



## **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO INDUSTRIAL

**“PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA  
LOS EQUIPOS Y MAQUINARIA DE UNA PLANTA PANIFICADORA.”**



**AUTOR:** Anthony Alexander Guasgua Guasgua

**DIRECTOR:** Ing. Víctor Alfonso Erazo Arteaga, MSc.

Ibarra-Ecuador

2025

## IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

<b>DATOS DE CONTACTO</b>			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	1724847767		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Guasgua Guasgua Anthony Alexander		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Tabacundo- Pichincha- Ecuador		
<b>EMAIL:</b>	<a href="mailto:aaguaguag@utn.edu.ec">aaguaguag@utn.edu.ec</a>		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	N/A	<b>TELF. MOVIL</b>	0980968253

<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
<b>TÍTULO:</b>	“Propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para los equipos y maquinaria de una planta panificadora”
<b>AUTOR (ES):</b>	Guasgua Guasgua Anthony Alexander
<b>FECHA:</b>	20/02/2025
SOLO PARA TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	
<b>CARRERA/PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>GRADO</b> <input type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b>
<b>TITULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingenierio Industrial
<b>DIRECTOR:</b>	Ing. Victor Alfonso Erazo Arteaga, MSc.

## AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Guasgua Guasgua Anthony Alexander con cédula de identidad Nro. 1724847767, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de integración curricular descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

Ibarra, a los 20 días del mes de febrero de 2025

**EL AUTOR:**

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Guasgua Guasgua Anthony Alexander', is written over a horizontal dotted line.

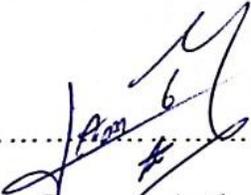
Guasgua Guasgua Anthony Alexander

## CONSTANCIAS

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

Ibarra, a los 20 días del mes de febrero de 2025

**EL AUTOR:**

.....  


Guasgua Guasgua Anthony Alexander

## CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, a los 20 días del mes de febrero de 2025

Ing. Victor Alfonso Erazo Arteaga, MSc

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

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

.....  
Ing. Victor Alfonso Erazo Arteaga, MSc  
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
C.C. 1192609



## APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificado del trabajo de Integración Curricular “PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS Y MAQUINARIA DE UNA PLANTA PANIFICADORA” elaborado por Guasgua Guasgua Anthony Alexander, previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:

(f): .....

Ing. Victor Alfonso Erazo Arteaga, MSc



(f): .....

Ing. Robert Mauricio Chapi Valencia, PhD  
C.C.: .....1003134879.....



## DEDICATORIA

A mi madre. No lo digo lo suficiente, pero, gracias. Gracias por cada noche tarde, cada mañana temprano, cada pequeño sacrificio que creías que yo no notaba. Por las veces que te quedabas sin nada para que yo pudiera tener suficiente, por cada “Estoy bien” que decías cuando sabía que estabas cansada. Me enseñaste lo que significa dar, sin esperar nada a cambio ¿Como el amor se demuestra de mil maneras silenciosas? los duros días trabajados, los sueños que dejaste a un lado y el amor que brindaste incondicionalmente. Crecí pensando que eras inquebrantable que tenías todas las respuestas, pero ahora veo que solo hacías lo que podías, solo intentabas que todo funcionara. Llevo trozos de ti en mí, las lecciones, la bondad, la fuerza que mostrabas cada día. Así que, aunque no lo diga a menudo, gracias. Gracias por ser mi primer hogar, mi lugar más seguro y por quererme de formas que aún estoy aprendiendo a comprender.

## RESUMEN EJECUTIVO

En el Ecuador, la industria panificadora está dominada mayoritariamente por pequeñas y medianas empresas (PYMES) estas lograron ventas locales de \$265,2 millones en el año 2021 reflejando un aumento del 0,8% en comparación con 2020 y una tasa de crecimiento anual promedio del 4,5% entre 2006 y 2021, las provincias de Guayas (51,5%) y Pichincha (42,3%) concentraron la mayor parte de estas ventas. Sin embargo, el mantenimiento insuficiente de las maquinarias en estas empresas ocasiona pérdidas en la producción, incumplimiento de pedidos y tiempos inactivos para sus trabajadores. Este trabajo aborda la propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo en una PYME panificadora ubicada en el cantón Cayambe, provincia de Pichincha. El estudio analizó un grupo de 17 máquinas, empleando herramientas como el diagrama de Pareto, una matriz de criticidad para identificar las máquinas y elementos más relevantes en mantenimiento. La investigación incluyó observaciones de campo, entrevistas y revisión de documentación para recopilar datos esenciales. Los resultados demostraron que 8 de los 14 tipos de fallas provocan el 80% de las interrupciones, equivalentes al 57,14% del total de fallas entre estas se identificaron daños en el quemador, filtros, toberas, retenedores, membranas y otros. Los hornos y la cámara de fermentación destacaron como las máquinas con mayor criticidad. A partir de esta información se identificaron los puntos clave donde es posible optimizar la gestión de la maquinaria con el diseño de este sistema bajo el ciclo de mejora continua PHVA adaptado a las necesidades específicas de esta industria panificadora.

**Palabras clave:** sistema de gestión, mantenimiento preventivo, PYME panificadora, análisis de criticidad, diagrama de Pareto, ciclo PHVA.

## ABSTRACT

In Ecuador, the baking industry is predominantly dominated by small and medium-sized enterprises (SMEs), which achieved local sales of \$265.2 million in 2021, reflecting a 0.8% increase compared to 2020 and an average annual growth rate of 4.5% between 2006 and 2021. The provinces of Guayas (51.5%) and Pichincha (42.3%) accounted for the majority of these sales. However, insufficient maintenance of machinery in these companies causes losses in production, non-compliance with orders and downtime for their workers. This work addresses the proposal of a preventive maintenance management system in a SME bakery located in the Cayambe canton, province of Pichincha. The study analyzed a group of 17 machines, using tools such as the Pareto diagram, a criticality matrix to identify the most relevant machines and elements in maintenance. The research included field observations, interviews and documentation review to collect essential data. The results showed that 8 of the 14 types of failures cause 80% of the interruptions, equivalent to 57.14% of the total failures among which damage to the burner, filters, retainers, membranes and others were identified. The ovens and the fermentation chamber were identified as the machines with the highest criticality. From this information, the key points were identified where it is possible to optimize the management of the machinery with the design of this system under the PDCA continuous improvement cycle adapted to the specific needs of this baking industry.

**Keywords:** management system, preventive maintenance, bakery SME, criticality analysis, pareto diagram, PDCA cycle.

## **LISTA DE SIGLAS**

**PYME:** Pequeñas y medianas empresas

**SGMP:** Sistema de gestión de mantenimiento preventivo

**PHVA:** Planificar, Hacer, Verificar y Actuar

**PM:** Mantenimiento preventivo

**RCM:** Mantenimiento centrado en la confiabilidad

**MPT:** Mantenimiento productivo total

**AMEF:** Análisis de Modo y Efecto de Fallas

**TPEFE:** Tiempo promedio entre fallas

**TPPR:** Tiempo promedio para la reparación

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I .....	15
I. INTRODUCCIÓN.....	15
A. Problema de investigación.....	15
B. Justificación.....	16
C. Alcance .....	16
D. Objetivos .....	17
1) Objetivo General:.....	17
2) Objetivos Específicos: .....	17
CAPÍTULO II .....	18
II. MARCO TEÓRICO.....	18
A. Antecedentes .....	18
B. Bases teóricas.....	19
1) Mantenimiento.....	19
2) Tipos de mantenimiento.....	20
3) Indicadores de mantenimiento .....	25
4) Sistema de mantenimiento .....	27
5) Mejora continua .....	28
6) Análisis de criticidad .....	28
7) Diagrama de Pareto.....	29
C. Marco legal.....	29
1) Decreto Ejecutivo 2393.....	29
2) Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA).....	29
3) Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) .....	30
CAPÍTULO III .....	30
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	30
A. Metodología.....	30
1) Tipo de investigación .....	30
2) Población .....	30
3) Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	30
B. Descripción de la empresa .....	32
1) Misión .....	33

2)	Visión .....	33
3)	Valores .....	33
4)	Organigrama de la empresa .....	34
5)	Productos.....	35
6)	Jornada laboral .....	35
7)	Proceso de elaboración .....	35
8)	Lay out del área de producción .....	37
C.	Situación actual.....	38
1)	Inventario.....	38
2)	Análisis de datos .....	39
CAPÍTULO IV .....		45
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	45
A.	Propuesta SGMP .....	47
1)	Objetivo .....	47
B.	Planificar.....	48
1)	Organigrama .....	48
2)	Descripción de funciones.....	48
3)	Documentación.....	50
4)	Programa de mantenimiento .....	52
8)	Cronograma de mantenimiento .....	61
9)	Fichas técnicas .....	72
C.	Hacer .....	72
1)	Manual de procedimiento .....	72
D.	Verificar .....	73
E.	Actuar .....	74
1)	Procedimiento de no conformidades .....	74
CONCLUSIONES .....		75
RECOMENDACIONES .....		76
V.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	77
VI.	ANEXOS .....	81

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA I MATRIZ DE VARIABLES .....	32
TABLA II LISTADO DE EQUIPOS .....	38
TABLA III PORCENTAJE ACUMULADO DE FALLAS EN LOS ÚLTIMOS 4 AÑOS.....	39
TABLA IV PARAMETROS PONDERADOS DE LA CRITICIDAD .....	41
TABLA V MATRIZ DE CRITICIDAD.....	42
TABLA VI CRITICIDAD GENERAL .....	42
TABLA VII CRITICIDAD POR FRECUENCIA DE FALLOS.....	43
TABLA VIII HISTORIAL DE MANTENIMIENTO .....	50
TABLA IX ORDEN DE TRABAJO .....	50
TABLA X SOLICITUD DE REPUESTOS.....	51
TABLA XI INSPECCIÓN DE FALLO .....	51
TABLA XII SISTEMA DE CODIFICACIÓN .....	53
TABLA XIII CODIFICACIÓN .....	53
TABLA XIV TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO .....	55
TABLA XV M.P. HORNOS A CONVECCIÓN .....	62
TABLA XVI M.P. CAMARA DE FERMENTACIÓN .....	63
TABLA XVII M.P. AMAZADORAS .....	64
TABLA XVIII M.P. BATIDORAS .....	65
TABLA XIX M.P. LAMINADORA .....	66
TABLA XX M.P. GALLETERA .....	67
TABLA XXI M.P. MOLDEADORA .....	68
TABLA XXII M.P. BOLEADORA.....	69
TABLA XXIII M.P. DIVISORA.....	70
TABLA XXIV M.P. BALANZA.....	71
TABLA XXV FICHA DE INDICADORES .....	73
TABLA XXVI FICHA DE NO CONFORMIDAD.....	74

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 Parámetros que afectan los objetivos de un mantenimiento .....	20
Fig. 2 Evolución del mantenimiento .....	21
Fig. 3 Factores de aplicación.....	22
Fig. 4 Inventario técnico .....	24
Fig. 5 Jerarquía de indicadores de mantenimiento .....	25
Fig. 6 Costo de mantenimiento con relación al tiempo.....	26
Fig. 7 Indicadores de mantenimiento .....	27
Fig. 8 Ciclo de Deming .....	28
Fig. 9 Ubicación geográfica .....	33
Fig. 10 Organigrama .....	34
Fig. 11 Mapa de procesos .....	35
Fig. 12 Layout .....	37
Fig. 13 Gráfico de Pareto .....	40
Fig. 14 Criticidad máquinas .....	45
Fig. 15 Criticidad por fallos .....	46
Fig. 16 Organigrama propuesto.....	48
Fig. 17 Clasificación de la Taxonomía .....	52
Fig. 18 Guía de los valores requeridos para la vida útil nominal de diferentes tipos de máquinas.....	82
Fig. 19 valor de factor a1 .....	83
Fig. 20 Valores del factor de ajuste a1 según distintos niveles de contaminación.....	83

## CAPÍTULO I

### I. INTRODUCCIÓN

#### A. Problema de investigación.

El mantenimiento al igual que otras áreas de la ingeniería han evolucionado considerablemente, en la actualidad se pueden observar avances tecnológicos significativos en el sector industrial. Esto se deben en gran parte a la incorporación de tecnología moderna o maquinaria avanzada en las cadenas de producción, sin embargo, para un mejor rendimiento de los equipos y que no generen riesgos, las plantas industriales han empezado a darle más importancia al mantenimiento constante. Esto no solo les permite solucionar desperfectos, sino también aumentar la confiabilidad de los equipos y evitar paradas innecesarias [1].

El análisis y procesamiento de la información recibida por el área de mantenimiento es una tarea crucial para los especialistas encargados de administrar y controlar el mantenimiento. Además, se busca encontrar una forma más eficiente y económica que garantice un rendimiento óptimo del mantenimiento y cumpla los estándares de calidad institucional, sin embargo, la importancia de un mantenimiento correctamente ejecutado no solo depende del área financiera sino también de la calidad de dicho servicio [2].

Ahora bien, las empresas dependen de su mecanismo de producción por lo cual necesitan un mejor mantenimiento en su maquinaria teniendo presente aspectos de seguridad, ambiental, personal y detalles presentes en las maquinas.

En el Ecuador la industria panificadora está dominada mayoritariamente por pequeñas y medianas empresas (PYMES) estas lograron ventas locales de \$265,2 millones en el año 2021 reflejando un aumento del 0,8% en comparación con el año 2020 obteniendo una tasa de crecimiento anual promedio del 4,5% entre 2006 y 2021, las provincias de Guayas (51,5%) y Pichincha (42,3%) concentraron la mayor parte de estas ventas [3].

La implementación de dicho mantenimiento, aumenta la productividad de una empresa a un 25% de igual manera reduce costos de mantenimiento de maquinaria a un 30% prologando su vida útil a un 50% dándonos como beneficio menos incidencia de errores de producción y maximizando sus ingresos económicos [4].

En la gestión del mantenimiento se emplean diversos métodos de análisis como el mantenimiento enfocado en la fiabilidad (RCM), el mantenimiento totalmente productivo (TPM) y el análisis de los tipos y consecuencias de fallas (AMEF), este último es ampliamente utilizado en manufactura ya que permite identificar tendencias de fallas y establecer mejoras involucrando a todos los sectores del proceso, además es una herramienta clave para optimizar el rendimiento y minimizar averías [5].

En el sector panificador es indispensable que su maquinaria se mantenga en óptimas condiciones debido a su moderada demanda. Una gran cantidad de PYMES panificadoras no dimensionan la importancia de una coordinación de mantenimiento preventivo, hasta que tienen pérdidas de producción debido a fallas presentes en las máquinas provocando cuellos de botellas en el área de producción, afectando la rentabilidad de estos negocios [6].

El proponer un sistema de mantenimiento preventivo que incluya metodologías que ayuden a determinar la situación actual de los equipos y a ejecutar un cronograma de actividades, mejorara los procesos de producción afectando de manera positiva al producto final.

## **B. Justificación.**

El mercado actual se fundamenta en la competitividad, en consecuencia, si un negocio desea mantenerse a flote debe planificar sus actividades de manera sistemática [1].

Una de estas actividades debe ser el mantenimiento bajo los estándares dados por la norma ISO 9001; 2015 [7]. Establece que: “La entidad debe identificar, suministrar y conservar la infraestructura requerida para el funcionamiento de sus procesos y asegurar la conformidad de los productos y servicios”.

“Se define y comprende como infraestructura a: instalaciones, áreas de trabajo, maquinaria para los procesos (incluyendo tanto hardware como software) y servicios auxiliares como transporte o comunicación” [7].

En la actualidad la planta se desarrolla mediante el mantenimiento correctivo el cual mantiene a dicha planta en bajos niveles de rendimiento y calidad operativa, por lo cual, una gestión de mantenimiento preventivo mantendrá un nivel adecuado de rentabilidad para la empresa.

Sin embargo, para conocer cómo se encuentra la planta actualmente es necesario poseer un alto volumen de datos sobre las máquinas que se encuentran en funcionamiento, para así determinar un método más eficiente para la evaluación de la maquinaria.

Según García Santiago [1]. Con la planificación efectiva de un sistema de gestión ayuda a reducir costos y extender el tiempo de funcionamiento, confirmando que los equipos se muestren disponibles, confiables y eficientes además de optimizar la administración del inventario de repuestos.

En base a lo anterior, la planta necesita un sistema que no solo ayude a gestionar y cuidar mejor la maquinaria, sino que también asegure su buen funcionamiento y sin adversidades.

## **C. Alcance**

El alcance del proyecto de investigación se centra únicamente en el área de producción de la planta panificadora abordando específicamente en el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo en la maquinaria utilizada dentro del establecimiento.

Este enfoque se basará en la identificación de la metodología más eficiente, así como en la definición de actividades concretas que se alineen con la ejecución exitosa de la propuesta mencionada.

La misma que contendrá:

- Informes de levantamiento de información
- Sistema de codificación y fichas técnicas
- Layout del área de producción
- Cronograma de mantenimiento

Por otra parte, se dejará a consideración de la administración de esta empresa la puesta en marcha del sistema propuesto el cual al ser implementado ayudará a la empresa a cumplir con los estándares de calidad, esta propuesta queda a disposición de ajustes según sus necesidades.

#### **D. Objetivos**

##### ***1) Objetivo General:***

- Diseñar un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para los equipos y maquinaria de una planta panificadora ubicada en la ciudad de Cayambe.

##### ***2) Objetivos Específicos:***

- Investigar bases teóricas y científicas que determinen el desarrollo del sistema de gestión de mantenimiento.
- Diagnosticar la situación actual de los equipos de la planta panificadora.
- Desarrollar el sistema de gestión de mantenimiento preventivo, en base a la situación actual y bases teóricas.

## CAPÍTULO II

### II. MARCO TEÓRICO

#### A. Antecedentes

En el estudio realizado por Salazar Renzo [8]. Se estableció como objetivo el diseño y la implementación de un sistema de mantenimiento preventivo fundamentado por el modelo PHVA dentro de una empresa panificadora, con el fin de mejorar la disponibilidad de los equipos y reducir las fallas inesperadas. Para alcanzar este propósito se emplearon herramientas de diagnóstico entre las que se destaca el análisis de criticidad además se desarrolló un cronograma de mantenimiento preventivo donde detalla las actividades a realizar, sus frecuencias y los responsables. Las actividades programadas fueron ejecutadas empleando herramientas de gestión de mantenimiento para registrar datos operativos evaluando además indicadores clave como el promedio de tiempo entre fallas (MTBF) y el tiempo medio de reparación (MTTR). El resultado de los análisis finales indicó que de los 107 equipos existentes en la planta 17 fueron clasificados como críticos lo que equivale al 15,8 % del total. Además, mediante el uso de la técnica brainstorming se priorizaron las tareas de mantenimiento con mayor impacto logrando una reducción del 69,2 % en las paradas de los equipos. Específicamente, las horas de inactividad debido a fallas pasaron de 963,94 en 2018 a 295,99 en 2019, lo que refleja una disminución significativa en el tiempo de interrupción de la maquinaria.

En el trabajo de investigación de Chiriboga Josué y Macías Édison [9]. Se estableció como objetivo asegurar la continuidad operativa y cumplir estándares de calidad llevándolo a cabo a través de encuestas a 40 trabajadores, checklists, y una matriz AMEF donde se identificó deficiencias en los criterios de la metodología 5S particularmente en clasificación, orden, limpieza y disciplina. Por lo que se destaca la necesidad de implementar una cultura de calidad y aplicar métodos estadísticos como el gráfico de control de atributos que permite reducir defectos al 0,05 logrando que el 95 % de los bovinos sacrificados cumplan estándares internacionales.

La investigación de Machaca Erick [10]. Donde se estableció como objetivo la mejora de confiabilidad operacional mediante un mantenimiento orientado (RCM), siendo una investigación de tipo descriptivo donde el uso de la encuesta ayudo a la recopilación de datos y con la implementación de técnicas como el registro de desperfectos por máquina, el análisis del tiempo medio de reparación, la documentación de las intervenciones de mantenimiento y la supervisión de las interrupciones operativas expresando resultados que indican un aumento del 9,76 % en la disponibilidad de los equipos, acompañado de una reducción del 35 % en los costos anuales de mantenimiento. El desenlace indica que el 17,39 % de los

participantes considera fundamental poseer un programa de mantenimiento preventivo mientras que un 34,53 % permanece indiferente al respecto.

En la investigación de Gálvez Anthony, Tisnado A, et al [11]. Establece que tiene como objetivo abordar las dificultades presentes en la gestión operativa de la empresa y proponer soluciones efectivas. El estudio utilizó la observación como instrumento principal y adoptó un enfoque analítico donde los resultados demuestran que la ejecución de un plan de mantenimiento preventivo genera un impacto positivo dentro de la empresa, mejorando su eficiencia y reduciendo costos, integrando técnicas avanzadas como el OEE “Eficiencia Total de los Equipos”, el PM y el AMEF, aportando eficazmente la gestión y el control del mantenimiento, contribuyendo significativamente a la sostenibilidad operativa y financiera del negocio.

En la investigación de Benavides Luis [12]. Donde se enfocó en el diseño aplicativo de mantenimiento preventivo para 10 tipos de maquinaria pesada los cuales registraron 56 interrupciones por mantenimiento correctivo acumulando 6726 horas de inactividad y 154 pausas por mantenimiento preventivo dando un total de 1563 horas detenidas. El estudio se basó en un análisis de los parámetros clave de mantenimiento como confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad estableciendo intervalos específicos para cada máquina cuyos resultados mostraron que la confiabilidad osciló entre el 59% y el 85%, la mantenibilidad varió entre 14,53 y 75,56 horas y la disponibilidad se situó entre el 57% y el 93%. Con base en estos datos detalla un programa de mantenimiento preventivo estructurado en cinco categorías según las horas de aplicación: C para mantenimiento cada 500 horas, M cada 1000 horas, L cada 2000 horas, y ML cada 3000 horas este enfoque busca optimizar la gestión del mantenimiento reducir las pausas imprevistas y optimizar el desempeño operativo de la maquinaria pesada.

## **B. Bases teóricas**

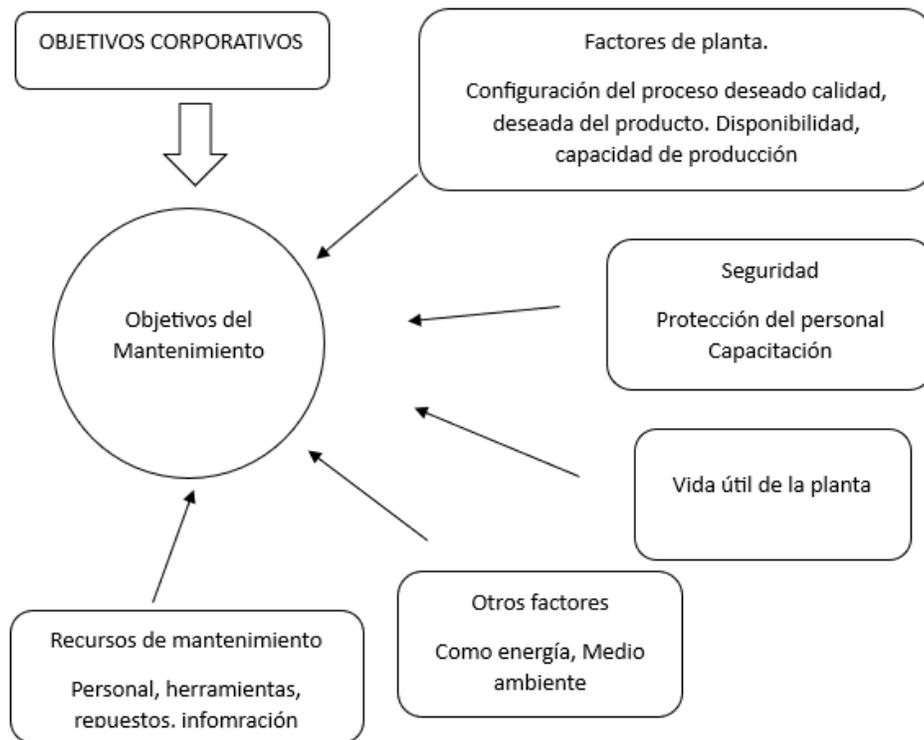
### **1) *Mantenimiento***

El mantenimiento implica asignar diversas responsabilidades al personal del departamento o área correspondiente con el objetivo de tener el óptimo desempeño de equipos, máquinas, componentes e instalaciones en entornos industriales de acuerdo con las condiciones establecidas durante su diseño, construcción, instalación e implementación. Este procedimiento contribuye a extender la productividad y requiere la combinación de conocimientos, experiencia, habilidades y colaboración en equipo, en estrecha coordinación con otras dependencias de la organización. Este enfoque integral promueve una gestión efectiva asegurando el cumplimiento de los parámetros establecidos por cada entidad logrando así sus objetivos [13]. Según Torres Alejandro [14] los objetivos al implementar el mantenimiento son:

- Máxima eficiencia de producción donde garantiza la disponibilidad óptima y preserva la confiabilidad del sistema y equipos con una reparación rápida de las averías.

- Mínimo impacto financiero debido a la reducción de la maquinaria, prolongando su vida útil y gestionando así afectivamente el inventario.
- Calidad requerida. Al realizar reparaciones en equipos e instalaciones además de corregir las fallas es esencial mantener la calidad exigida.
- Asegurar una vida útil prolongada de la instalación al menos en concordancia con el período de amortización de la planta.
- Minimizar el daño por las fallas que no se pueden evitar.
- Evitar imprevistos y mejorar la seguridad del personal.
- Optimizar un equilibrio entre la inversión en mantenimiento y las pérdidas por lucro cesante.

Fig. 1 Parámetros que afectan los objetivos de un mantenimiento

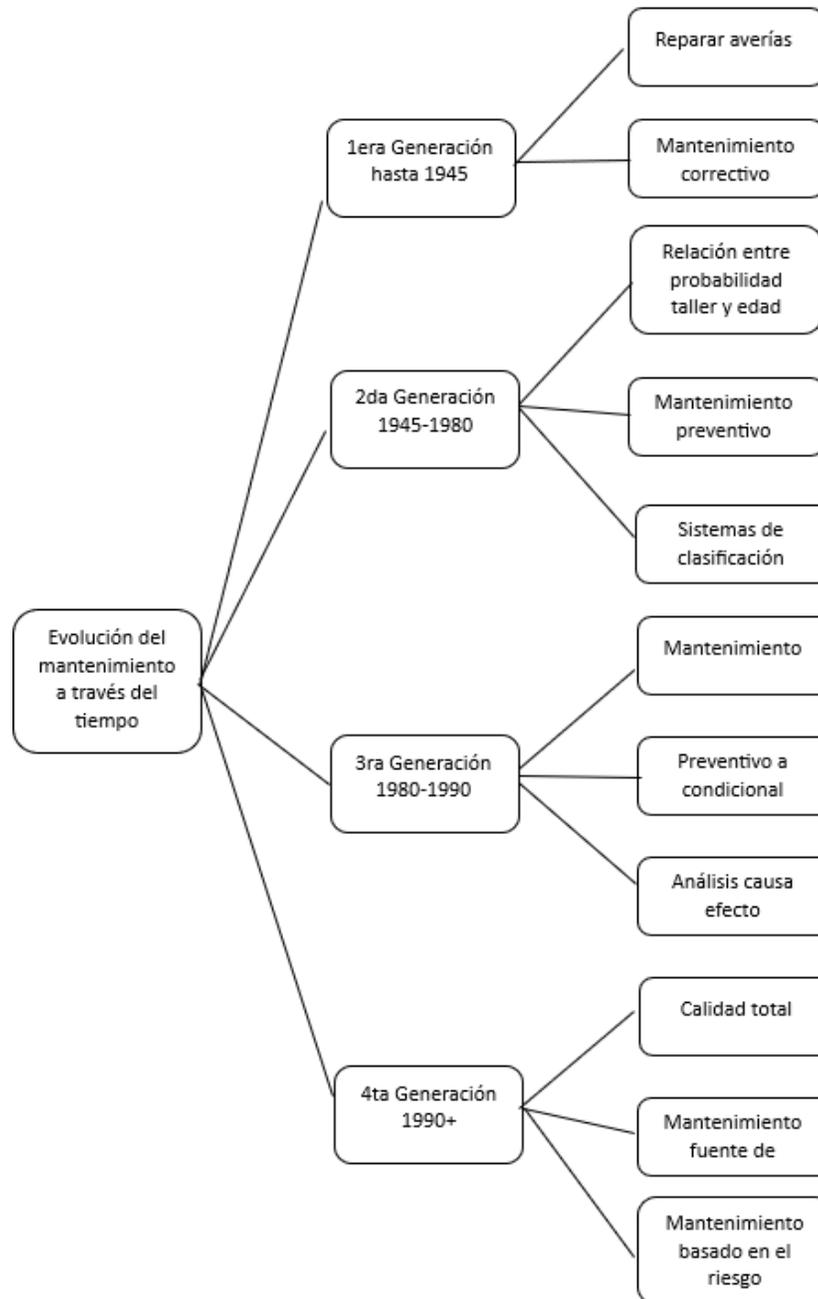


Nota: Espinosa, [15]

## 2) *Tipos de mantenimiento*

Hay diversos modelos de mantenimiento y su elección varía según la forma en el que se ejecuten. Es relevante destacar que estos modelos están vinculados a tres etapas donde la primera se enfoca en un modelo correctivo, la siguiente en uno preventivo y finalmente en un sistema integral [16].

Fig. 2 Evolución del mantenimiento



Nota: Vera [17]

### Mantenimiento correctivo

Se trata de cualquier actividad no planificada que implica abordar directamente las fallas y desperfectos en la maquinaria de un área de producción y realizar un proceso de reparación en máquinas que hayan dejado de funcionar. Este mantenimiento se encarga de solucionar los problemas técnicos conforme van surgiendo [18].

## Mantenimiento predictivo

Se fundamenta en que la mayor parte de las anomalías se desarrollan gradual y anticipadamente a veces manifestando señales evidentes de una futura avería ya sea perceptibles a primera impresión o a través de un monitoreo continuo. Esta última implica la selección y medición de variables clave permitiendo el correcto desempeño de la máquina bajo análisis, estas características suelen abarcar aspectos físicos, eléctricos, mecánicos y químicos. Ofreciendo la ventaja de generar un registro de las características analizadas especialmente valioso en situaciones de fallas recurrentes. Además, permite la planificación de reparaciones en algunos casos coincidiendo con paradas programadas del equipo reduciendo la necesidad de intervenciones laborales frecuentes en el mantenimiento [19].

## Mantenimiento preventivo

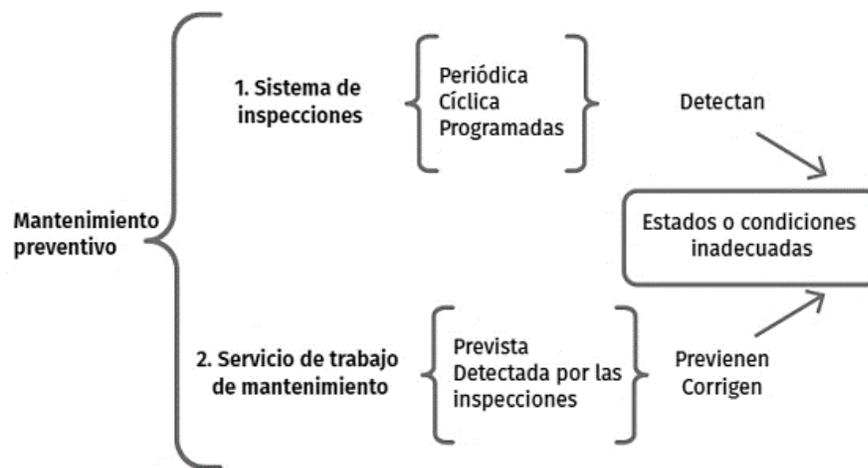
“Se ejecuta mediante una planificación anticipada de actividades orientada a evitar daños no previstos, reducir paros técnicos debido a fallas y por ende minimizar los costos asociados” [20].

“También se asemeja a una cadena de actividades premeditadas destinadas a mitigar las fuentes identificadas que podrían provocar anomalías en el rol original del equipo, esta planificación es capaz de basarse en el tiempo de uso o las condiciones del equipo” [21].

En esencia, es un enfoque donde garantiza a la maquinaria un correcto rendimiento, prolonga su durabilidad, aumenta significativamente la disposición, reduce los gastos de arreglo y facilita la producción eficiente de las empresas cuyas actividades que se deben realizar con regularidad en cada equipo incluyen una limpieza exhaustiva, la lubricación adecuada y una inspección general [22].

A continuación, se presentan los factores clave que son necesarios considerar para llevar a cabo un buen mantenimiento preventivo:

Fig. 3 Factores de aplicación



Nota: Pérez, [23]

Pérez Antonio[23] señala que: Es una estrategia esencial para las empresas ya que implica una planificación y programación cuidadosa con el propósito de ejecutar intervenciones técnicas con anterioridad a presentes fallas, esto puede implicar la sustitución o reparación de partes contribuyendo a reducir gastos asociados a las reparaciones.

### **Fases del mantenimiento preventivo:**

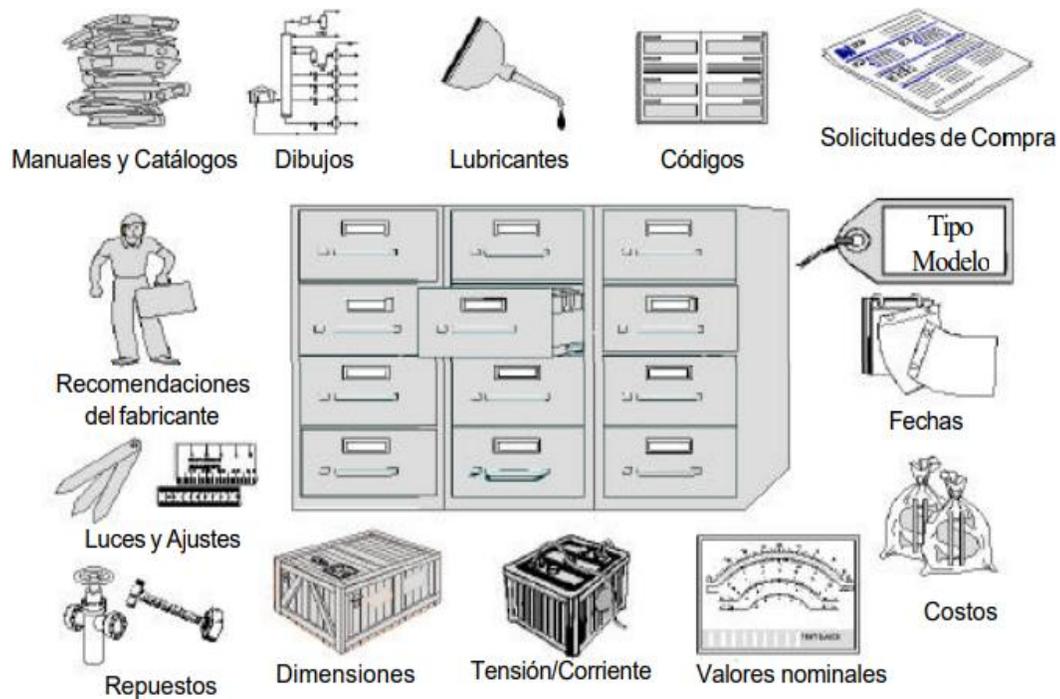
En la investigación de Pérez Antonio [23]. Detalla que las etapas para llevar a cabo el despliegue de un programa de mantenimiento preventivo son los siguientes:

- La fase de planificación involucra detallar las actividades a llevar a cabo, la selección de personal, la identificación de equipos y herramientas a utilizar, además de calcular el tiempo requerido a fin de ejecutar cada actividad.
- En la etapa programar se define el momento y el sitio específico para la realización de tareas previamente organizadas.
- Durante la fase de ejecución se llevan a cabo los trabajos que fueron previamente definidos en las etapas de planificación y programación.
- La fase de control implica supervisar y evaluar las tareas realizadas garantizando que sean conformes con los criterios definidos.

### **Inventario técnico:**

Mantener archivos exhaustivos de todos los activos, recursos, infraestructura y sistemas con el propósito de crear un Kardex integral de la maquinaria, donde el archivo es imprescindible que sea fácil de ejecutar y actualizar, para esto se sugiere adoptar una codificación apropiada facilitando la gestión [24].

Fig. 4 Inventario técnico



Nota: Tavares, [24]

### Preferencias de manejo o usos:

“Identificar la maquinaria según su contribución, asignándoles un nivel de importancia en: vitales, importantes y normales jerarquizando su mantenimiento de acuerdo al impacto en los procesos” [24].

### Control de costos:

La evaluación presupuestaria desempeña un papel crucial en analizar los resultados del mantenimiento ya que facilita la identificación de secciones o áreas que requieren mejoras inmediatas[24].

### Beneficios y limitaciones del mantenimiento preventivo

Este método ofrece diversas ventajas como la reducción de imprevistos y costos de reparación dado que la falla de una parte en funcionamiento puede propagar sus efectos en diferentes áreas, facilita una planificación más efectiva en la reparación de los activos, proporciona un entorno operativo más seguro al evaluar continuamente la condición actual y el desempeño de la maquinaria como también permite una rutina laboral más equitativa gracias a la coordinación de tareas que cumplirán sus trabajadores [25].

Existen limitaciones asociadas a este enfoque como la posibilidad de desmontar y reemplazar componentes prematuros dado que en ciertos casos las piezas sustituidas aún tenían capacidad para seguir operando durante un período adicional. Los costos aumentan debido a controles rutinarios y a la necesidad de contar con operarios experimentados. Además, implica un alto gasto en inventarios, aunque sea predecible

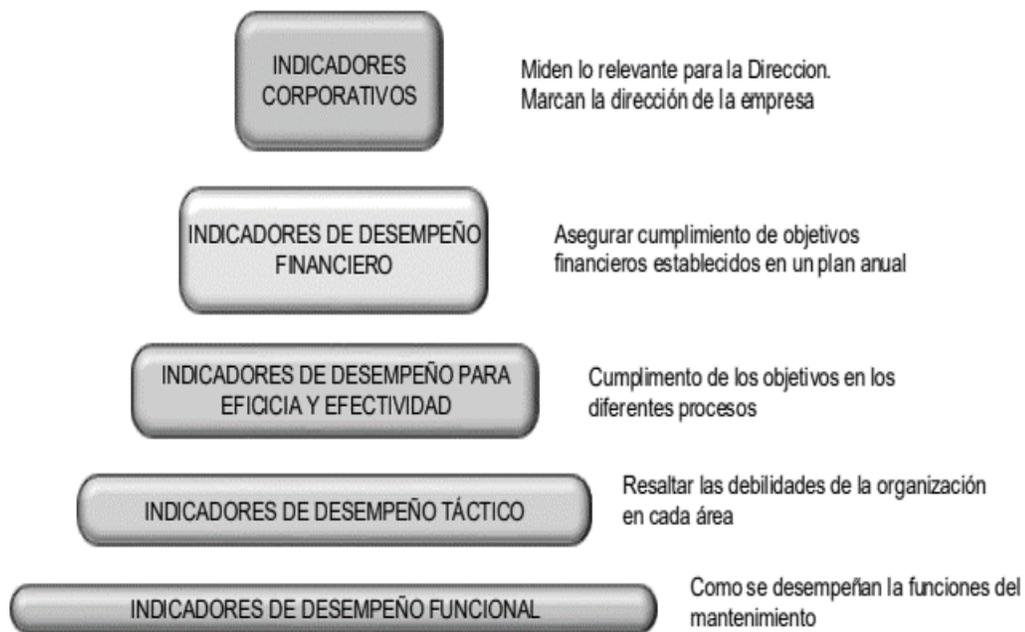
lo que facilita una gestión más efectiva. La adición de repuestos y la prueba de los mismos pueden afectar parcialmente el periodo de operación [25].

### 3) *Indicadores de mantenimiento*

Según Herrera Gustavo [26]. Para comprobar que la gestión de mantenimiento es eficaz se procede al uso de varios indicadores donde los más comunes determinan el rendimiento y los gastos de mantenimiento, la mayoría de estos se usan para: la evaluación del estado actual, la comparación con referencias internas y externas, el diagnóstico de fortalezas y debilidades. Asimismo, permiten establecer objetivos, definir metas, planificar mejoras y realizar un seguimiento constante para optimizar la gestión del mantenimiento.

A continuación, se muestra los niveles de clasificación de estos indicadores.

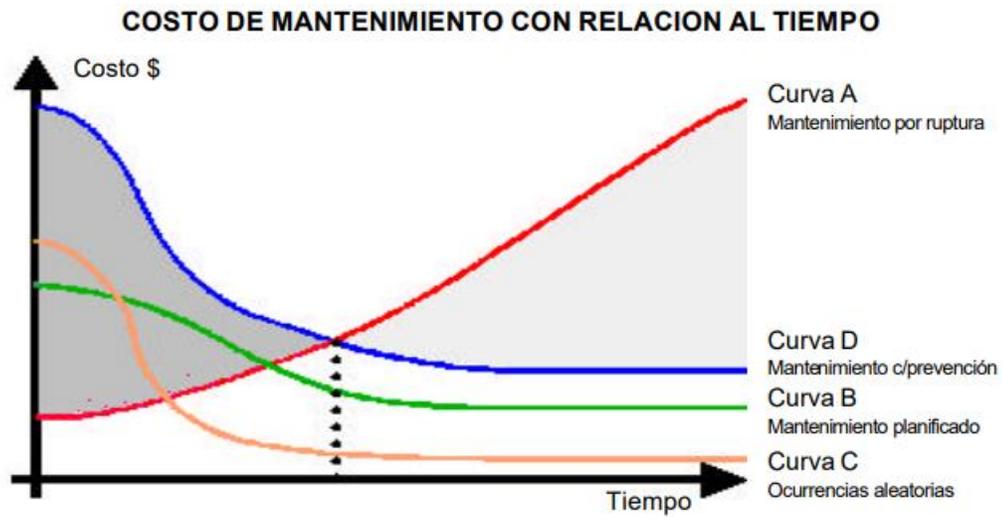
Fig. 5 Jerarquía de indicadores de mantenimiento



Nota: Tavares, [27]

Como se puede ver en la figura 6 en términos de costos a lo largo del tiempo en la curva A el mantenimiento correctivo muestra una tendencia exponencial al costo a lo largo del tiempo debido al acortamiento de la vida operativa de los equipos y la caída del precio del activo, esto conlleva una reducción en la eficiencia productiva o en la calidad del servicio, un aumento en los costos por repuestos e inventarios inactivos, mayores gastos en horas extras, menor utilización del personal operativo, pérdida de competitividad y un incremento en los riesgos de accidentes [24].

Fig. 6 Costo de mantenimiento con relación al tiempo



Nota: adaptado de [24]

La adopción de un modelo de coordinación y control orientado a prever o evitar fallas presenta un esquema de costos invertido, traduciéndose en una tasa anual negativa de aproximadamente el 20% y una tendencia definida en valores estables como se puede apreciar en las curvas C, B y D. Dando un ahorro global del 30% al 50% donde el mayor porcentaje proviene de la facturación perdida ya que el costo de una pausa operativa provoca pérdidas de producción de organización, repuestos, penalización comercial y un fuerte impacto a la imagen de la empresa siendo esta pausa el mayor componente de pérdidas [24].

Fig. 7 Indicadores de mantenimiento

Indicador	Fórmula	Descripción
Costo de mantenimiento	$CM = \frac{\text{Costo del mantenimiento preventivo}}{\text{Costo totales del mantenimiento (preventivo + correctivo)}}$	Es la utilización de las técnicas preventivas frente a las correctivas.
Tiempo promedio entre Fallos (TMEF):	$TMEF = \left( \frac{\text{Horas de funcionamiento en periodo de tiempo}}{\text{Numero de fallos}} \right)$	Mide el tiempo promedio de operación continua del equipo, donde un mayor tiempo indica mayor disponibilidad y fiabilidad.
Tiempo promedio para reparar (TMPR):	$TMPR = \left( \frac{\text{Horas de paro por fallo}}{\text{Numero de fallos}} \right)$	Evalúa la capacidad de restaurar un equipo a su funcionamiento normal después de una falla.
La mantenibilidad	$M = \left( \frac{\text{Tiempo de reparación ejecutado}}{\text{Tiempo muerto por falla}} \right) * 100\%$	Es el conjunto de acciones realizadas en un tiempo determinado para reparar un equipo o sistema y asegurar su funcionamiento normal dentro de un plazo establecido.
La confiabilidad	$C = \left( \frac{\text{Horas máquinas utilizadas}}{\text{HM usadas} + \text{Horas máquinas paradas}} \right) * 100\%$	Es la garantía de que una máquina cumpla con sus funciones básicas dentro de un plazo determinado.
La disponibilidad	$D = \left( \frac{\text{Tiempo promedio entre fallos}}{\text{T promedio entre fallos} - \text{T promedio para reparar}} \right) * 100\%$	Hace referencia a la habilidad de una máquina para mantenerse en condiciones óptimas y ejecutar sus funciones asignadas durante un tiempo determinado, asegurando su operatividad continua.
La eficiencia	$E = \left( \frac{\text{Horas máquinas utilizadas}}{\text{Horas máquinas programadas}} \right) * 100\%$	Evalúa la eficiencia de la máquina al comparar la cantidad real de producción con la cantidad máxima que podría haberse logrado.

Nota: Adaptado de [28], [29], [30]

#### 4) Sistema de mantenimiento

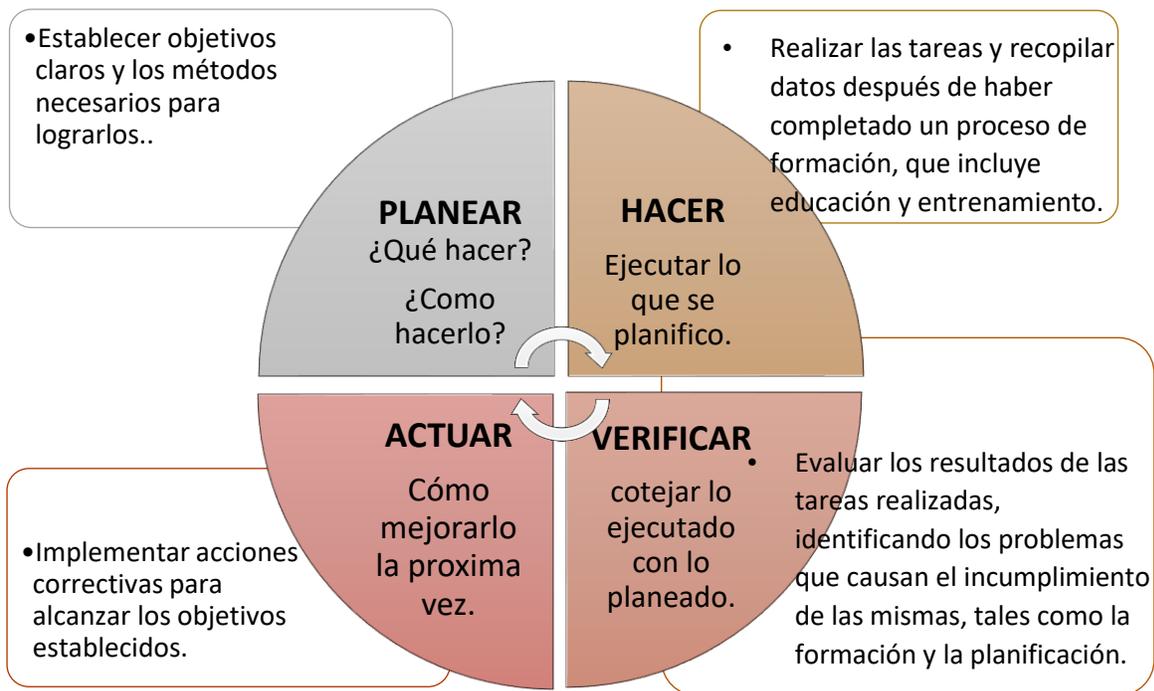
El modelo de un sistema de mantenimiento donde recursos como mano de obra, herramientas y gestión administrativa generan como resultado equipos confiables y optimizados para cumplir con las operaciones planificadas que mediante acciones coordinadas y una dirección centralizada garantiza un enfoque eficiente para conservar o restaurar los equipos en condiciones óptimas [20].

## 5) *Mejora continua*

La mejora continua es un ciclo constante que tiene como objetivo incrementar la capacidad de alcanzar los estándares definidos. Esto se logra evaluando el estado actual, estableciendo metas claras, ejecutando acciones correctivas y analizando los resultados, todo ello sustentado en datos técnicos y feedback de los usuarios para identificar áreas de optimización [31].

El ciclo PHVA se explica de la siguiente forma:

Fig. 8 Ciclo de Deming



Nota: Adaptado de Euroins [32]

## 6) *Análisis de criticidad*

Huerta Rosendo [33]. Menciona que es una herramienta utilizada para definir jerarquías de importancia relativa de métodos, estructura y maquinaria proporcionando un marco estructurado que simplifica la decisión estratégica, este enfoque dirige los esfuerzos de mejora hacia las áreas más relevantes para alcanzar un mayor nivel de confiabilidad operativa.

“La criticidad se determina multiplicando la totalidad de frecuencia por fallos por la consecuencia que integra el impacto operativo, multiplicado por la flexibilidad operativa más el gasto de mantenimiento y el efecto en seguridad y medio ambiente” [33].

En el siguiente capítulo se describe en detalle cómo se implementa este método con el fin de conocer las máquinas con un alto nivel de criticidad y sus elementos críticos.

### 7) *Diagrama de Pareto.*

Gallach Ferran y Soler V [34]. Detallan que es un instrumento que organiza datos en barras descendentes de izquierda a derecha permitiendo priorizar las causas tras su clasificación y análisis cuyo principio es el 80-20 donde destaca que una minoría significativa de problemas (20%) genera la mayoría de las consecuencias (80%) mientras que el resto tiene un impacto menor.

“Para generar un análisis de Pareto se deberá identificar las fallas o problemas relevantes, recopilar datos detallados sobre sus causas y clasificarlos jerárquicamente según su frecuencia e influencia ordenándolos de mayor a menor criticidad”[34].

En la investigación, este instrumento se centrará en analizar la frecuencia de fallas registradas en la maquinaria, en el siguiente capítulo se explicará detalladamente el proceso de implementación y aplicación de esta herramienta.

## C. Marco legal

### 1) *Decreto Ejecutivo 2393*

Del artículo 11, numeral 3: “Asegurar que la infraestructura, equipos, instrumentos y recursos funcionen de manera óptima, con el fin de promover un ambiente laboral seguro y productivo”[35].

Del artículo 92, numeral 1: “En los equipos se realizará un mantenimiento preventivo y organizado” [35].

Del artículo 92, numeral 2: “Los equipos junto con sus protecciones y sistemas de seguridad recibirán inspecciones periódicas, lubricación y mantenimiento acorde a las directrices del fabricante, además de intervenciones adicionales que garanticen su operatividad óptima”[35].

Del artículo 92, numeral 4: “Los residuos generados por las máquinas serán retirados con la recurrencia requerida para mantener un entorno laboral limpio y organizado”[35].

### 2) *Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA)*

Del artículo 129, "Todas las entidades públicas y privadas vinculadas a productos de uso o consumo humano deben cumplir las normas sanitarias, asegurando su seguridad y cumplimiento legal en todas las etapas de manejo (producción, distribución, venta, etc.)”[36].

### 3) *Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN)*

Del artículo 116, “Establecer estándares obligatorios para hornos de panadería que funcionan con gas, con el fin de garantizar la seguridad humana, proteger el medio ambiente y prevenir errores en su operación debido a prácticas inadecuadas” [37].

## CAPÍTULO III

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### A. Metodología

##### 1) *Tipo de investigación*

El estudio corresponde a un análisis descriptivo evaluativo centrada en una PYME panificadora localizada en Cayambe. Con el objetivo de diseñar un sistema de gestión de mantenimiento preventivo donde para ello es importante comprender detalladamente el entorno funcional, así como las condiciones específicas de la maquinaria. Esto permite identificar qué equipos deben incluirse en el modelo y mediante un análisis de registros evaluar el rendimiento actual.

Con esta evaluación, se establecerán metas de mejora que delinearán las contribuciones de este modelo para alcanzar los objetivos planteados.

“Una investigación descriptiva facilita la personalización del sistema adaptándolo a las necesidades únicas de la empresa” [6].

“Un análisis directo facilita recabar datos de manera eficiente y la observación llevada a cabo en el área de trabajo facilita la detección de formas operacionales puntos críticos y zonas propensas al desgaste” [38].

##### 2) *Población*

El grupo se integra por 17 equipos ubicados en la zona de fabricación de la planta panificadora. Por lo tanto, se estudiará cada uno de los elementos de esta población.

##### 3) *Técnicas e instrumentos de recolección de datos.*

Las entrevistas estructuradas, revisión documental y observación directa son las estrategias utilizadas para recopilar datos.

Mediante una entrevista realizada a tres trabajadores del área de producción y a la gerente de la planta se comprendió cómo y cuál es el método de mantenimiento aplicado actualmente en las máquinas. Para ello, se estructuraron preguntas como:

### **Mantenimiento actual**

- El mantener el equipo en buenas condiciones para el ciclo de producción es un factor clave. ¿De qué manera se hace el mantenimiento?

### **Problemas actualmente**

- Trabajar sin contratiempos es lo que la planta busca a través del funcionamiento de sus equipos. Sin embargo ¿Cuál es el impacto cuando un equipo industrial deja de funcionar debido a un desperfecto o malfuncionamiento por un lapso extenso? ¿Hay cómo solucionar el problema de una manera rápida?
- Cuándo hay una interrupción no planificada donde el proceso productivo no puede avanzar y cumplir con la demanda ¿Cuáles han sido las acciones tomadas para evitar que se repita la situación?
- ¿En el transcurso de este año cuantas interrupciones fueron por averías en las máquinas?

### **Sugerencias de mejora**

- ¿Qué ajustes recomendables plantearía para el mantenimiento de los equipos industriales?
- ¿Cree usted que definir un cronograma de actividades y nombrar a alguien responsable que realice el mantenimiento, pueda disminuir las fallas o averías en estas?
- ¿Cree usted factible tener un inventario de repuestos para las máquinas?

Para evaluar la entrevista se tomó a consideración la ficha del [Anexo1](#) y para la observación [Anexo2](#)

Mediante el análisis documental se recopilaron datos sobre el mantenimiento histórico correctivo realizado en los últimos años donde se obtuvo información sobre fallos y averías a través de la observación de registros documentados.

El procesamiento de información se analizó utilizando Excel lo que permitió la creación de ilustraciones estadísticas facilitando la interpretación y comprensión de las posibles soluciones al estudio.

Además, se aplicó el gráfico de Pareto para analizar la recurrencia de las fallas técnicas y un análisis de criticidad focalizándose en la frecuencia de fallos registrados en los últimos años.

“El Análisis de criticidad es clave en la confiabilidad operacional ya que optimiza el mantenimiento en costos, seguridad, tiempo y confiabilidad, su objetivo es jerarquizar procesos, sistemas y equipos permitiendo una gestión controlada y auditada de una planta compleja”[39].

TABLA I  
MATRIZ DE VARIABLES

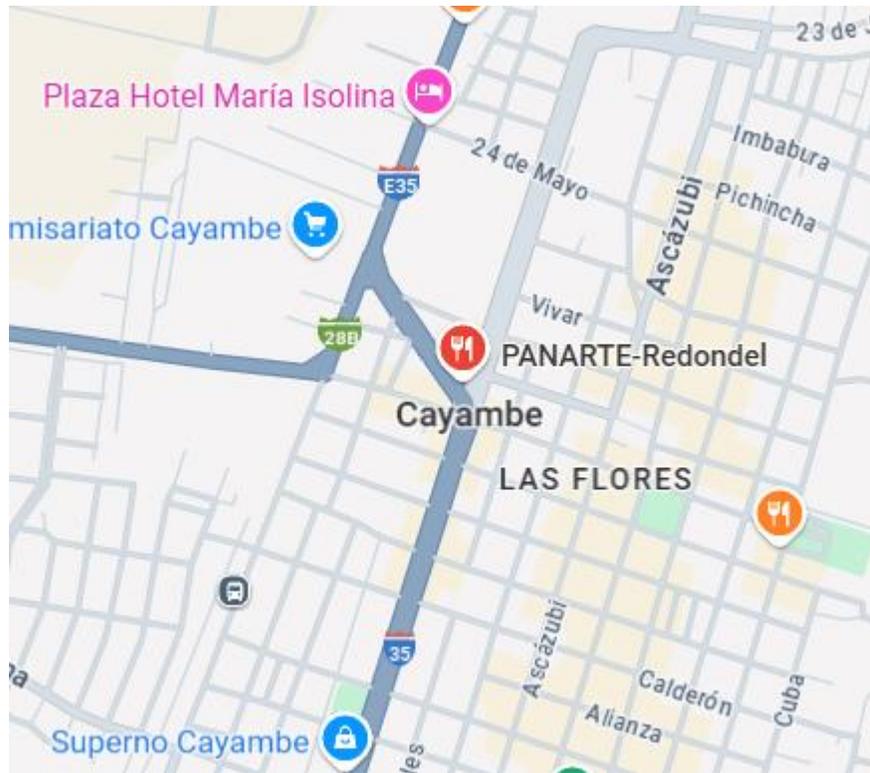
<b>Variables</b>	<b>Metodología</b>	<b>Técnica:</b>
<b>Independiente:</b> Mantenimiento preventivo	<b>Tipo de investigación:</b> Descriptiva <b>Enfoque:</b> Cuantitativo	Entrevista Análisis documental Observación
<b>Dependiente:</b> Número de fallas en las máquinas	<b>Población:</b> 17 máquinas	<b>Instrumento:</b> Guía de entrevista Guía de observación Ficha documental

## **B. Descripción de la empresa**

Industria panificadora PANARTE localizada en la ciudad de Cayambe iniciando sus operaciones el 29 de junio del año 2000 elaborando pan artesanal y vendiéndolo localmente, con el tiempo su producción ha ido creciendo gradualmente maximizando sus operaciones comerciales. Esto ha permitido ampliar su cobertura tanto en áreas metropolitanas y campestres de Cayambe hacia Tabacundo.

Actualmente, la empresa cuenta con 10 puntos de venta los cuales 6 se ubican en Cayambe y 2 en Tabacundo. Es relevante destacar que la mayoría de estos locales han optado por producir la mayor parte de sus productos de panadería, mientras que los productos de pastelería dependen de la producción otorgada por la planta. Sin embargo, uno de los locales en la ciudad de Cayambe depende exclusivamente de la planta. A pesar de esto, la planta central suministra ciertos productos de pastelería y panadería a todos sus puntos de venta.

Fig. 9 Ubicación geográfica



### 1) *Misión*

“Empresa ecuatoriana dedicada exclusivamente en la elaboración y comercialización de artículos de panadería y repostería, orientada en la optimización constante de sus métodos y la aplicación de protocolos de calidad con el fin de garantizar el bienestar del consumidor” [40].

### 2) *Visión*

“Convertirse en una empresa mandataria en el sector de la panificación implementando técnicas innovadoras de producción y diversificando los productos con el objetivo de cumplir las satisfacciones de nuestros consumidores”[40].

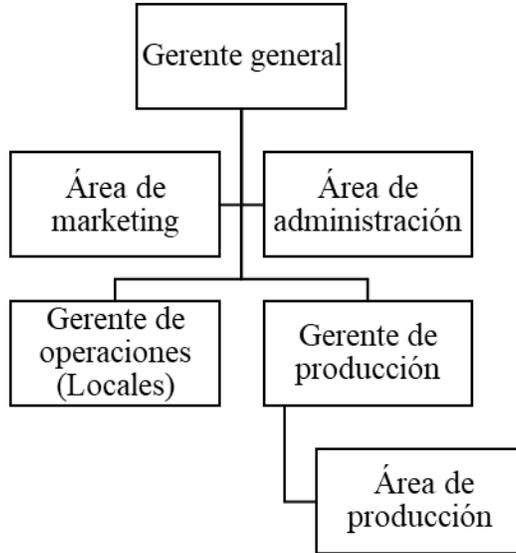
### 3) *Valores*

- Cooperación entre trabajadores
- Disciplina
- Proactividad
- Emprendimiento

– Responsabilidad

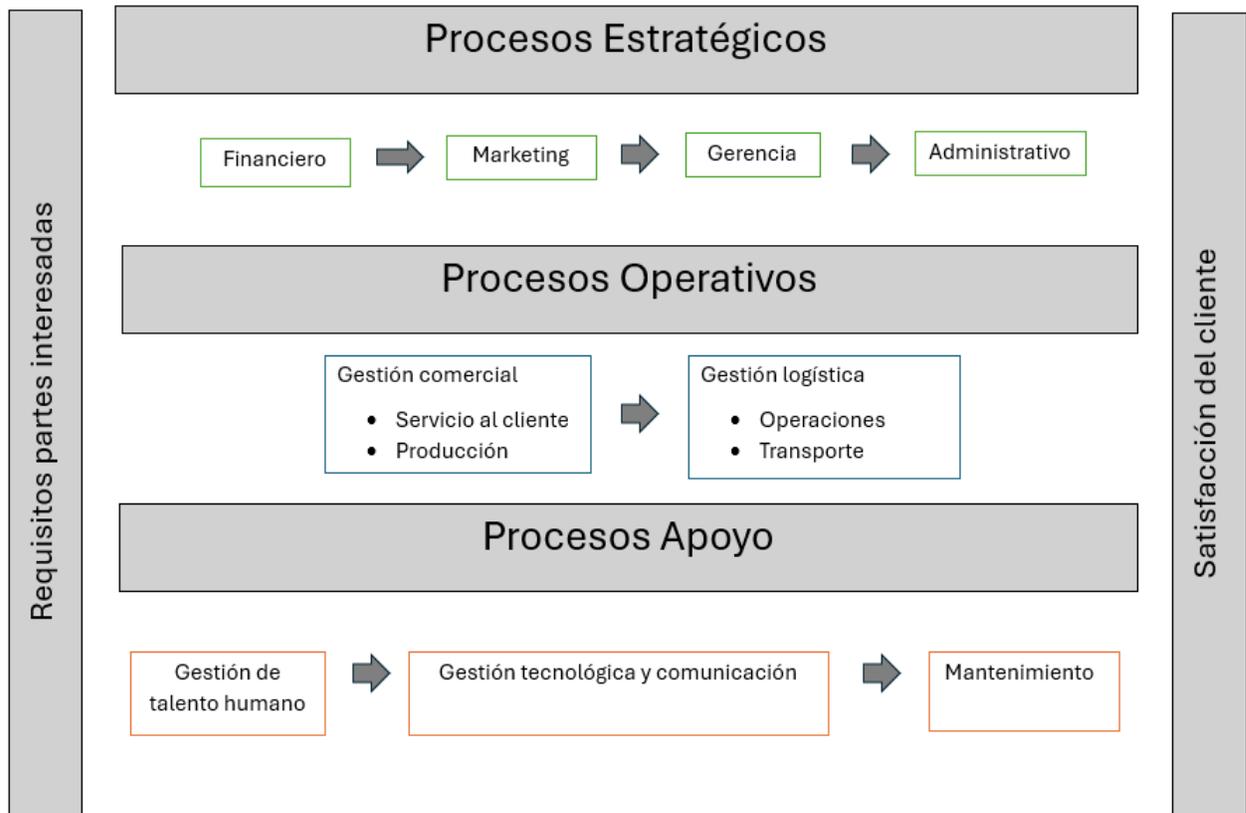
4) *Organigrama de la empresa*

Fig. 10 Organigrama



Nota: Panarte Ecuador [40]

Fig. 11 Mapa de procesos



Nota: Panarte Ecuador[41]

## 5) *Productos*

**Panadería:** Se elaboran alrededor de 24 variedades de pan de sal y dulce.

**Pastelería:** Se producen 24 tipos de postres, los cuales se ofrecen en diversas versiones para adaptarse a las preferencias de los clientes.

## 6) *Jornada laboral*

Para los trabajadores de la planta su jornada laboral se divide en dos turnos matutina y vespertina. En la matutina su horario es de 8am a 4 pm con 2 a 3 trabajadores y en la vespertina su horario es de 10pm a 6am con 2 a 3 trabajadores dependiendo de la demanda de producción. Todos los días son días laborables sin embargo los fines de semana no se realiza producción hasta el día domingo que empieza la jornada laboral a las 4 pm a 10pm.

## 7) *Proceso de elaboración*

**Pesaje**

Utilizando las balanzas se pesan las cantidades indicadas y se sigue la receta al pie de la letra ya que garantiza la calidad y consistencia del producto.

### **Amasado**

Se trata de combinar diversos ingredientes utilizando una amasadora mecánica, con el fin de otorgarle a la masa sus características específicas.

### **División**

El proceso consiste en dividir la masa lo cual puede realizarse mediante una máquina divisora o de forma manual, según el tipo de producto final deseado.

### **Formado**

Consiste en dar forma a la masa ya sea mediante una máquina formadora o hacerlo manualmente todo depende del tipo de producto que se vaya a elaborar.

### **Fermentación**

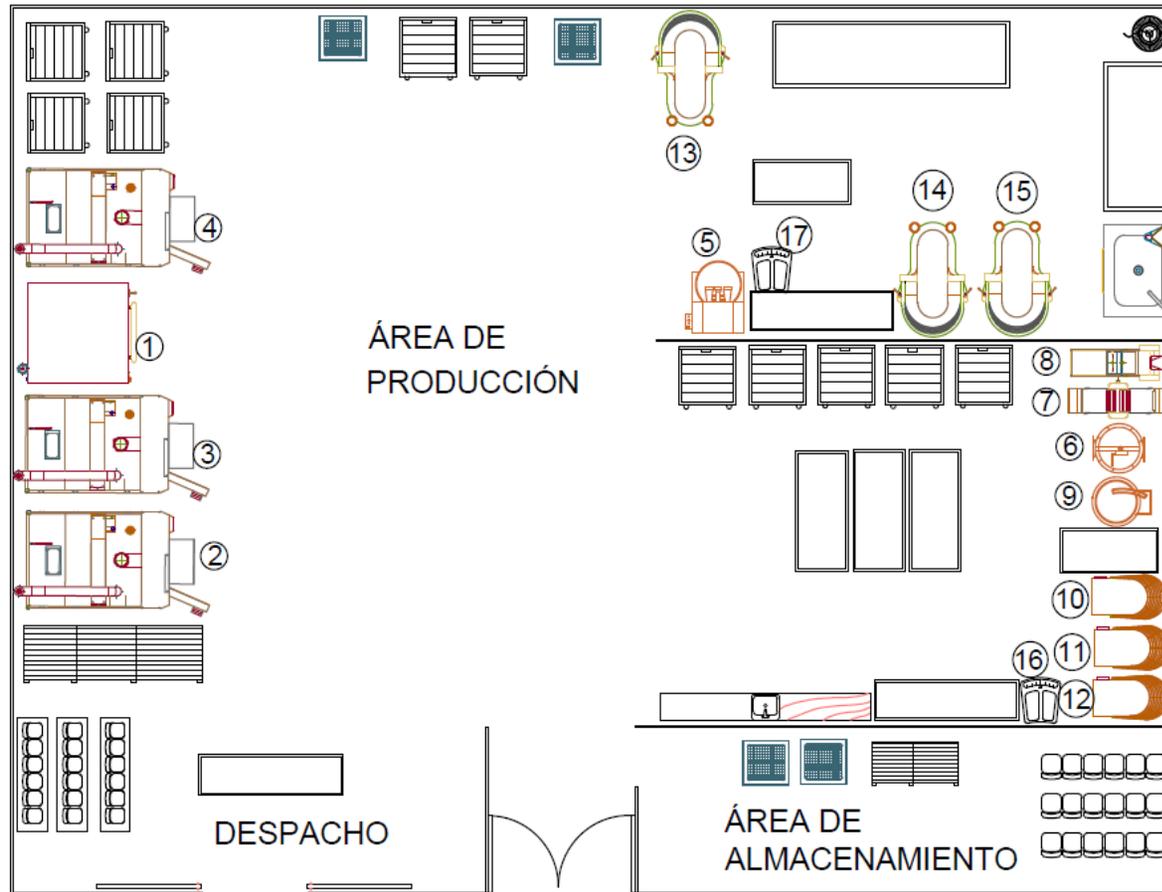
El proceso de fermentación comúnmente conocido como leudado es cuando el pan aumenta su volumen deseado donde la temperatura debe alcanzar un máximo de 35 °C para permitir que la levadura actúe.

### **Horneado**

Finalmente, en esta etapa el pan tiene su cocción donde la duración de este proceso varía de acuerdo al tipo, donde la temperatura oscila entre los 175 °C y 180 °C.

8) *Lay out del área de producción*

Fig. 12 Layout



Inventario		
Nº	Máquina	Código
1	Cámara de Fermentación	FER-V-1
2	Horno a convección	COC-V-1
3	Horno a convección Max	COC-V-2
4	Horno a convección rotativo	COC-V-3
5	Galletera Polin Multidr	COC-I-4
6	Divisora	DIV-I-1
7	Laminadora	FOR-I-1
8	Moldeadora MAC-PAN	FOR-N-2
9	Boleadora MAC-PAN	FOR-N-3
10	Amasadora KN50	AMA-I-1
11	Amasadora K25	AMA-N-2
12	Amasadora K25	AMA-N-3
13	Batidora Planetaria	BAT-I-1
14	Batidora	BAT-N-2
15	Batidora	BAT-N-3
16	Balanza UWE	PES-N-1
17	Balanza	PES-N-2





## 2) *Análisis de datos*

Los registros de mantenimiento correctivo de la maquinaria solo se obtuvieron aquellos registros donde se indica la descripción de la falla y la máquina en la que ocurrió. Estos datos corresponden a los últimos 4 años ya que el historial de mantenimiento obtenido es escaso. Para determinar cuáles son las fallas que representan el 80% de las detenciones por fallo se realizó el gráfico de Pareto.

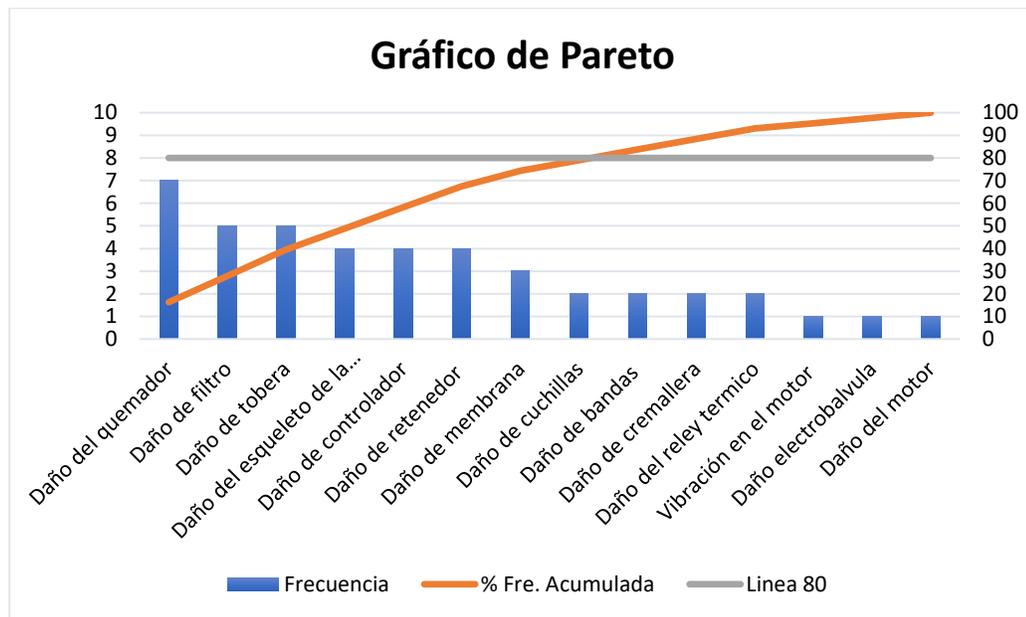
### a) **Diagrama de Pareto**

TABLA III  
PORCENTAJE ACUMULADO DE FALLAS EN LOS ÚLTIMOS 4 AÑOS

DESCRIPCIÓN DE FALLA	FRECUENCIA	% FRECUENCIA	% FRE. ACUMULADA	LÍNEA 80
Daño del quemador	7	16,28	16,28	80
Daño de filtros	5	11,63	27,91	80
Daño de tobera	5	11,63	39,53	80
Daño del esqueleto de la máquina	4	9,30	48,84	80
Daño de controlador	4	9,30	58,14	80
Daño de retenedor	4	9,30	67,44	80
Daño de membrana	3	6,98	74,42	80
Daño de cuchillas	2	4,65	79,07	80
Daño de bandas	2	4,65	83,72	80
Daño de cremallera	2	4,65	88,37	80
Daño del reley térmico	2	4,65	93,02	80
Vibración en el motor	1	2,33	95,35	80
Daño electroválvula	1	2,33	97,67	80
Daño del motor	1	2,33	100,00	80
Total	43			

Se puede apreciar en la Tabla III la acumulación del número de fallas según la parte afectada en las 17 máquinas destacando que el quemador de los hornos es la parte que ha experimentado un mayor número de fallos.

Fig. 13 Gráfico de Pareto



En la Figura se evidencia que hay 8 de 14 tipos de fallas responsables del 80% de las detenciones, lo que equivale al 57.14% del total de fallas. Estas incluyen daños en el quemador, filtros, toberas, controlador, retenedores, membranas y otros como los daños en las cuchillas de la divisora y el mantenimiento que ha sido realizado por precaución. En resumen, este conjunto de fallas representa el 57.14% de todas las fallas por lo que es el 80% de las detenciones en el área de producción.

#### b) Análisis de criticidad

“Este enfoque se centra en priorizar las actividades de mantenimiento, operaciones e inversiones mientras que simultáneamente mejora la gestión de repuestos de las máquinas críticas, donde la criticidad es el producto de la frecuencia de fallas por sus consecuencias”[42].

Según Huerta Rosendo [33]. La frecuencia corresponde a la cantidad de incidentes o fallas que ocurren en una red bajo análisis. En cambio, la consecuencia involucra el efecto en aspectos como la capacidad operativa, los gastos de mantenimiento, y las implicaciones en términos de seguridad personal y daños ecológicos.

Los factores a analizar son:

- ✓ Impacto Operacional (IO): el impacto en la producción que ocurre cuando no existen máquinas disponibles para reemplazar las que están fuera de servicio.
- ✓ Factor flexibilidad operacional (FO): la capacidad de continuar la producción utilizando otros equipos o adaptándose manualmente.
- ✓ Costos de mantenimiento (CM): la magnitud de los costos incurridos durante el mantenimiento

- ✓ Impacto en seguridad ambiente higiene (ISAH): la seguridad del equipo en relación con su estado técnico y el impacto ambiental que genera, incluyendo la emisión de gases y otros contaminantes.

TABLA IV  
PARAMETROS PONDERADOS DE LA CRITICIDAD

<b>FRECUENCIA DE FALLAS (FF)</b>	<b>Ponderación</b>
Mayor igual a 8 fallas/ año	4
De 5 a 7 fallas/ año	3
De 2 a 4 fallas /año	2
Menor o igual a 1 falla/ mes	1
<b>IMPACTO OPERACIONAL (IO)</b>	
Parada inmediata de toda la producción	10
Afecta más del 50% de la producción	7
Afecta menos del 50% de la producción	4
no afecta a la producción	1
<b>FLEXIBILIDAD OPERACIONAL (FO)</b>	
No se dispone de otro equipo igual o similar	4
El sistema puede seguir funcionando	2
Se dispone de otro equipo o similar	1
<b>COSTO DE MANTENIMIENTO (CM)</b>	
Mas de US\$ 10,000	3
Entre US\$ 5,000 y menos de US\$ 10,000	2
Menos de US\$ 5,000	1
<b>IMPACTO EN SEGURIDAD AMBIENTE HIGIENE (ISAH)</b>	
Afecta a la seguridad humana	8
Afecta al medio ambiente produciendo daños reversibles	6
Afecta las instalaciones causando daños severos	4
Provoca daños menores - accidentes e incidentes	2
Provoca impacto ambiental cuyo afecto no viola las normas ambientales	1
No provoca ningún tipo de daños a personas instalaciones o al ambiente	0

Nota: Adaptado de Huerta Rosendo [33]

Para establecer el grado de prioridad es necesario evaluar las puntuaciones específicas asignadas a cada uno de los componentes involucrados.

- Zonas No Críticas (NC)
- Zonas de Media Criticidad (MC)
- Zonas Críticas (C)

TABLA V  
MATRIZ DE CRITICIDAD

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

Antes de analizar la criticidad en función de la frecuencia por fallos se realizará una evaluación general de la criticidad con el fin de identificar las máquinas más importantes dentro del sistema y luego dentro de las maquinas criticas utilizar los datos de frecuencia por fallos para priorizar las intervenciones en aquellas con mayor historial de problemas.

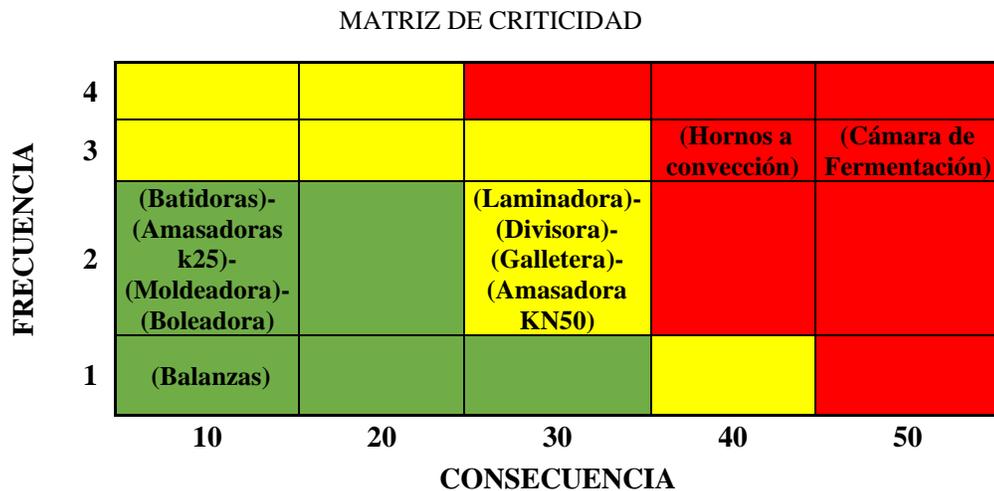
A continuación, se presentan los cálculos realizados siguiendo la ponderación establecida en la Tabla IV con respecto a las consecuencias de cada mantenimiento correctivo ocurridas en las máquinas.

TABLA VI  
CRITICIDAD GENERAL

MÁQUINAS	FRECUENCIA	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD	COSTO	IMPACTO SAM	CONCECUENCIA	CRITACIDAD
Cámara de Fermentación	3	7	4	1	0	29	87
Horno a convección	3	7	2	1	0	15	45
Horno a convección Max 2000	3	7	2	1	0	15	45
Horno a convección rotativo	3	7	2	1	0	15	45
Laminadora	2	4	4	1	0	17	34
Divisora	2	4	4	1	0	17	34
Galletera Polin Multidr.Junior	2	4	4	1	0	17	34
Amasadora KN50	2	7	2	1	0	15	30
Batidora Planetaria	2	7	1	1	0	8	16
Batidora	2	7	1	1	0	8	16
Batidora	2	7	1	1	0	8	16

Amasadora K25	2	4	1	1	0	5	10
Amasadora K25	2	4	1	1	0	5	10
Moldeadora	2	1	4	1	0	5	10
Boleadora	2	1	4	1	0	5	10
Balanza uwe	1	7	1	1	0	8	8
Balanza	1	4	1	1	0	5	5

Se observa que las maquinas críticas son los hornos a convección y la cámara de fermentación. A continuación, se puede observar la jerarquización de cada una, donde el rojo son zonas críticas el amarillo de media criticidad y el verde zonas no críticas.



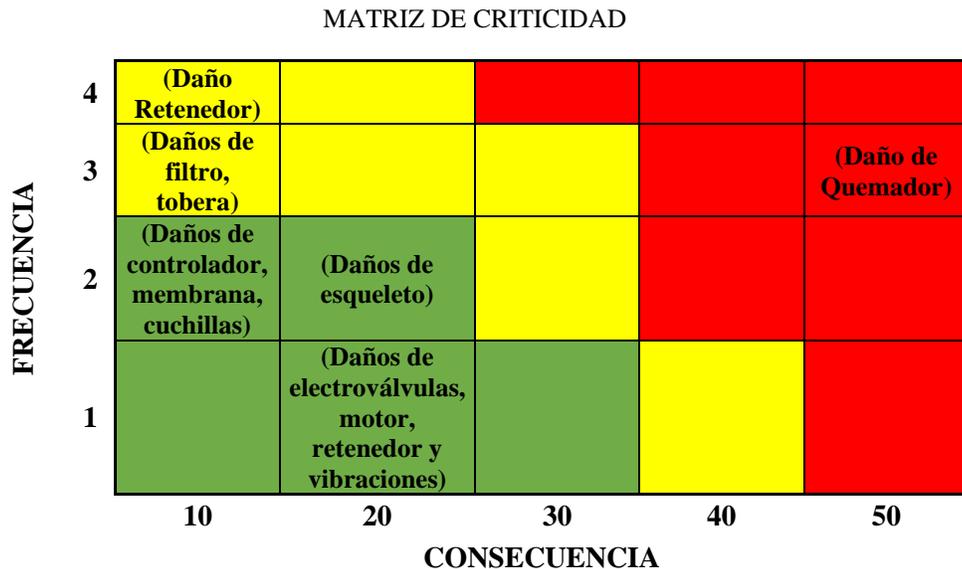
A continuación, se llevará a cabo un análisis de criticidad centrado en las fallas y averías con el propósito de priorizar las intervenciones en los equipos con mayor historial de problemas.

TABLA VII  
CRITICIDAD POR FRECUENCIA DE FALLOS

FALLAS	FRECUENCIA	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD	COSTO	IMPACTO SAM	CONCECUENCIA	CRITACIDAD
Daño del quemador	3	10	4	1	4	45	135
Daño de filtro	3	1	2	1	2	5	15

Daño de tobera	3	1	2	1	0	3	9
Daño del esqueleto de la máquina	2	4	4	1	2	19	38
Daño de controlador	2	7	1	1	0	8	16
Daño de retenedor	4	7	1	1	2	10	40
Daño de membranas	2	4	1	1	2	7	14
Cuchillas	2	1	2	1	0	3	6
Vibración en el motor	1	1	4	1	8	13	13
Daño electroválvula	1	10	1	1	6	17	17
Daño del motor	1	10	1	1	2	13	13

Se observa que el daño del quemador es la falla que tiene un alto porcentaje de criticidad debido a sus consecuencias. A continuación, se refleja como quedaría las fallas en la matriz de criticidad.

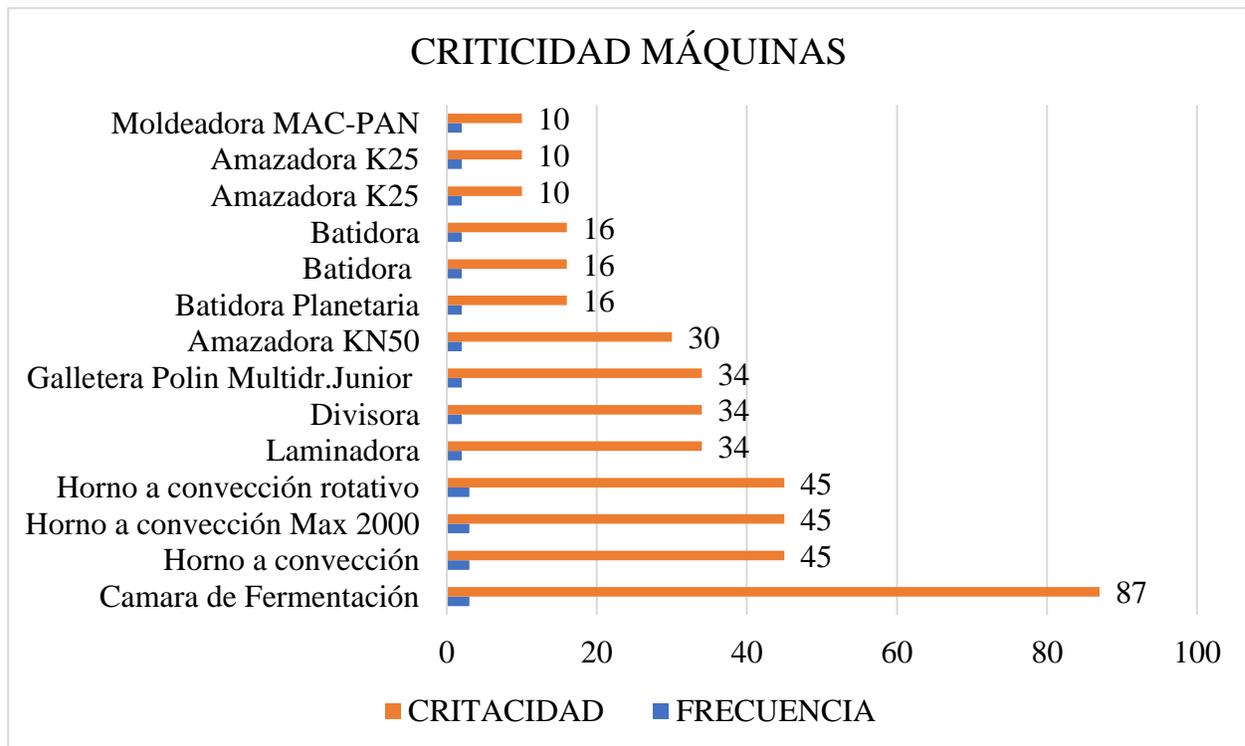


## CAPÍTULO IV

### IV.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Desarrollando el análisis para las máquinas de estudio se obtuvo la jerarquización como se observa en la figura:

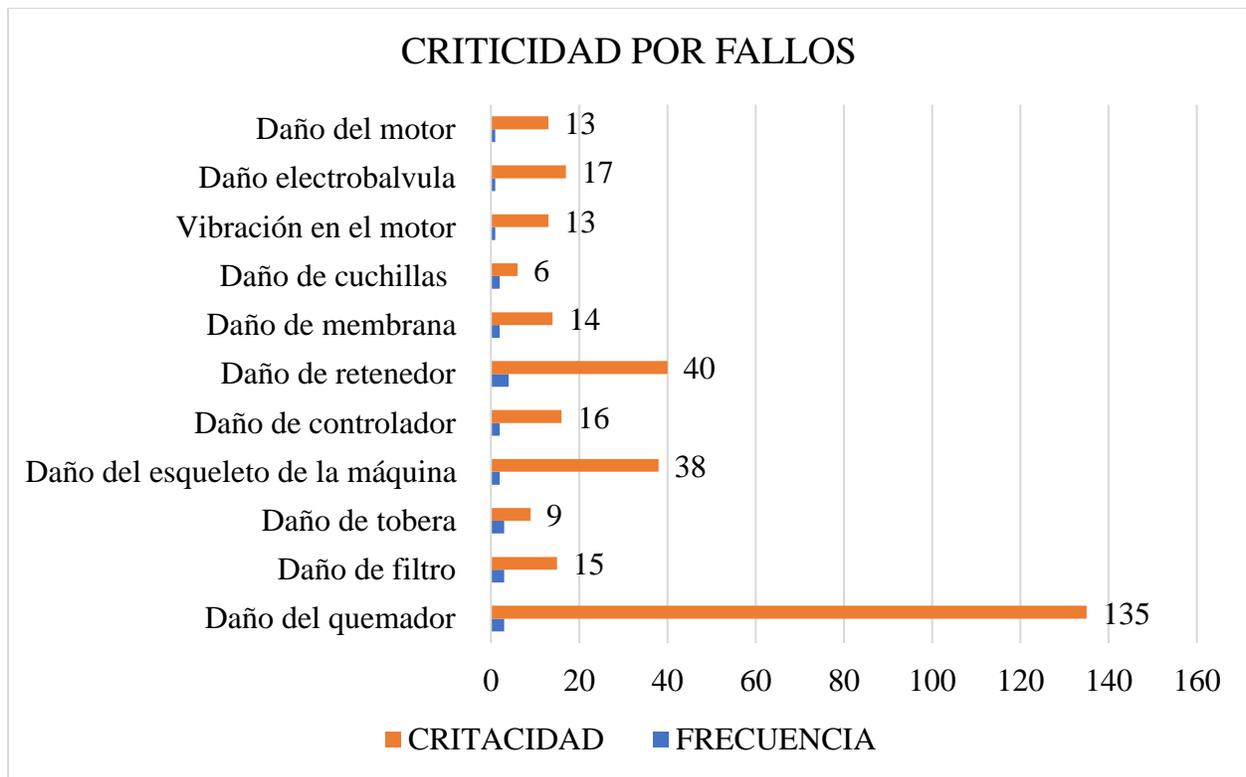
Fig. 14 Criticidad máquinas



Los hornos y la cámara de fermentación destacan como los equipos con el mayor nivel de criticidad clasificándose dentro de un sistema crítico. Estos equipos presentan una consecuencia valorada en más de 40 y una frecuencia de mantenimiento de 3 (5 a 7 fallas/año). En la criticidad media se encuentran la laminadora, la divisora, la galletera y las amasadoras con una frecuencia de mantenimiento de 2 (2 a 4 fallas/año). Las demás máquinas no se consideran críticas, pero se incorporarán para planificar y programar sus actividades de mantenimiento adecuadamente.

Por otro lado, utilizando los datos registrados de fallas presentadas en las máquinas críticas, se obtuvo los siguientes resultados.

Fig. 15 Criticidad por fallos



El daño del quemador es el que presenta el mayor grado de criticidad, siendo calificado como un área de sistema crítico. Este fallo tiene una consecuencia dentro del rango de 50 y una frecuencia de 3(5 a 7 fallas/año). Le siguen los daños en los retenedores, daños en el esqueleto de la máquina y daño de tobera. A pesar de que estos tres últimos tienen un valor de criticidad menor su frecuencia de falla de 3(5 a 7 fallas/año) los sitúa como áreas de sistema de media criticidad. Las demás fallas identificadas en las máquinas de la planta panificadora se clasifican como no críticos en términos de impacto inmediato en la operación.

Los hornos son máquinas que presentan mayor criticidad y su componente más vulnerable es el quemador, por otro lado, la cámara de fermentación y su componente más vulnerable es el filtro donde se priorizará su mantenimiento para solucionar los problemas identificados.

### Discusión

Entre el análisis del gráfico de Pareto y el análisis de criticidad por fallos indica una alta insuficiencia en el departamento de mantenimiento. Donde el análisis de criticidad señala que solo 4 tipos de fallas afectan crucialmente la gestión de operaciones y el diagrama de Pareto revela que más de la mitad de estas fallas tienen un impacto significativo en los procesos de la planta. A pesar de que la planta cuenta con otros equipos similares que podrían respaldar en caso de interrupciones por fallos, la evidencia sugiere que mejorar el área de mantenimiento sería una estrategia clave para mitigar estos problemas.

### Entrevista

La entrevista realizada a los trabajadores reveló que ante ruidos extraños o fallas presentes en las máquinas se informa a la gerente quien contacta a los técnicos y realizan el mantenimiento, sin embargo la planta toma precauciones al contar con equipos redundantes como tres hornos y otras amasadoras o el apoyo de sus locales que generan su propia producción. Aunque han ocurrido paradas, siempre encuentran soluciones, según los operarios las máquinas son confiables y operan dentro de sus capacidades pero sugieren que un plan de mantenimiento funcional sigue siendo crucial en la gestión operativa.

La gerente de la planta indicó que el objetivo principal es producir y comercializar productos de panadería y pastelería de calidad. Y manifestó que la planta carece de un programa de mantenimiento preventivo ya que desde sus inicios la planta ha operado bajo un esquema de mantenimiento correctivo donde contrata técnicos externos para reparar las máquinas. A pesar de ello, en el último año no se han registrado interrupciones en la producción, aunque la planta aún no cuenta con reconocimientos legales existe un firme interés en adoptar métodos que aseguren la disponibilidad y el óptimo funcionamiento de las máquinas.

#### **A. Propuesta SGMP**

Después de realizar observaciones y analizar la empresa en el ámbito de mantenimiento se han identificado varias deficiencias en el área, como la documentación, el registro de equipos, así como su planificación y organización. En respuesta a esta situación, se diseña el sistema bajo el ciclo de Deming PHVA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar)

Las fichas técnicas y otros documentos propuestos se diseñarán bajo la norma UNE-EN 13460 [43].

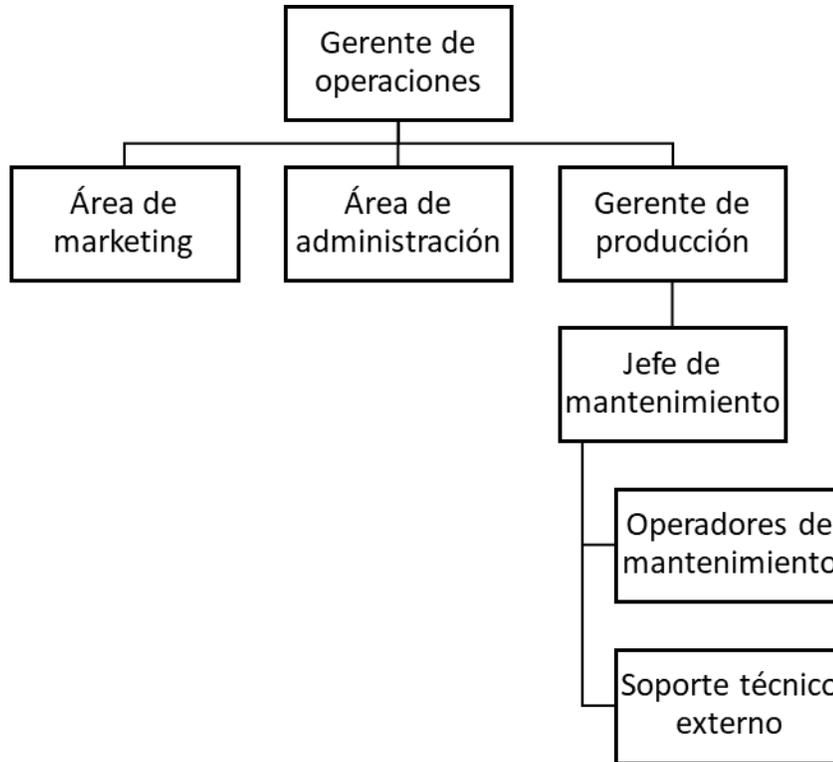
##### **1) *Objetivo***

- Planificar, verificar y conocer cada una de las máquinas con su respectivo mantenimiento preventivo, como también proponer documentos que faciliten su organización.

## B. Planificar

### 1) Organigrama

Fig. 16 Organigrama propuesto



### 2) Descripción de funciones

#### Gerente de operaciones

Monitorear y asegurar que todas las áreas de la empresa operen de manera eficiente con el objetivo de alcanzar las metas organizacionales, así como validar y autorizar decisiones críticas vinculadas a la gestión del mantenimiento.

#### Área de marketing

Aunque no interviene directamente en el mantenimiento esta área debe trabajar en coordinación con los departamentos de producción y mantenimiento especialmente en situaciones donde las condiciones de la maquinaria influyan en el producto.

#### Área de administración

- Se encarga de gestionar las compras necesarias, abarcando la contratación de soporte técnico externo.
- Registrar y supervisa los costos asociados al mantenimiento.

### **Gerente de producción**

- Aprueba las actividades de mantenimiento emitidas por el departamento especialmente cuando afectan los tiempos de producción.
- Coordina con el área de mantenimiento para programar intervenciones preventivas y correctivas sin interrumpir la producción innecesariamente.
- Verifica el impacto de las labores de mantenimiento sobre el valor del bien y el rendimiento asociado a las operaciones.
- Informa al jefe de mantenimiento sobre problemas recurrentes detectados en las máquinas que puedan afectar la producción.

### **Jefe de mantenimiento**

- Elabora y gestiona las órdenes de trabajo para realizar mantenimiento tanto preventivo como correctivo.
- Coordina el trabajo de los operadores de mantenimiento, así como la colaboración con técnicos externos.
- Supervisa tanto el mantenimiento interno y externo asegurando que se cumplan los estándares establecidos.
- Mantiene actualizado el historial de mantenimiento de cada máquina.
- Informa al gerente de producción y al gerente de operaciones sobre la situación actual de la maquinaria.
- Solicita apoyo al área de administración para la compra de repuestos cuando sea necesario.
- Propone la baja de máquinas obsoletas o aquellas que presenten altos costos de reparación.

En el caso de ausencia del jefe de mantenimiento en la planta su rol deberá ser asumido por el operador de mantenimiento con mayor experiencia o capacitación. Sin embargo, si no se cuenta con personal calificado el gerente de producción será responsable de tomar decisiones estratégicas relacionadas con el mantenimiento. Además, la existencia de registros detallados como los procedimientos establecidos contribuirá a la continuidad operativa.

### **Operario de mantenimiento**

- Realiza labores de mantenimiento preventivo o correctivo
- Reporta cualquier anomalía detectada durante las intervenciones.
- Archiva las actividades realizadas en los documentos correspondientes.
- Asegura que las herramientas y equipos utilizados estén en óptimas condiciones.

### **Soporte técnico externo**

- Abarca la contratación de servicios de mantenimiento externo tales como plomería, mecánica, electricidad, soldadura u otros.

### 3) Documentación

#### a) Historial de mantenimiento

Aquí se especifica las características de la avería en una máquina, serán registradas conforme al formato correspondiente.

TABLA VIII  
HISTORIAL DE MANTENIMIENTO

HISTORIAL DE MANTENIMIENTO														
Máquina:	Nº Orden	Fecha:	Tipo de acción preventiva:		Descripción:	Costo:	Tipo de fallo				Horas hombre empleada		Horas máquina parada	
			Revisión:	Recambio:			M	E	EI	S	Interno	externo		

Referencias:	M	F. Mecánico
	E	F. Eléctrico
	EI	F. Electrónico
	S	F. Sistemas auxiliares

#### b) Ordenen de trabajo

Esta orden de trabajo gestiona las tareas de mantenimiento.

TABLA IX  
ORDEN DE TRABAJO

ORDEN DE TRABAJO			
	Nº:	Fecha:	Periodo Mantenimiento:
	Código:	Máquina:	Área:
	A Ejecutar:	T. estimado:	T. Maquina Parada:
	Prioridad:	<input type="checkbox"/> Vitales	<input type="checkbox"/> Importantes
Tipo mantenimiento	<input type="checkbox"/> Preventivo	<input type="checkbox"/> Correctivo	
Descripción de falla:			
Actividad de mantenimiento a realizar:			
Repuestos:			
Mano de obra:		Hora inicio:	Hora fin:

Observaciones:

Entregado por:

Ejecutado por:

Verificado por:

c) **Solicitud de repuestos**

TABLA X  
SOLICITUD DE REPUESTOS



ORDEN DE PEDIDO

Fecha:	Hora:			
Máquina:				
Solicita:				
Repuesto/pieza	Cantidad	Marca	Proveedor	Observación

d) **Inspección de fallo**

TABLA XI  
INSPECCIÓN DE FALLO



INSPECCIÓN DE FALLO

Nº:	Fecha:	Área:
Código:	Máquina:	T. Maquina Parada:
OT Nº:	Tipo de fallo:	T. Maquina Arranque:

Descripción de falla:

Eventos previos a la falla:

Componentes afectados:

Método de inspección y herramientas usadas:

Posibles causas del fallo:

Prioridad de atención: Alta, Media, Baja

Tipo de mantenimiento a realizar:

Observaciones:

Inspector:

Verificado por:

#### 4) Programa de mantenimiento

##### a) Codificación

##### Categorías

Cualquier máquina que reciba mantenimiento puede alcanzar su vida útil esperada, en la planta las máquinas se han organizado en tres categorías según su grado de criticidad.

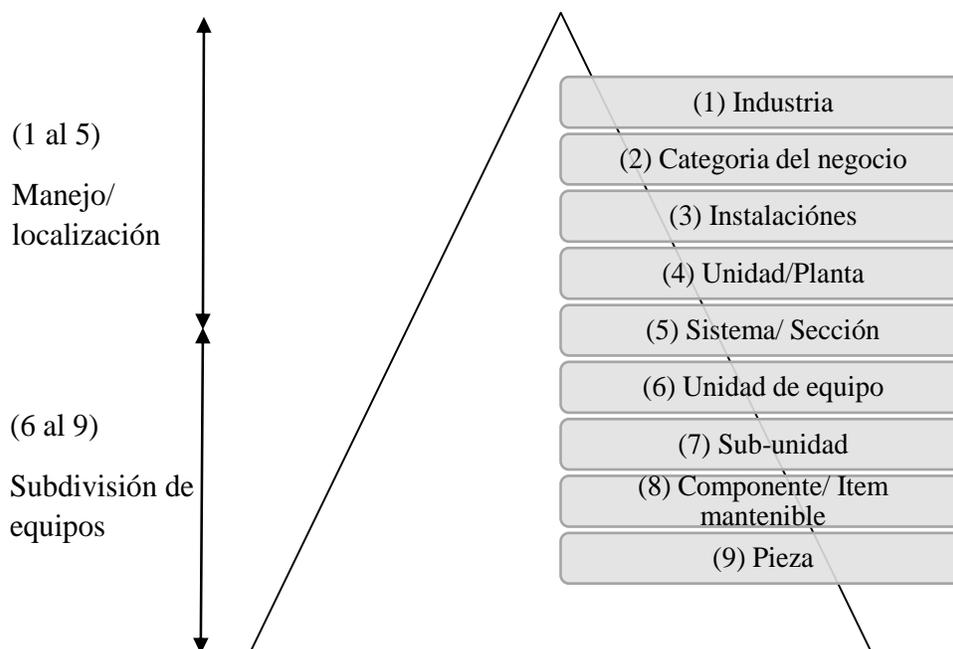
**V** para máquinas vitales

**I** para máquinas importantes

**N** para máquinas normales

Según la norma ISO española 14224:2016 en su apartado 8.2 sobre taxonomía[44]. Se destaca la importancia de organizar los ítems en grupos generales, esta clasificación se basa en factores comunes como localización, manejo y segmentación de maquinaria logrando una identificación precisa, así como una gestión y seguimiento. En el estándar internacional se representa mediante la siguiente jerarquía.

Fig. 17 Clasificación de la Taxonomía



Nota: Adaptado de [44]

A continuación, se detallan los niveles tomados y el sistema de codificación diseñado.

TABLA XII  
SISTEMA DE CODIFICACIÓN

Nivel 1	Sección/sistema:	Nivel 2	Unidad de equipo:	Nivel 3	Componente/Ítem
representada por letras que indican la sección o función común a la que pertenece la máquina.		representada por una letra que indica la importancia de esa maquinaria dentro de cada área.		Mantenible: representada por un número que indica la diferencia entre las máquinas del mismo tipo.	
Cocción: COC		V: para máquinas vitales		COC-V-1	
Fermentación: FER		I: para máquinas importantes		COC-V-2	
Pesado: PES		N: para máquinas normales		..	
Amasado: AMA					
Formado: FOR					
División de masa: DIV					
Batido/Mezclado: BAT					

Basado en el sistema diseñado de codificación el inventario es de la siguiente manera:

TABLA XIII  
CODIFICACIÓN

Máquina	Sección	Importancia	N.º de máquina	Código
Cámara de Fermentación	Fermentación "FER"	Vital "V"	1	FER-V-1
Horno a convección	Cocción "COC"	Vital "V"	1	COC-V-1
Horno a convección Max 2000	Cocción "COC"	Vital "V"	2	COC-V-2
Horno a convección rotativo	Cocción "COC"	Vital "V"	3	COC-V-3
Galletera Polin Multidr.Junior	Cocción "COC"	Importante "I"	4	COC-I-4
Divisora	División de masa "DIV"	Importante "I"	1	DIV-I-1
Laminadora	Formado "FOR"	Importante "I"	1	FOR-I-1
Moldeadora MAC-PAN	Formado "FOR"	Normal "N"	2	FOR-N-2
Boleadora MAC-PAN	Formado "FOR"	Normal "N"	3	FOR-N-3
Amasadora KN50	Amasado "AMA"	Importante "I"	1	AMA-I-1
Amasadora K25	Amasado "AMA"	Normal "N"	2	AMA-N-2
Amasadora K25	Amasado "AMA"	Normal "N"	3	AMA-N-3
Batidora Planetaria	Batido/Mezclado "BAT"	Importante "I"	1	BAT-I-1
Batidora	Batido/Mezclado "BAT"	Normal "N"	2	BAT-N-2
Batidora	Batido/Mezclado "BAT"	Normal "N"	3	BAT-N-3

Balanza UWE	Pesado "PES"	Normal "N"	1	PES-N-1
Balanza	Pesado "PES"	Normal "N"	2	PES-N-2

## b) Actividades de mantenimiento

### Diarias

Las tareas diarias consisten en realizar una limpieza exterior, la cual será responsabilidad de cada trabajador al concluir las labores.

### Semanal

El jefe de mantenimiento efectuará un examen ocular técnico para verificar el funcionamiento de la máquina y eliminar la presencia de averías.

### Mensual

- ✓ **Limpieza:** Sustancias como la harina puede infiltrarse en el sistema eléctrico y de transmisión, se debe realizar una limpieza exhaustiva de estas áreas.
- ✓ **Inspección de la red eléctrica:** revisar conexiones, cables, enchufes y el voltaje para prevenir un paro inesperado de la maquinaria también se reajustan los relés que tienden a aflojarse debido a las altas vibraciones con las que operan.
- ✓ **Inspección a la red de transmisión:** verificar el correcto funcionamiento de elementos como bandas, cadenas, engranajes y reajustar los pernos de sujeción de las máquinas.
- ✓ **Inspección y ajuste de tornillería:** Importante en equipos como las amasadoras que generan vibraciones y movimientos mecánicos intensos durante su operación, una tornillería mal ajustada no solo puede provocar ruidos anormales, sino que también puede comprometer la estabilidad, rendimiento de la máquina y por ende también la seguridad del operador.

### Trimestral

- ✓ **Lubricación:** Es fundamental desengrasar y lubricar los componentes móviles de las máquinas especialmente en equipos como los hornos industriales que operan diariamente durante largas jornadas. Este mantenimiento previene el desgaste causado por la fricción en bisagras, ventiladores, motores y engranajes, aunque los lubricantes de grado alimenticio están diseñados para soportar altas temperaturas y condiciones exigentes un exceso puede atraer partículas como polvo y residuos afectando al producto.

### Semestral

- ✓ **Aseo de quemadores de los hornos:** Desinfectar y revisar la red de suministro, red eléctrica y sus componentes.

✓ **Verificación de empaques:** En las puertas de hornos y la cámara de fragmentación.

#### **Acciones de acuerdo con los detalles técnicos**

Reemplazo de rodamientos en motores y motores reductores, cambio de filtros, cadenas de transmisión y bandas.

#### **c) Mantenimiento elementos críticos**

En la Tabla XIV se detallan las horas funcionales de cada una de las máquinas considerando la jornada laboral detallada en el capítulo III.

TABLA XIV  
TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO

CÓDIGO	MÁQUINA	H. SEMANALES	H. FUNCIÓN ANUAL
COC-V-2	Horno a convección Max 2000	66	3168
COC-V-3	Horno a convección rotativo	66	3168
COC-V-1	Horno a convección	66	3168
COC-I-4	Galletera Polin Multidr.Junior	21	1008
BAT-N-2	Batidora	42	2016
BAT-I-1	Batidora Planetaria	46	2208
BAT-N-3	Batidora	42	2016
FOR-I-1	Laminadora	54	2592
FOR-N-2	Moldeadora MAC-PAN	42	2016
FOR-N-3	Boleadora MAC-PAN	42	2016
DIV-I-1	Divisora	54	2592
AMA-I-1	Amasadora KN50	50	1920
AMA-N-2	Amasadora K25	46	1920
AMA-N-3	Amasadora K25	46	1920
PES-N-1	Balanza	10	480
PES-N-2	Balanza uwe	14	672
FER-V-1	Cámara de Fermentación	58	2784

#### **Filtros**

Según Bengoetxea Luis [45]. Un filtro en las máquinas industriales es un elemento clave que se encarga de capturar partículas contaminantes e impurezas presentes en el aire, aceite, combustible u otros fluidos utilizados por la máquina, su función principal es resguardar los sistemas internos en particular los motores y componentes delicados contribuyendo a la durabilidad y garantizando un rendimiento óptimo.

No todas las máquinas tienen filtros, pero aquellas con sistemas de combustión, refrigeración o neumáticas suelen necesitarlos. Ejemplo:

**Hornos industriales:**

- Filtros en los quemadores para garantizar que el aire o el gas que ingresa esté limpio y sin impurezas y minimiza el deterioro del sistema de combustión y mejora la eficiencia térmica.

**Amasadoras, mezcladoras y laminadoras:**

- Si tienen motores eléctricos o sistemas hidráulicos pueden incorporar filtros para el aire de ventilación o el aceite hidráulico y evitar el polvo como la harina o los residuos del entorno.

**Sistemas de ventilación y refrigeración:**

- Motores con ventiladores suelen tener filtros para prevenir la acumulación de partículas en los conductos.

**Vida nominal**

Para este análisis se tomará un ejemplo de un filtro ubicado en el quemador del horno a convención código COC-V-1 donde para calcular la vida nominal del filtro se debe considerar los siguientes puntos.

**Especificaciones del fabricante:**

- ✓ Capacidad de retención de partículas: La cantidad de contaminantes que puede retener antes de saturarse, medida generalmente en gramos o miligramos.
- ✓ Rango de flujo de aire o combustible: El flujo máximo que puede manejar sin comprometer su eficiencia expresado en metros cúbicos por hora ( $m^3/h$ ) o litros por minuto (L/min).
- ✓ Presión diferencial inicial y máxima: La diferencia de presión aceptable antes de que el filtro se considere obstruido.

**Condiciones de operación del quemador:**

- ✓ Horas de uso diario y semanal
- ✓ Ambiente de trabajo: Si el ambiente es polvoriento o tiene una alta concentración de partículas (harinas, aceites, etc.)
- ✓ Tipo de combustible: Si el quemador utiliza gas natural, gasóleo u otro combustible puede generar diferentes cantidades de residuos.

**Cálculo de la tasa de acumulación de contaminantes**

Especificaciones del filtro: capacidad de retención: 1500 gramos, flujo de aire:  $40 m^3/h$

Condiciones del quemador: contaminantes en el aire:  $0.05 \text{ gramos}/m^3$

Tiempo de funcionamiento: 66 horas semanales.

Tasa de acumulación: Flujo de aire x contaminantes/ $m^3 = 40 m^3/h \times 0.05 \text{ gramos}/m^3 = 2g/h$ .

### **Vida nominal**

$$\text{Vida nominal} = \frac{\text{capacidad del filtro}}{\text{tasa de acumulación}} = \frac{1500 \text{ g}}{2 \text{ g/h}} = 750 \text{ horas}$$

Si el horno opera 66 horas a la semana se estima que en aproximadamente 12 semanas será necesario limpiar o reemplazar el filtro. Por ello, se recomienda realizar un mantenimiento preventivo cada tres meses para garantizar su correcto funcionamiento.

### **Toberas**

Según Mahendra Joshi [46]. Es un elemento mecánico o estructural creado para dirigir o regular el flujo de un fluido ya sea aire, gas, combustible o líquido a través de un diseño especializado que altera su velocidad, dirección o presión, su propósito es optimizar la eficiencia del sistema en el que se encuentra instalado o cumplir funciones específicas como mezcla, atomización o propulsión.

Las toberas son comunes en máquinas que requieren un flujo controlado de aire, gas, o combustible, incluyendo:

#### **Hornos industriales:**

- Los quemadores de los hornos suelen tener toberas para mezclar aire y combustible optimizando la combustión y asegurando una distribución uniforme del calor.

#### **Máquinas de producción alimentaria:**

- Por ejemplo, las galleteras o amasadoras con sistemas de ventilación que utilizan toberas para dirigir el aire enfriado o calentado.

### **Vida nominal**

Para este cálculo se tomará un ejemplo de una tobera ubicado en el quemador del horno a convención código COC-V-1 donde para calcular la vida nominal de la tobera se debe considerar los siguientes puntos.

#### **Especificaciones del fabricante**

Los fabricantes suelen proporcionar un rango de vida útil basado en horas de operación o ciclos de uso. Por ejemplo, la tobera del quemador especifica 5000 horas bajo condiciones normales.

#### **Datos de operación**

Horas de operación: 66 horas semanales.

Ambiente sucio o contaminado: uso en una panadería con partículas de harina.

#### **Cálculo**

Vida útil inicial: 5000 horas.

Reducción por ambiente sucio:  $5000 \times 0.8 = 4000$  horas.

Vida útil ajustada: 4000 horas.

Operación semanal: 66 horas.

Vida útil en semanas:  $4000 / 66 = 60$  semanas (14 meses).

Se recomienda realizar un mantenimiento preventivo completo al quemador cada seis meses que incluya limpieza y revisión ya que esto puede extender considerablemente la vida útil de la tobera.

### **Retenedor**

Según Bengoetxea Luis [45]. Un retenedor o sello de aceite es un dispositivo mecánico que evita la fuga de lubricantes y la entrada de contaminantes en sistemas rotativos o móviles. Se instala donde un eje atraviesa una carcasa asegurando la protección y lubricación de los componentes internos generalmente se fabrica con caucho, metal o materiales compuestos resistentes a altas temperaturas y fricción.

En una planta industrial muchas máquinas que operan con motores, ejes rotativos, o sistemas de transmisión utilizan retenedores como, por ejemplo:

#### **Máquinas con motores eléctricos:**

- Motores eléctricos que impulsan como laminadoras, amasadoras, divisoras y boleadoras suelen tener retenedores para evitar fugas de lubricante del eje del motor y proteger los rodamientos de la contaminación cruzada.

#### **Hornos industriales:**

- Los sistemas de ventiladores o motores de convección tienen retenedores para evitar fugas de grasa del motor y proteger el sistema.

#### **Vida nominal**

Para este análisis se tomará un ejemplo de un retenedor ubicado en una amasadora código AMA-I-1en donde los factores que influyen son:

#### **Especificaciones del fabricante:**

- ✓ Los fabricantes suelen indicar un rango de vida útil nominal en condiciones estándar por ejemplo el retenedor de esta máquina es de 10000 h

#### **Velocidad del eje (RPM):**

- ✓ La velocidad a la que opera el eje es aproximadamente 1500 RPM.

#### **Condiciones de operación:**

- ✓ Temperatura: 10 °C.
- ✓ Ambiente: polvoriento (harina).
- ✓ Horas de trabajo: 50h semanales

#### **Calidad del lubricante:**

- ✓ Un lubricante adecuado reduce el desgaste en la superficie del retenedor.

#### **Factores de corrección:**

- ✓ Reducción por ambiente polvoriento: 15%.

- ✓ Reducción por velocidad de operación: 10%.

#### **Ajuste por velocidad de operación:**

$$\text{velocidad lineal} = \frac{\text{Diámetro del eje} \times \text{RPM} \times \pi}{60}$$

$$v = \frac{0.05 \times 1500 \times \pi}{60} = 3.93 \text{m/s}$$

- ✓ Vida ajustada:  $10000 \text{ h} \times 0.90 = 9000 \text{ h}$

#### **Ajuste por ambiente polvoriento**

- ✓ Vida ajustada:  $9000 \text{ h} \times 0.85 = 7650 \text{ h}$

#### **Tiempo de operación semanal:**

- La amasadora opera 50 horas por semana.
- Vida útil en semanas:

$$\frac{\text{Horas ajustadas}}{\text{Horas semanales}} = \frac{7650}{50} = 153 \text{ semanas}$$

El retenedor de la amasadora con código AMA-I-1 tiene una vida útil estimada de 2.9 años en condiciones normales. No obstante, su durabilidad puede variar según el uso de la máquina.

#### **Rodamientos**

Según Hurtado Zulma [47]. Un rodamiento es un componente mecánico diseñado para sostener, guiar y minimizar la fricción entre partes móviles como ejes rotativos o lineales, está compuesto por dos anillos (interno y externo) elementos rodantes (bolas o rodillos) y una jaula o separador, según su diseño y aplicación puede soportar cargas radiales, axiales o una combinación de ambas.

En una planta industrial todas aquellas máquinas con movimiento rotativo o lineal utilizan rodamientos como:

#### **Máquinas con motores eléctricos:**

- Amasadoras y hornos industriales tienen rodamientos para soportar los ejes y minimizar la fricción en el giro, se ve también en los ventiladores.
- Laminadoras, divisoras y boleadoras utilizan rodamientos en sus motores ejes y mecanismos de transmisión para un funcionamiento preciso.

#### **Máquinas con sistemas de transmisión**

- Cualquier máquina con cajas de engranajes o ejes móviles como la galletera Polin Multidr. Junior tiene rodamientos en los puntos de soporte.

#### **Vida nominal**

Para este análisis se tomará un ejemplo de un rodamiento ubicado en el horno a convención código COC-V-1 donde los factores que influyen son:

**Ecuación**

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^p$$

**Donde:**

- ✓  $L_{10}$ : La vida nominal con un 90% de probabilidad de que el rodamiento no falle.
- ✓  $C$ : Tolerancia de carga del rodamiento durante operaciones dinámicas (kN) proporcionada por el proveedor.
- ✓  $P$ : Tolerancia equivalente del rodamiento (kN) calculada con base en las fuerzas radial y axial aplicadas.
- ✓  $p$ : De acuerdo al tipo de rodamiento: clase bolas igual a 3, clase rodillos igual a 10/3

**Cálculo de la fuerza equivalente (P)**

$$P = X \times F_r + Y \times F_a$$

**Donde:**

- ✓  $F_r$ : Fuerza radial ejercida (kN).
- ✓  $F_a$ : Fuerza axial ejercida (kN).
- ✓  $x$ : Factor radial, depende del diseño del rodamiento y su orientación.
- ✓  $y$ : Factor axial, depende del diseño del rodamiento.

**Conversión a horas de operación**

$$L_h = \frac{L_{10} \times 10^6}{60 \times n}$$

**Donde:**

- ✓  $n$ : Frecuencia de giro del eje medida en revoluciones por minuto (RPM).

**Rodamiento en el ventilador del Horno a Convección**

Capacidad de carga dinámica ( $C$ ): 5 kN (valor estándar de catálogo para un rodamiento de ventilador pequeño)

Carga radial ( $F_r$ ): 1.2 kN (proporción de la fuerza de rotación generada por el ventilador)

Carga axial ( $F_a$ ): 0.3 kN (debido a la fuerza del aire).

Factores ( $X=1$ ,  $Y=0.4$ ): Según catálogo del fabricante para este tipo de carga combinada

Velocidad de rotación ( $n$ ): 1500 RPM (rotación estándar del ventilador)

Tipo de rodamiento: De bolas (exponente  $p=3$ )

**Cálculo:****Carga equivalente**

$$P = X \times F_r + Y \times F_a$$

$$P = 1 \times 1.2 + 0.4 \times 0.3 = 1.32 \text{ kN}$$

Vida nominal en millones de revoluciones

$$L_{10} = \left( \frac{5}{1.32} \right)^3 = 54.35 \text{ millones de revoluciones}$$

Convertir a vida nominal en horas

$$L_h = \frac{54.35 \times 10^6}{60 \times 1500} = 603.89 \text{ h}$$

El horno opera 66 horas por semana por lo que se recomienda realizar un mantenimiento preventivo que incluya limpieza y revisión cada 9 semanas aproximadamente esto ayuda a prolongar la durabilidad del elemento.

Para determinar la vida útil estimada de estos elementos se apoyó en referencias bibliográficas y catálogos como el SKF [48]. En el [Anexo3](#) se encuentra información que ayudara a la comprensión para estos cálculos.

#### 8) *Cronograma de mantenimiento*

Se ha estructurado en un formato mensual, junto con la descripción de cada operación y el tiempo estimado para su realización.

## PANADERIA "PANARTE"

## CRONOGRAMA ANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

MÁQUINA: HORNOS A CONVECCIÓN

CÓDIGOS: COC-V-1, COC-V-2 y COC-V-3



TABLA XV  
M.P. HORNOS A CONVECCIÓN

Nº	ACTIVIDADES	TIEMPO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIE	DICIE
1	Limpieza general	Semanal	[Barra verde continua]											
2	Chequeo del sistema eléctrico	Mensual	[Barra azul]	[Barra azul]	[Barra azul]	[Barra azul]	[Barra azul]	[Barra azul]	[Barra azul]	[Barra azul]	[Barra azul]	[Barra azul]	[Barra azul]	[Barra azul]
3	Lubricación de componentes móviles (motor ventilador, motor...)	Trimestral			[Barra amarilla]			[Barra amarilla]			[Barra amarilla]			[Barra amarilla]
4	Limpieza de filtro de combustible	Trimestral			[Barra amarilla]			[Barra amarilla]			[Barra amarilla]			[Barra amarilla]
5	Revisión y ajuste general de tornillería	Trimestral			[Barra amarilla]			[Barra amarilla]			[Barra amarilla]			[Barra amarilla]
6	Revisión de iluminación y prueba de temperatura	Semestral						[Barra naranja]						[Barra naranja]
7	Limpieza de quemador y mantenimiento	Semestral						[Barra naranja]						[Barra naranja]
8	Revisión circuito hidráulico combustible	Semestral						[Barra naranja]						[Barra naranja]
9	Verificación de los empaques de la puerta	Semestral						[Barra naranja]						[Barra naranja]
10	Cambios de rodamientos motor	Cada año y medio												[Barra gris]
11	Cambios de rodamientos motor reductor	Cada año y medio												[Barra gris]

OBS: Este cronograma es aplicable a todos los hornos de la planta, dado que son del mismo modelo.

## PANADERIA "PANARTE"

## CRONOGRAMA ANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

MÁQUINA: CAMARA DE FERMENTACIÓN

CÓDIGO: FER-V-1



TABLA XVI  
M.P. CAMARA DE FERMENTACIÓN

Nº	ACTIVIDADES	TIEMPO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEM	DICIEM.		
1	Limpieza general	Semanal														
2	Chequeo del sistema eléctrico	Mensual														
3	Revisión de sellos y puertas	Mensual														
4	Revisión de sellos y puertas Verificación del sistema de humidificación (boquillas, filtros y depósitos de agua)	Trimestral														
5	Revisión de ventiladores	Semestral														
6	Mantenimiento termocupla	Semestral														
7	Revisión de tuberías de drenaje	Anual														

OBS: S/N

## PANADERIA "PANARTE"

## CRONOGRAMA ANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO



MÁQUINA: AMAZADORAS

CÓDIGOS: AMA-I-1, AMA-N-2 y AMA-N-3

TABLA XVII  
M.P. AMAZADORAS

Nº	ACTIVIDADES	TIEMPO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEM	DICIEM.		
1	Limpieza general	Semanal														
2	Chequeo del sistema eléctrico	Mensual														
3	Revisión de las cuchillas de seguridad y guardas	Mensual														
4	Lubricación de componentes móviles (volante superior, gancho y engranajes)	Trimestral														
5	Inspección de las poleas y correas de transmisión	Trimestral														
6	Revisión y ajuste del gancho de amasado y poleas	Trimestral														
7	Limpiar y engrasar sistema de chumaceras	Semestral														
8	Cambios de rodamientos del motor	Cada año y medio														
9	Cambios de bandas, cadenas de transmisión	Cada año y medio														

OBS: Este cronograma es aplicable a todas las amasadoras de la planta, dado que son del mismo modelo.

## PANADERIA "PANARTE"

## CRONOGRAMA ANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO



MÁQUINA: BATIDORAS

CÓDIGOS: BAT-I-1, BAT-N-2 y BAT-N-3

TABLA XVIII  
M.P. BATIDORAS

Nº	ACTIVIDADES	TIEMPO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEM	DICIEM.		
1	Limpieza general	Semanal														
2	Chequeo del sistema eléctrico	Mensual														
3	Revisión de las cuchillas de seguridad y guardas	Mensual														
4	Lubricación de componentes móviles (cabezal y el sistema de batido)	Trimestral														
5	Inspección y ajuste de las correas de transmisión	Trimestral														
6	Revisión de las guardas de seguridad y protectores	Semestral														
7	Cambio de rodamientos motor	Cada año y medio														
8	Cambios de bandas de transmisión	Cada año y medio														

OBS: Este cronograma es aplicable a todas las batidoras de la planta, dado que son del mismo modelo.

PANADERIA “PANARTE”  
CRONOGRAMA ANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO



MÁQUINA: LAMINADORA

CÓDIGO: FOR-I-1

TABLA XIX  
M.P. LAMINADORA

Nº	ACTIVIDADES	TIEMPO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEM	DICIEM.		
1	Limpieza general	Semanal														
2	Chequeo del sistema eléctrico	Mensual														
3	Lubricación de componentes móviles (cojinetes y rodillos)	Trimestral														
4	Inspección y ajuste de las correas de transmisión	Trimestral														
5	Verificación del sistema de ajuste de espesor	Trimestral														
6	Verificación de guardas de seguridad y protectores	Semestral														
7	Inspección del sistema de transmisión y engranajes	Anual														
8	Cambios de rodamientos motor	Cada año y medio														
9	Cambios de bandas, cadenas de transmisión	Cada año y medio														

OBS: S/N

**PANADERIA “PANARTE”**  
**CRONOGRAMA ANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**



MÁQUINA: GALLETERA

CÓDIGO: COC-I-4

TABLA XX  
M.P. GALLETERA

Nº	ACTIVIDADES	TIEMPO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEM	DICIEM.
1	Limpieza general	Semanal												
2	Chequeo del sistema eléctrico	Mensual												
3	Lubricación de componentes móviles (ejes rodillos y guías)	Trimestral												
4	Inspección de boquillas y rodillos de moldeado	Trimestral												
5	Revisión y ajuste del sistema de engranajes	Trimestral												

OBS: S/N

PANADERIA “PANARTE”  
CRONOGRAMA ANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO



MÁQUINA: MOLDEADORA

CÓDIGO: FOR-N-2

TABLA XXI  
M.P. MOLDEADORA

Nº	ACTIVIDADES	TIEMPO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEM	DICIEM.		
1	Limpieza general	Semanal														
2	Chequeo del sistema eléctrico	Mensual														
3	Lubricación de componentes móviles (ejes, guías y engranajes)	Trimestral														
4	Inspección de rodillos y sistema de moldeo	Trimestral														
5	Cambios de rodamientos motor	Cada año y medio														
6	Cambios de banda, cadena de transmisión	Cada año y medio														

OBS: S/N

PANADERIA “PANARTE”  
CRONOGRAMA ANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO



MÁQUINA: BOLEADORA

CÓDIGO: FOR-N-3

TABLA XXII  
M.P. BOLEADORA

Nº	ACTIVIDADES	TIEMPO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEM	DICIEM.		
1	Limpieza general	Semanal														
2	Chequeo del sistema eléctrico	Mensual														
3	Revisión de las cuchillas y rodillos de boleado	Mensual														
4	Lubricación de componentes móviles (rodamientos y ejes)	Trimestral														
5	Inspección de guardas de seguridad y protectores	Trimestral														
6	Revisión de engranajes y cadena de transmisión	Semestral														

OBS: S/N

PANADERIA “PANARTE”  
CRONOGRAMA ANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO



MÁQUINA: DIVISORA

CÓDIGO: DIV-I-1

TABLA XXIII  
M.P. DIVISORA

Nº	ACTIVIDADES	TIEMPO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEM	DICIEM.		
1	Limpieza general	Semanal														
2	Reajuste y alineación de la cremallera contra el peso del tope	Mensual														
3	Revisión de las cuchillas y guardas	Mensual														
4	Lubricación de componentes móviles (ejes, pistones, cremallera)	Trimestral														
5	Inspección de los dientes de la cremallera	Trimestral														
6	Prueba de funcionamiento	Anual														

OBS: S/N

PANADERIA “PANARTE”  
CRONOGRAMA ANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO



MÁQUINA: BALANZAS

CÓDIGOS: PES-N-1 y PES-N-2

TABLA XXIV  
M.P. BALANZA

Nº	ACTIVIDADES	TIEMPO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEM	DICIEM.
1	Limpieza general	Semanal												
2	Chequeo del sistema eléctrico	Mensual												
3	Calibración de la balanza mediante el bloque de peso	Semestral												
4	Verificación de la batería o fuente de alimentación	Semestral												
5	Revisión de la pantalla y botones de control	Anual												
6	Calibración con certificado técnico	Anual												

OBS: Este cronograma es aplicable a todas las balanzas de la planta, dado que son del mismo modelo

## 9) *Fichas técnicas*

En el [Anexo4](#) se incluyen todas las fichas de la maquinaria de este estudio.

FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO										
					Nombre: Horno a convección				Código: COC-V-1	
					Marca: Nova Modelo: Max 2000 Serie: 812011 Año: 2008				Ubicación: Área de producción	
CARACTERISTICAS DEL EQUIPO										
Dimensiones					Alimentación					
Largo (m)	Ancho (m)	Alto m	Capacidad	Cap. bandejas	Diesel	Gas/ Gasolina	Eléctrica			
2.20	1.64	2.45/2.21	864 panes/horneada	36(65x45cm)	2-1.8 gal/h		220 v			
REGISTRO DE MOTORES										
N	Marca	Modelo	Serie	Hp	Rpm	Fase	Hz	Volt	Amp.	Rodamientos
1	WN	M. extractor		0.5		Trifásico	60	220		
1	WN	M. Rotor		0.5						
1	NOVA	M. Ventilador		3.2/2						
REGISTRO DE QUEMADOR										
N	Marca	Modelo	Serie	Caudal KG/H	Potencia térmica KW	Aliment. Elec.	Precal.	Transform.		
1	Beckett	7580		6.1 kg/h	3	220/380v (± 5%)				
OBSERVACIONES GENERALES										

### C. Hacer

#### 1) *Manual de procedimiento*

En esta fase, se crea un manual de procedimientos donde se asignan responsabilidades y se organiza la programación para la ejecución de las actividades de mantenimiento.

Guía de proceso para el mantenimiento preventivo: [Anexo5](#)

Guía de proceso para mantenimiento correctivo planificado y no planificado: [Anexo6](#)

Guía de proceso para dar de baja una máquina: [Anexo8](#)

Guía de proceso para el mantenimiento preventivo “Hornos a convección”: [Anexo9](#)

Guía de proceso para el mantenimiento preventivo “Cámara de fermentación”: [Anexo10](#)

## D. Verificar

Los parámetros facilitarán cuantificar aquello que efectivamente la planta requiere del área de mantenimiento. Los porcentajes pintados en verde se deberían mantener, amarillo controlar y rojo corregir.

TABLA XXV  
FICHA DE INDICADORES

### FICHA DE INDICADORES



#### Objetivo:

Medir y monitorear el sistema de gestión de mantenimiento preventivo.

Nombre del indicador	Fórmula	Descripción de variables	U. de medida	Parámetro	Frecuencia de medición	Responsable
<b>Cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo:</b> Establece el grado de cumplimiento	$\frac{\text{OTs preventivas ejecutadas}}{\text{OTs preventivas programadas}} \times 100$	OTs: Ordenes de trabajo para mantenimiento	%	ALTO: $\geq 90\%$ MEDIO: $\geq 80\%$ hasta $< 90\%$ BAJO: $\leq 80\%$	Según las necesidades institucionales	Jefe de mantenimiento
<b>Tiempo promedio entre Fallos (TMEF):</b> Mide el tiempo promedio de operación del equipo sin interrupciones, donde un mayor tiempo refleja mayor disponibilidad y confiabilidad.	$\frac{\text{Horas funcionamiento en periodo de tiempo}}{\text{Número de fallos}}$	TMEF: Tiempo promedio entre fallas	Horas	ALTO: $\geq 100\text{H}$ MEDIO: $\geq 80\text{H}$ hasta $< 90\text{H}$ BAJO: $\leq 80\text{H}$	Según las necesidades institucionales	Jefe de mantenimiento
<b>Tiempo promedio para reparar (TMPR):</b> Mide la efectividad para restaurar un equipo a su funcionamiento normal tras una falla.	$\frac{\text{Horas de paro por fallo}}{\text{Número de fallos}}$	TMPR: Tiempo promedio para reparar	Horas	ALTO: $< 3\text{H}$ MEDIO: $\geq 3\text{H}$ hasta $< 5\text{H}$ BAJO: $\geq 5\text{H}$	Según las necesidades institucionales	Jefe de mantenimiento
<b>Disponibilidad:</b> Evalúa la capacidad de un equipo o máquina para cumplir una función específica bajo condiciones determinadas durante un tiempo definido.	$\frac{\text{TMEF}}{\text{TMEF} + \text{TMPR}} \times 100$	TMEF: Tiempo promedio entre fallas. TMPR: Tiempo promedio para reparar	%	ALTO: $\geq 95\%$ MEDIO: $\geq 85\%$ hasta $< 95\%$ BAJO: $< 85\%$	Según las necesidades institucionales	Jefe de mantenimiento

**E. Actuar****1) Procedimiento de no conformidades**

Se enfoca en abordar las fallas ocurridas en el sistema y garantizar una retroalimentación, incluye la actualización de registros y procedimientos.

Guía de proceso de no conformidades: [Anexo7](#)

TABLA XXVI  
FICHA DE NO CONFORMIDAD

**FICHA DE NO CONFORMIDAD**

Área responsable:	Auditoría: N.º
Fecha:	
<b>No Conformidades Detectadas</b>	
Indicador Afectado:	
Descripción del problema: (Descripción de pruebas tangibles (fotos, registros, observaciones, etc.)	
Máquina o equipo involucrado:	
Ubicación:	
<b>Análisis de Causa Raíz</b>	
Causa Raíz: Diagrama de Ishikawa, 5 Porqués, etc.	
Descripción de la Causa Raíz: Falta de repuestos, escasez de personal, mala planificación, fallas recurrentes, etc.	
<b>Impacto en el Indicador</b>	
Cumplimiento MP: % de mantenimientos preventivos realizados vs. programados.	
TMEF: Tiempo promedio entre dos fallos consecutivos.	
TMPR: Tiempo promedio para reparar la máquina.	
Disponibilidad: % de tiempo que la máquina estuvo operativa.	
Nivel de prioridad:	Alto <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja <input type="checkbox"/>
<b>Acciones Correctivas</b>	
Descripción de la Acción: Reprogramación de mantenimiento, compra de repuestos críticos, capacitación del personal, contratación personal externo, etc.	
Responsable:	
Fecha Límite:	
Estado:	Pendiente <input type="checkbox"/> En Proceso <input type="checkbox"/> Completada <input type="checkbox"/>
<b>Acciones Preventivas</b>	
Descripción de la Acción: Mejora en la planificación, actualización de manuales, ajustes al plan de mantenimiento, etc.	
Fecha Límite:	
Estado:	Pendiente <input type="checkbox"/> En Proceso <input type="checkbox"/> Completada <input type="checkbox"/>
<b>Análisis final</b>	
Se resolvió la no conformidad:	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Resumen del Estado General:	
Firma del responsable de detección:	Aprobación: Validación:

## CONCLUSIONES

Se realizó una investigación del marco referencial mediante la revisión de bibliografía, normativas y documentación técnica, lo que permitió alcanzar una comprensión detallada de los fundamentos teóricos vinculados con el campo de investigación. Este análisis fue fundamental para evaluar el estado actual y desarrollar la propuesta del SGMP, integrando aspectos técnicos y legales que son relevantes para el mantenimiento de equipos y maquinaria con un enfoque específico en el sector panificador.

Se detectó el estado actual de la planta panificadora mediante el uso del diagrama de Pareto que reveló que 8 de los 14 tipos de fallas son responsables del 80% de las interrupciones, representando el 57,14% del total de fallas. Entre las principales fallas identificadas se encuentran daños en el quemador, filtros, toberas, retenedores, controladores y membranas. Además, mediante la identificación de puntos críticos, se identificó que los hornos y la cámara de fermentación son las máquinas con el mayor nivel de criticidad dentro del proceso productivo.

Bajo el ciclo de mejora continua PHVA se cumplió el diseño del SGMP, el cual permitió la elaboración de un documento integral que incluye inventarios, fichas técnicas, cronogramas, indicadores, formatos y manuales para la gestión de datos en el ámbito del mantenimiento. Este modelo se consolida como una herramienta estratégica para optimizar la disponibilidad de la maquinaria fomentando una adaptación constante y una respuesta proactiva a las exigencias cambiantes del entorno operativo.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda monitorear la implementación de este sistema de gestión de mantenimiento preventivo a lo largo de seis meses para evaluar su impacto real en la eficiencia operativa, ya que esto contribuirá a reducir las interrupciones no programadas, los costos que estos generan y tener una buena gestión para sus procesos. Además, es fundamental que los trabajadores de la maquinaria de la planta panificadora se familiaricen con el mantenimiento preventivo comprendan su importancia y cumplan con las actividades de mantenimiento establecidas.

Es imprescindible priorizar los elementos críticos con el objetivo de minimizar su nivel de riesgo y optimizar su eficiencia operativa, también es esencial llevar a cabo monitoreos continuos y mantener registros de mantenimiento detallados y actualizados ya que estos servirán como una valiosa herramienta para futuros análisis y toma de decisiones.

A pesar de las contribuciones del sistema de gestión de mantenimiento preventivo, la escases de registros históricos limitó la profundidad del análisis de fallas, por ende se recomienda hacer un estudio cuantitativo a las máquinas calculando el promedio de tiempo entre fallas, tiempo medio de reparación y el nivel de disponibilidad considerando sus horas de uso para luego integrar a la propuesta el enfoque de mantenimiento integral productivo o llevar a cabo un mantenimiento centrado en la confiabilidad de la maquinaria dado que esto permitirá evaluar la efectividad y eficiencia de la maquinaria considerando tres factores principales: disponibilidad, rendimiento y calidad. Cualquiera de estas estrategias complementará y fortalecerá la gestión del mantenimiento en las máquinas.

## V.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] S. García, Organización y Gestión Integral de Mantenimiento. Madrid, 2003. Accedido: 10 de enero de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.editdiazdesantos.com>
- [2] M. Galán y A. Yoenia, «Metodología e implementación de un programa de gestión de mantenimiento», Scielo Ingeniería industrial, vol. 37, n.º 1, pp. 2-13, abr. 2016, [En línea]. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-59362016000100002&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362016000100002&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- [3] F. Mayorga, «Productos de panadería en Ecuador», Universidad técnica de Ambato, Ambato, 2021.
- [4] S. Vaca y F. Quito, «Importancia de la implementación de mantenimiento preventivo en las plantas de producción para optimizar procesos», vol. 4, pp. 59-69, 29 de abril de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://revista.estudioidea.org/ojs/index.php/esci/article/view/240/325>
- [5] J. Vicente, J. Loyo, M. Ángel, P. Montoya, y A. Hernández, «MANTENIMIENTO INDUSTRIAL EN MÁQUINAS HERRAMIENTAS POR MEDIO DE AMFE», Revista ubiobio, vol. 17, pp. 209-225, nov. 2018, doi: 10.22320/S07179103/2018.12.
- [6] M. Herrera, «Manual de mantenimiento preventivo para equipos de panificadora Buena Vista», Ing., Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 2007. [En línea]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/45359453.pdf>
- [7] Secretaría Central de ISO, «ISO 9001:2015», Online Browsing Platform (OBP). [En línea]. Disponible en: [www.iso.org](http://www.iso.org)
- [8] R. Salazar, «Implementación de Un Plan de Mantenimiento Preventivo Con El Uso Del Modelo Phva», Universidad Privada del Norte, Lima - Perú, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.scribd.com/document/571548234/IMPLEMENTACION-DE-UN-PLAN-DE-MANTENIMIENTO-PREVENTIVO-CON-EL-USO-DEL-MODELO-PHVA>
- [9] J. Chiriboga y E. Macias, «Propuesta de diseño de un modelo de gestión de mantenimiento enfocado en una planta del sector alimenticio», Msc., Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil, 2023. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/25068>
- [10] E. Machaca, «Plan de mantenimiento para optimizar la confiabilidad de las máquinas de la Empresa “Panadería Pastelería Mil Hojas”», Universidad Autónoma San Francisco, Arequipa, 2021. [En línea]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.14179/484>
- [11] A. Gálvez, A. Tisnado, M. Rantes, y K. Solórzano, «Design of a Preventive Maintenance Plan, ABC, Coding, Kanban System, FMEA and Forecasts to reduce costs in the metalworking company Ingenieros en Acción S.R.L.», Universidad Privada del Norte, Buenos Aires, Argentina, 2020. doi: 10.18687/LACCEI2021.1.1.154.
- [12] L. Benavides, «Propuesta de un Plan de Mantenimiento Preventivo Aplicado a la Maquinaria Pesada de la Municipalidad Distrital de Cajaruro», Ing. Mecánico, Universidad Politécnica Amazónica, Perú, 2022. Accedido: 5 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.upa.edu.pe/handle/20.500.12897/142>
- [13] M. Solís y R. Torres, «Contribuciones del TPM en la mejora de la gestión del mantenimiento», Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación. ISSN: 2737-6249., vol. 4, n.º 8 Ed. esp., pp. 58-78, dic. 2021, doi: 10.46296/IG.V4I8EDESPDIC.0051.

- [14] A. Torres, «Optimizar Plan de Mantenimiento Preventivo para los Equipos de Navegación Aérea de la Aeronáutica Civil», Universidad ECCI, Bogotá, Colombia, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/3270>
- [15] F. Espinosa y G. Salinas, «Evaluación de la Madurez de la Función Mantenimiento para Implementar innovaciones en su gestión.», vol. 21, pp. 3-12, dic. 2010, doi: 10.1612/inf.tecnol.4313it.09.
- [16] L. Matamoros y J. Gallo, «METODOLOGIA PARA REALIZAR EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LAS REDES DEDISTRIBUCIÓN», Escuela Superior Politécnica del Litoral, Chile, 2002. [En línea]. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/1402/1/2666.pdf>
- [17] L. Vera, «Examen Complexivo | PDF | Presupuesto | Ingeniería de confiabilidad», Scribd. [En línea]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/446926619/EXAMEN-COMPLEXIVO-1-docx>
- [18] J. Ronal, «Proactive maintenance in hydrocarbon transport mechanical equipment in Ecuador», Revista científica Ciencia y Tecnología, vol. 17, Ecuador, pp. 76-85, 1 de febrero de 2017. [En línea]. Disponible en: <http://cienciaytecnologia.uteg.edu.ec>
- [19] W. Olarte, M. Botero, y B. Cañon, «TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO UTILIZADAS EN LA INDUSTRIA», Scientia et Technica Año XVI, vol. 45, oct. 2010, [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84917249041>
- [20] J. Dixon, R. A. y D. Salih, Sistemas de Mantenimiento planeación y control., Limusa S.A., vol. 1. México, 2017. [En línea]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/364041636/Duffua-Raouf-y-Dixon-Sistemas-de-Mantenimiento-pdf>
- [21] L. Oryana del Pilar, «Metodología gerencial para el mantenimiento preventivo de equipos médicos mínimos usados en habilitación de cirugías ambulatorias», SIGNOS - Investigación en sistemas de gestión, vol. 13, pp. 80-97, oct. 2020, doi: 10.15332/24631140.6342.
- [22] C. Perez, «Administración de Mantenimiento Industrial», Organización, Motivación y control en el mantenimiento industrial. [En línea]. Disponible en: <https://pdfcoffee.com/administracion-de-mantenimiento-industrial-et-newbrough-pdf-3-pdf-free.html>
- [23] A. Pérez, Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial, USTA., vol. 1. Colombia, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/33276/9789588477923.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- [24] L. A. Tavares, Administración Moderna de Mantenimiento, vol. 1. Brasil, 2000. [En línea]. Disponible en: <https://soportec.files.wordpress.com/2010/06/administracion-moderna-de-mantenimiento.pdf>
- [25] A. Cansino y D. Díaz, «Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo y seguridad industrial para la fábrica Minerosa», Ing., Escuela Politécnica Nacional, Quito, 2015. Accedido: 6 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/10469>
- [26] G. Herrera, C. Morán, J. Gallardo, y A. Silva, «Gestión del mantenimiento y la industria 4.0 Maintenance management and industry 4.0», Ingeniería Innovativa, vol. 4, pp. 15-18, jul. 2020, doi: 10.35429/JOIE.2020.15.4.18.28.
- [27] T. Wirman, «Indicadores de productividad en el mantenimiento», en Rojas Eberhard, vol. 1, 1998, 5, pp. 65-71. [En línea]. Disponible en: [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lii/arias\\_s\\_ll/capitulo5.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lii/arias_s_ll/capitulo5.pdf)
- [28] M. Cadena, W. Jimenez, y I. Mirian, «Análisis de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad (CMD) del sistema de reinyección de agua de formación», Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía, ISSN-e 2542-

3088, Vol. 5, N°. 9 (Enero - Julio), 2020, págs. 249-267, vol. 5, pp. 249-267, ene. 2020, doi: 10.35381/r.k.v5i9.647.

- [29] J. Diestra, L. Paredes, y R. Chinchayan, «PROGRAMA DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM), PARA OPTIMIZAR LA DISPONIBILIDAD OPERACIONAL DE LA MÁQUINA CON MAYOR CRITICIDAD», *Rev. Ingeniería: Ciencia*, vol. 4, Perú, 2 de julio de 2017. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.26495/icti.v4i1.530>
- [30] C. Ugaz y P. Ysla, «ANÁLISIS SANITARIO DE LA INDUSTRIA DE LA PANIFICACIÓN EN PERÚ», @limentech, *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, vol. 18, pp. 79-90, jun. 2020, doi: 10.24054/16927125.V1.N1.2020.4472.
- [31] M. Garcia, C. Quispe, y L. Ruez, «Mejora continua de la calidad en los procesos», *Industrial Data*, vol. 6, n.º 1, pp. 89-94, 2003, Accedido: 10 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81606112>
- [32] Euroins, «El ciclo Deming: en qué consiste y cómo ayuda en la gestión y mejora de procesos», <https://www.eurofins-environment.es/>. Accedido: 29 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: [https://selliliar.live/product\\_details/30161766.html](https://selliliar.live/product_details/30161766.html)
- [33] R. Huerta, «EL ANALISIS DE CRITICIDAD, UNA METODOLOGIA PARA MEJORAR LA CONFIABILIDAD OPERACIONAL.», *Revista mantener*, vol. 6, pp. 12-16, 2016.
- [34] F. Gallach, V. Soler, A. Molina, y E. Bernabeu, «DIAGRAMA DE PARETO Y LEAN MANUFACTURING», en *Cuadernos de investigación aplicada 2020*, España: Editorial Científica 3Ciencias, 2020, 2, pp. 19-31. doi: 10.17993/ingytec.2020.65.
- [35] D. Ejecutivo, «REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES», 2003.
- [36] Gobierno Electrónico, «Normativa - Gobierno Electrónico de Ecuador». [En línea]. Disponible en: <https://www.gobiernoelectronico.gob.ec/normativa/#1534886128847-a2899e76-b243>
- [37] Subsecretaria de la calidad, «MINISTERIO DE INDUSTRIAS Y PRODUCTIVIDAD», jun. 2014.
- [38] M. Galán y A. Yoenia, «Metodología e implementación de un programa de gestión de mantenimiento», *Scielo*, vol. 37, p. 230, abr. 2016, [En línea]. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1815-59362016000100002&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1815-59362016000100002&script=sci_arttext&tlng=pt), 2016.
- [39] Y.-A. Padura, A. J-Rodríguez Piñeiro, A. Elena -García Tol, M. Bárbara -Hourné Calzada, A. -Díaz Concepción, y G.-C. Pérez, «Analysis of criticality in the mechanical systems of the generators».
- [40] «INICIO | panartecuador». Accedido: 19 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://corpanarte.wixsite.com/panartecuador>
- [41] PANARTE, «Panarte Ecuador». [En línea]. Disponible en: <https://corpanarte.wixsite.com/panartecuador>
- [42] Y. Padura, A. Piñeiro, A. Garcia, M. Bárbara, A. Díaz, y G. Pérez, «Analysis of criticality in the mechanical systems of the generators», *Ingeniería Energética*, vol. 37, pp. 224-230, 2017.
- [43] Normalización Española, «UNE-EN 13460 Documentos para el mantenimiento». Accedido: 22 de enero de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.studocu.com/pe/document/instituto-cibertec/planeamiento-estrategico/une-en-134602009-mantenimeinto/30508430>
- [44] ISO 14224:2016, «Industrias de petróleo, petroquímica y gas natural – recolección e intercambio de datos de confiabilidad y mantenimiento de equipos.» [En línea]. Disponible en: [https://www.academia.edu/44518114/ISO\\_14224\\_espa%C3%B1ol](https://www.academia.edu/44518114/ISO_14224_espa%C3%B1ol)

- [45] L. Bengoetxea, ESTUDIO SOBRE EXPOSICIÓN A POLVO DE HARINA EN LA INDUSTRIA PANADERA Y ACTIVIDADES AFINES DEL PAIS VASCO, Osalan. España, 2009. Accedido: 13 de enero de 2025. [En línea]. Disponible en:  
[https://www.euskadi.eus/contenidos/libro/higiene\\_200945/es\\_199805/adjuntos/guia\\_harinas\\_osalan.pdf](https://www.euskadi.eus/contenidos/libro/higiene_200945/es_199805/adjuntos/guia_harinas_osalan.pdf)
- [46] J. Mahendra, «Tobera de inyección ranurada y quemador de bajo NOx», pp. 1-3, may 2012, Accedido: 24 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://patents.google.com/patent/ES2381543T3/es>
- [47] Z. Y. Medrano-Hurtado, S. D. . Bazán Perkins, C. Pérez-Tello, y M. Vera-Pérez, «Nueva metodología de diagnóstico de fallas en rodamientos en una máquina síncrona mediante el procesamiento de señales vibroacústicas empleando análisis de densidad de potencia», Ingeniería, investigación y tecnología, vol. 17, n.º 1, pp. 73-85, mar. 2016, Accedido: 25 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en:  
[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-77432016000100073&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-77432016000100073&script=sci_arttext)
- [48] Grupo SKF, Manual de mantenimiento de los rodamientos SKF, vol. 1. 2022.

## VI.ANEXOS

## Anexo 1

## Guía de entrevista (Ficha de evaluación)

1	Nada
2	Poco
3	Hay suficiencia
4	Mucha suficiencia

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4
Claridad	Los ítems están formulados con un lenguaje claro y específico				
Objetividad	Los ítems son coherentes con la variable mantenimiento preventivo abarcando tanto los aspectos conceptuales como operativos.				
Actualidad	El instrumento refleja una actualización alineada con el conocimiento científico, tecnológico y legal relevante para la gestión universitaria.				
Organización	Los ítems presentan una estructura lógica y coherente con la definición conceptual y operativa facilitando así el procesamiento intelectual del participante.				
Suficiencia	Los ítems del instrumento demuestran suficiencia tanto en calidad como en cantidad.				
Intencionalidad	Los elementos del instrumento son adecuados para medir la capacidad intelectual de los participantes.				
Consistencia	La información obtenida a través de los ítems permitirá analizar, describir y explicar la realidad objeto de investigación.				
Coherencia	Los ítems del instrumento comparten una intencionalidad y coherencia similares, facilitando que los participantes apliquen sus conocimientos a través de la exploración lúdica.				
Metodología	Los procedimientos incorporados están alineados con el propósito de la investigación.				

Opinión de aplicabilidad: Aplicable: (  )Aplicable después de corregir (  )No Aplicable (  )

Observaciones:

Nombre:

## Anexo 2

## Guía de Observación (Ficha de evaluación)

GUIA DE OBSERVACIÓN			
CARACTERISTICAS	SI	NO	COMENTARIOS
Las máquinas tienen identificación es decir código y nombre			
Las máquinas tienen su placa de identificación y características visibles.			
Las máquinas se encuentran en un buen estado físico			
Se realiza mantenimiento preventivo			
Se realiza mantenimiento correctivo			
Las máquinas tienen hoja de vida, historial de mantenimiento, registro u otros documentos que faciliten a la investigación.			
Las máquinas tienen dispositivos de seguridad como guardas, sensores, etc.			
Las maquinas tienen fichas técnicas como sus manuales de uso o mantenimiento.			
El nivel de limpieza del área circundante es bueno.			
Hay espacio disponible para llevar a cabo las actividades de mantenimiento.			

## Anexo 3

Fig. 18 Guía de los valores requeridos para la vida útil nominal de diferentes tipos de máquinas.

Clases de máquinas	L10H Horas de servicio
Electrodomésticos, maquinaria agrícola, herramientas, dispositivos y equipos médicos.	300 a 3000
Máquinas utilizadas de forma intermitente o por periodos cortos: herramientas eléctricas portátiles, equipos de elevación para talleres y maquinaria de construcción.	3000 a 8000
Máquinas diseñadas para operar con alta fiabilidad en periodos cortos o de forma intermitente: elevadores y grúas para carga embalada.	8000 a 12000
Máquinas diseñadas para jornadas de 8 horas diarias con uso parcial: transmisiones por engranajes de uso general, motores eléctricos industriales y trituradoras giratorias.	10000 a 25000
Máquinas con operación parcial en jornadas de 8 horas diarias: sistemas de transmisión por engranajes de uso general, motores eléctricos industriales y trituradoras giratorias.	20000 a 30000
Máquinas para operación continua las 24 horas del día: reductores para laminadores, maquinaria eléctrica de tamaño medio, compresores, tornos de extracción minera, bombas y maquinaria textil.	40000 a 50000
Maquinaria para suministro de agua, hornos rotativos, máquinas trenzadoras de cables y sistemas de propulsión para trasatlánticos.	60000 a 100000
Maquinaria eléctrica de gran tamaño, equipos para centrales eléctricas, ventiladores y bombas para minas.	>100000

Nota: Adaptado del Catálogo SKF [48]

Vida nominal: La vida nominal se calcula multiplicando por los factores de corrección de fiabilidad del rodamiento ( $a_1$ ), el factor de grado de contaminación ( $a_2$ ) y el factor adicional ( $a_3$ ) que considera aspectos como lubricación, desgaste y corrosión.

Fig. 19 valor de factor  $a_1$

<b>Fiabilidad %</b>	<b>A1</b>
90	1
95	0.62
96	0.53
97	0.44
98	0.33
99	0.21

Nota: Adaptado del Catálogo SKF [48]

Fig. 20 Valores del factor de ajuste  $a_1$  según distintos niveles de contaminación.

<b>Condición</b>	<b>A2</b>
<b>Muy limpio:</b> Partículas con un tamaño comparable al espesor de la película de lubricante.	1
<b>Limpio:</b> Condiciones habituales de rodamientos sellados y lubricados de por vida.	0.8
<b>Normal:</b> Condiciones comunes de rodamientos con protecciones y lubricados de por vida.	0.5
<b>Contaminado:</b> Condiciones típicas de rodamientos sin sellos integrados con filtros de paso grueso para el lubricante y/o entrada de partículas desde el entorno.	0.5 a 0.1
<b>Fuertemente contaminado</b>	0

Nota: Adaptado del Catálogo SKF [48]

## Anexo 4 Fichas Técnicas

REGISTRO DEL EQUIPO										
					Nombre: Horno a convección				Código: COC-V-1	
					Marca: Nova Modelo: Max 2000 Serie: 812011 Año: 2008				Ubicación: Área de producción	
CARACTERISTICAS DEL EQUIPO										
Dimensiones					Alimentación					
Largo (m)	Ancho (m)	Alto m	Capacidad	Cap. bandejas	Diesel	Gas/ Gasolina	Eléctrica			
2.20	1.64	2.45/2.21	864 panes/horneada	36(65x45cm)	2-1.8 gal/h		220 v			
REGISTRO DE MOTORES										
N	Marca	Modelo	Serie	Hp	Rpm	Fase	Hz	Volt	Amp.	Rodamientos
1	WN	M. extractor		0.5		Trifásico	60	220		
1	WN	M. Rotor		0.5						
1	NOVA	M. Ventilador		3.2/2						
REGISTRO DE QUEMADOR										
N	Marca	Modelo	Serie	Caudal KG/H	Potencia térmica KW	Aliment. Elec.	Precal.	Transform.		
	Beckett	7580		6.1 kg/h	3	220/380v (± 5%)				
OBSERVACIONES GENERALES										

REGISTRO DEL EQUIPO										
 		Nombre: Horno a convección rotativo						Código: COC-V-3		
		Marca: Nova Modelo: Max 2000 Serie: 1012007 Año: 2010						Ubicación: Área de producción		
CARACTERISTICAS DEL EQUIPO										
Dimensiones					Alimentación					
Largo (m)	Ancho (m)	Alto m	Capacidad	Cap. bandejas	Diesel	Gas/ Gasolina	Eléctrica			
2.20	1.64	2.45/2.21	864 panes/horneada	36(65x45cm)	2-1.8 gal/h		220 v			
REGISTRO DE MOTORES										
N	Marca	Modelo	Serie	Hp	Rpm	Fase	Hz	Volt	Amp.	Rodamientos
1	SEMC	M. extractor		0.5		Trifásico	60			
1	DAYTON	M. Rotor		1.20						
1	SEMC	M. Ventilador		4						
REGISTRO DE QUEMADOR										
N	Marca	Modelo	Serie	Caudal KG/H	Potencia térmica KW	Aliment. Elec.	Precal.	Transform.		
1	Beckett	1310		6.1 kg/h	3	220/380v (± 5%)				
OBSERVACIONES GENERALES										

REGISTRO DEL EQUIPO										
 		Nombre: Cámara de fermentación						Código: FER-V-1		
		Marca: Nova Modelo: Serie: Año:2015						Ubicación: Área de producción		
CARACTERISTICAS DEL EQUIPO										
Dimensiones					Alimentación					
Largo (m)	Ancho (m)	Alto m	Capacidad	Temperatura ambiente	Diesel	Gas/ Gasolina	Eléctrica			
1.25	2.20	2.30	2 carros de 36 bandejas	50 °C			220 v			
REGISTRO DE MOTORES										
N	Marca	Modelo	Serie	Hp	Potencia KW	Fase	Hz	Volt.	Amp.	Costo
					7.5	Trifásico	60		30	
OBSERVACIONES GENERALES										
No hay mucha información de esta máquina										

REGISTRO DEL EQUIPO										
					Nombre: Horno a convección Max				Código: COC-V-2	
					Marca: Nova Modelo: Max 2000 Serie: 202007 Año: 2002				Ubicación: Área de producción	
CARACTERISTICAS DEL EQUIPO										
Dimensiones					Alimentación					
Largo (m)	Ancho (m)	Alto m	Capacidad	Cap. bandejas	Diesel	Gas/ Gasolina	Eléctrica			
2.20	1.64	2.45/2.21	864 panes/horneada	36(65x45cm)	2-1.8 gal/h		220 v			
REGISTRO DE MOTORES										
N	Marca	Modelo	Serie	Hp	Rpm	Fase	Hz	Volt	Amp.	Rodamientos
1	NOVA	M. extractor		0.5		Trifásico	60			
1	NOVA	M. Rotor		0.5						
1	NOVA	M. Ventilador		3.2/2						
REGISTRO DE QUEMADOR										
N	Marca	Modelo	Serie	Caudal KG/H	Potencia térmica KW	Aliment. Elec.	Precal.	Transform.		
1	Beckett	7580A	091109	6.1 kg/h	3	220/380v (± 5%)				
OBSERVACIONES GENERALES										

REGISTRO DEL EQUIPO										
					Nombre: Batidora				Código: BAT-N-2	
					Marca: Nova Modelo: H1-11012T Serie: 212050626 Año: 2012				Ubicación: Área de producción	
CARACTERISTICAS DEL EQUIPO										
Dimensiones					Alimentación					
Largo (m)	Ancho (m)	Alto m	Capacidad	Cap. De harina	Diesel	Gas/ Gasolina	Eléctrica			
0.42	0.40	0.68	12 L	4 kg			110 v			
REGISTRO DE MOTORES										
N	Marca	Modelo	Serie	Hp	RPM	Fase	Hz	Volt.	Amp.	Cos.
				11/4		trifásico	60			
OBSERVACIONES GENERALES										

REGISTRO DEL EQUIPO										
					Nombre: Batidora  Marca: Nova Modelo: HI-11040T Serie: 420100213 Año: 2020				Código BAT-N-3	
									Ubicación: Área de producción	
CARACTERISTICAS DEL EQUIPO										
Dimensiones					Alimentación					
Largo (m)	Ancho (m)	Alto m	Capacidad	Cap. De harina	Diesel	Gas/ Gasolina	Eléctrica			
0.42	0.40	0.68	12 L	4 kg			220 v			
REGISTRO DE MOTORES										
N	Marca	Modelo	Serie	Hp	RPM	Fase	Hz	Volt.	Amp.	Cos.
				1.5		trifásico	60	220	12	
OBSERVACIONES GENERALES										

REGISTRO DEL EQUIPO											
					Nombre: Galletera  Marca: Polin Modelo: Multidr. Junior Pro fast 40/F1 Serie: A911043 Año: 2010				Código COC-I-4		
									Ubicación: Área de producción		
CARACTERISTICAS DEL EQUIPO											
Dimensiones					Alimentación						
Largo (m)	Ancho (m)	Alto m	Capacidad	Cap. Corte de hilo	Diesel	Gas/ Gasolina	Eléctrica				
2.20	1.64	2.45/2.21	20/ N° – Min	40/N° – Min			220 v				
REGISTRO DE MOTORES											
N	Marca	Modelo	Serie	Hp	Rpm	Vol.	Fase	Hz	Volt.	Amp.	Cos.
								60			
OBSERVACIONES GENERALES											
No hay mucha información de esta máquina.											

REGISTRO DEL EQUIPO										
					<p>Nombre: Batidora planetaria</p> <p>Marca: Nova Modelo: 60L Serie: 946004 Año:2012</p>				Código BAT-I-1	
									Ubicación: Área de producción	
CARACTERISTICAS DEL EQUIPO										
Dimensiones					Alimentación					
Largo (m)	Ancho (m)	Alto m	Capacidad	Cap. De harina	Diesel	Gas/ Gasolina	Eléctrica			
1	0.60	1.29	60 L	12 kg			220 v			
REGISTRO DE MOTORES										
N	Marca	Modelo	Serie	Hp	RPM	Fase	Hz	Volt.	Amp.	Costo
1			08031964	3	65-180	trifásico	60	220	3.94	
OBSERVACIONES GENERALES										

REGISTRO DEL EQUIPO										
					<p>Nombre: Balanza</p> <p>Marca: Defender 3000 Modelo: UWE Serie: Año:</p>				Código PES-N-2	
									Ubicación: Área de producción	
CARACTERISTICAS DEL EQUIPO										
Dimensiones					Alimentación					
Largo (m)	Ancho (m)	Alto m	Max. Capacidad	Min. Capacidad	Batería	Gas/ Gasolina	Eléctrica			
0.50	0.40	0.96	150kg / 330lb	1000g/ 2.20lb	6v-500mA- 4v/4Ah					
OBSERVACIONES GENERALES										

REGISTRO DEL EQUIPO											
					<p>Nombre: Laminadora</p> <p>Marca: Nova Modelo: Mk 600 Serie: Año:</p>					Código FOR-I-1	
										Ubicación: Área de producción	
CARACTERISTICAS DEL EQUIPO											
Dimensiones					Alimentación						
Largo (m)	Ancho (m)	Alto m	Capacidad	Cap. De harina	Diesel	Gas/ Gasolina	Eléctrica				
2.32	0.88	1.1	10 L	4 kg			220 v				
REGISTRO DE MOTORES											
N	Marca	Modelo	Serie	Hp	Potencia KW	Fase	Hz	Volt.	Amp.	Cos.	
				11/4	0.74	3PH	60				
OBSERVACIONES GENERALES											
Hay poca información de esta máquina.											

REGISTRO DEL EQUIPO											
					<p>Nombre: Moldeadora</p> <p>Marca: Mac- Pan Modelo: FR2CF60 Serie: 150491 Año: 2015</p>					Código FOR-N-2	
										Ubicación: Área de producción	
CARACTERISTICAS DEL EQUIPO											
Dimensiones					Alimentación						
Largo (m)	Ancho (m)	Alto m	Capacidad	Cap. De harina	Diesel	Gas/ Gasolina	Eléctrica				
2.32	0.88	1.1	10 L	4 kg			220 v				
REGISTRO DE MOTORES											
N	Marca	Modelo	Serie	Hp	Potencia KW	Fase	Hz	Volt.	Amp.	Cos.	
1				11/4	0.74	3PH	50				
OBSERVACIONES GENERALES											

REGISTRO DEL EQUIPO											
									Nombre: Divisora		Código DIV-I-1
									Marca: Modelo: 30-MM Serie: 1558001 Año: 2015		Ubicación: Área de producción
CARACTERISTICAS DEL EQUIPO											
Dimensiones					Alimentación						
Largo (m)	Ancho (m)	Alto m	Capacidad	Cap. De harina	Manual	Gas/ Gasolina	Eléctrica				
0.8	0.8	1.5	30 piezas	1-3kg	SI						
REGISTRO DE MOTORES											
N	Marca	Modelo	Serie	Hp	Potencia KW	Fase	Hz	Volt.	Amp.	Cos.	
OBSERVACIONES GENERALES											

REGISTRO DEL EQUIPO											
									Nombre: Boleadora		Código FOR-N-3
									Marca: Mac- Pan Modelo: MSRS30A Serie: 43012 Año:		Ubicación: Área de producción
CARACTERISTICAS DEL EQUIPO											
Dimensiones					Alimentación						
Largo (m)	Ancho (m)	Alto m	Capacidad	Cap. De harina	Manual	Gas/ Gasolina	Eléctrica				
0.8	0.6	1.45	2000- 3000 piezas	20 a 300 gr/pieza	SI						
REGISTRO DE MOTORES											
N	Marca	Modelo	Serie	Hp	Potencia KW	Fase	Hz	Volt.	Amp.	Cos.	
OBSERVACIONES GENERALES											

REGISTRO DEL EQUIPO										
					Nombre: Amasadora  Marca: Nova Modelo: KN50 Serie: 824026 Año:				Código AMA-I-1	
									Ubicación: Área de producción	
CARACTERISTICAS DEL EQUIPO										
Dimensiones					Alimentación					
Largo (m)	Ancho (m)	Alto m	Capacidad	Cap. De harina	Diesel	Gas/ Gasolina	Eléctrica			
1.24	0.8	1.35	60 piezas	80kg			220 v			
REGISTRO DE MOTORES										
N	Marca	Modelo	Serie	Hp	Potencia KW	Fase	Hz	Volt.	Amp.	Costo
1	DS		5907MZ	4/6	3/4.5	Trifásico	60	220	11.82	
OBSERVACIONES GENERALES										
Evitar la filtración de agua en el sistema de ventilación.										

REGISTRO DEL EQUIPO										
					Nombre: Amasadora  Marca: Nova Modelo: K25 Serie: 1128122 Año:				Código AMA-N-2	
									Ubicación: Área de producción	
CARACTERISTICAS DEL EQUIPO										
Dimensiones					Alimentación					
Largo (m)	Ancho (m)	Alto m	Capacidad	Cap. De harina	Diesel	Gas/ Gasolina	Eléctrica			
0.67	1.05	1.24	45 piezas	40kg			220 v			
REGISTRO DE CILINDROS										
N	Marca	Modelo	Serie	Hp	Potencia KW	Fase	Hz	Volt.	Amp.	Cos.
1			3110129	2.5/4	1.8/3	Trifásico	60	220	11.82	
OBSERVACIONES GENERALES										

REGISTRO DEL EQUIPO											
					<p>Nombre: Amasadora</p> <p>Marca: Nova Modelo: K25 Serie: 1028075 Año:</p>				Código AMA-N-3		Ubicación: Área de producción
CARACTERISTICAS DEL EQUIPO											
Dimensiones					Alimentación						
Largo (m)	Ancho (m)	Alto m	Capacidad	Cap. De harina	Diesel	Gas/ Gasolina	Eléctrica				
0.67	1.05	1.24	45 piezas	40kg			220 v				
REGISTRO DE CILINDROS											
N	Marca	Modelo	Serie	Hp	Potencia KW	Fase	Hz	Volt.	Amp.	Costo	
1			3904635	5	1.8/3	Monofásico	60	220	11.82		
OBSERVACIONES GENERALES											

REGISTRO DEL EQUIPO											
					<p>Nombre: Balanza</p> <p>Marca: T1 Modelo: UWE Serie: Año:</p>				Código PES-N-1		Ubicación: Área de producción
CARACTERISTICAS DEL EQUIPO											
Dimensiones					Alimentación						
Largo (m)	Ancho (m)	Alto m	Max. Capacidad	Min. Capacidad	Batería	Gas/ Gasolina	Eléctrica				
0.30	0.25	0.15	15kg / 33lb	20g/ 0.04lb	6v-500mA-4v/4Ah						
OBSERVACIONES GENERALES											

## ANEXO 5

	<p style="text-align: center;">MANUAL DE PROCEDIMIENTO MANTENIMIENTO PREVENTIVO</p>	Código: SGM01
		Versión: 1.0

**Objetivo**

Disponer de una metodología de trabajo que facilite la planificación, supervisión y ejecución del mantenimiento preventivo de los equipos de la planta, asegurando una gestión eficiente de la información, los recursos y el personal involucrado.

**Alcance**

Este procedimiento se aplica al mantenimiento preventivo de los equipos de producción clasificados como vitales, importantes y normales.

**Documentos aplicables**

- ✓ Orden de trabajo
- ✓ Solicitud de repuestos
- ✓ Fichas técnicas
- ✓ Historial de mantenimiento
- ✓ Cronograma de mantenimiento preventivo

**Responsabilidades****Jefe de producción**

- ✓ Confirma la disponibilidad del equipo según el plan establecido para llevar a cabo el mantenimiento.
- ✓ Firma la orden de trabajo, confirmando que el equipo ha recibido el mantenimiento preventivo programado y está completamente operativo.

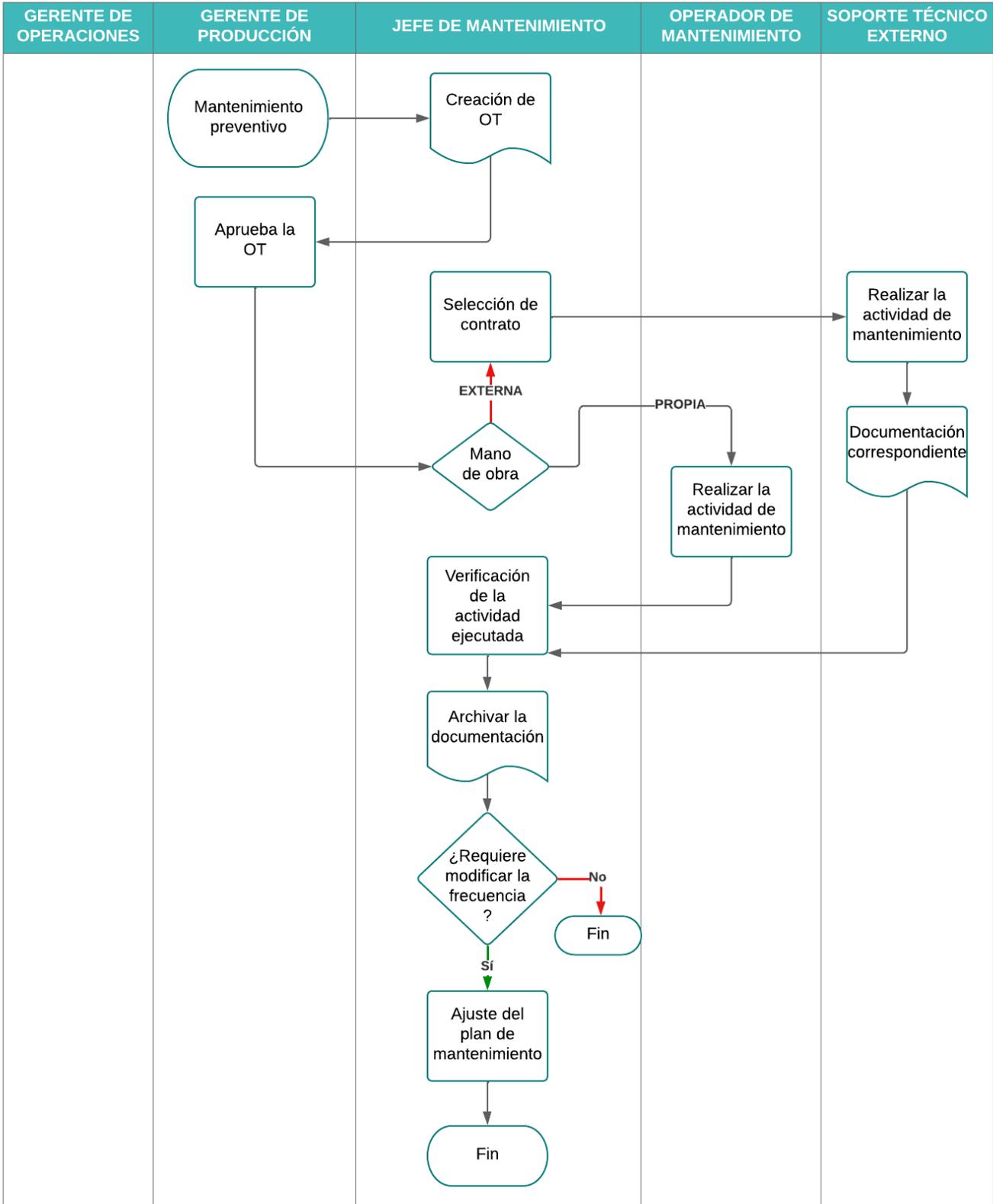
**Jefe de Mantenimiento**

- ✓ Elabora un plan de mantenimiento preventivo anual, desglosado en actividades mensuales y semanales.
- ✓ Crea la orden de trabajo para ejecutar el mantenimiento preventivo programado.
- ✓ Asigna el personal adecuado para llevar a cabo los trabajos planificados.
- ✓ Supervisa la ejecución de las tareas de mantenimiento.
- ✓ Una vez finalizada la labor, cierra la orden e informa al jefe de producción que la máquina está operativa.
- ✓ Archiva la orden de trabajo e ingresa la información de los trabajos realizados en la base de datos, incluyendo el equipo, las tareas realizadas y el personal responsable.

**Operadores y Técnicos externos de mantenimiento**

- ✓ Llevan a cabo el mantenimiento preventivo en las máquinas y equipos.

Diagrama de flujo



## ANEXO 6

	<p style="text-align: center;">MANUAL DE PROCEDIMIENTO MANTENIMIENTO CORRECTIVO PLANIFICADO Y NO PLANIFICADO</p>	Código: SGM02
		Versión: 1.0

**Objetivo**

Disponer de una metodología de trabajo que facilite la planificación, supervisión y ejecución del mantenimiento correctivo de los equipos de la planta asegurando una gestión eficiente de la información los recursos y el personal involucrado.

**Alcance**

Este procedimiento se aplica al mantenimiento de los equipos de producción clasificados como vitales, importantes y normales.

**Documentos aplicables**

- ✓ Inspección de fallo
- ✓ Orden de trabajo
- ✓ Solicitud de repuestos
- ✓ Historial de mantenimiento
- ✓ Cronograma de mantenimiento preventivo

**Responsabilidades****Área de administración**

- ✓ Se encarga de gestionar las compras necesarias para llevar a cabo el plan de mantenimiento incluyendo la contratación de proveedores externos.

**Jefe de producción**

- ✓ Confirma la disponibilidad de contratar el mantenimiento
- ✓ Firma la orden de trabajo, confirmando que el equipo ha recibido el mantenimiento correctivo programado y está completamente operativo.

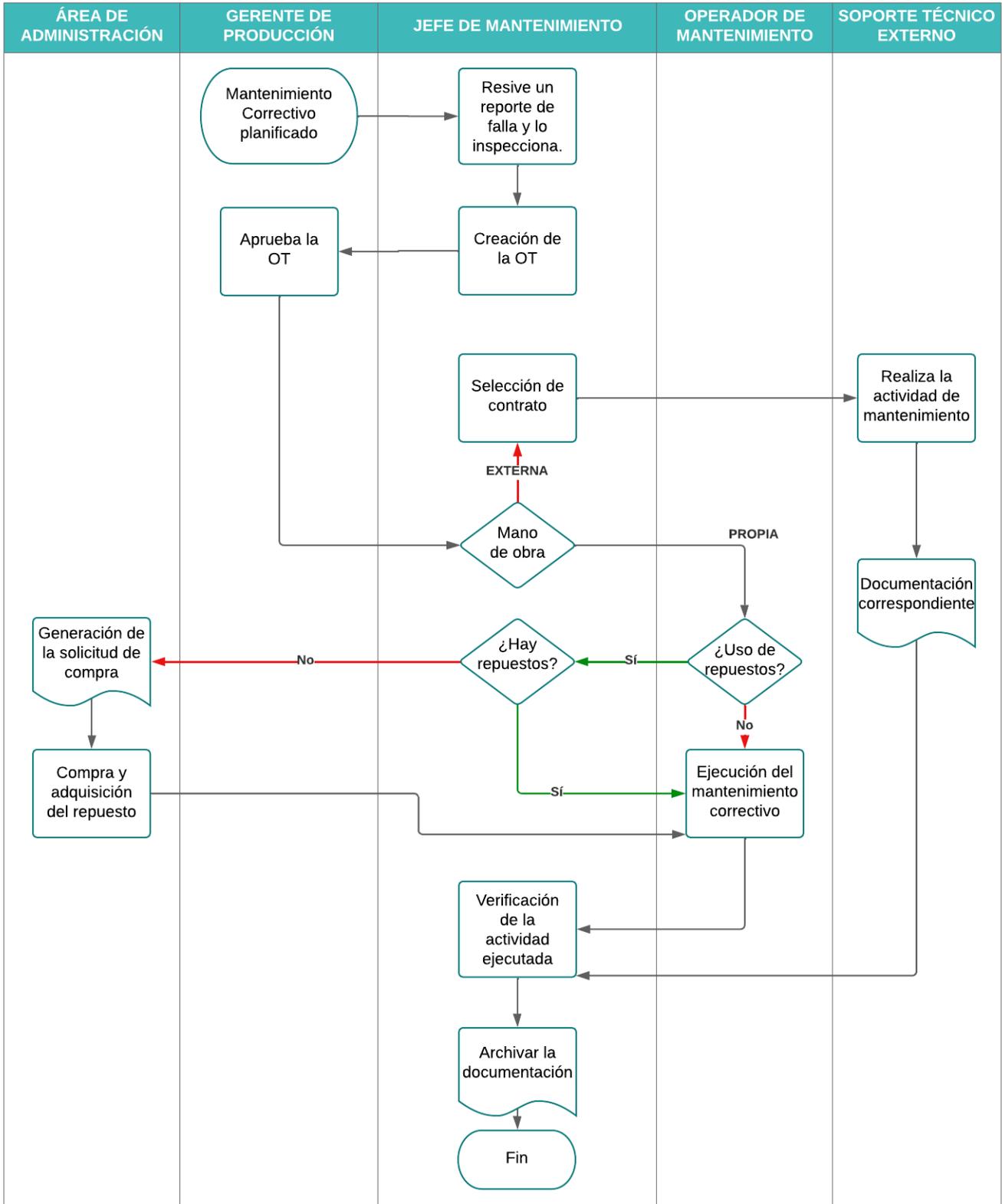
**Jefe de Mantenimiento**

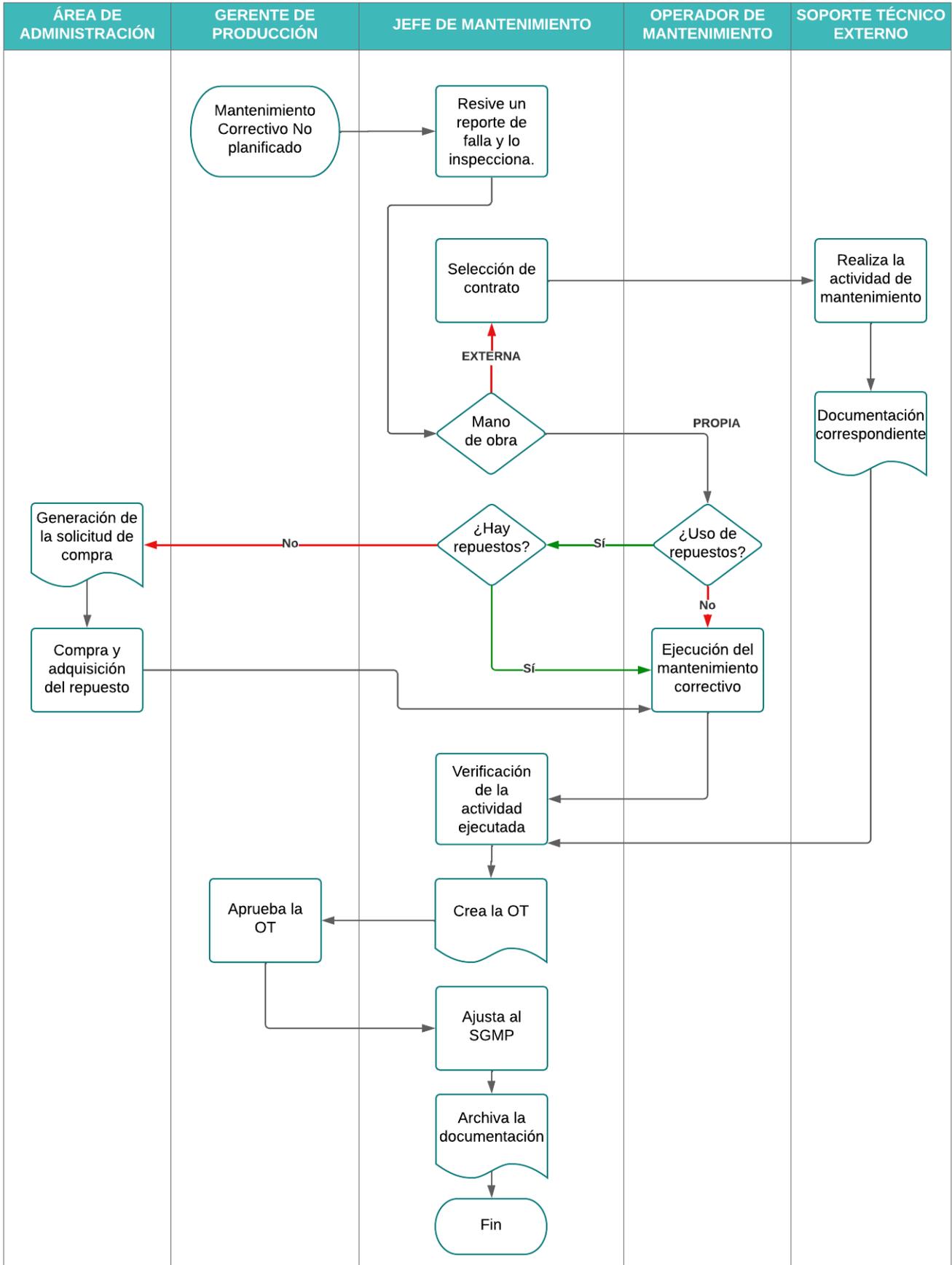
- ✓ La falla puede ser reportada por el personal operativo o de mantenimiento ya sea durante o fuera del proceso de producción.
- ✓ Inspecciona el fallo de la máquina.
- ✓ Crea la orden de trabajo para ejecutar el mantenimiento correctivo planificado. En caso de ser mantenimiento correctivo no planificado esta orden se crea después de haber reparado la falla para posteriormente ajustarle al cronograma de mantenimiento.
- ✓ Solicita repuestos al área de administración en caso de necesitarlos.
- ✓ Supervisa la ejecución de las tareas de mantenimiento.
- ✓ Archiva la orden de trabajo e ingresa la información de los trabajos realizados en la base de datos, incluyendo el equipo, las tareas realizadas y el personal responsable.

**Operadores y Técnicos externos de mantenimiento**

- ✓ Llevan a cabo el mantenimiento correctivo planificado o no planificado en las máquinas y equipos.

**Diagrama de flujo**





## ANEXO 7

	MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE NO COFORMIDADES	Código: SGM03
		Versión: 1.0

**Objetivo**

Disponer un procedimiento de trabajo que permita reportar las no conformidades basándose en la información obtenida durante la evaluación de los indicadores de mantenimiento en los equipos de la planta, garantizando la efectividad del mismo.

**Alcance**

Este procedimiento se aplica a todo el SGMP propuesto.

**Documentos aplicables**

- ✓ Ficha de indicadores
- ✓ Ficha de no conformidades

**Responsabilidades****Gerente de producción**

- ✓ Confirma y valida el monitoreo del SGMP

**Jefe de Mantenimiento**

- ✓ Realizar el cálculo de cada uno de los indicadores de acuerdo con la frecuencia indicada en la ficha de indicadores.
- ✓ Verificar el nivel de cada uno de los indicadores, si estos están por debajo del nivel adecuado se debe realizar un reporte de no conformidades.
- ✓ Aplicar las acciones correctivas/preventivas necesarias.
- ✓ De ser necesario reajustar el plan de mantenimiento.

**Tablas de evaluación****TABLA 1: Cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo**

Código	Equipo	Órdenes de trabajo ejecutadas	Órdenes de trabajo programadas	% cumplimiento	Nivel de cumplimiento

**TABLA 2: Tiempo promedio entre Fallos (TMEF)**

Código	Equipo	Horas de funcionamiento	Número de fallos	T. promedio entre fallas	Nivel de TPEF

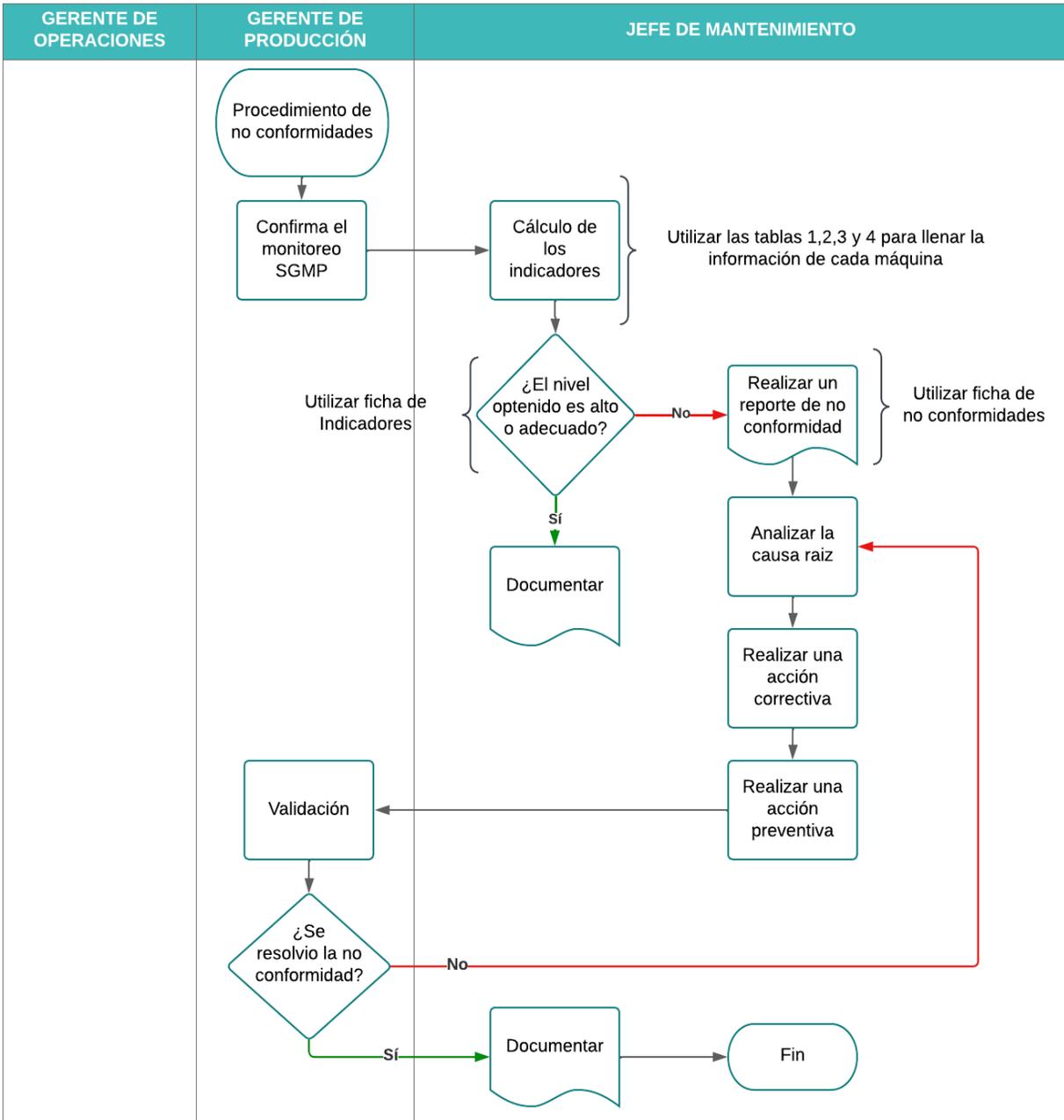
**TABLA 3: Tiempo promedio para reparar (TMPR)**

Código	Equipo	Horas de paro por fallo	Número de fallos	T. promedio para reparar	Nivel de TPRR


**TABLA 4: Disponibilidad**

Código	Equipo	TPEF	TPPR	Disponibilidad	Nivel de disponibilidad

**Diagrama de flujo**



## ANEXO 8

	<p>MANUAL DE PROCEDIMIENTO PARA DAR DE BAJA UNA MÁQUINA</p>	Código: SGM04
		Versión: 1.0

**Objetivo**

Disponer un procedimiento para dar de baja una máquina cuando ya no es funcional o es más costoso repararla que reemplazarla.

**Alcance**

Este procedimiento se aplica a las maquinas involucradas en el SGMP propuesto.

**Documentos aplicables**

- ✓ Ficha de indicadores
- ✓ Ficha de no conformidades
- ✓ Historial de mantenimiento
- ✓ Ficha de inspección de fallo

**Responsabilidades****Gerente de operaciones**

- ✓ Evalúa el informe proporcionado por el jefe de mantenimiento y colabora con otras áreas para gestionar el reemplazo, si corresponde.

**Área de administración**

- ✓ Oficializa la baja de la máquina del inventario y coordina su disposición ya sea mediante la venta como chatarra o como equipo usado, si resulta viable.

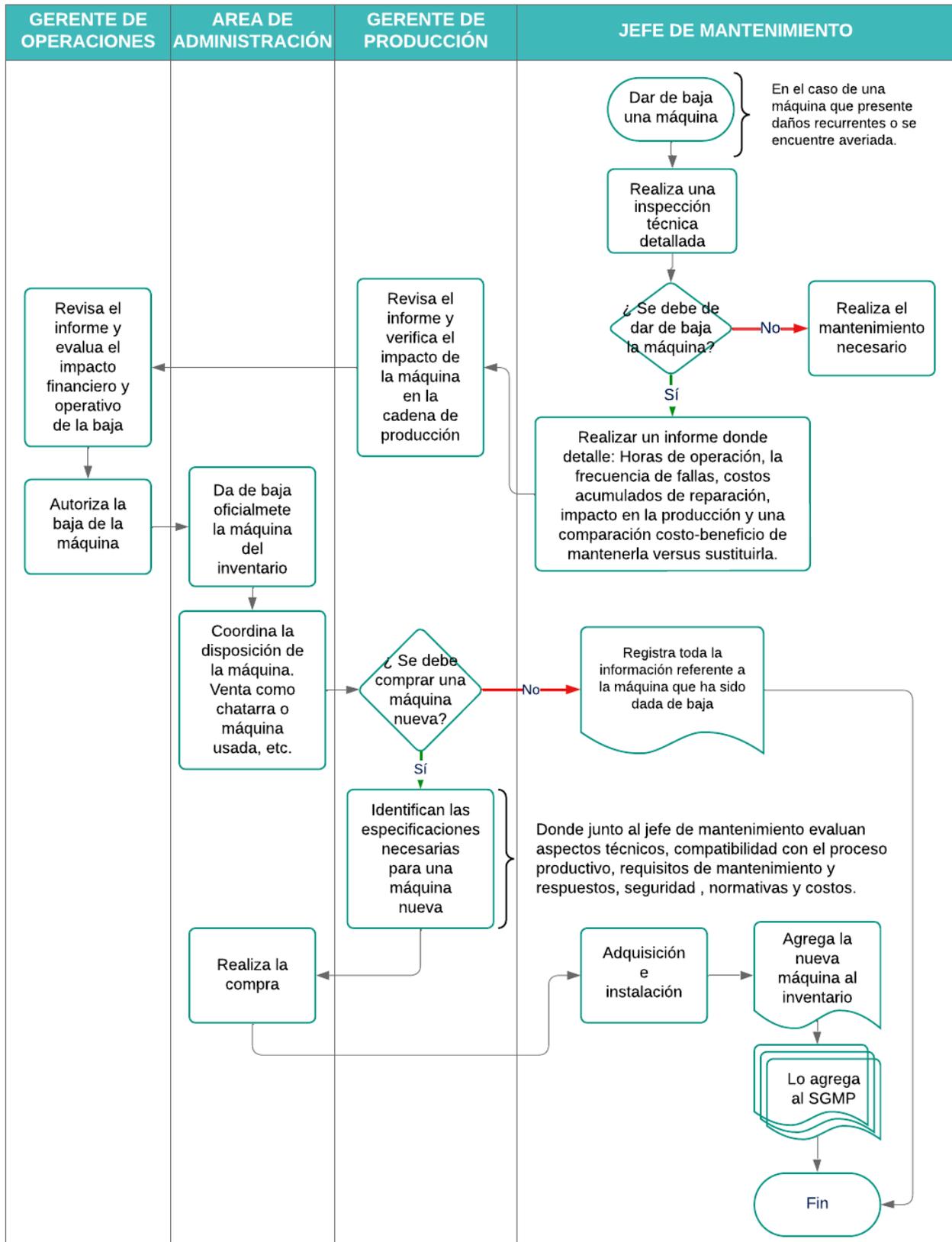
**Gerente de producción**

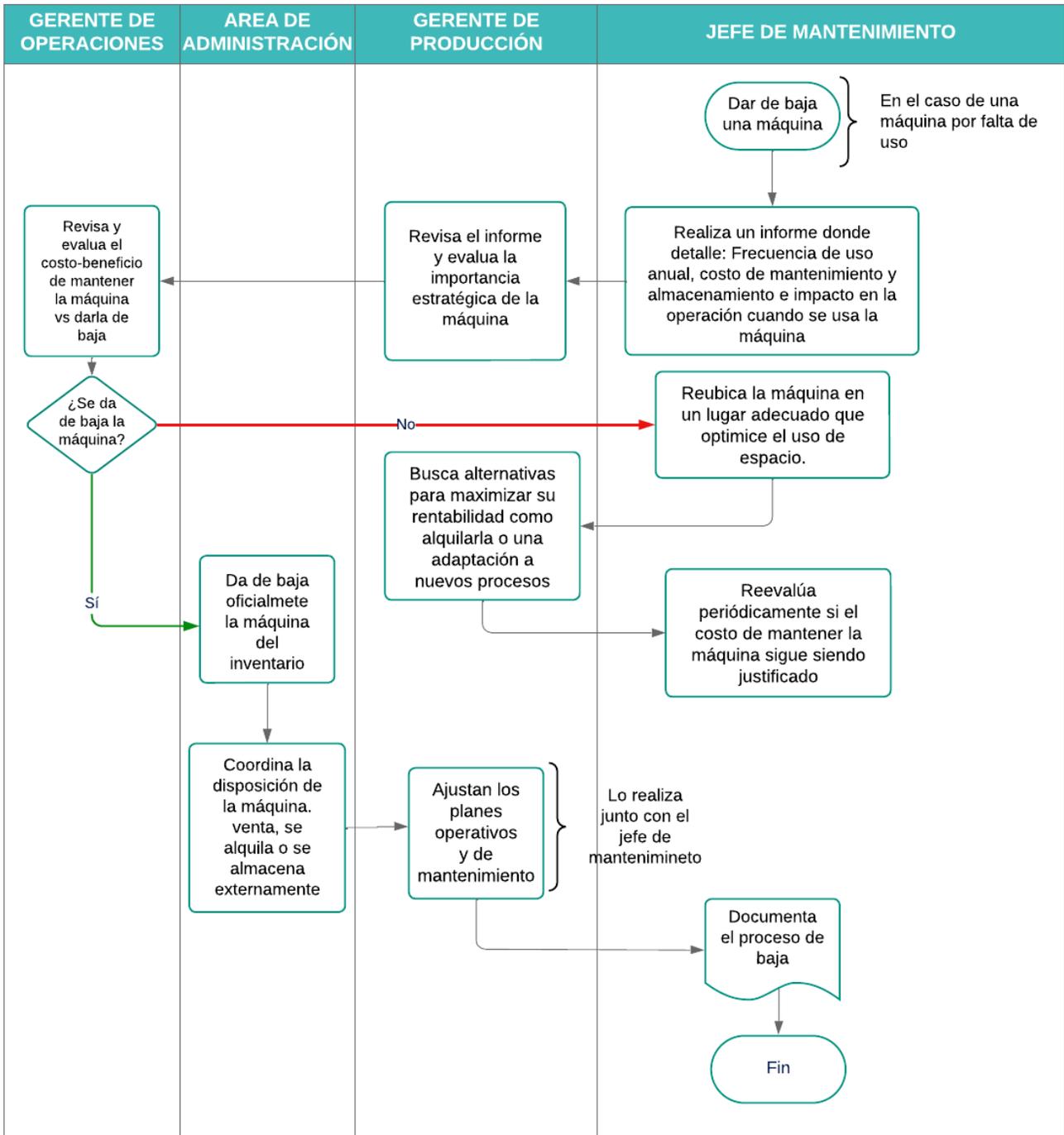
- ✓ Colabora con el jefe de mantenimiento para definir las especificaciones requeridas de una nueva máquina y coordina con el área de administración para el proceso de adquisición.

**Jefe de Mantenimiento**

- ✓ Realiza una inspección técnica detallada para determinar si la máquina debe darse de baja.
- ✓ Presenta un informe donde incluya la frecuencia de fallas, costos acumulados de reparación, impacto en la producción y una comparación costo-beneficio de mantenerla versus sustituirla.
- ✓ Una vez instalada la nueva máquina deberá agregarla al SGMP.

**Diagrama de flujo**





## ANEXO 9

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTO MANTENIMIENTO PREVENTIVO "HORNOS A CONVECCIÓN"</b>	Código: SGM05
		Versión: 1.0

**Objetivo**

Su aplicación garantiza la óptima operatividad, seguridad y prolongación de la vida útil del equipo.

**Alcance**

Este procedimiento se aplica a hornos a convección de la planta

**Documentos aplicables**

- ✓ Solicitud de repuestos
- ✓ Fichas técnicas

**Responsabilidades****Operador de mantenimiento**

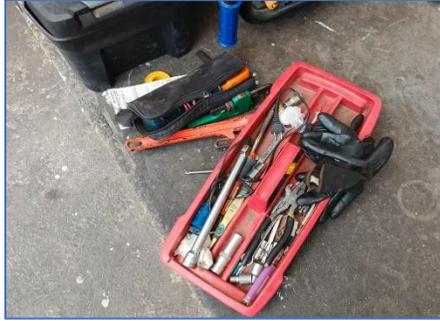
- ✓ Realizar cada una de las actividades de acuerdo al cronograma de mantenimiento preventivo.

**Vestimenta y protección personal:**

- ✓ Vestimenta adecuada de lana, como un overol o un mandil
- ✓ Calzado con punta de acero
- ✓ Guantes con aislamiento térmico
- ✓ Mascarilla de tela y cofia

**Herramientas mecánicas:**

- ✓ Destornillador plano y estrella
- ✓ Conjunto de llaves boca corona número 8 a 16
- ✓ Martillo de goma y acero
- ✓ Cepillo de cerdas suaves
- ✓ Conjunto de llaves Allen

**Herramientas eléctricas:**

- ✓ Multímetro
- ✓ Manómetro

### Otras herramientas:

- ✓ Pistola de aire comprimido
- ✓ Trapos de microfibra
- ✓ Detergentes
- ✓ Termómetro calibrado
- ✓ Lubricantes

### Procedimiento de encendido:

Verificar que el horno esté conectado al suministro eléctrico y de gas.



Encender el interruptor principal y el panel de control.

Ajustar el termostato a una temperatura baja para comprobar el funcionamiento básico.

Asegurarse de que el ventilador y los quemadores funcionan correctamente.

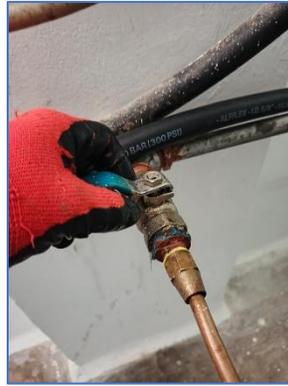


### Procedimiento de apagado

Apagar el horno desde el panel de control.

Desconectar el suministro eléctrico utilizando el interruptor general.

Cerrar la válvula de suministro de diésel.



Esperar a que el horno se enfríe por completo antes de comenzar cualquier tarea de mantenimiento.

### Actividad 1 Limpieza General

#### Herramientas a utilizar

- ✓ Trapos de microfibra
- ✓ Detergente neutro
- ✓ Cepillo de cerdas suaves
- ✓ Agua caliente

#### Pasos:

- ✓ Retirar las bandejas y limpiar con agua y detergente neutro.
- ✓ Limpiar el interior del horno, enfocándose en las esquinas y superficies de acero inoxidable.



- ✓ Secar completamente para evitar corrosión.

### Actividad 2 Chequeo del sistema eléctrico

#### Herramientas a utilizar

- ✓ Multímetro
- ✓ Destornillador

#### Pasos:

- ✓ Apagar el horno y desconectar de la corriente eléctrica.
- ✓ Abrir el panel eléctrico con un destornillador.
- ✓ Verificar el estado de los cables, terminales y conexiones.
- ✓ Medir el voltaje con un multímetro para ello se seleccionará la escala de 20 voltios (V=) en el multímetro luego se conecta las puntas a los bordes de la corriente continua, conector rojo al positivo y conector negro al negativo.



- ✓ Medir la continuidad con un multímetro para ello se seleccionará al modo de prueba de continuidad luego se inserta conector negro en COM y conector rojo en  $V\Omega$  luego se procede a realizar la prueba.



- ✓ Reparar o reemplazar componentes dañados.

### Actividad 3 Lubricación de componentes móviles

#### Herramientas a utilizar

- ✓ Lubricante específico para rodamientos y ejes

#### Pasos:

- ✓ Apagar el horno y desconectar el horno.
- ✓ Identificar en el ventilador los puntos de lubricación en los rodamientos y aplicar el lubricante con moderación.
- ✓ En el motor del quemador identificar los puntos móviles, como los ejes y las bisagras y aplicar el lubricante.



- ✓ Probar el movimiento suave de las partes lubricadas antes de cerrar el sistema.

### Actividad 4 Revisión de filtro de combustible

## Herramientas a utilizar

- ✓ Pistola de aire comprimido
- ✓ Filtro de repuesto si es necesario
- ✓ Cepillo suave

## Pasos:

- ✓ Apagar el horno y desconectar el horno.
- ✓ Desconectar el suministro de combustible a la bomba, así como las mangueras de entrada y retorno.



- ✓ Con llaves 13 y 16 y destornilladores desmontar el filtro y comprobar que no esté sucio o deteriorado, si lo está reemplazarlo.



- ✓ Verificar que los sellos en la entrada de agua de la electroválvula no presenten humedad ni líquido alrededor.



- ✓ Limpieza de la entrada humidificador y el sumidero

- ✓ Verificar que no exista fugas de líquido en el funcionamiento del circuito hidráulico

### Actividad 5 Revisión y ajuste general de tornillería

#### Herramientas a utilizar

- ✓ Llave Allen
- ✓ Destornillador
- ✓ Conjunto de llaves

#### Pasos:

- ✓ Revisar tornillos en paneles exteriores, puertas, ventilador y proceder a reajustarlos



### Actividad 6 Revisión de Iluminación y prueba de temperatura

#### Herramientas a utilizar

#### Herramientas a utilizar

- ✓ Termómetro calibrado

#### Pasos:

- ✓ Apagar el horno y desconectar el horno.
- ✓ Encender el horno y verificar que las luces internas estén operativas.
- ✓ Configurar una temperatura específica en el panel de control.
- ✓ Medir la temperatura interna con el termómetro y comparar con el valor configurado.
- ✓ Reparar o reemplazar componentes según sea necesario.

### Actividad 7 Mantenimiento quemador

#### Herramientas a utilizar

- ✓ Conjunto de llaves
- ✓ Cepillo suave

#### Pasos:

- ✓ Apagar el horno y desconectar el horno.
- ✓ Retirar la entrada de combustible y de retorno.
- ✓ Desmontar el quemador ubicada en la parte lateral del horno mediante llaves número 10 y 13.



- ✓ Quitar los tornillos de la tapa para acceder a las partes internas del quemador.



- ✓ Acceder, verificar y limpiar la boquilla, los electrodos y el precalentador si existe.
- Si se ha visto que la llama es defectuosa con presencia de chispas las causas posibles serán: un exceso de aire de combustión, la boquilla se encuentre sucia o rota o posiblemente existe presencia de agua en el combustible.
- Si se ha visto una llama con presencia de humo y hollín las causas posibles serán: insuficiente aire de combustión, boquilla sucia o rota, conductos de la caldera obstruidos o a la presión baja de pulverización.
- En el caso de que se bloquee pulverizando combustible y la llama no se encienda las causas posibles serán: falla en el circuito de encendido, cables del transformador dañados o desconectados, que los electrodos estén en una posición incorrecta o que se encuentren sucios o el aislante este dañado.
- ✓ Revisar el estado del cañón de flama y limpiarlo y proceder a realizar el montaje.
- ✓ Conectar la alimentación de combustible, retorno y conexiones eléctricas para realizar la prueba correspondiente

## Actividad 8 Revisión del circuito hidráulico y combustible

### Herramientas a utilizar

- ✓ Manómetro

### Pasos:

- ✓ Inspeccionar las conexiones del sistema hidráulico y de combustible para identificar posibles fugas o desgaste.



- ✓ Medir la presión del combustible utilizando un manómetro y reajustarlo si es necesario.
- ✓ Verificar que no haya obstrucciones en las líneas de combustible o hidráulicas.
- ✓ Reemplazar componentes dañados o desgastados.

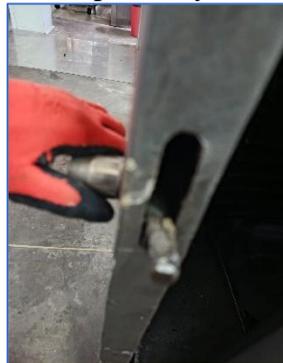
### **Actividad 9 Verificación de los empaques de seguridad**

#### **Herramientas a utilizar**

- ✓ Destornillador
- ✓ Cepillo suave

#### **Pasos:**

- ✓ Verificar los empaques fijados en el soporte de la puerta
- ✓ Realizar la limpieza de los empaques de las puertas y eliminar cualquier suciedad



### **Actividad 10 Cambio de rodamientos motor**

#### **Herramientas a utilizar**

- ✓ Destornillador
- ✓ Rodamientos si es necesario
- ✓ Conjunto de llaves
- ✓ Alicates
- ✓ Martillo de goma

#### **Pasos:**

- ✓ Apagar y desconectar las conexiones eléctricas del motor.
- ✓ Desmontar el motor utilizando una llave número 13 para aflojar los pernos de sujeción.



- ✓ Desmontar la carcasa trasera
- ✓ Extraer el ventilador, para ello se debe hacer presión al eje utilizando dos palancas porque hay una arandela que lo cierra
- ✓ Mediante un destornillador estrella y una llave número 8 retirar la tapa trasera y delantera
- ✓ Sacar la chaveta
- ✓ Utilizando un martillo de goma golpear el eje con cuidado hasta soltar la tapa
- ✓ Mediante una llave numero 8 retirar pernos que sujetan la tapa del estator
- ✓ Separar la tapa del rodamiento y el eje
- ✓ Retirar los rodamientos delanteros y traseros
- ✓ Limpiar con desengrasante todas las piezas y los muñones donde van puestos los rodamientos.
- ✓ Luego de instalar los rodamientos realizar el montaje del motor.

### Actividad 11 Cambio de rodamientos motor reductor

#### Herramientas a utilizar

- ✓ Destornillador
- ✓ Rodamientos
- ✓ Conjunto de llaves
- ✓ Martillo de goma

#### Pasos:

- ✓ Apagar y desconectar las conexiones eléctricas del motor reductor
- ✓ Mediante una llave número 13 desmontar el motor reductor



- ✓ Poner lubricante en los pernos y acoples teniendo la precaución de saber las posiciones de cada elemento ya que se pondrán en el mismo lugar.
- ✓ Separar el motor del reductor cuidando la chaveta que va sujeto en el eje del motor.
- ✓ Utilizando un martillo de goma cuidadosamente empujar el eje hacia el extremo donde se encuentra la polea.
- ✓ Golpeando suavemente retirar los rodamientos que serán reemplazados.
- ✓ Fijarse también en los retenedores si se encuentran en mal estado o sucios.
- ✓ Limpiar todas las partes con desengrasante.
- ✓ Posicionar los rodamientos y realizar el montaje de cada elemento.

## ANEXO 10

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTO MANTENIMIENTO PREVENTIVO "CÁMARA DE FERMENTACIÓN"</b>	Código: SGM06
		Versión: 1.0

**Objetivo**

Su aplicación garantiza la óptima operatividad, seguridad y prolongación de la vida útil del equipo.

**Alcance**

Este procedimiento se aplica solo a la cámara de fermentación.

**Documentos aplicables**

- ✓ Solicitud de repuestos
- ✓ Fichas técnicas

**Responsabilidades****Operador de mantenimiento**

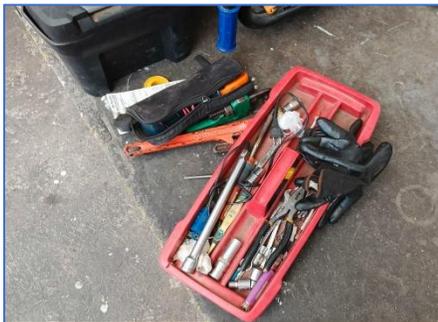
- ✓ Realizar cada una de las actividades de acuerdo al cronograma de mantenimiento preventivo.

**Vestimenta y protección personal:**

- ✓ Vestimenta adecuada de lana, como un overol o un mandil.
- ✓ Calzado con punta de acero.
- ✓ Guantes con aislamiento térmico.
- ✓ Mascarilla de tela y cofia.

**Herramientas mecánicas:**

- ✓ Destornillador plano y estrella
- ✓ Conjunto de llaves boca corona número 8 a 16
- ✓ Cepillo de cerdas suaves
- ✓ Conjunto de llaves Allen

**Herramientas eléctricas:**

- ✓ Multímetro

**Otras herramientas:**

- ✓ Pistola de aire comprimido

- ✓ Trapos de microfibra
- ✓ Detergentes
- ✓ Lámpara de inspección
- ✓ Lubricantes

### Procedimiento de encendido:

- ✓ Verificar que la cámara esté conectado al suministro eléctrico.
- ✓ Encender el interruptor principal y en el panel de control ingresar valores de temperatura y humedad.
- ✓ Activar la humidificación y calefacción.
- ✓ Asegurarse el funcionamiento del ventilador.

### Procedimiento de apagado

- ✓ En el panel de control desactivar la humidificación y calefacción.
- ✓ Permitir que la cámara regrese a su temperatura ambiente y apaga el interruptor principal.



## Actividad 1 Limpieza General

### Herramientas a utilizar

- ✓ Trapos de microfibra
- ✓ Detergente neutro
- ✓ Agua caliente

### Pasos:

- ✓ Retirar las bandejas y limpiar con agua y detergente neutro.
- ✓ Limpiar la cámara de fermentación partes internas y externas.



## Actividad 2 Chequeo del sistema eléctrico

### Herramientas a utilizar

- ✓ Destornilladores
- ✓ Multímetro

### Pasos:

- ✓ Abrir el panel de control e inspeccionar las conexiones, terminales y cables en busca de desgaste o corrosión.



- ✓ Usando el multímetro medir la continuidad y voltaje de los elementos importantes.
- ✓ Medir el voltaje con un multímetro para ello se seleccionará la escala de 20 voltios (V=) en el multímetro luego se conecta las puntas a los bordes de la corriente continua, conector rojo al positivo y conector negro al negativo.
- ✓ Medir la continuidad con un multímetro para ello se seleccionará al modo de prueba de continuidad luego se inserta conector negro en COM y conector rojo en VΩ luego se procede a realizar la prueba

## Actividad 3 Verificación del sistema de humidificación

### Herramientas a utilizar

- ✓ Destornilladores
- ✓ Multímetro
- ✓ Cepillo suave
- ✓ Agua y detergente

### Pasos:

- ✓ Inspeccionar el tanque o generador de vapor que no presenten fugas o acumulación de residuos.
- ✓ Con el multímetro mide la resistencia eléctrica de los calefactores conectados al sistema.
- ✓ Da marcha al sistema y revisa el tiempo de respuesta para generar vapor y calor eficientemente.
- ✓ Revisar los drenajes del interior de la cámara y los filtros asociados al sistema de humidificación.



- ✓ Desmontar los filtros del sistema y proceder a limpiar utilizando un cepillo suave y agua para eliminar acumulaciones de suciedad.
- ✓ Asegurarse que los drenajes permitan un flujo continuo de agua.



#### **Actividad 4 Revisión de sellos y puertas**

##### **Herramientas a utilizar**

- ✓ Destornilladores

##### **Pasos:**

- ✓ Inspeccionar los empaques o sellos que están sujetas a las puertas para asegurar un cierre hermético.



- ✓ Limpiar, reparar o reemplazar los sellos si presentan fugas o desgaste.

#### **Actividad 5 Revisión de ventiladores**

##### **Herramientas a utilizar**

- ✓ Conjunto de llaves

- ✓ Pistola de aire comprimido
- ✓ Lubricante para rodamientos

**Pasos:**

- ✓ Apagar y desconectar la cámara de su fuente de energía.
- ✓ Visualmente verificar que los ventiladores no presenten obstrucciones o acumulaciones de suciedad.



- ✓ Si lo está, limpiar usando aire comprimido
- ✓ Verificar que las aspas del ventilador estén firmes y ajustadas, si no es el caso reajustarlas.
- ✓ Lubricar los rodamientos y ejes del ventilador.

**Actividad 6 Mantenimiento termocupla**

**Herramientas a utilizar**

- ✓ Multímetro
- ✓ Destornillador
- ✓ Trapos de microfibra

**Pasos:**

- ✓ Apagar y desconectar la cámara de su fuente de energía
- ✓ En el sistema de calefacción ubicar la termocupla
- ✓ Utilizando un destornillador estrella desmontar la termocupla
- ✓ Utilizando un trapo de microfibra limpiar la punta de la termocupla eliminando suciedad y corrosión
- ✓ Con el multímetro verificar la resistencia especificada por el fabricante
- Si se ha visto que al momento de accionar la perilla y soltarla la llama se apaga y no se mantiene encendida la posible causa sería que la termocupla no se encuentra correctamente ajustada a la válvula se encuentre sucia u oxidada otra razón sería que la posición de la termocupla con respecto a la llama no este centrada o la punta de la termocupla ya se encuentre gastada y se tendría que cambiar.
- ✓ Reinstalar la termocupla considerando el anterior punto.

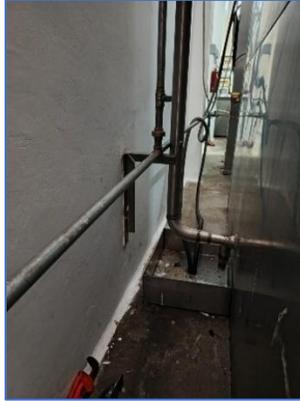
**Actividad 7 Revisión de tuberías de drenaje**

**Herramientas a utilizar**

- ✓ Cepillo flexible
- ✓ Lámpara de inspección

**Pasos:**

- ✓ Inspecciona las tuberías de drenaje situadas en la parte de atrás de la cámara de fermentación



- ✓ Verifica que no exista obstrucciones o grietas
- ✓ Si hay obstrucciones insertar el cepillo dentro de la tubería para eliminar los bloqueos.
- ✓ Realizar una prueba de flujo vertiendo agua y que este fluya sin restricciones.
- ✓ Si se detecta fugas reportar al jefe de mantenimiento para encontrar las soluciones.