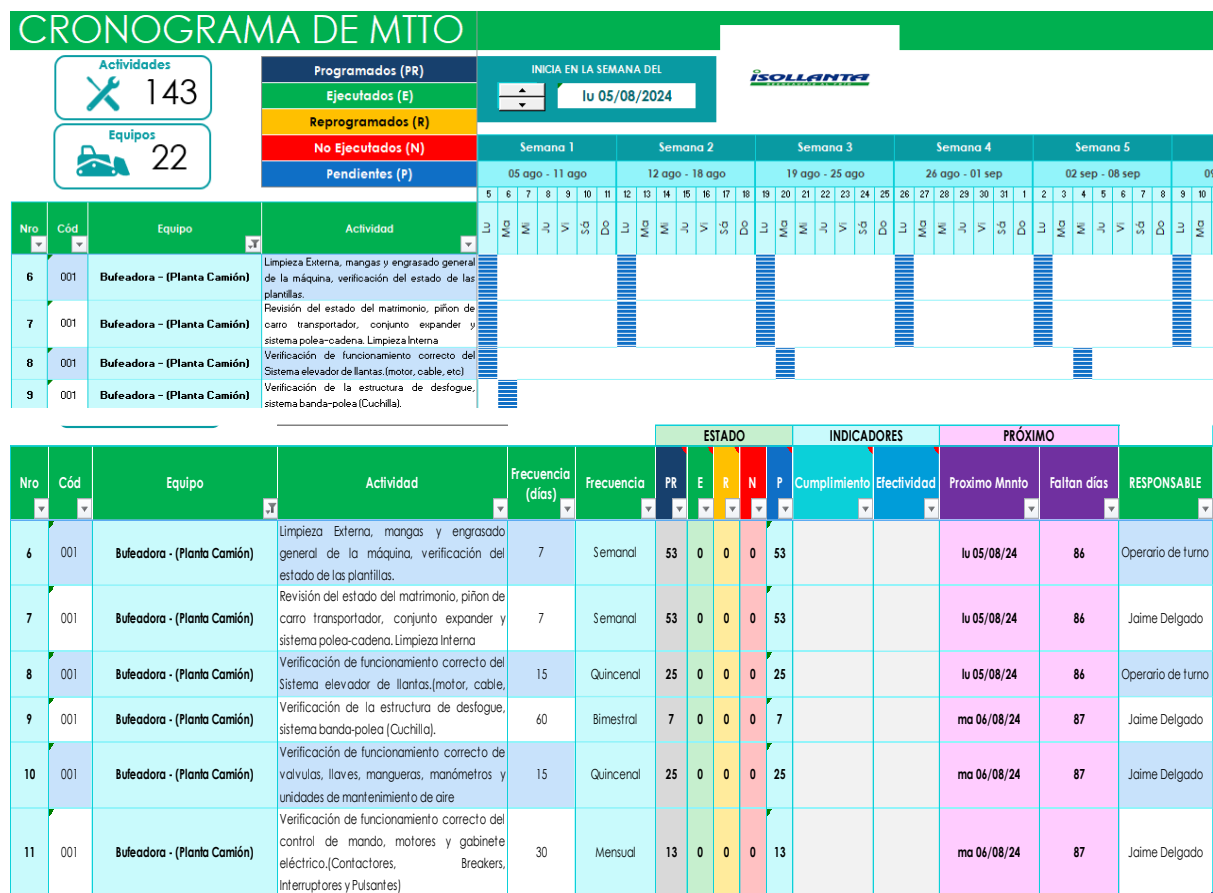
La programación de acciones preventivas como tareas de limpieza, lubricación e inspecciones regulares, se presentan en el cronograma preventivo de mantenimiento, definiendo responsables e indicadores de cumplimiento y efectividad.

Se definen junto con el técnico encargado del mantenimiento 143 actividades para los 22 equipos de análisis, se utiliza la herramienta de Excel para el diseño de la interfaz (Ver Figura 17) del cronograma preventivo para cada una de las máquinas, el cual se lo puede encontrar en el anexo D (Vínculo a carpeta con anexos virtuales).

El técnico de mantenimiento, jefe de producción y operarios detallan las frecuencias de cada actividad por máquina, a partir del análisis de la información recabada como criticidad y niveles de riesgo, en primera instancia se apeló al conocimiento empírico del operario y técnico, buscando mejorar para el futuro con datos que puedan respaldar las decisiones.

Además se integró el estado de acción correctiva donde se encuentran el total de actividades programadas, ejecutadas, reprogramadas, no ejecutadas y pendientes, también en columnas adicionales están los indicadores de cumplimiento y efectividad del cronograma, además una columna que define la fecha del próximo mantenimiento así como los días que faltan para realizarlo, y una última sección se registra al responsable de realizar la tarea correctiva que puede ser el operario o el técnico de mantenimiento.

Figura 17. Interfaz del cronograma de actividades preventivas.



Fuente: Elaboración propia

4.2.5. Metodología 5'S

4.2.5.1. Propuesta de capacitación para la implementación de las 5's

Con el fin de mejorar la eficiencia, seguridad y calidad en el lugar de trabajo de cada operario de la organización, se pretende implementar la metodología de las 5'S, misma que promueva estándares de limpieza y organización, involucrando al personal para generar compromiso y responsabilidad con la mejora constante incentivando el mantenimiento autónomo, a continuación, se plantean las actividades a ejecutarse para la implementación de los cinco principios japoneses.

4.2.5.2. Definición de la estructura del proyecto

Definir objetivos a cumplir y encargados de gestión y control de la implementación de la 5'S.

Para el caso de la empresa Isollanta Cía. Ltda. el objetivo que se desea lograr con la implementación de las 5s es "Mejorar la eficiencia de las tareas de mantenimiento

manifestando una cultura organizacional enfocada a la mejora continua para la sostenibilidad del sistema de gestión.”

Debido a la falta de personal administrativo, el técnico de mantenimiento será el encargado de la gestión, mientras que el jefe de producción controlará la implementación de la metodología.

4.2.5.3. Lanzamiento del programa

Se ejecutarán capacitaciones sobre conceptos generales relacionados a las 5's, sus beneficios, implicaciones y requisitos para la implementación, se pretende en primera instancia realizar una búsqueda de personal interno que cuente con conocimientos en la metodología y pueda colaborar con las capacitaciones.

4.2.5.4. Desarrollo del primer pilar (Clasificar)

Para clasificar los materiales se pretende que se analicen aquellos elementos necesarios para la ejecución de las operaciones, se busca descartar aquellos que no lo sean. Este principio se enfoca en áreas de pulido manual, bufeado y acabado final, debido a que en estos procesos se cuenta con estantes donde reposan elementos que muchas veces no son indispensables de la operación.

4.2.5.5. Desarrollo del segundo pilar (Ordenar)

Después de clasificar los componentes se los empieza a ordenar, de tal forma que permita reducir el tiempo de búsqueda o movimientos innecesarios, en este principio se sugiere usar tarjetas diferenciadoras que etiqueten a los componentes previamente clasificados y ordenados.

4.2.5.6. Desarrollo del tercer pilar (Limpieza)

Este pilar busca que en toda la planta de producción se pueda realizar una limpieza de máquinas y espacios, de esta forma se mantendrán lugares limpios y seguros donde el colaborador se sienta cómodo. Así pues, cada operario es responsable de limpiar su espacio de trabajo, se pueden ejecutar limpiezas simples diarias y una profunda quincenalmente, en la cual se inspeccionen las unidades de mantenimiento, purgas y de ser necesario se engrasen y lubriquen elementos.

4.2.5.7. Desarrollo del cuarto pilar (Estandarizar)

Mantener los 3 principios anteriormente mencionados hacen de la estandarización un pilar muy importante, en esta etapa se pretende crear normas y procedimientos consistentes para llevar a cabo la clasificación, orden y limpieza. Por tanto:

Clasificar – Siempre al final de la jornada, el operario debe preguntarse ¿Este elemento es estrictamente necesario para ejercer mis labores en la siguiente jornada?, tiempo estimado de 3 a 4 minutos.

Ordenar – Siempre al final de la clasificación, el operario debe colocar los elementos clasificados en un orden adecuado a la etiqueta diferenciadora del espacio al que pertenece, tiempo estimado de 2 a 3 minutos.

Limpiar – Siempre al final del ordenamiento, el operario debe reconocer los elementos que le ayudarán a ejecutar la limpieza, además de verificar por medio de la observación el estado de su equipo, detectar fugas y notificar en caso de anomalías, tiempo estimado de 6 a 7 minutos.

Tiempo total estimado de metodología 14 minutos.

4.2.5.8. Desarrollo de quinto pilar (Disciplina)

Para el ultimo pilar de la metodología, se busca convertir en hábito el empleo y uso de los principios establecidos para la limpieza y orden de un espacio de trabajo. Se espera mantener a los trabajadores motivados para sostener a largo plazo la metodología y no termine en un par de semanas. En este punto se debe evaluar a los implicados, para lo cual, con ayuda de herramientas como Excel y Google forms, se propone un formulario de evaluación con las siguientes preguntas:

- 1) ¿El responsable encargado maneja una clasificación de elementos útiles en su área de trabajo?
- 2) ¿El responsable encargado mantiene un orden de los elementos de su área de trabajo?
- 3) ¿El responsable encargado mantiene “Limpio” su lugar de trabajo?

La evaluación estará a cargo del técnico de mantenimiento y se realizará una vez por semana, con la ayuda de la herramienta Excel se visualizarán los resultados obtenidos, los cuales se distribuirán como lo muestra la Tabla 23.

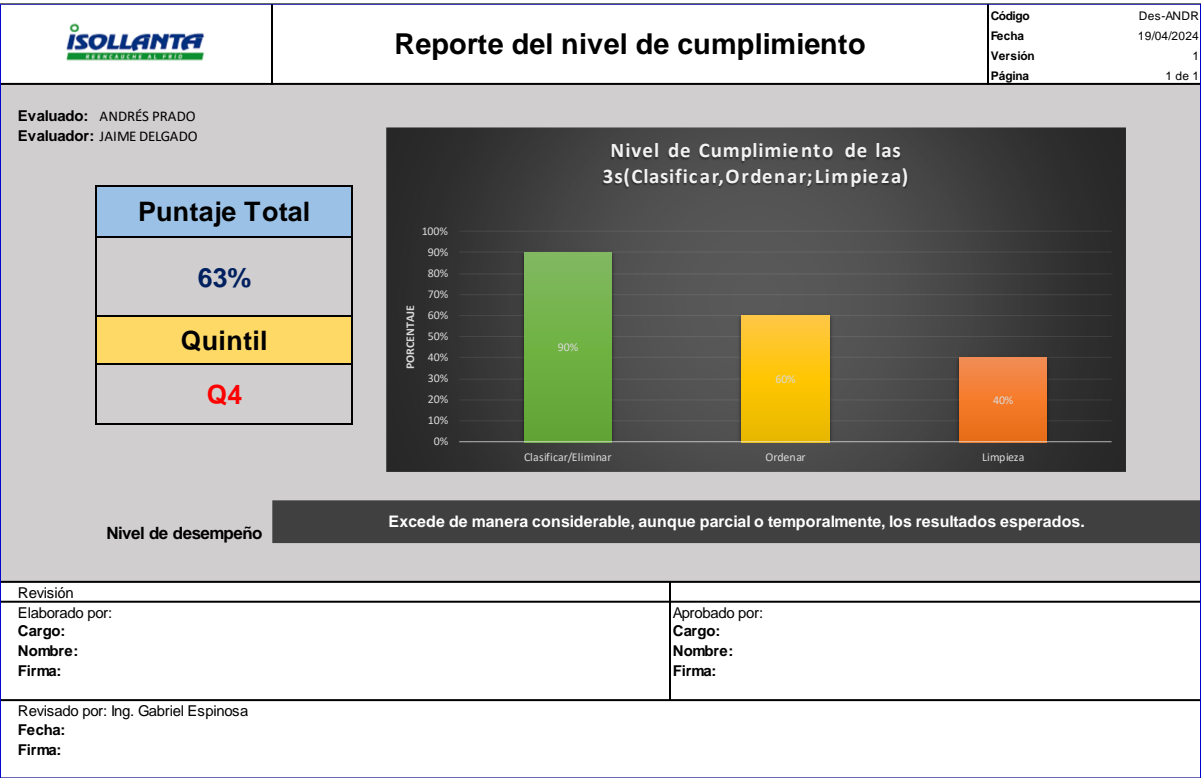
Tabla 23. Criterios de evaluación de resultados en la implementación de 5's.

Quintil	Medición	Criterio
Q5	Desempeño	Sobrepasa, de manera obvia, evidente y consistente, los resultados de la metodología.
Q4	Desempeño	Excede de manera considerable, aunque parcial o temporalmente, los resultados esperados.
Q3	Desempeño	Cubre parcialmente los resultados esperados de la metodología, sin embargo, debe buscar la manera de mejorar la calidad de su trabajo
Q2	Desempeño	Rinde los resultados mínimos esperados de la metodología, pero no lo que esperaban normalmente
Q1	Desempeño	De recién ingreso o no alcanza los estándares mínimos esperados de la metodología.

Fuente: Elaboración Propia.

En la Tabla 18, se muestra el reporte del nivel de cumplimiento de la metodología, de esta forma se puede controlar la ejecución la metodología.

Figura 18. Reporte del nivel de cumplimiento de la metodología 5'S.



Fuente: Elaboración propia

4.3. Gestión Operativa

4.3.1. Inventario y control de repuestos

Conocer la cantidad de repuestos que se tienen disponibles asegura realizar cambios rápidos y eficientes minimizando tiempos promedios de reparación, la presente propuesta busca determinar el lote económico de pedido enfocando el análisis en los repuestos o piezas que tienen un aprovisionamiento por solicitud directa, misma que para el caso de Isollanta Cía. Ltda. por conveniencia considera pedir piezas una vez al año a proveedor extranjero. Además, en el control de repuestos se diseña una interfaz que sea amigable con el usuario para registrar entradas y salidas de repuestos de consumo.

4.3.1.1. Cálculo del lote económico de pedido

A partir de la lista de existencias de repuestos que maneja en la actualidad la empresa, se realiza una clasificación de repuestos por máquina y se calcula el lote económico de pedido.

El lote económico (EOQ) correspondiente a cada ítem se calcula mediante la ecuación 7.

Ecuación 7. Lote económico (EOQ)

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times D \times K}{b \times t}}$$

Donde:

EOQ: Cantidad de unidades a solicitar por cada pedido de compras [unidad]

D: Demanda anual del ítem [unidad/año]

K: Costo de emisión de un pedido de compras [\$]

b: Costo unitario del ítem [\$/unidad]

t: Costo de almacenar una unidad monetaria por un año [%/año]

El pedido de 39 artículos a proveedor extranjero se distribuye para 11 máquinas, el lote económico de pedido indica que se debe como mínimo solicitar una unidad de cada artículo, para equilibrar los costos asociados con el mantenimiento de inventario y los costos de realizar pedidos, ver Tabla 24.

Tabla 24. Cálculo de lote económico de pedido.

Máquina	Artículo	Demanda anual del ítem	Costo de emisión de un pedido de compras	Costo unitario del ítem	Costo de almacenar una unidad monetaria por un año	Lote económico	
Inspectora	Cadena ANSI-40	0,46	8,25	25,00	2,50	0,347	1
	Paleta de repuesto para inspectora NDT-II	0,91	4,93	14,95	9,97	0,246	1
	Cadenas de repuesto para inspectora NDT-II	3,65	1,64	4,96	2,48	0,985	1
	Cable de repuesto para inspectora NDT-II	0,91	2,36	7,16	42,93	0,118	1
	Niquelina de repuesto de marcador eléctrico						
	llantas camión	0,46	1,65	5,00	5,00	0,245	1
Bufeadora	Piñón de carro transportador	0,91	66,00	200,00	400,00	0,039	1
	Kit de Reparación de Expanders	0,46	86,64	262,55	525,09	0,024	1
Embandadora	Cadena interna Standard	0,37	9,90	30,00	6,00	0,200	1
	Garther Spring	0,91	6,60	20,00	40,00	0,123	1
Bufeadora / Embandadora	Rin de Expander 20" - 22.5" x 8 1/4	0,46	535,46	1622,62	1622,62	0,014	1
	Rin de Expander 13" - 16" x 6 3/8"	0,46	464,64	1407,99	1407,99	0,015	1
	Rin de Expander 17" - 20" x 6 1/2"	0,46	619,72	1877,93	1877,93	0,013	1
	Repuesto de caucho expander 16"	0,91	16,34	49,50	49,50	0,110	1
	Repuesto de caucho expander 20"	0,91	16,34	49,50	49,50	0,110	1
	Repuesto de caucho expander 24"	0,91	16,34	49,50	49,50	0,110	1
Pulidores Manuales	Eje flexible Wyco C-10	3,65	21,37	64,75	777,00	0,056	1

	Eje flexible Wyco K-10	3,65	44,22	134,00	1608,00	0,039	1
	Eje flexible Wyco K-30	3,65	89,91	272,47	3269,63	0,027	1
	Eje flexible Wyco C-30	3,65	38,65	117,13	1405,56	0,041	1
	Handpiece Wyco 551 (GORDO)	3,65	67,33	204,02	408,04	0,077	1
	Handpiece Wyco 3500 (FLACO)	3,65	58,90	178,48	356,96	0,082	1
	Pulidora neumática 2800 rpm free speed	0,91	50,96	154,43	308,86	0,044	1
Miniextruder	Tornillo sin fin Luz piloto para mini extrusora roja	0,46	6,60	20,00	80,00	0,061	1
	Pistola Neumática	0,91	9,45	28,65	28,65	0,145	1
	Termostato Verde	0,91	66,00	200,00	200,00	0,055	1
		3,65	22,78	69,03	138,06	0,132	1
	Acoples para Autoclave HEMBRA	3,65	3,90	11,82	23,65	0,319	1
	Acoples para Autoclave MACHO	3,65	2,07	6,29	12,57	0,438	1
Autoclave Salisbury y Hércules	Manguera de escape de 120 in	0,91	22,39	67,85	135,71	0,067	1
	Manguera de escape 102 pulg.	0,91	20,26	61,38	122,76	0,070	1
	Manguera de escape de 78 pulg.	0,91	16,36	49,59	99,18	0,078	1
	Manguera de escape de 60 in	0,91	13,59	41,17	82,35	0,086	1
	Manguera de escape de 42 in	0,91	10,77	32,64	65,28	0,096	1
	Manguera de escape de 180 in	0,91	36,80	111,52	223,03	0,052	1
	Bomba de vacío para Autoclaves	0,37	73,31	222,16	22,22	0,104	1
	Motor						
	Ventilador	0,37	59,40	180,00	12,00	0,142	1

Envelopador a	Acoples para sistema de vacío	0,91	3,30	10,00	20,00	0,174	1
Bufedora OTR	Mangas para la absorción de humo	0,41	1,65	5,00	10,00	0,164	1
Autoclave Foxboro Conrad	Válvulas vapor	0,91	72,60	220,00	110,00	0,074	1

Fuente: Elaboración propia.

La demanda anual del ítem se estableció a través de las escalas de criterios para ocurrencia. (ver Tabla 13). Mientras que el costo de emisión de un pedido de compras según información proporcionada por producción es el 33% del costo unitario, este costo es proporcionado por el proveedor, por último, para el costo de almacenar una unidad monetaria por año se tomó en cuenta únicamente la depreciación anual empírica de los repuestos.

4.3.1.2. Interfaz para la gestión de repuestos de consumo

Para complementar la gestión de repuestos de consumo que se lleva a cabo por el departamento de compras, se realiza una base de datos con ayuda de la herramienta Excel para el inventario, utilizando una interfaz de registro de entradas y salidas de repuestos (ver Figura 19) amigable con el usuario, con el fin de que se controlen artículos que utilizan regularmente como filtros, lubricantes, rodamientos, tubos, acoples, mangueras, manómetros, válvulas, etc. (Ver Figura 20).

Figura 19. Interfaz de registro de entradas y salidas de inventario.

El diagrama muestra la interfaz de usuario para el registro de inventario, dividida en dos secciones principales: ENTRADAS y SALIDAS. Ambas secciones tienen un encabezado con el logo de ISOLLANTA y un botón de BUSCAR. Debajo de cada botón hay una serie de campos de entrada para: DESCRIPCIÓN, Tipo, FECHA, FACTURA, CÓDIGO, CANTIDAD DE ENTRADAS (o SALIDAS) y PRECIO UNITARIO. En la parte inferior, hay una barra de navegación con iconos que representan ENTRADAS, el módulo central de Inventario, SALIDAS y un icono de disco de almacenamiento.

Fuente: Elaboración propia

Figura 20. Ejemplo de registro de entradas de inventario.

ENTRADAS



BUSCAR

DESCRIPCIÓN	Piñón de carro transportador-Bufeadora
Tipo	Repuesto Mecánico
FECHA	22/05/2023
FACTURA	001-001-84632
CÓDIGO	ecánico-Piñó dora
CANTIDAD DE ENTRADAS	2
PRECIO UNITARIO	\$35,00

ENTRADAS

→


Inventario

→

SALIDAS

→



Fuente: Elaboración propia

En el registro se deben llenar los campos de: Descripción, Tipo, Fecha, Factura, Cantidad de entradas y Precio unitario, el código del ítem ingresado se genera automáticamente, además se cuenta con 4 botones, “Entradas” (verde) redirige a la base de ítems ingresados, el botón de “Inventario” (azul) redirige a la base de inventario donde se registran, entradas, salidas y stock, el de “Salidas” (naranja) redirige a los ítems que se han utilizado y por último el botón de “Guardar” (negro) el cual es un icono que guarda los datos del ítem ingresados.

Para el caso de las salidas se ha programado el botón “Buscar” para hacer más fácil la búsqueda de ítems a los que se les deba registrar la salida (ver Figura 21).

Figura 21. Ejemplo de búsqueda de salidas.

<div>Pinón </div>		<div>BUSCAR</div>		
22/05/2024	Repuesto Mecánico	001-001-84632	ecánico-Piñó dora	Piñón de carro transportador
16/04/2024	Repuesto Mecánico	Primer Registro	ecánico-K-10 bly	K-10 wyco replacement c
16/04/2024	Repuesto Mecánico	Primer Registro	ecánico-C-10 bly	C-10 wyco replacement c
16/04/2024	Repuesto Mecánico	Primer Registro	ecánico-46(g asp	46(grit) 4in x 1 1/2 in soli
16/04/2024	Repuesto Mecánico	Primer Registro	ecánico-4in rasp	4in x 1 1/2in solid contou
16/04/2024	Repuesto Mecánico	Primer Registro	ecánico-2in grit	2in x 1/2in round faced c
16/04/2024	Repuesto Mecánico	Primer Registro	ecánico-1 1/ nts	1 1/4in x 1/4in brown hgl
16/04/2024	Repuesto Mecánico	Primer Registro	ecánico-2 1/ rasp	2 1/2 x 1in 8-6 tack rasp
14/03/2024	Filtros	Primer Registro	Filtros-Filt ero	Filtro Fuel Samury SFF 18
14/03/2024	Repuesto Neumático (Aire)	Primer Registro	(Aire)-Valv dora	Valvula neumatica para e
14/03/2024	Repuesto Mecánico	Primer Registro	ecánico-Jueg miss	Juegos de empaques par
14/03/2024	Repuesto Mecánico	Primer Registro	ecánico-Band pion	Banda 2VX 630 dentada p
14/03/2024	Filtros	Primer Registro	Filtros-Filt ions	Filtro de aire para compre
14/03/2024	Repuesto Mecánico	Primer Registro	ecánico-Eje ora	Eje de repuesto para env
14/03/2024	Repuesto Eléctrico	Primer Registro	éctrico-Cone ro	Conectores de sobrero
14/03/2024	Repuesto Eléctrico	Primer Registro	éctrico-Paqu ojos	Paquete de terminales tip
14/03/2024	Repuesto Eléctrico	Primer Registro	éctrico-Term zul	Terminal abierto azul
14/03/2024	Repuesto Eléctrico	Primer Registro	éctrico-Tubo 500k	Tubo led 18W T8 6500k
14/03/2024	Repuesto Eléctrico	Primer Registro	éctrico-Arra -11A	Arrancador Chint NJBK5-
14/03/2024	Repuesto Eléctrico	Primer Registro	éctrico-Proy leta	Proyector led 150W Silva

Fuente: Elaboración propia

Para el registro de las salidas (ver Figura 22) se busca el ítem, luego se llenan únicamente los campos de fecha de salida y cantidad, los demás se llenan automáticamente, se cuenta con los mismos botones de redirección descritos anteriormente en la interfaz de entrada. Para el caso del inventario, este se actualiza automáticamente (ver Figuras 23, 24), se ha recabado información de los repuestos de consumo significativos que se encuentran en bodega (ver anexo B).

Figura 22. Ejemplo de registro de salidas de inventario.

SALIDAS



BUSCAR

DESCRIPCIÓN

Piñón de carro transportador-Bufeadora

Tipo

Repuesto Mecánico

FECHA

05/06/2024

FACTURA

001-001-84632

CÓDIGO

ecánico-Piñó dora

CANTIDAD DE SALIDAS

1

ENTRADAS

Inventario

SALIDAS



Fuente: Elaboración propia

Figura 23. Ejemplo base de datos de entradas.

Fecha	Tipo	Factura	Codigo	Descripcion	Cantidad	Precio Unitario_E
22/05/2024	Repuesto Mecánico	001-001-84632	ecánico-Piñó dora	Piñón de carro transportador-Bufeadora	2	\$35,00

Fuente: Elaboración propia

Figura 24. Ejemplo base de datos de salidas.

Fecha	Tipo	Factura	Codigo	Descripcion	Cantidad_S
05/06/2024	Repuesto Mecánico	001-001-84632	ecánico-Piñó do	Piñón de carro transportador-Bufeadora	1

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y ESTUDIOS FUTUROS

5.1. Conclusiones

- Analizando la situación actual de la empresa vemos que carece de un sistema de gestión de mantenimiento que sea sostenible y se adapte a la organización, ya que en la actualidad se maneja un enfoque correctivo, además considerando la antigüedad de las máquinas no se brinda la confiabilidad necesaria, por tanto, se hace necesario establecer una estructura preventiva como base para conservar en condiciones deseadas de operación los componentes que conforman el sistema productivo.
- Mediante la propuesta del sistema de gestión basado en niveles estratégicos, tácticos y operacionales se estructura y organiza el departamento de mantenimiento, aportando una primera base hacia la instauración de un enfoque preventivo. La gestión administrativa y técnica, la propuesta para la implementación de las 5s, el plan de mantenimiento preventivo y la gestión de repuestos estructuran un conjunto de componentes que interrelacionados forman el sistema de gestión de mantenimiento definiendo y organizando procedimientos correctivos y preventivos en la empresa.
- Se direccionan los esfuerzos de sistema de gestión a través de la definición de la misión, visión y políticas que otorguen al departamento de mantenimiento una guía clara y coherente de sus acciones y decisiones, que a su vez se alineen con los objetivos organizacionales de la empresa.
- A través del establecimiento de procesos de mantenimiento preventivo y correctivo se busca una mayor eficiencia en la realización de tareas, los flujos propuestos buscan adaptarse de la realidad y tratan de minimizar la carga administrativa y facilitar la captura rápida y precisa de datos haciendo uso de las tecnologías de la información, potenciando la sostenibilidad de sistema de gestión al promover mayor agilidad, efectividad y aprovechamiento de recursos.
- Se podrá controlar aspectos del mantenimiento mediante indicadores como el Tiempo medio entre fallas, Tiempo medio para reparaciones, Disponibilidad y Confiabilidad mismos que proporcionarán información cuantitativa para la toma de decisiones. .
- Se propuso una guía para la implementación de la metodología 5'S (Clasificar, Ordenar, Limpiar, Estandarizar y Mantener) que a través de capacitaciones busca la generación de una cultura de mantenimiento autónomo y así fortalecer el sistema de gestión de mantenimiento.

- La gestión del inventario y control de repuestos participan en el nivel operativo del sistema de gestión, definiendo un lote económico de pedido de repuestos de al menos uno por cada artículo, además se define una interfaz amigable con el usuario para el control de entradas y salidas de repuestos de consumo.

5.2. Recomendaciones

- La empresa debe demostrar un interés y compromiso con el sistema de gestión desde los puestos gerenciales hasta los operarios de turno, con el fin de que logre todas las metas propuestas.
- Realizar auditorías sobre el sistema para mejorar continuamente en los procesos y procedimientos, así como también identificar riesgos, garantizar la calidad de la información y asegurar el cumplimiento de los objetivos estratégicos.
- Formar grupos heterogéneos donde se cuente con la participación de administrativos y operarios, con el fin de analizar indicadores y proponer mejoras.
- Considerar fortalecer los resultados del lote económico de pedido, análisis de modos de falla y efectos (AMEF) y análisis de criticidad, eliminando sesgos de interpretaciones empíricas subjetivas por medio de la generación de datos.
- Capacitar a los colaboradores sobre el uso de las tecnologías de la información y la importancia que tienen en la implementación del sistema de gestión de mantenimiento.

5.3. Estudios futuros

En el presente estudio se propuso un sistema de gestión de mantenimiento que examina diferentes aspectos y en primera instancia busca servir como base para que una empresa cambie su enfoque de mantenimiento correctivo a preventivo, sería valioso realizar un estudio que contemple la implementación del sistema en la empresa Isollanta Cía. Ltda. o en cualquier otra organización.

En el estudio se pueden incluir un análisis detallado de los indicadores clave de desempeño durante un periodo extendido después de la implementación. Además, sería beneficioso investigar cómo la adaptación del sistema, por medio de las tecnologías de la información, a las necesidades cambiantes de la organización pueden contribuir a la maximización de la eficiencia operativa y gestión de stocks.

Referencias

- API 580. (2008). *Inspección Basada en Riesgo (IBR)*. American Petroleum Institute.
- Bravo, R. (1989). *Administración Del Mantenimiento Industrial* (Primera Edición). EUNED.
- Castañeda, leonardo franco. (2017). *Plan de mantenimiento preventivo basado en la norma iso 55000 para mejorar la disponibilidad de las máquinas y equipos de la empresa metalmechanica maz ingenieros contratistas s.a.c.* César Vallejo.
- Cavalieri, S., Garetti, M., Macchi, M., & Pinto, R. (2008). A decision-making framework for managing maintenance spare parts. *Production Planning & Control*, 19(4), 379-396.
<https://doi.org/10.1080/09537280802034471>
- Díaz, J. (2004). *Técnicas de Mantenimiento Industrial*.
https://www.academia.edu/36012348/Tecnicas_de_Mantenimiento_Industrial
- García, O. (2012). *Gestión moderna del mantenimiento industrial: Principios fundamentales* (Primera edición). Ediciones de la U.
- García, S. (2003). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Díaz de Santos.
https://instipp.edu.ec/Libreria/libro/Organizacion_y_gestion_integral_de_mante.pdf
- González, F. J. (2005). *Mantenimiento Industrial Avanzado* (2da ed.). Fc Editorial.
- IsoLlanta. (2024). *La empresa IsoLlanta*. <https://isollanta.com/la-empresa/>
- Montenegro Gutiérrez, E. (2017). Diseño de un sistema de mantenimiento programado y su influencia en la productividad de una empresa fabricante de calzado. *Universidad Nacional de Ingeniería*. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3263734>
- Montilla, C. A. (2016). *Fundamentos del Mantenimiento Industrial* (Primera). UTP.
- Olate, W., Botero, M., & Cañon, B. (2010). Importancia del mantenimiento industrial dentro de los procesos de producción. *Scientia Et Technica*, XVI(44), 4.
- Pérez, F. A. (2021). *Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial* (Primera edición). USTA.
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/33276/9789588477923.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Quinde, R. L. (2010). *Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento para una empresa constructora que se dedica a la elaboración de vías lastradas en la provincia del guayas.* [bachelorThesis, Espol].

<http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/31647>

Viveros, P., Stegmaier, R., Kristjanpoller, F., Barbera, L., & Crespo, A. (2013). Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 21(1), 125-138.

<https://doi.org/10.4067/S0718-33052013000100011>

Anexo

Anexo A

AMEF - Análisis de modos de falla y efectos			
Nombre: <u>Marco Castro</u>			
Marque con una x la máquina que opera?			
Inspectora	<input type="checkbox"/>	Bufeadora	<input type="checkbox"/>
Minixtruder	<input checked="" type="checkbox"/>	Embandadora	<input type="checkbox"/>
Autoclave Hércules	<input type="checkbox"/>	Autoclave Salisbury	<input type="checkbox"/>
Bufeadora OTR	<input checked="" type="checkbox"/>	Molino	<input checked="" type="checkbox"/>
Autoclave Foxboro	<input checked="" type="checkbox"/>	Autoclave <u>Conrad</u>	<input checked="" type="checkbox"/>
		Pulidores Manuales	<input type="checkbox"/>
		Envelopadora	<input type="checkbox"/>
		Caballote	<input checked="" type="checkbox"/>
		Balanza	<input checked="" type="checkbox"/>
		Dibujadora OTR	<input checked="" type="checkbox"/>
¿Cuáles son las fallas que presenta o puede presentar el equipo o maquinaria?			
<p>Minixtruder: Cortocircuito en el cable.</p> <p>Autoclave Foxboro: Chillido de eje y falla en el empaque.</p> <p>Conrad: Escape de vapor por distintas válvulas y por el eje de motor ^{subida excesiva de temperatura}.</p> <p>Balanza: OK. Molino: Fuga de aceite y problemas en la bomba de agua.</p> <p>Dibujadora: Sube mucho la temperatura de aceite. Caballote: Prisioneros.</p>			
¿Cuál o cuáles cree usted que fueron sus causas?			
<p>Minixtruder: Por el uso.</p> <p>Foxboro: Falta de grasa. Empaque viejos.</p> <p>Conrad: Mantenimiento y falta de válvula censadora de temperatura.</p> <p>Molino: Así siempre fue. subida de temperatura falta de agua en sistema.</p> <p>Dibujadora: Nunca se arregló. Caballetes: Por el uso.</p>			
¿Cada cuánto ocurre?			
<p>Minixtruder: Cada 3 meses aprox.</p> <p>Foxboro: Cada 3 meses aprox. empaque cada 4 meses.</p> <p>Conrad: Todo el tiempo está así y la temperatura todo el tiempo está así.</p> <p>Molino: Así pasa. Cada 26 semanas.</p> <p>Dibujadora: permanentemente cuando se dibuja por lapsos prolongados.</p> <p>Caballote: No se a podido arreglar.</p>			
¿Cuál cree usted que serían las consecuencias de dicho fallo?			
<p>Minixtruder: Pérdida de tiempo.</p> <p>Foxboro: Puede dañar la vulcanización.</p> <p>Conrad: Puede dañar la vulcanización.</p> <p>Molino: Contaminar el compuesto si escape se cae o dañar la bomba de aceite.</p> <p>Dibujadora: Hace diferente dibujo.</p> <p>Caballote: Se cae cuando se coloca la llanta.</p>			
¿Qué medidas o acciones se deben tomar para prevenir estas fallas?			
<p>Minixtruder: Revisar periódicamente.</p> <p>Foxboro: Tener repuesto de empaque y engrasar periódicamente.</p> <p>Conrad: Revisar las válvulas y fugas y comprar un censador de temperatura.</p> <p>Molino: - - - - - ?</p> <p>Dibujadora: Otro sistema de enfriamiento.</p> <p>Caballote: - - - - - ?</p>			

Fuente: Elaboración propia

Anexo B. Base de datos de entradas de repuestos de consumo actual.

Fecha	Tipo	Factura	Codigo	Descripcion	Cantidad	Precio Unitario	Entradas	Salidas	Stock	Monto to
16/04/2024	Repuesto Mecánico	Primer Registr	ecánico-K-10 bly	K-10 wyco replacement casing assembly	4	\$128,93	4	0	4	515,72
16/04/2024	Repuesto Mecánico	Primer Registr	ecánico-C-10 bly	C-10 wyco replacement core assembly	16	\$60,74	16	0	16	971,84
16/04/2024	Repuesto Mecánico	Primer Registr	ecánico-46(g asp	46(grit) 4in x 1 1/2 in solid contour cup carbide	8	\$28,69	8	0	8	229,52
16/04/2024	Repuesto Mecánico	Primer Registr	ecánico-4in rasp	4in x 1 1/2in solid contour cup carbide rasp	8	\$23,13	8	0	8	185,04
16/04/2024	Repuesto Mecánico	Primer Registr	ecánico-2in grit	2in x 1/2in round faced carbide rasp-16 grit	100	\$6,45	100	0	100	645
16/04/2024	Repuesto Mecánico	Primer Registr	ecánico-1 1/ nts	1 1/4in x 1/4in brown high speed grinding sto	1000	\$1,03	1000	0	1000	1030
16/04/2024	Repuesto Mecánico	Primer Registr	ecánico-2 1/ rasp	2 1/2 x 1in B-6 tack rasp	280	\$5,46	280	0	280	1528,8
16/04/2024	Filtros	Primer Registr	Filtros-Filt ero	Filtro Fuel Samury SFF185 para Caldero	2		2	0	2	0
16/04/2024	Repuesto Neumático (Aire)	Primer Registr	(Aire)-Valv dora	Valvula neumatica para envelopadora	1		1	0	1	0
16/04/2024	Repuesto Mecánico	Primer Registr	ecánico-Jueg miss	Juegos de empaques para cilindro de prensa	2		2	0	2	0
16/04/2024	Repuesto Mecánico	Primer Registr	ecánico-Band pion	Banda 2VX 630 dentada para compresor Char	6		6	0	6	0
16/04/2024	Filtros	Primer Registr	Filtros-Filt ions	Filtro de aire para compresor champions	2		2	0	2	0
16/04/2024	Repuesto Mecánico	Primer Registr	ecánico-Eje ora	Eje de repuesto para envelopadora	1		1	0	1	0
16/04/2024	Repuesto Eléctrico	Primer Registr	étrico-Cone ro	Conectores de sobrero	67		67	0	67	0
16/04/2024	Repuesto Eléctrico	Primer Registr	étrico-Paqu ojos	Paquete de terminales tipo Y rojos	1		1	0	1	0
16/04/2024	Repuesto Eléctrico	Primer Registr	étrico-Term zul	Terminal abierto azul	50		50	0	50	0
16/04/2024	Repuesto Eléctrico	Primer Registr	étrico-Tubo 500k	Tubo led 18W T8 6500k	15		15	0	15	0
16/04/2024	Repuesto Eléctrico	Primer Registr	étrico-Arra -11A	Arrancador Chint NJBK5-10/220 3.5A-11A	1		1	0	1	0
16/04/2024	Repuesto Eléctrico	Primer Registr	étrico-Proy leta	Proyector led 150W Silvania 6500k tableta	2		2	0	2	0
16/04/2024	Repuesto Eléctrico	Primer Registr	étrico-Proy anca	Proyector Led 30W L/Blanca	3		3	0	3	0
16/04/2024	Repuesto Neumático (Aire)	Primer Registr	(Aire)-Acop 150	Acoples Rapidos 150	6		6	0	6	0
16/04/2024	Repuesto Neumático (Aire)	Primer Registr	(Aire)-Nepl -4-5	Neplo 441-4-5	6		6	0	6	0
16/04/2024	Repuesto Térmico (vapor)	Primer Registr	(vapor)-Bush 12-8	Bushing 1093-12-8	2		2	0	2	0
16/04/2024	Repuesto Neumático (Aire)	Primer Registr	(Aire)-Mang 5/16	Manguera A.A.G. 5/16	15		15	0	15	0
16/04/2024	Repuesto Neumático (Aire)	Primer Registr	(Aire)-Unid /2 ´	Unidad de Mantenimiento 1/2 ´	2		2	0	2	0
16/04/2024	Repuesto Térmico (vapor)	Primer Registr	(vapor)-Mang les	Manguera de vapor para Maq. Hércules	1		1	0	1	0
16/04/2024	Repuesto Neumático (Aire)	Primer Registr	(Aire)-Valv dora	Valvula manual de aire de 1/4 para bufeedor	1		1	0	1	0
16/04/2024	Repuesto Neumático (Aire)	Primer Registr	(Aire)-Mano l 4´	Manometro de 0-200PSI 4´	1		1	0	1	0
16/04/2024	Repuesto Neumático (Aire)	Primer Registr	(Aire)-Regu 1/4	Regulador de presión 1/4	1		1	0	1	0
16/04/2024	Repuesto Eléctrico	Primer Registr	étrico-Niqu miss	Niquelinas para prensas de efomiss	55		55	0	55	0
16/04/2024	Repuesto Mecánico	Primer Registr	ecánico-Cade A 80	Cadenas KANA 80	1		1	0	1	0
16/04/2024	Repuesto Mecánico	Primer Registr	ecánico-Cade 50	Cadena 50	1		1	0	1	0
16/04/2024	Repuesto Mecánico	Primer Registr	ecánico-Cade FKK	Cadena doble FKK	1		1	0	1	0

Fuente: Elaboración propia

Anexo C. Control de inventario de repuestos de consumo actual.

INVENTARIO DE REPUESTOS DE CONSUMO						
CÓDIGO	FECHA	DESCRIPCIÓN	ENTRADAS	SALIDAS	STOCK	
ecánico-K-10 bly	16/04/2024	K-10 wyco replacement casing assembly	4	0	4	
ecánico-C-10 bly	16/04/2024	C-10 wyco replacement core assembly	16	0	16	
ecánico-46(g asp	16/04/2024	46(grit) 4in x 1 1/2 in solid contour cup carbide	8	0	8	
ecánico-4in rasp	16/04/2024	4in x 1 1/2in solid contour cup carbide rasp	8	0	8	
ecánico-2in grit	16/04/2024	2in x 1/2in round faced carbide rasp-16 grit	100	0	100	
ecánico-1 1/ nts	16/04/2024	1 1/4in x 1/4in brown high speed grinding sto	1000	0	1000	
ecánico-2 1/ rasp	16/04/2024	2 1/2 x 1in B-6 tack rasp	280	0	280	
Filtros-Filt ero	16/04/2024	Filtro Fuel Samury SFF185 para Caldero	2	0	2	
(Aire)-Valv dora	16/04/2024	Valvula neumatica para envelopadora	2	0	2	
ecánico-Jueg miss	16/04/2024	Juegos de empaques para cilindro de prensa	2	0	2	
ecánico-Band pion	16/04/2024	Banda 2VX 630 dentada para compresor Char	6	0	6	
Filtros-Filt ions	16/04/2024	Filtro de aire para compresor champions	2	0	2	
ecánico-Eje ora	16/04/2024	Eje de repuesto para envelopadora	1	0	1	
étrico-Cone ro	16/04/2024	Conectores de sobrero	67	0	67	
étrico-Paqu ojos	16/04/2024	Paquete de terminales tipo Y rojos	1	0	1	
étrico-Term zul	16/04/2024	Terminal abierto azul	50	0	50	
étrico-Tubo 500k	16/04/2024	Tubo led 18W T8 6500k	15	0	15	
étrico-Arra -11A	16/04/2024	Arrancador Chint NJBK5-10/220 3.5A-11A	1	0	1	
étrico-Proy leta	16/04/2024	Proyector led 150W Silvania 6500k tableta	2	0	2	
étrico-Proy anca	16/04/2024	Proyector Led 30W L/Blanca	3	0	3	
(Aire)-Acop 150	16/04/2024	Acoples Rapidos 150	6	0	6	
(Aire)-Nepl -4-5	16/04/2024	Neplo 441-4-5	6	0	6	
(vapor)-Bush 12-8	16/04/2024	Bushing 1093-12-8	2	0	2	
(Aire)-Mang 5/16	16/04/2024	Manguera A.A.G. 5/16	15	0	15	
(Aire)-Unid /2 ´	16/04/2024	Unidad de Mantenimiento 1/2 ´	2	0	2	
(vapor)-Mang les	16/04/2024	Manguera de vapor para Maq. Hércules	1	0	1	
(Aire)-Valv dora	16/04/2024	Valvula manual de aire de 1/4 para bufeedor	2	0	2	
(Aire)-Mano l 4´	16/04/2024	Manometro de 0-200PSI 4´	1	0	1	
(Aire)-Regu 1/4	16/04/2024	Regulador de presión 1/4	1	0	1	
étrico-Niqu miss	16/04/2024	Niquelinas para prensas de efomiss	55	0	55	
ecánico-Cade A 80	16/04/2024	Cadenas KANA 80	1	0	1	
ecánico-Cade 50	16/04/2024	Cadena 50	1	0	1	
ecánico-Cade FKK	16/04/2024	Cadena doble FKK	1	0	1	

Fuente: Elaboración propia

Anexo D. [Vinculo a carpeta con anexos virtuales.](#)