

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

ESCUELA DE POSGRADO

**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
MECÁNICA Y DE ENERGÍA**



**“APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN
CONFIABILIDAD PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE LA
LÍNEA DE ENVASADO DE UNA PLANTA FARMACÉUTICA”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN
GERENCIA DEL MANTENIMIENTO**

AUTOR:

ALAIN MAXIMO AGUIRRE CANCION

ASESOR: Mg. ALFONSO SANTIAGO CALDAS BASAURI

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Ingeniería y Tecnología

Callao, 2023

PERÚ

Document Information

Analyzed document	11. INFORME DE TESIS FINAL DE INVESTIGACION AGUIRRE CANCION.pdf (D174124405)
Submitted	2023-09-18 21:38:00
Submitted by	UNIDAD DE POSGRADO FIME 2023
Submitter email	fime.posgrado@unac.edu.pe
Similarity	4%
Analysis address	fime.posgrado.unac@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	36909-León Solórzano, José Uriel.pdf Document 36909-León Solórzano, José Uriel.pdf (D127373470)		1
SA	TESIS - VILCA ATACHAHUA LUIS DENIS.docx Document TESIS - VILCA ATACHAHUA LUIS DENIS.docx (D141984781)		22
SA	Tesis - Junior Solis.docx Document Tesis - Junior Solis.docx (D122697222)		2
SA	4. Julio A. Pacco Cardenas-Jose D. Tito Ramos-TES.pdf Document 4. Julio A. Pacco Cardenas-Jose D. Tito Ramos-TES.pdf (D140002725)		4
SA	RODRIGUEZ FERNANDEZ ZAMALLOA MANNUCCI T3 cemo.docx Document RODRIGUEZ FERNANDEZ ZAMALLOA MANNUCCI T3 cemo.docx (D149807717)		4
SA	10212-Blancas Hidalgo José Luis_.pdf Document 10212-Blancas Hidalgo José Luis_.pdf (D37382188)		2
SA	2TIN_HERRERA PACHO MADELEINE LILIANA.pdf Document 2TIN_HERRERA PACHO MADELEINE LILIANA.pdf (D85305740)		1
SA	Trabajo de titulación - José Peñafiel.pdf Document Trabajo de titulación - José Peñafiel.pdf (D129808703)		



Entire Document

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO ESCUELA DE POSGRADO UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA "APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE LA LÍNEA DE ENVASADO DE UNA PLANTA FARMACÉUTICA" TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN GERENCIA DEL MANTENIMIENTO AUTOR: ALAIN MAXIMO AGUIRRE CANCION ASESOR: ALFONSO SANTIAGO CALDAS BASAURI LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Ingeniería y Tecnología Callao, 2023 PERÚ PÁGINA DE RESPETO

INFORMACIÓN BÁSICA

FACULTAD: Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN: Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía

TÍTULO: “APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE LA LÍNEA DE ENVASADO DE UNA PLANTA FARMACÉUTICA”

AUTOR: Bach. ALAIN MAXIMO AGUIRRE CANCION

CÓDIGO ORCID: 0000-0002-0292-4384

DNI: 25760748

ASESOR: Dr. ALFONSO SANTIAGO CALDAS BASAURI

CÓDIGO ORCID: 0000-0001-7549-9721

DNI: 08581686

LUGAR DE EJECUCIÓN: Planta Farmacéutica

UNIDAD DE ANÁLISIS: Línea de envasado.

TIPO / ENFOQUE / DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: Tipo de Investigación Aplicada - Correlacional / Enfoque Cuantitativo / Diseño es de Investigación Pre - Experimental.

TEMA OCDE: 2.03.00 -- Ingeniería Mecánica

HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO Y APROBACIÓN

DR. PABLO GODOFREDO ARELLANO UBILLUZ	:PRESIDENTE
MG. JUAN ADOLFO BRAVO FELIX	: SECRETARIO
MG. JAN GUILLERO MANCCO PEREZ	:VOCAL
MG. YOLANA ROS AVALOS SIGUENZA	: VOCAL

ASESOR: Dr. ALFONSO SANTIAGO CALDAS BASAURI

LIBRO N 01

FOLIO N 94-96

ACTA N 015-2023-ICTT/UPG

FECHA DE APROBACION : 29 DE OCTUBRE 2023

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mi familia por haber sido mi apoyo a lo largo de toda mi vida.

A todas las personas especiales que me acompañaron en esta etapa, aportando a mi formación tanto profesional como ser humano.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer primero a Dios por permitirme llegar a este punto y haberme dado salud para lograr uno de mis objetivos, a mi familia por apoyarme en cada decisión y proyecto, por permitirme cumplir con excelencia en el desarrollo de esta tesis. No ha sido sencillo el camino hasta ahora, pero gracias a sus aportes, a su amor, bondad y apoyo, lo complicado de lograr esta meta. se ha notado menos.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CONTENIDO.....	1
ÍNDICE DE TABLAS.....	3
ÍNDICE DE FIGURAS.....	5
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	6
RESUMEN.....	7
ABSTRACT.....	8
INTRODUCCIÓN.....	9
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	11
1.2. Formulación del problema.....	12
1.2.1. Problema general.....	12
1.2.2. Problemas específicos.....	13
1.3. Objetivos.....	13
1.3.1. Objetivo general.....	13
1.3.2. Objetivos específicos.....	13
1.4. Justificación.....	13
1.4.1. Justificación teórica.....	13
1.4.2. Justificación práctica.....	13
1.4.3. Justificación metodológica.....	14
1.4.4. Justificación social.....	14
1.4.5. Justificación legal.....	14
1.4.6. Justificación tecnológica.....	14
1.4.7. Justificación económica.....	14
1.5. Delimitantes de la investigación.....	15
1.5.1. Delimitación teórica.....	15
1.5.2. Delimitación temporal.....	15
1.5.3. Delimitación espacial.....	15
II. MARCO TEÓRICO.....	16
2.1. Antecedentes.....	16
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	16
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	19
2.2. Bases teóricas.....	23

2.3.	Marco Conceptual	41
2.4.	Definición de términos básicos	44
III.	HIPÓTESIS Y VARIABLES	49
3.1.	Hipótesis	49
3.1.1.	Hipótesis general	49
3.1.2.	Hipótesis específicas	49
3.2.	Operacionalización de variable	49
IV.	METODOLOGÍA DEL PROYECTO	51
4.1.	Diseño metodológico	51
4.2.	Método de investigación	52
4.3.	Población y muestra	52
4.4.	Lugar de estudio y periodo desarrollado	52
4.5.	Técnicas e instrumentos	52
4.6.	Análisis y procesamiento de datos	53
4.7.	Aspectos éticos en investigación	53
V.	RESULTADOS.....	54
5.1.	Resultados descriptivos	101
5.2.	Resultados inferenciales	107
VI.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	113
6.1.	Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados	113
6.2.	Contrastación de los resultados con otros estudios similares	117
6.3.	Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes	119
VII.	CONCLUSIONES	120
VIII.	RECOMENDACIONES	121
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	122
ANEXOS	125	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Criticidad Total	32
Tabla 2.2 Criterios para determinar la Criticidad	33
Tabla 2.3 Indicador de prioridad de NPR	34
Tabla 2.4 Criterios Severidad del Efecto en el Producto	35
Tabla 2.5 Criterios Ocurrencia de las Causas AMEFPs	36
Tabla 2.6 Criterios Probabilidad de Detección por Controles en Proceso	37
Tabla 3.1 Matriz de operacionalización	50
Tabla 5.1 Resumen de criticidad de equipos	54
Tabla 5.2 Programa de mantenimiento de los equipos de la línea de envasado 2022	55
Tabla 5.3 Selección de equipo critico	56
Tabla 5.4 Análisis de modos y efectos de fallas potenciales estación de formado	59
Tabla 5.5 Análisis de modos y efectos de fallas potenciales sistema de visión	62
Tabla 5.6 Análisis de modos y efectos de fallas potenciales estación de sellado	64
Tabla 5.7 Análisis de modos y efectos de fallas potenciales pinza de arrastre	67
Tabla 5.8 Análisis de modos y efectos de fallas potenciales estación de corte	69
Tabla 5.9 Análisis de modos y efectos de fallos potenciales estación de corte	71
Tabla 5.10 Análisis de modos y efectos de fallas potenciales faja de transporte	73
Tabla 5.11 Análisis de modos y efectos de fallas potenciales	75
Tabla 5.12 Análisis de modos y efectos de fallas potenciales	77
Tabla 5.13 Análisis de modos y efectos de fallas potenciales	78
Tabla 5.14 Hoja de decisión Estación de formado	80
Tabla 5.15 Hoja de decisión del sistema de visión	81

Tabla 5.16 Hoja de decisión de estación de sellado	82
Tabla 5.17 Hoja de decisiones pinza de arrastre	83
Tabla 5.18 Hoja de decisión estación de precorte	84
Tabla 5.19 Hoja de decisión estación de corte	85
Tabla 5.20 Hoja de decisiones Banda de transporte	86
Tabla 5.21 Hoja de decisión de tablero eléctrico	87
Tabla 5.22 Hoja de decisión de chiller	88
Tabla 5.23 Hoja de decisión suministro eléctrico	89
Tabla 5.24 Selección de las fallas críticas antes del RCM	90
Tabla 5.25 Selección de las fallas críticas después del RCM	91
Tabla 5.26 Programa de mantenimiento después de la aplicación del RCM	93
Tabla 5.27 Programa de mantenimiento autónomo después de aplicar el RCM	94
Tabla 5.28 Programa de mantenimiento Basado en Condición después del RCM	95
Tabla 5.29 Puntos de lubricación de la maquina blistera Fabrima	96
Tabla 5.30 Puntos de limpieza de la maquina blistera Fabrima	96
Tabla 5.31 Lubricantes de la maquina blistera Fabrima	97
Tabla 5.32 Stock de repuestos para la Blistera Fabrima	99
Tabla 5.33 Medición de variables	101
Tabla 5.34 Prueba de normalidad de la disponibilidad	107
Tabla 5.35 Pruebas de rangos con signo de Wilcoxon de la disponibilidad	108
Tabla 5.36 Pruebas de normalidad de la mantenibilidad	109
Tabla 5.37 Pruebas de rangos con signo de Wilcoxon de la mantenibilidad	110
Tabla 5.38 Prueba de normalidad de la confiabilidad	111
Tabla 5.39 Pruebas de rangos con signo de Wilcoxon de la confiabilidad	112
Tabla 6.1 Pruebas de rangos con signo de Wilcoxon de la disponibilidad	114
Tabla 6.2 Pruebas de rangos con signo de Wilcoxon de la mantenibilidad	115
Tabla 6.3 Pruebas de rangos con signo de Wilcoxon de la confiabilidad	117

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Evaluación del Mantenimiento durante el siglo XX	24
Figura 2.2 Objetivos del Mantenimiento en el siglo XX.....	24
Figura 2.3 Tendencias de la Gestión de Mantenimiento.....	26
Figura 2.4 Flujo de Proceso RCM	42
Figura 2.5 Diagrama de decisión RCM II	43
Figura 2.6 Hoja de decisión RCM	44
Figura 5.1 Diagrama de criticidad.....	54
Figura 5.2 Disponibilidad antes de la aplicación del RCM	102
Figura 5.3 Disponibilidad después de la aplicación del RCM	103
Figura 5.4 MTBF antes de la aplicación del RCM.....	104
Figura 5.5 MTBF después de la aplicación del RCM	104
Figura 5.6 MTTR antes de la aplicación del RCM	105
Figura 5.7 MTTR después de la aplicación del RCM.....	106

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

RCM: Mantenimiento Centrado en Confiabilidad

AMEF: Análisis de Modos y Efectos de Fallos

NPR: Número de Prioridad de riesgo

MTTR: Tiempo medio hasta solucionar la avería

MTBF: Tiempo medio entre cada ocurrencia de una falla

RESUMEN

El incremento de la disponibilidad, la calidad del producto, la condición de seguridad y los niveles de costos operativos de las plantas en marcha, han definido la envergadura del mantenimiento, la toma de decisiones se ha vuelto más importante en la industria, debido a la elección de la estrategia. La investigación sugiere un enfoque para aplicar el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) en plantas industriales. El empleo del RCM requiere el compendio y el análisis de datos históricos de fallas y mantenimiento para diagnosticar la condición actual de los equipos.

La investigación presenta la posibilidad de utilizar la metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad (Análisis de Criticidad, AMEF y NPR) para mejorar la disponibilidad de los equipos de la línea de envasado de la planta farmacéutica. Para ello, se utilizaron métodos de investigación, aplicada, cuantitativa y experimental, para analizar los resultados obtenidos a partir del estudio de las máquinas de la línea de envasado de la planta farmacéutica.

Además, el análisis estadístico de los resultados obtenidos permitió identificar los factores que influyen en la efectividad del proceso de mantenimiento, el número y duración de las fallas, así como las estrategias de mantenimiento que se deben implementar para aumentar la disponibilidad en 8 % de los equipos críticos en el proceso de producción de la línea de envasado de la planta farmacéutica.

RESUMO

O aumento da disponibilidade, qualidade dos produtos, condições de segurança e níveis de custos operacionais das plantas em operação definiram o escopo da manutenção, a tomada de decisões tornou-se mais importante na indústria, devido à escolha da estratégia. A pesquisa sugere uma abordagem para aplicação da Manutenção Centrada na Confiabilidade (RCM) em plantas industriais. O uso do RCM requer a compilação e análise de dados históricos de falhas e manutenção para diagnosticar a condição atual do equipamento.

A pesquisa apresenta a possibilidade de utilização da metodologia de manutenção focada em confiabilidade (Análise de Criticalidade, FMEA e NPR) para melhorar a disponibilidade dos equipamentos na linha de embalagens da planta farmacêutica. Para tanto, foram utilizados métodos de pesquisa aplicada, quantitativa e experimental para analisar os resultados obtidos no estudo das máquinas da linha de embalagem da planta farmacêutica.

Além disso, a análise estatística dos resultados obtidos permitiu identificar os fatores que influenciam a eficácia do processo de manutenção, o número e a duração das falhas, bem como as estratégias de manutenção que devem ser implementadas para aumentar a disponibilidade em 8% dos equipamentos críticos no processo produtivo da linha de embalagens da planta farmacêutica.

INTRODUCCIÓN

Las empresas afrontan abundantes retos, uno de ellos es mantener los activos físicos utilizados en los procesos productivos. Además, estos activos requieren de actualizaciones tecnológicas, que filtran mejoras para permitir con ello que puedan continuar cumpliendo durante su ciclo de operaciones los requerimientos que le son solicitados. Durante el ciclo de vida de los activos físicos las organizaciones pretenden preservarlos a través de planes y programas de mantenimiento, tomando decisiones y considerando que inciertamente los mismos degradan sus condiciones, además de hacerse obsoletos lo cual ocasiona demora en las entregas de los pedidos a los clientes. Se observó que la línea de envasado de una planta farmacéutica tenía un plan de mantenimiento planificado periódico, pero no consiguió evitar algunos modos de fallo. El RCM es una técnica de organización de las actividades y de la gestión del mantenimiento para desarrollar programas organizados que se basan en la confiabilidad de los equipos. (Campos, y otros, 2019). El RCM asegura un programa efectivo de mantenimiento que se centra en que la confiabilidad original inherente al equipo se mantenga. (Campos, y otros, 2019) John Moubray definió el RCM como un proceso utilizado para determinar qué se debe hacer para asegurar que cualquier activo continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional. (Campos, y otros, 2019) La identificación de componentes críticos y su priorización de actividades de mantenimiento es el paso esencial para la implementación de RCM. El mantenimiento centrado en confiabilidad proporciona un marco adecuado para la gestión de la complejidad de los problemas de mantenimiento al complementar todas las estrategias tradicionales. (Gupta, y otros, 2018) En la investigación de (Oguzhan, y otros, 2019) la implementación de RCM en una máquina de envasado de chocolates permitió mejorar la disponibilidad y la eficiencia global (OEE) en 4% de 76% a 80%. En la investigación de (Montalvo, y otros, 2018) la aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad permitió mejorar los indicadores de MTBF, MTTR y Disponibilidad. Aplicando la metodología RCM se buscó mejorar la disponibilidad de la línea de envasado de una planta farmacéutica de 83% a 91%. El objetivo primordial del mantenimiento centrado

en confiabilidad es reducir las actividades de mantenimiento y costos vinculados en lo posible sin perjudicar la productividad general de la planta, la calidad del producto, la seguridad o la integridad ambiental, sosteniendo como criterio general el mantenimiento preferente de los componentes asumidos como críticos para el funcionamiento de la instalación. (Muñoz, y otros, 2021) En esta dirección se plantea en la presente investigación proponer un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad utilizando en análisis de los modos de fallas sus efectos y criticidad para la línea de envasado de una planta farmacéutica.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

El mantenimiento industrial, día a día, está rompiendo con las barreras del pasado. Hoy en la práctica, en muchas empresas, los directivos del mantenimiento tienen que pensar que es un negocio invertir en mantenimiento de activos y no ver al mantenimiento como un gasto. Esta transformación que está ocurriendo en el mundo del mantenimiento ha hecho patente la necesidad de una mejora sustancial y sostenida de los resultados operacionales y financieros de las empresas, a través de la implementación de filosofías o sistemas de organización factibles a su contexto de desempeño. (Díaz, y otros, 2016)

El mantenimiento ha sido considerado durante mucho tiempo, como una actividad que no requería un profundo conocimiento técnico. Pero en este mundo globalizado y altamente competitivo, el conocimiento técnico – científico es cada vez más necesario por lo que el mantenimiento ha ido evolucionando hasta convertirse en lo que es hoy, una actividad imprescindible dentro de cualquier contexto operacional. Todos los activos físicos, tanto de la esfera productiva como de los servicios, tienen hoy, como características en su diseño, una mayor complejidad, mayores exigencias en las condiciones de su funcionamiento (cargas, revoluciones o velocidades), esperando además de ellos una larga vida útil y fiabilidad en su funcionamiento. La complejidad empresarial de hoy en día, el gran desarrollo tecnológico involucrado en los equipos de producción y en edificios e instalaciones de prestación de servicio, hacen que el mantenimiento se deba estudiar y aplicar con mayor contenido científico, rigurosidad analítica y profundidad, si se desea que alcance su objetivo principal bajo las condiciones actuales y futuras de sus clientes. Las empresas farmacéuticas debido al rigor deben cumplir a partir de las regulaciones existentes por los organismos entendidos en la materia, lideradas por los países productores del primer mundo, para acceder a la comercialización de sus productos cuentan con tecnologías avanzadas y complejas por lo que el tipo de mantenimiento que utilizan no se aplica en una máquina de forma arbitraria, sino que se realiza a partir de un

estudio de criticidad; a lo que se someten todos los activos de planta. (Canales, y otros, Mayo 2019)

En los últimos años en el Perú se vienen aplicando diferentes estrategias y/o herramientas para la mejora de la productividad y calidad, en este contexto, el área de mantenimiento también se ha visto en la necesidad de buscar estrategias para mejorar la función mantenimiento, dentro de estas soluciones, tenemos el RCM (Reliability Centered Maintenance). La planta farmacéutica busca ser identificada regionalmente como la industria manufacturera de productos farmacéuticos y de atención personal que mejor entiende y complace las exigencias de sus clientes, con precios competitivos, dentro de un marco del mejoramiento continuo en gestión de calidad y medio ambiente. Avalamos la calidad de los servicios ofrecidos a nuestros clientes entregándoles productos para la salud y cuidado personal, apoyándonos en los estándares de calidad, seguridad y conservación del medio ambiente, legales, de nuestros clientes y otros que acogemos voluntariamente generando beneficio para los accionistas y confort para nuestros cooperantes. En la presente investigación se abordará la problemática que se tiene en la planta farmacéutica, se hará el estudio específicamente en la línea de envasado que constantemente fallan los equipos los cuales afectan la producción, lo cual lleva a tener una baja disponibilidad, es necesario revisar el programa de mantenimiento actual, así como realizar un análisis de criticidad, de fallas, hallar el NPR de las fallas, estos problemas se traducen en pérdidas económicas para la empresa. La presente investigación se orienta al análisis, se plantea abordar esta problemática utilizando la metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) esto nos permitirá mejorar la disponibilidad de los activos de la línea de envasado.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿De qué manera la aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad permitirá mejorar la disponibilidad de los equipos de la línea de envasado de una planta farmacéutica?

1.2.2. Problemas específicos

¿De qué manera la aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la mantenibilidad de la línea de envasado de una planta farmacéutica?

¿De qué manera la aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la confiabilidad de la línea de envasado de una planta farmacéutica?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Aplicar el mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la disponibilidad de la línea de envasado de una planta farmacéutica.

1.3.2. Objetivos específicos

Determinar la influencia del mantenimiento centrado en confiabilidad en la mejora de la mantenibilidad de la línea de envasado de una planta farmacéutica.

Determinar la influencia del mantenimiento centrado en confiabilidad en la mejora de la confiabilidad de la línea de envasado de una planta farmacéutica

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación teórica

La investigación es de fundamental importancia desde el punto de vista teórico emplea los conceptos de mantenimiento centrado en confiabilidad tales como: tiempo promedio de reparación, el tiempo promedio entre averías, análisis de criticidad, plan de mantenimiento, tareas de mantenimiento, análisis de modo falla y sus efectos los cuales colaboran a mejorar la disponibilidad de los equipos de la línea de envasado de una planta farmacéutica.

1.4.2. Justificación práctica

La presente investigación es significativa porque aporta a mejorar la disponibilidad de la línea de envasado de una planta farmacéutica, mantenibilidad, confiabilidad empleando el RCM por el método AMEF (análisis de modo falla y efecto), el cual permite detectar a tiempo el desgaste de componentes, eliminando posibles fallas que podrían ocurrir en el tiempo de utilización de la línea de envasado de una planta farmacéutica.

1.4.3. Justificación metodológica

La aplicación de esta investigación se argumenta puesto que plantea el uso de metodologías de mantenimiento operando en confiabilidad, para incrementar la disponibilidad de los equipos de la línea de envasado de una planta farmacéutica.

1.4.4. Justificación social

La investigación fomentará el desarrollo de nuevas metodologías de mantenimiento, esto hará que todos los procesos sean más eficientes logrando una superior disponibilidad de los equipos y por ende productos de calidad que cooperen con la salud de las personas lo cual nos produce más tranquilidad en todo el medio social.

1.4.5. Justificación legal

La presente investigación contribuirá a mejorar la disponibilidad, esto colaborará a tener productos seguros y de calidad, asegurando la salud de las personas, no ejercerlo podría traer implicancias legales para la organización.

1.4.6. Justificación tecnológica

La presente investigación otorgará a la empresa un mejor status tecnológico porque el mantenimiento se realizará a través de la metodología RCM esto ayudará que la gestión y procedimientos se automatizan logrando reducir las fallas críticas y aumentando la confiabilidad, utilizando como principio la innovación de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad de la línea de envasado de una planta farmacéutica.

1.4.7. Justificación económica

Con la proposición de mantenimiento centrado en confiabilidad en la empresa se procura reducir los costos de mantenimiento, implementar procedimientos estandarizados para cada elemento en la línea de envasado, mejorando la seguridad y protección del ámbito, aminorando los tiempos de mantenimiento y acrecentando la disponibilidad de los equipos.

1.5. Delimitantes de la investigación

1.5.1. Delimitación teórica

La carencia de publicaciones bibliográficas modernizadas sobre los temas estudiados representó preliminarmente una limitante en el proceso de investigación, por lo cual se tuvo que requerir a la información publicada en páginas web, revistas y artículos de investigación, tanto en español como en otros lenguajes. Otra limitación teórica de la metodología mantenimiento centrado en la confiabilidad aún no se encuentra implementada totalmente en las industrias del mercado peruano por lo cual no se ubican artículos de investigación en el medio nacional.

1.5.2. Delimitación temporal

Las restricciones encontradas para efectuar la aplicación de la metodología en la planta farmacéutica fue que se tuvo que dirigir y realizar seguimiento a la data de la línea de envasado el cual pertenece al área de acondicionado. En cuanto a solicitudes de mantenimiento y disponibilidad de poder realizar este tipo de metodología muestral.

1.5.3. Delimitación espacial

La presente investigación se efectúa a los equipos de la línea de envasado de una planta farmacéutica, por ello los resultados que se consigan luego de realizar el análisis estadístico serán aplicados solamente para la línea de envasado.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

En el artículo científico de Pérez, Castiblanco y Mateo del año 2020, con título Diseño de una metodología para generar un plan de mantenimiento a través de la integración de RCM, WCM y Lean Manufacturing aplicable en procesos de trefilado de alambón. En el resumen nos menciona que se presenta el desarrollo de cinco fases basadas en el Design Thinking (Empatizar, Definir, Idear, Prototipar, Evaluar) con el propósito de diseñar una metodología integrando herramientas de Reliability Centered Maintenance (RCM), World Class Manufacturing (WCM) y Lean Manufacturing, la cual permita generar un plan de mantenimiento aplicable en procesos de trefilado de alambón particularmente en una empresa mexicana del sector del acero. En las fases “Empatizar, Definir e Idear”, se identifican los problemas principales en procesos del sector del acero de empresas colombianas y una en México, planteando alternativas de solución basadas en las necesidades y realidades, considerando los Key Performance Indicators (KPI) esperados. Posteriormente se seleccionan herramientas acordes al problema y a las alternativas de solución planteadas. En las fases “Prototipar y Evaluar”, se integran las herramientas seleccionadas generando un plan de mantenimiento el cual es descrito y representado por un diagrama como evaluación de la metodología diseñada. (Perez, y otros, 2021)

En el artículo científico de Espinoza, De La Paz, Pérez y Acosta del año 2019 con título Contribución del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad para el estudio de fallos a equipos consumidores de energía eléctrica. En el resumen nos menciona que el mantenimiento es la actividad tecnológica destinada al aseguramiento del desempeño de los activos de producción o servicio y, de hecho, es el único paliativo para de una forma económicamente racional atenuar el ritmo de deterioro del estado técnico de los equipos. Este artículo incluye los resultados de una investigación realizada en un hotel de modalidad de sol y playa cubano.

El objetivo es realizar un estudio de fallos en equipos identificados como los de mayor consumo eléctrico. Los materiales y métodos fueron utilizadas varias herramientas como: trabajo en grupo para la toma de decisiones complementado con un análisis de los niveles de criticidad tanto para el área de mantenimiento como para el área energética del hotel, además se realizan entrevistas al personal y consulta de documentos los cuales le ofrecen soporte científico a la investigación. En los resultados y discusión fue utilizada la metodología de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (MCC), que incluyó la determinación de las funciones de los equipos, los fallos funcionales, los efectos de dichos fallos y sus consecuencias para la seguridad, el ambiente, el servicio y los costos de mantenimiento. En la conclusión finalmente se obtuvo la identificación de los equipos más críticos a partir del consumo eléctrico, los cuales constituyen alrededor del 85% de la estructura energética del hotel, identificando cada una de sus causas de fallas, y el mantenimiento a partir del nivel de criticidad según la consecuencia de los fallos. (Espinosa, y otros, 2020)

En el artículo científico Campos, Tolentino, Toledo y Tolentino del año 2018 con título Metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) considerando taxonomía de equipos, bases de datos y criticidad de efectos. En el resumen nos menciona que el mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM por sus siglas en inglés) es una metodología ampliamente reconocida y de uso extendido para elaborar planes de mantenimiento de equipos industriales basándose en asegurar las funciones del equipo para la satisfacción del usuario o propietario. Actualmente existen varias metodologías de RCM, sin embargo, la esencia de esta metodología está contenida en la norma SAE JA1011. En este trabajo se propone una metodología RCM aumentada, que además de incluir los pasos que señala la norma SAE JA1011, incluye algunos pasos adicionales que facilitan la aplicación. La metodología propuesta se obtuvo después de analizar las normas SAE JA1011 y SAE JA1012 para RCM, la metodología de análisis de modos de falla y efectos (FMEA por sus siglas en inglés) de la norma SAE J1739, la norma ISO 14224, la base de datos OREDA y algunos casos de estudio. Se obtuvo una metodología de RCM aumentada que incluye pasos adicionales tales como: recopilación de información, utilización de la norma ISO 14224 para

uniformizar la información del equipo, utilización de bases de datos como OREDA para las causas de falla y la evaluación de efectos de falla para definir los números de prioridad de riesgo (NPR) y jerarquizar las fallas. Se presenta y analiza de forma breve un caso de aplicación de la metodología propuesta. (Campos, y otros, 2018)

En el artículo científico de Montalvo, Aldana, López, Álvarez, Aldana y Rivera del año 2018 con título Mantenimiento Centrado en Confiabilidad en motocompresores el objetivo es determinar qué tipo de fallas tienen mayor impacto en la operación de los motocompresores. En el resumen nos menciona que los motocompresores elevan la presión del gas después de una caída de presión y temperatura generada durante el acondicionamiento. El paro no programado eleva los costos, pues se deja de dar servicio y percibir ingresos. Para este estudio se analizaron 11 equipos, instalados en 3 plantas de bombeo, se usaron dos criterios: las fallas frecuentes y las fallas críticas, para determinar qué tipo de fallas tienen mayor impacto en la operación de los motocompresores; bajo el criterio de las fallas que generan más tiempo fuera de servicio, las fallas críticas resultaron más relevantes para mejorar la calidad del proceso. Tres fallas críticas representaron el 51.3% del tiempo de mantenimiento correctivo, al prevenirlas mediante un plan de mantenimiento basado en confiabilidad, se redujo el tiempo medio entre fallas (MTBF) y el servicio de bombeo se interrumpió por menos tiempo. (Montalvo, y otros, 2018)

En el artículo científico de Andrade y Herrera del año 2021 con título Análisis de la situación actual del mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM. En el resumen nos menciona que el objetivo del presente trabajo consiste en realizar un análisis de la situación actual del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) en la industria, así como mostrar en forma detallada una metodología para su aplicación. Para complementar dicho objetivo se realizó un análisis bibliográfico, para lo cual se consultaron las principales bases de datos que contienen literatura especializada sobre esta temática, además se realizó un estudio histórico lógico del surgimiento y evolución de este tipo de gestión de mantenimiento. Los resultados, exponen las bases teóricas y fundamentan la gestión del mantenimiento centrada en la confiabilidad con respecto a los

aspectos actuales, tradiciones y particularidades de la gestión eficiente del mantenimiento. Se detalló, además el procedimiento para la elaboración del análisis de modos y efectos de fallas (AMEF), mostrando que tanto el procedimiento RCM como la metodología AMEF son sistemáticos y parten de una secuencia lógica, orientada a priorizar los equipos y reducir los costos de la actividad de mantenimiento en la medida que se crea una confiabilidad operacional. (Andrade, y otros, 2021)

En el artículo científico de Oguzhan, Ersin, Ergun y Ahmet del año 2019 con título Prácticas de mantenimiento centradas en la confiabilidad en la industria alimentaria. En el resumen nos menciona que la disciplina del mantenimiento en las industrias ha cambiado más que otras disciplinas de gestión. Este cambio se debe al aumento del número y la variedad de activos físicos, al desarrollo de la tecnología, a la aparición de nuevas técnicas de mantenimiento y al cambio en la perspectiva del mantenimiento. Los equipos de mantenimiento de la empresa suelen aplicar métodos basados en el tiempo para el mantenimiento de los activos físicos, Sin embargo, las prácticas de mantenimiento no siempre proporcionan la eficiencia global de los equipos (OEE) que se espera de ellos. El mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) es un enfoque que determina lo que el equipo es capaz de realizar plenamente sus tareas en el proceso actual. En este estudio, se explica la aplicación del enfoque RCM en máquinas de envasado y su efecto en la OEE. (Oguzhan, y otros, 2019)

2.1.2. Antecedentes nacionales

En la tesis de Fernández del año 2018 con título Implementación de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) para el área de chancado terciario en una planta concentradora. En el resumen nos menciona que la investigación tienen como objetivo elaborar e implementar un plan de mantenimiento que permita mejorar la confiabilidad de los HPGR del área de Chancado Terciario, la metodología propuesta es la utilización del (RCM), con el objetivo de encontrar las posibles causas de las paradas no programadas, fue necesario jerarquizar los equipos conforme a su criticidad, con el objetivo de poder identificar el equipo que puede afectar la disponibilidad de la planta, con

la investigación se pretende encontrar las tareas de mantenimiento, que permitan aumentar la vida útil del equipo y disminuir los costos por pérdidas de producción, con una adecuada toma de decisiones, sostenido en un análisis de factibilidad técnico - económico. Los logros obtenidos con la aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad son cuantificados y expresados en los planos de mantenimiento que se adaptaran en la chancadora de Rodillos. (Fernandez, 2019)

En la tesis de Arévalo del año 2021 con título Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento centrado en la confiabilidad para mejorar la productividad en la línea de producción de fideos de empresa Perupast S.R.L. para el área de chancado terciario en una planta concentradora. En el resumen nos menciona que la empresa dedicada a la producción de fideos, para su proceso emplea máquinas comprendidas en un sistema de prensa; actualmente la empresa aplica un mantenimiento correctivo, generando paradas no programadas, pérdidas económicas y baja productividad en sus equipos respecto al tiempo disponible; por tal razón la presente investigación tuvo por finalidad elaborar el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento basado en RCM para incrementar la productividad. Durante el periodo 2016 se identificó un total de 388,5 horas de paradas, las máquinas con mayor criticidad fueron las pertenecientes al subsistema de Dosificado, Mezclado, Amasado y Extrusado. Con los problemas de mantenimiento ya identificados en los subsistemas del proceso, se diseñó un Sistema de Gestión de Mantenimiento Preventivo, el cual se basó en la metodología RCM y se complementa con herramientas como el Análisis de modo efecto de modo efecto y falla (AMEF) y la hoja de decisión. Se tuvo como resultado un tiempo de parada reducido en 205 horas, el nuevo MTTF logrado fue de 44,4 horas, así también el MTTR se redujo a 0,84 horas, así también la disponibilidad se incrementó a 91,04 %; y en cuanto a la productividad respecto al tiempo, esta se eleva en comparación a la encontrada en el diagnóstico inicial, de modo que con la mejora se producirán 394 bolsas de fideo/día, lo cual representa el 82,1 % de lo ideal. Finalmente, en el análisis Costo-Beneficio se estimó un VAN de S/. 10 235,81 y una tasa interna de retorno (TIR) de 13%, así mismo, con la aplicación del Sistema de Gestión de

mantenimiento Preventivo RCM la empresa ganará S/ 0,38 por cada sol que invierte, empezando a tener utilidades líquidas a partir del sexto mes, todo esto indica que la implementación del proyecto es rentable y es aceptada. (Arevalo, 2021)

En la tesis de Barbadillo, Litano Y Rodas del año 2023, con título Mejora de la gestión de mantenimiento soportada mediante la metodología RCM con herramientas de calidad en una empresa siderúrgica. En el resumen nos menciona que la investigación consiste en proponer la metodología del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (Reliability Centered Maintenance RCM) para mejorar la gestión del mantenimiento apoyada en dos herramientas de calidad, estas son: el Diagrama de Pareto y el Análisis de Modos y Efectos de Falla (AMEF) en una planta siderúrgica. Uno de los principales problemas de la planta es la ocurrencia de paradas debidas a fallas de los activos o problemas operativos que generan pérdidas de producción. El trabajo de investigación planteó la implementación de la metodología RCM para mejorar la gestión de mantenimiento mediante una serie de pasos que empiezan por la conformación de un equipo de trabajo comprometido, liderado por un facilitador que conozca profundamente la metodología RCM Después de establecerse el equipo de trabajo hace un reconocimiento de todos los activos y se desarrolla un método de jerarquización para identificar los críticos, esto se realiza mediante la aplicación del Diagrama de Pareto. Una vez identificados los activos críticos se seleccionó uno de ellos y se describió su función principal y sus funciones secundarias para desarrollar un Análisis de Modos y Efectos de Falla que permitan encontrar las principales razones de las fallas y jerarquizar estas en base al costo-riesgo y luego aplicar acciones de mejora que decantan en un plan de mantenimiento. Finalmente se cuantifica el ahorro esperado al aplicar la metodología y se establece el análisis económico respectivo para mostrar la eficacia de la metodología empleada. (Barbadillo, y otros, 2023)

En la tesis de Jilaja del año 2022 con título Propuesta de mantenimiento en el análisis de modos, efectos de fallas y criticidad, para el sistema eléctrico en media tensión llave. En el resumen nos menciona que las constantes interrupciones existentes en el sistema de distribución de energía eléctrica llave

han disminuido la confiabilidad y la calidad de servicio de la red de distribución eléctrica. Estas fallas de acuerdo al registro de las interrupciones existentes nos indica que en las salidas 1001 y 1003 es en donde se tiene mayor incidencia de interrupciones del servicio afectando la calidad de vida de los habitantes de estas zonas afectadas. La confiabilidad del sistema de distribución de energía eléctrica es uno de los índices más importantes para evaluar la calidad del servicio que prestan las empresas de distribución de energía eléctrica. El mantenimiento centrado en la confiabilidad utiliza un enfoque de análisis de efectos y modos de falla que permite el procesamiento de cada análisis individual de un subcomponente del sistema. Para lograr el realizar la propuesta de mantenimiento se tiene como objetivos específicos realizar el análisis de los modos de falla efectos y determinación de la criticidad de los diferentes subsistemas que componen el sistema de distribución eléctrica llave. Del estudio realizado se tiene como resultado del análisis se ha logrado determinar que los subsistemas de conductores y el de protección contra sobre corriente y descargas atmosféricas son los subsistemas críticos y la acción de mantenimiento es el rediseño. (Jilala, 2022)

En la tesis de Acuña y Vargas del año 2019 con título "Mantenimiento basado en confiabilidad y su influencia en la disponibilidad de los equipos de una planta concentradora". En el resumen nos menciona que la investigación se realizó con la finalidad de determinar el nivel de influencia que tendría la estrategia del RCM si se implementa en una planta concentradora del rubro de minería que procesa hierro, para tal efecto se han revisado una serie de textos relacionados al mantenimiento centrado en confiabilidad o RCM, así como también se investigó referencias del uso de indicadores de performance (KPI) , los cuales nos ayudaran a tomar decisiones acertadas cuando nos encontremos en un escenario desfavorable al presentarse fallas potenciales en los distintos activos de la planta concentradora, las cuales si no se toman acciones previas antes de que fallen, podrían generar grandes pérdidas a la empresa y en algunos casos podrían dañar la integridad del personal. Para la presente investigación se está tomando las recomendaciones que indica el RCM II, los cuales se podrían resumir en los siguientes puntos: • Se deberá de realizar una clasificación de los

equipos mediante un nivel de jerarquía. • Luego se debe de seleccionar la metodología para realizar la categorización de criticidad de los equipos. • Se deberá definir las funciones y parámetros de funcionamiento. • Posteriormente se deberá de realizar el análisis de modo y efecto de fallas, en principio solo de los equipos que tengan una criticidad A. La presente investigación se desarrolló en varias etapas, iniciando por la revisión del historial de intervención de uno de los activos críticos, registrando los indicadores de performance (KPI) antes de implementar la presente propuesta, posteriormente se implementó las recomendaciones que indica el RCM, y finalmente se revisaron los resultados obtenidos en uno de los activos críticos, evidenciándose que estos fueron favorables y llegando a la conclusión que de acuerdo a estos resultados se recomienda aplicar la metodología del RCM en el resto de los activos de criticidad A y posteriormente en un mediano plazo deberá de implementarse en los activos de criticidad B. (Acuña, y otros, 2019)

2.2. Bases teóricas Mantenimiento

Evolución del mantenimiento

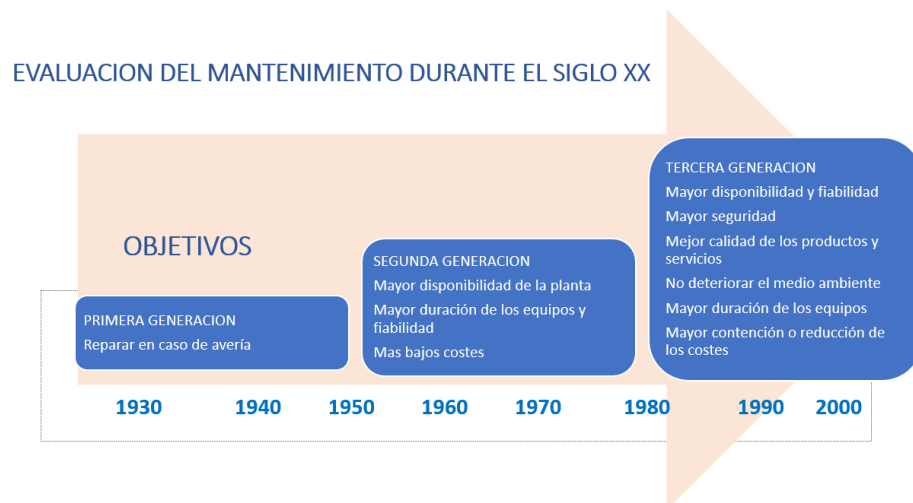
El mantenimiento durante el siglo XX ha poseído tres etapas, a las que denominó, Primera, Segunda y Tercera Generación. Podemos apreciar el desarrollo con ayuda de la figura 1 y figura 2, donde observamos en la parte inferior los objetivos que de forma generalizada se han ido señalando en las Empresas a lo largo de las décadas, en la parte superior los medios de forma generalizada que han utilizado (o siguen utilizando) para pretender alcanzar dichos objetivos. (Gonzalez, 2005)

Figura 2.1 Evaluación del Mantenimiento durante el siglo XX



Fuente: Gonzales Fernández - 2005

Figura 2.2 Objetivos del Mantenimiento en el siglo XX



Fuente: Gonzales Fernández - 2005

Primera generación

La primera Generación abarca el periodo que se extiende hasta la Segunda Guerra Mundial. En esos momentos la industria no se encontraba altamente mecanizada, por lo tanto, el tiempo de parada de las máquinas no era importante. Esto denotaba que la previsión de las fallas en los equipos no era preponderante para la mayoría de los gerentes. El mayor ámbito de los equipos era simple y la

gran mayoría estaban sobredimensionados. Estos motivos descritos los hacían confiables y fáciles de reparar. (Gonzalez, 2005)

Segunda generación

Durante la segunda guerra mundial todo cambió radicalmente. Aumentó la demanda de todo tipo de bienes influenciada por los tiempos de guerra, al mismo tiempo que disminuyó bruscamente el número de trabajadores en la industria. Estos factores llevaron al incremento de la mecanización. En los años 50 aumentó la cantidad y complejidad de todo tipo de máquinas. La industria estaba empezando a depender de las máquinas mecánicas. Al aumentar la dependencia, comenzó a enfocarse la atención en el tiempo de parada de la máquina. Esto produjo la idea de que las fallas en las máquinas deben ser prevenidas y dieron lugar al concepto de mantenimiento preventivo. Se incrementó las reparaciones mayores y creció los costos de mantenimiento lo que ocasionó el desarrollo de sistemas de planeamiento y control de planeamiento. (Moubray, 2004)

Tercera generación

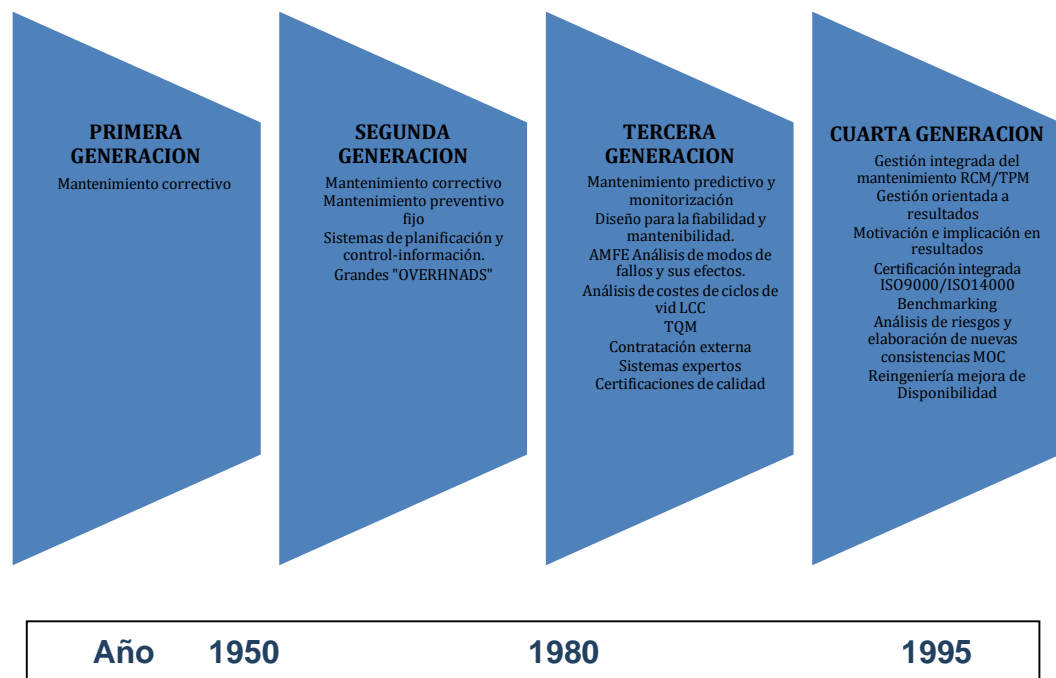
En los años 80 se empezó a hablar del mantenimiento de Tercera Generación, este mantenimiento argumenta sus objetivos, en la disponibilidad, fiabilidad y costes, pero aborda complementariamente otros aspectos escasamente analizados y perseguidos en etapas anteriores; la seguridad en los últimos veinte años del siglo XX pasó a ser primordial, se empezaron a emitir normativas, reglamentaciones, leyes y órdenes, etc. También aparece en el mantenimiento una nueva variable la contratación externa de actividades de mantenimiento para reducir costos. (Moubray, 2004)

Cuarta generación

Surge la necesidad de constituir todos los nuevos conceptos de mantenimiento de las últimas décadas del siglo XX, como los nuevos conceptos de RCM (Reliability - Centered Maintenance) o los TPM (Total Productive Maintenance). Son conceptos filosóficos o “man tecnologías” organizativas que pueden ser válidas, para un determinado aspecto del mantenimiento.

Otro enfoque que toma gran importancia en estos años finales del siglo XX e inicios del siglo XXI es la gestión de mantenimiento orientada a los clientes y no ha resultados técnicos (clientes internos y clientes externos). Los resultados de medir mi actividad son los que identifiquen la percepción del destinatario de mi servicio, no debo quedarme conforme con los buenos resultados del MTBF si el operador de la planta se está quejando continuamente, su valoración es la que debe guiarse, para evaluar la actividad de mi departamento. También en este siglo XXI seguirá siendo importante la observación de la normativa, la globalización de los mercados nos obligará a incorporar nuevas normativas sobre todo los que afecten a la seguridad y medio ambiente. (Gonzalez, 2005)

Figura 2.3 Tendencias de la Gestión de Mantenimiento



Fuente: Gonzales Fernández - 2005

Mantenimiento

El mantenimiento comprende todas aquellas labores imprescindibles para conservar las instalaciones y equipos en estado particular o retornarlos a su condición particular. (Prando, 1996)

“El mantenimiento se define como el grupo de técnicas orientadas a conservar los equipos e instalaciones en operación de una organización, siempre buscando la más alta disponibilidad y con un alto rendimiento”. (García Garrido, 2003)

“El mantenimiento se define como la mezcla de actividades a través de las cuales un equipo mantiene, un estado en el que puede efectuar las funciones destinadas”. (Duffuaa, y otros, 2009)

Mantenimiento correctivo

Este tipo de mantenimiento solo se desarrolla cuando el equipo no puede seguir operando. No hay elemento de programación, para este tipo de mantenimiento. Este suceso se presenta cuando el costo adicional de otros tipos de mantenimiento no puede demostrarse. Este tipo de táctica se le conoce como táctica de operación hasta que falle el equipo. Este tipo de mantenimiento normalmente se aplica principalmente en los componentes electrónicos. (Duffuaa, y otros, 2009)

Mantenimiento preventivo con base en el tiempo o en el uso

El mantenimiento preventivo es un mantenimiento planificado que se efectúa, para hacer frente a fallas potenciales de los equipos. Puede efectuarse de dos formas en base al uso o en base a las condiciones del equipo. El mantenimiento preventivo con base en el uso o en el tiempo se realiza de acuerdo con las horas de funcionamiento o en base a un calendario establecido. En este tipo de mantenimiento se necesita un alto nivel de planificación. Las rutinas precisas que se efectúan son conocidas, así como también son conocidas sus frecuencias. En la definición de la frecuencia habitualmente se necesitan conocimientos acerca de la distribución de las fallas o la confiabilidad del equipo. (Duffuaa, y otros, 2009)

Mantenimiento preventivo con base en las condiciones

Menciona que este mantenimiento preventivo se realiza en base a las condiciones conocidas del equipo. La condición del equipo se decide supervisando los parámetros claves del equipo cuyos valores se ven alterados por la condición de este. A esta estrategia de mantenimiento también se le conoce como mantenimiento predictivo. (Duffuaa, y otros, 2009)

Mantenimiento de oportunidad

Menciona que este tipo de mantenimiento, se efectúa cuando se presenta la oportunidad. Estas oportunidades se pueden presentar durante los periodos de paradas de equipos, programados en los sistemas de producción y puede utilizarse para efectuar tareas de mantenimiento. (Duffuaa, y otros, 2009)

Mantenimiento productivo Total

El Mantenimiento Productivo Total es una nueva filosofía de labor en plantas productivas que se origina en torno al mantenimiento, pero que logra y enfatiza otros aspectos como son: Participación del conjunto de personal de la planta, Eficacia Total, Sistema Total de gestión del mantenimiento de equipos desde su diseño hasta la corrección, y la prevención. (Cuatrecasas Arbós, y otros, 2010)

Mantenimiento autónomo

El mantenimiento autónomo comprende cualquier actividad realizada por el departamento de producción enlazada con una función de mantenimiento y que procura mantener la planta operando eficiente y establemente con el fin de retribuir los planes de producción. (Tokutaro, 1996)

Mantenimiento planificado

El mantenimiento planificado normalmente se constituye para lograr dos objetivos: mantener la máquina y el proceso en condiciones óptimas y lograr la eficacia y la eficiencia en costes. En un programa de desarrollo del TPM, el mantenimiento planificado es una acción metódicamente estructurada para conseguir estos dos objetivos. (Tokutaro, 1996)

Promoción de técnicas de operación y mantenimiento.

Las empresas prosperan desarrollando constantemente sus recursos humanos y asegurando que todos sus colaboradores lleguen a ejercer su pleno potencial. El objetivo último del TPM es crear ambientes corporativos capaces de responder positivamente al clima cambiante de los negocios, los avances tecnológicos, la sofisticación de los equipos y las innovaciones directivas. (Tokutaro, 1996)

Creación de un entorno seguro y grato

La práctica del TPM crea seguridad en el trabajo. También contribuye considerablemente a crear un entorno saludable y acogedor. La perfecta seguridad y la limpieza del entorno son requisitos básicos de la fabricación. Sin embargo, en la práctica, siempre hay una probabilidad de que la instalación o una máquina provoquen accidentes o polución. (Tokutaro, 1996)

Indicadores de mantenimiento

Disponibilidad

Menciona que la disponibilidad es un propósito importante en la administración de todo plan de mantenimiento, ya que al hacer un estudio de disponibilidad se analizan los equipos de manera separada, los equipos críticos de una línea que estén perjudicando la productividad o que esté por debajo de los estándares de funcionamiento. La disponibilidad también es valorada como la medida de tiempo que un equipo está a disposición, para realizar operaciones específicas. También es la posibilidad de que un equipo sea operado dentro de sus parámetros normales de funcionamiento en el momento en que sea requerido su uso, durante y después de dicha operación, siempre y cuando sea utilizado bajo circunstancias normales o controladas. (Moubray, 2004)

$$Disponibilidad = MTBF \div (MTBF + MTTR)$$

Mantenibilidad

Menciona que se denomina mantenibilidad a la probabilidad de que una pieza, máquina o dispositivo, pueden retornar nuevamente a su estado de funcionamiento habitual después de una avería, falla o interrupción productiva, mediante una reparación que incluye realizar tareas de mantenimiento, para desechar las causas inmediatas que generaron la interrupción. Al restaurar su funcionalidad se refiere a su cuerpo y a su función, esto se denomina normalidad del sistema. (Mora, 2009)

$$MTTR = \textit{Tiempo total de mantenimiento} \div \textit{Número de reparaciones}$$

Confiabilidad

Menciona que la confiabilidad se define como la probabilidad de que un equipo cumple satisfactoriamente las funciones para las cuales fue diseñado, durante un tiempo específico y bajo condiciones habituales de operación, ambientales y del entorno. La confiabilidad nos enseña que existen cuatro características que definen sus estructuras como son la probabilidad el desempeño satisfactorio el periodo y las condiciones específicas. (Mora, 2009)

$$MTBF = (\textit{Tiempo total disponible} - \textit{Tiempo de inactividad}) \div \textit{Número de paradas}$$

Mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM)

El Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad es una metodología lógica que proviene del estudio de eficacia realizado por la United Airlines en el campo de la aviación, utiliza como herramienta de análisis el modo de falla, efecto y grado crítico (FMECA). (Moubray, 2004)

RCM: Las siete preguntas básicas

Menciona que en el proceso de RCM se formulan siete preguntas acerca del activo que intenta revisar:

¿Cuáles son las funciones y los parámetros de funcionamiento asociados al activo en su actual contexto operacional?

¿De qué manera falla en satisfacer dichas funciones?

¿Cuál es la causa de cada falla funcional?

¿Qué sucede cuando ocurre cada falla?

¿En qué sentido es importante cada falla?

¿Qué puede hacerse para prevenir o predecir cada falla?

¿Qué debe hacerse si no se encuentra una tarea proactiva adecuada? (Moubray, 2004)

Contexto operacional

Menciona que es el conjunto de condiciones en las que se tiene expectativas que opere un activo (proceso operativo, condiciones ambientales, requerimientos operacionales, políticas de operación, mantenimiento), también nos permite determinar las funciones principales y secundarias. El desarrollo de esta operación nos permite saber la forma en que opera el activo o sistema. (Moubray, 2004)

Análisis de modos de falla y efectos (AMEF)

Menciona que es un procedimiento que nos permite identificar fallas en productos, procesos y sistemas, también nos permite evaluar y clasificar sus efectos, causas y elementos para de esta forma, los sistemas librarse de su ocurrencia y de poseer un método de prevención. El AMEF puede también ser aplicado para analizar riesgos en proceso de administración o para la evaluación de sistemas de seguridad.

La metodología de Análisis de Falla y sus efectos, consisten en las siguientes actividades.

1. Definición de la intención del diseño
2. Análisis funcional

3. Identificación de modos de falla
4. Efectos y consecuencias de la falla
5. Jerarquización del riesgo. (Ford Motor Company General Motors Corporation, 2008)

Análisis de criticidad

Método utilizado para criticidad de equipos, para buscar el nivel de criticidad se toman en cuenta 5 puntos importantes, según la importancia de cada punto se asigna una valoración, una vez efectuado el análisis de fallas de frecuencias de fallas y consecuencias, debemos calcular la consecuencia y la criticidad total. (Asignación de Modelos de mantenimiento basada en la criticidad y disponibilidad del equipo, 2020)

$$\begin{aligned} \text{Consecuencia} \\ &= (\text{Impacto operacional} * \text{flexibilidad}) \\ &+ \text{Costo de mantenimiento} + \text{Impacto SAH} \end{aligned}$$

$$\text{Criticidad Total} = \text{Frecuencia} * \text{consecuencia}$$

Tabla 2.1 Criticidad Total

FRE CUE NCI A	4	MC	MC	C	C	C	
	3	MC	MC	MC	C	C	
	2	NC	NC	NC	C		
	1	NC	NC	NC	MC	C	
		3-12	13-24	25-36	37-48	49-60	
		CONSECUENCIA					

Fuente: Asignación de Modelos de mantenimiento basada en la criticidad y disponibilidad del equipo - 2020

Tabla 2.2 Criterios para determinar la Criticidad

Criterios para determinar la "Criticidad"		Cuantificaci ^o n
FRECUENCIA DE FALLA		
1	Mayor a 4 fallas/mes	4
2	2-4 fallas/ mes	3
3	1-2 fallas/mes	2
4	Mínimo 1 falla/mes	1
IMPACTO OPERACIONAL		
1	Paro total del proceso productivo (no es recuperable)	10
2	Detiene la producción, pero es recuperable	6
3	No genera ningún efecto o impacto en la producción	2
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL		
1	No existe opción de producción, no se recupera Se puede producir con capacidad mínima/ contratación externa	5
2		4
3	Existen repuestos en bodega disponibles	2
COSTO DE MANTENIMIENTO		
1	Alto costo de mantenimiento	3
2	Costo medio de mantenimiento	2
3	Costo bajo de mantenimiento	1
IMPACTO EN LA SEGURIDAD AMBIENTAL Y HUMANA		
1	Afecta al medio ambiente, accidentes muy graves	8
2	Afecta al medio ambiente, accidentes graves posibilidad remota	6
3	Poca influencia en la seguridad y medio ambiente	4

Fuente: Asignación de Modelos de mantenimiento basada en la criticidad y disponibilidad del equipo - 2020

Numero de prioridad de riesgo (NPR)

El NPR nos permite establecer una prioridad para el tratamiento del modo de falla de un componente o equipo, este indicador relaciona el grado de ocurrencia (frecuencia), la severidad y la detección. (Andrade, y otros, 2021)

$$NPR = \text{Grado de ocurrencia} \times \text{Severidad} \times \text{Detección}$$

Tabla 2.3 Indicador de prioridad de NPR

500 - 1000	Alta probabilidad de falla
125 - 499	Probabilidad de falla media
1 - 124	Baja probabilidad de falla
0	No existe riesgo para la falla

Fuente: Análisis de la situación actual del mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM - 2021

Tabla 2.4 Criterios Severidad del Efecto en el Producto

Efecto	Criterios: Severidad del Efecto en el producto (Efecto en el Cliente)	Rango	Efecto	Criterios: Severidad del Efecto en el proceso (Efecto en la Manufactura / Ensamble)
Falla en el Cumplimiento con Requerimientos de Seguridad y/o Regulatorios	Modo de falla potencial afecta la operación segura del vehículo y/o involucra algún incumplimiento con regulaciones gubernamentales sin advertencia	10	Falla en el Cumplimiento con Requerimientos de Seguridad y/o Regulatorios	Puede poner en peligro al operador (equipo o ensamble) sin advertencia
	Modo de falla potencial afecta la operación segura del vehículo y/o involucra algún incumplimiento con regulaciones gubernamentales con advertencia	9		Puede poner en peligro al operador (equipo o ensamble) con advertencia
Pérdida o Degradamiento de alguna Función Primaria	Pérdida de alguna función primaria (vehículo inoperable, no afecta la operación segura del vehículo)	8	Interrupción Mayor	Puede poner en peligro al operador (equipo o ensamble) con advertencia
	Degradamiento de alguna función primaria (vehículo operable, pero con un nivel de desempeño reducido)	7	Interrupción Significativa	Puede ser que una proporción de la corrida de producción se deseche. Desviación del proceso primario incluyendo un decremento en la velocidad de la línea o adición de mano de obra
Pérdida o Degradamiento de alguna Función Secundaria	Degradamiento de alguna función secundaria (vehículo operable, pero con funciones de confort/conveniencias inoperables)	6	Interrupción Moderada	Puede ser que el 100% de la corrida de producción tenga que retrabajarse fuera de la línea y ser aceptada
	Degradamiento de alguna función secundaria (vehículo operable, pero con funciones de confort/conveniencia con un nivel de desempeño reducido)	5		Puede ser que una proporción de la corrida de producción tenga que retrabajarse fuera de la línea y ser aceptada
Molestia o Incomodidad	Apariencia o Ruido Audible, vehículo operable, ítem/artículo no genera el confort y es notado por la mayoría de los clientes (> 75%)	4	Interrupción Moderada	Puede ser que el 100% de la corrida de producción tenga que retrabajarse en la estación, antes de ser procesada
	Apariencia o Ruido Audible, vehículo operable, ítem/artículo no genera el confort y es notado por muchos clientes (50%)	3		Puede ser que una proporción de la corrida de producción tenga que retrabajarse en la estación, antes de ser procesada
	Apariencia o Ruido Audible, vehículo operable, ítem/artículo no genera el confort y es notado por un mínimo de clientes (< 25%)	2	Interrupción Menor	Leve o ligera inconveniencia al proceso, operación u operador
Sin Efecto	Sin efecto discernible	1	Sin Efecto	Sin efecto discernible

Fuente: Análisis de Modos y efectos de fallas potenciales (AMEF-4) - 2008

Tabla 2.5 Criterios Ocurrencia de las Causas AMEFPs

Probabilidad de Falla	Criterios: Ocurrencia de las Causas – AMEFPs (Incidentes por ítem/ vehículos)	Rango
Muy Alta	> 100 por mil > 1 en 10	10
	50 por mil 1 en 20	9
Alta	20 por mil 1 en 50	8
	10 por mil 1 en 100	7
Moderada	2 por mil 1 en 500	6
	5 por mil 1 en 2,000	5
	1 por mil 1 en 10,000	4
Baja	01 por mil 1 en 100,000	3
	< .001 por mil 1 en 1,000,000	2
Muy Baja	La falla es eliminada a través de controles preventivos	1

Fuente: Análisis de Modos y efectos de fallas potenciales (AMEF-4) - 2008

Tabla 2.6 Criterios Probabilidad de Detección por Controles en Proceso

Oportunidad para Detección	Criterios: Probabilidad de Detección por Controles del Proceso	Rango	Probabilidad de Detección
Oportunidad de No Detección	Sin control de proceso actual; No Puede detectarse o no es analizado.	10	Casi Imposible
Sin probabilidad de detección en ninguna etapa	(Causa) del Modo de la Falla y/o Error no es fácilmente detectado (ej., auditorias aleatorias).	9	Muy Remota
Detección del Problema Posterior al Procesamiento	Detección del Modo de la Falla posterior al procesamiento por el operador a través de medios visuales/táctiles/audibles.	8	Remota
Detección del Problema en la Fuente	Detección del Modo de la Falla en la estación por el operador a través de medios visuales/táctiles/ audibles o posterior al procesamiento con el uso de gages de atributos (pasa/no pasa, chequeo manual del torque/Llave con clic, etc.).	7	Muy Baja
Detección del Problema Posterior al Procesamiento	Detección del Modo de la Falla posterior al procesamiento por el operador con el uso de gages de variables o en la estación por el operador con el uso de gages de atributos (pasa/no pasa, chequeo manual del torque/Llave con clic, etc.).	6	Baja
Detección del Problema en la Fuente	Detección (de las Causas) del Modo de la Falla o Error en la estación por el operador a través del uso de gages de variables o por controles automatizados en la estación que detecten la parte discrepante y notifiquen al operador (luz, timbre). Chequeo se ejecuta en los ajustes y en el chequeo de la primera pieza (para causas de ajuste solamente).	5	Moderada
Detección del Problema Posterior al Procesamiento	Detección del Modo de la Falla posterior al procesamiento por controles automatizados que detectan la parte discrepante y aseguran la parte para prevenir algún procesamiento posterior.	4	Altamente Moderada
Detección del Problema en la Fuente	Detección del Modo de la Falla en la estación por controles automatizados que detectan la parte discrepante y aseguran automáticamente la parte en la estación para prevenir algún procesamiento posterior.	3	Alta
Detección del Error y/o Prevención del Problema	Detección (de las Causas) del Error en la estación por controles automatizados que detectan el error y previenen que la parte discrepante sea hecha.	2	Muy Alta
Detección no aplica; Prevención de Errores	Prevención (de las Causas) del Error como resultado del diseño de un dispositivo, diseño de la máquina o diseño de la parte. Partes discrepantes no pueden hacerse porque el ítem/ artículo se ha hecho a prueba de errores por el diseño del producto/proceso.	1	Casi Cierta

Fuente: Análisis de Modos y efectos de fallas potenciales (AMEF-4) - 2008

Blistera Fabrima

En el trabajo de investigación se analizará la blistera Fabrima, ya que es uno de los principales equipos de la línea de envasado de una planta farmacéutica, es uno de los intérpretes que participan de forma significativa en el proceso de manufactura en la industria farmacéutica, ya que esta es la encomendada de tomar los comprimidos o cápsulas contenedoras de los ingredientes activos usados para el tratamiento de enfermedades, y realizarle el empaquetamiento.

Características de la blistera Fabrima

La blistera tiene las siguientes características:

La blistera Bp5 fue desarrollada para producir blísteres con alto nivel de calidad, productividad y economía con los conceptos de Buenas Prácticas de Manufactura.

La máquina presenta grandes avances en relación el cambio de formato, mantenimiento y limpieza. Es una maquina extremadamente versátil y de fácil operación, pronta para el trabajo con varias combinaciones de materiales tales como: PVC/ALU, PVDC/ALU, ALU/ALU, ACLAR/ALU.

Puesto de mando con terminal operacional presentado en la pantalla en forma de menú y mando electrónico basado en la PC industrial.

Los movimientos principales de la maquina son producidos a través de motorreductores, excepto el transporte de la película accionado por un servomotor con posibilidad de aceleración durante el ciclo.

Los sistemas de alimentación de productos, pueden ser desde el más simple como alimentación manual a partir de bandejas o también sistemas enteramente automáticos.

Especificaciones:

Voltaje: 220 o 380 V

Frecuencia: 60 HZ

Presión de aire: 6 BAR

Emisión de ruido: Max. 80 dB

Velocidad: 40 golpes / min

Sistemas de la blistera BP5

Sistema de formado

La estación de formación calienta la cinta y efectúa la formación de alveolos.

Subsistemas: Calentamiento, motorreductor, Encoder, leva de presión, amortiguador, formatos.

Sistema de visión

El sistema de visión funciona con una cámara que saca una foto a cada ciclo, enviándola para el software Lixis que compara la foto con un patrón exigido.

Subsistemas: Cámara, iluminación.

Sistema de sellado

La estación de sellado recibe la cinta de formación (con los alvéolos formados y abastecidos con producto) juntamente con la cinta de aluminio de cobertura, se juntan realizando el sellado entre las dos cintas.

Subsistemas: Calentamiento, motorreductor, Encoder, leva de presión, amortiguador, formatos.

Sistema pinza de arrastre

El sistema de transporte de la película realiza el paso de la cinta entre las estaciones de trabajo.

Subsistemas: Servomotor, sistema neumático.

Sistema de precorte

La estación de perforado tiene como función serrar (perforar) la película de sellado, transformando a los blísteres en individuales.

Subsistemas: Motorreductor, cuchillas de corte, leva de presión, amortiguador.

Sistema de corte

Subsistemas: Motorreductor, sistema neumático, resortes de presión.

Sistema faja de transporte

La estación de corte tiene como función cortar los blísteres.

Subsistemas: banda transportadora, sistema de rodillos.

Sistema eléctrico

El tablero eléctrico tiene como función proteger los componentes de mando y de control de la maquina industrial, como los dispositivos de conexión, maniobra, protección, etc.

Subsistemas: Servodrive, variador de frecuencia, HMI, contactor.

Sistema de chiller

El chiller es un refrigerador de líquido que tiene como característica principal, mantener el líquido refrigerado entre 8°C y 10°C.

Subsistemas: Ductos, sistema de refrigeración.

Sistema de suministro eléctrico

Su función es proteger los dispositivos que se encuentran conectados cuando hay una elevación o disminución de tensión, o sostener su funcionamiento cuando suceden pequeños cortes de energía.

Subsistemas: UPS, transformador de voltaje.

2.3. Marco Conceptual

El RCM es un proceso donde definimos las actividades que debemos realizar para que cualquier equipo se mantenga operativo en su contexto operacional. (Moubray, 2004)

AMEF

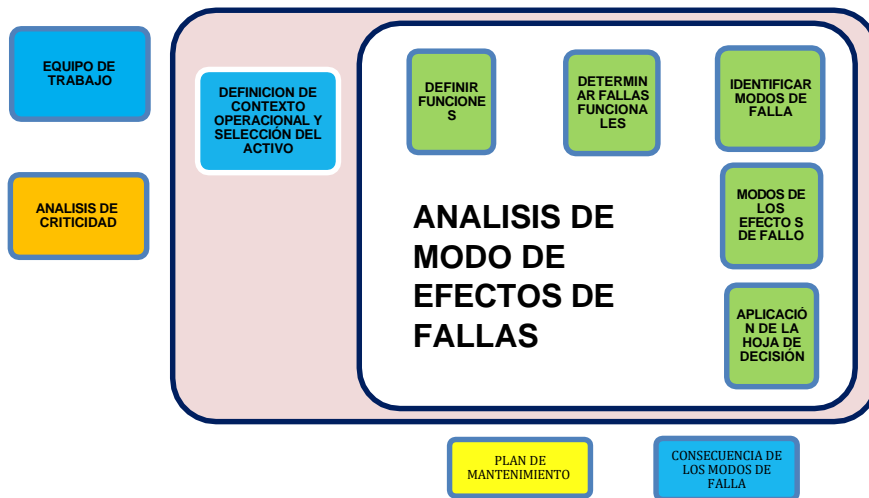
El AMEF es una metodología analítica usada para asegurar que inconvenientes potenciales se han estimado y aproximado a través del proceso de desarrollo del producto y proceso (APQP -Planeación Avanzada de la Calidad de un Producto) (Ford Motor Company General Motors Corporation, 2008)

Disponibilidad es una relación que muestra la proporción de tiempo útil efectivo frente al tiempo total disponible, la relación está gobernada por parámetros y metodologías de cálculo mundial (Moubray, 2004)

Implementación del RCM

El éxito de la implementación del RCM, dependerá del equipo de trabajo, el cual se hará cargo de responder las siete preguntas básicas del mantenimiento centrado en confiabilidad, siguiendo el esquema.

Figura 2.4 Flujo de Proceso RCM



Fuente: Carlos Parra - 2008

Contexto operacional

Moubray nos dice que es un grupo de condiciones en las que se espera que opere un activo físico. (Moubray, 2004)

Análisis de Fallas

Mora nos dice que por este medio podemos detectar en forma preventiva, predictiva o anticipada cualquier desviación que pudiera suceder en la funcionalidad de la máquina. (Mora, 2009)

Función(es) Primaria(s)

Es la función que constituye la razón principal por la que su propietario o usuario adquirió un activo físico o sistema. (Moubray, 2004)

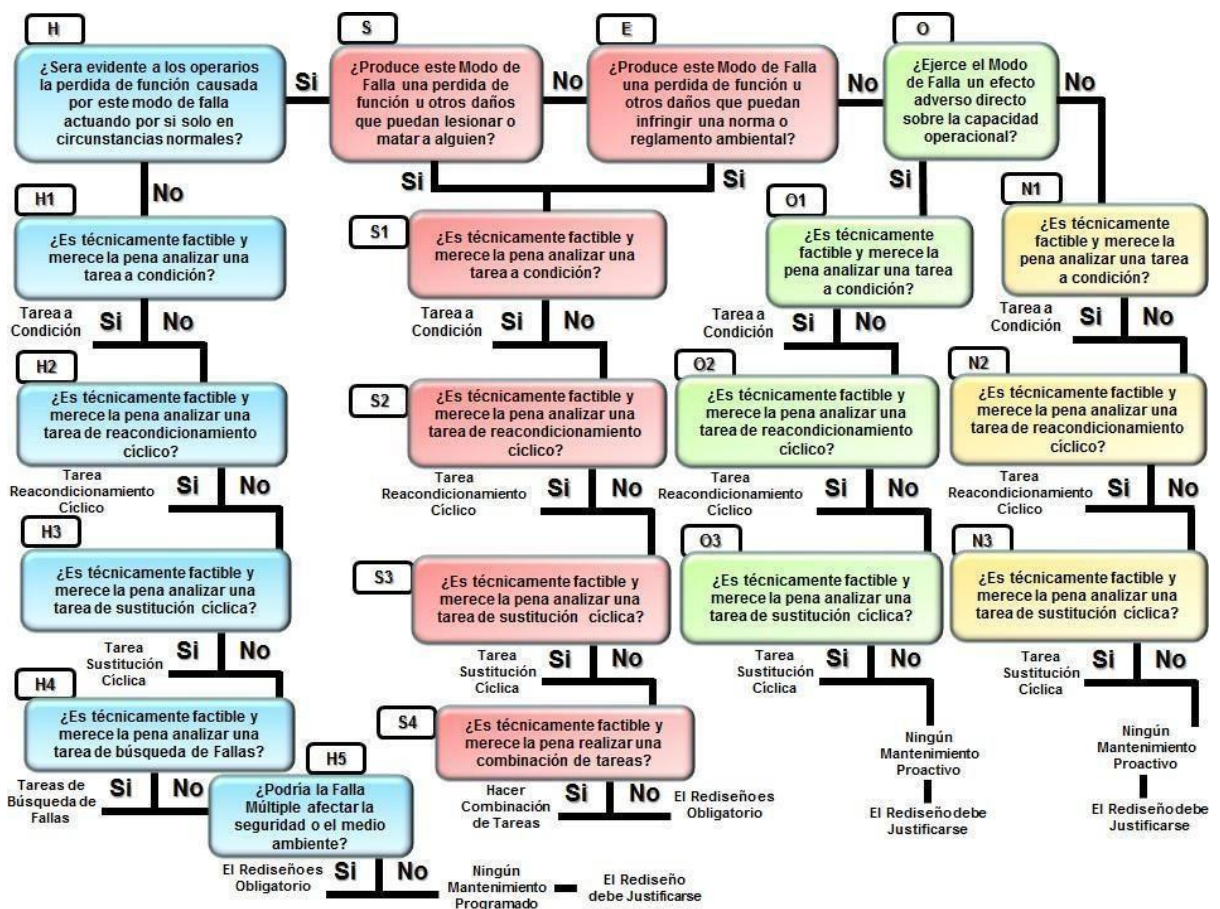
Función(es) Secundarias(s)

Son funciones que debe realizar un activo físico además de sus funciones primarias, como aquellas que se necesitan, para satisfacer los requerimientos regulatorios y aquellos que se vinculan con temas de seguridad, registró, retención, comodidad, apariencia, integridad estructural y ahorro de energía. (Moubray, 2004)

Diagrama de decisión

Integra todos los procesos de decisión en una estructura estratégica única, que se aplica a cada uno de los modos de falla listados en la hoja de información. (Moubray, 2004)

Figura 2.5 Diagrama de decisión RCM II



Fuente: Moubray - 2004

Hoja de decisión

La hoja de decisión de RCM permite asentar las respuestas a las preguntas de formuladas en el diagrama de Decisión, que mantenimiento de rutina realizará,

con qué frecuencia y quién lo hará asimismo que fallas son lo suficientemente serias como para justificar el rediseño, casos en los que la toma de decisión deliberada de dejar que las fallas ocurran. (Moubray, 2004)

Figura 2.6 Hoja de decisión RCM

RCM - HOJA DE DECISIÓN								SISTEMA:							Facilitador:		Fecha:	
								SUBSISTEMAS:							Auditor:		Hoja	
Referencia de información		Evaluación de las consecuencias						H1	H2	H3	Tarea propuesta				Intervalo inicial	Realizado por		
								S1	S2	S3								
F	FF	FM	H	S	E	O	O1	O2	O3	N1	N2	N3	H4	H5	S4			

Fuente: Moubray - 2004

2.4. Definición de términos básicos

Análisis de Criticidad: Nos dice que esta metodología permite establecer la importancia de los equipos y destinar los recursos a los equipos más importantes. (García, 2003)

Análisis de Fallas: Nos dice que por este medio podemos detectar en forma preventiva, predictiva o anticipada cualquier desviación que pudiera suceder en la funcionalidad de la máquina. (Mora, 2009)

Consecuencias de falla: Nos dice que es el aspecto o aspectos en la cual tiene repercusión un modo de falla múltiple. (Moubray, 2004)

Consecuencias de Falla: Los efectos que puede provocar un modo de falla o una falla múltiple (evidencia de falla, impacto en la seguridad, en el ambiente, en la capacidad operacional, en los costos de reparación directos o indirectos). (SAE INTERNATIONAL, 2002)

Consecuencias No operacionales: Nos dice que es un modo de falla que no tiene consecuencias operacionales si no está escondido y no tiene efectos sobre

la seguridad, sobre el medio ambiente ni efectos operacionales, pero necesita ser reparado. (Moubray, 2004)

Consecuencias No operacionales: Una categoría de consecuencias de falla que no afecta adversamente la seguridad, el ambiente, o las operaciones, y que sólo requiere reparación o reemplazo de cualquier elemento (s) que podría ser afectado por la falla. (SAE INTERNATIONAL, 2002)

Consecuencias Operacionales: Nos dice que un modo de falla o una falla múltiple si tiene efectos operacionales, si pueden tener consecuencias adversas en la capacidad operacional de un activo físico, por ejemplo, en la producción, calidad del producto, servicio al cliente, costos operativos y también costos en la reparación. (Moubray, 2004)

Consecuencias Operacionales: Una categoría de consecuencias de falla que afecta adversamente la capacidad operacional de un activo físico o sistema (producción, calidad del producto, servicio al consumidor, capacidad militar, o costos operacionales en adición al costo de reparación). (SAE INTERNATIONAL, 2002)

Consecuencias sobre el Medio Ambiente: Es un modo de falla que tienen efectos sobre el medio ambiente, podrían romper el modelo o regulación medioambiental en la empresa, gobierno local, regional o internacional que se aplique al activo físico en atención. (Moubray, 2004)

Consecuencias sobre el Medio Ambiente: Un modo de falla o falla múltiple tiene consecuencias ambientales si puede violar cualquier norma ambiental corporativa, municipal, regional, nacional o internacional, o la regulación que aplica para el activo físico o sistema en consideración. (SAE INTERNATIONAL, 2002)

Consecuencias sobre la seguridad: Nos dice que es un modo de falla o una falla múltiple tiene efectos sobre la seguridad del ser humano. (Moubray, 2004)

Consecuencias sobre la seguridad: Un modo de falla o falla múltiple tiene consecuencias en la seguridad si puede dañar o matar a un ser humano. (SAE INTERNATIONAL, 2002)

Contexto Operacional: Nos dice que es un grupo de condiciones en las que se espera que opere un activo físico. (Moubray, 2004)

Contexto Operacional: Las circunstancias bajo las cuales se espera que opere el activo físico o sistema. (SAE INTERNATIONAL, 2002)

Confiabilidad: Nos dice que la confiabilidad es la probabilidad de que un equipo se desempeñe satisfactoriamente, de acuerdo a las funciones para la cual fue diseñado, en un determinado tiempo y en condiciones normales de operación. (Moubray, 2004)

Confiabilidad: se define como la probabilidad de que un equipo desempeñe satisfactoriamente las funciones para las cuales se diseña, durante un período de tiempo específico y bajo condiciones normales de operación, ambientales y del entorno. (Mora, 2009)

Dispositivo o Sistema de Protección: Nos dice que es un aparato o sistema diseñado para eludir, eliminar o reducir los efectos de la falla de otro sistema. (Moubray, 2004)

Disponibilidad: La disponibilidad es la posibilidad de que un equipo funcione beneficiosamente en el momento deseado y usado en condiciones estables. (Moubray, 2004)

Disponibilidad: se define la probabilidad de que el equipo funcione satisfactoriamente en el momento en que sea requerido después del comienzo de su operación, cuando se usa bajo condiciones estables, donde el tiempo total considerado incluye el tiempo de operación, el tiempo activo de reparación, el tiempo inactivo, el tiempo en mantenimiento preventivo (en algunos casos), el tiempo administrativo, el tiempo de funcionamiento sin producir y el tiempo logístico. (Mora, 2009)

Efecto de falla: Acontece cuando ocurre un modo de falla. (Moubray, 2004)

Efecto de falla: Lo que pasa cuando ocurre un modo de falla. (SAE INTERNATIONAL, 2002)

Falla Evidente: Es un modo de falla que es claro por sí mismo para los trabajadores en situaciones normales. (Moubray, 2004)

Falla Evidente: Un modo de falla cuyos efectos se tornan evidentes para el personal de operaciones bajo circunstancias normales, si el modo de falla ocurre aislado. (SAE INTERNATIONAL, 2002)

Falla Funcional: Es el estado en el cual el activo físico es insuficiente de cumplir, a una altura de funcionamiento aceptable para su adquirente o usuario, con una función especial. (Moubray, 2004)

Falla Funcional: Un estado en el que un activo físico o sistema no se encuentra disponible para ejercer una función específica a un nivel de desempeño deseado. (SAE INTERNATIONAL, 2002)

Falla Múltiple: Es un suceso que ocurre si falla una función protegida mientras su aparato o elemento de protección permanece en estado de falla. (Moubray, 2004)

Falla Múltiple: Un evento que ocurre si una función protegida falla mientras su dispositivo o sistema protector se encuentra en estado de falla. (SAE INTERNATIONAL, 2002)

Falla Oculta: Es un modo de falla que no será claro por sí mismo para los trabajadores en condiciones normales. (Moubray, 2004)

Falla Oculta: Un modo de falla cuyo efecto no es evidente para el personal de operaciones bajo circunstancias normales, si el modo de falla ocurre aislado. (SAE INTERNATIONAL, 2002)

Falla Potencial: Es una condición reconocible que indica que una falla funcional está en vías de suceder o se encuentra en proceso de acontecer. (Moubray, 2004)

Falla Potencial: Una condición identificable que indica que una falla funcional está a punto de ocurrir o está en proceso de ocurrir. (SAE INTERNATIONAL, 2002)

Función(es) Primaria(s): Es la función que constituye la razón principal por la que su propietario o usuario adquirió un activo físico o sistema. (Moubray, 2004)

Función(es) Primaria(s): La(s) función(es) que constituyen la(s) razón(es) principal(es) por las que el activo físico o sistema es adquirido por su dueño o usuario. (SAE INTERNATIONAL, 2002)

Función(es) Secundarias(s): Son funciones que debe realizar un activo físico además de sus funciones primarias, como aquellas que se necesitan, para satisfacer los requerimientos regulatorios y aquellos que se vinculan con temas de seguridad, registró, retención, comodidad, apariencia, integridad estructural y ahorro de energía. (Moubray, 2004)

Función(es) Secundarias(s): Las funciones que un activo físico o sistema tiene que cumplir a parte de su(s) función(es) primaria(s), así como aquellas que necesitan cumplir con los requerimientos reguladores o a las cuales conciernen los problemas de protección, control, contención, confort, apariencia, eficiencia de energía e integridad estructural. (SAE INTERNATIONAL, 2002)

Modo de Falla: Es un evento particular que causa una falla funcional. (Moubray, 2004)

Modo de Falla: El termino modo de falla es usado para referirse a las posibles maneras en que un componente puede fallar. Un componente puede tener uno o más modos de falla. (Pascual, 2008)

Mantenimiento Centrado en Confiabilidad: Es un proceso donde definimos las actividades que debemos realizar para que cualquier equipo se mantenga operativo en su contexto operacional. (Moubray, 2004)

Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM): Es una estrategia holística para establecer un programa de mantenimiento. Una definición general puede ser, estrategia de mantención global de un sistema utilizando métodos de análisis estructurados que permiten asegurar la fiabilidad inherente a un sistema. (Pascual, 2008)

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis general

El mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la disponibilidad de la línea de envasado de una planta farmacéutica.

3.1.2. Hipótesis específicas

El mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la mantenibilidad de la línea de envasado de una planta farmacéutica.

El mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la confiabilidad de la línea de envasado de una planta farmacéutica.

3.2. Operacionalización de variable

Tabla 3.1 Matriz de operacionalización

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN						
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍNDICE	MÉTODO Y TÉCNICA
VARIABLE INDEPENDIENTE MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD	Es un proceso donde definimos las actividades que debemos realizar para que cualquier equipo se mantenga operativo en su contexto operacional (MOUBRAY, 2004).	El Mantenimiento centrado en confiabilidad nos permite realizar el análisis de criticidad, modos y efectos de fallas, para determinar los equipos críticos y determinar las funciones, modos y efectos de falla tomando como referencia el historial de equipos y recopilar información en las fichas de contenido de la línea de envasado de la planta farmacéutica.	Análisis de criticidad	Equipo crítico	Frecuencia de falla Impacto operacional Flexibilidad operacional Costo de Mantenimiento	Análisis de documental, observación
			Análisis de fallas	Fallas críticas	Impacto en la seguridad Función Modo de falla Efecto potencial Causa potencial	
			Numero de prioridad de riesgo	NPR	Frecuencia consecuencia	Análisis de documental, observación
VARIABLE DEPENDIENTE DISPONIBILIDAD	Es una relación que muestra la proporción de tiempo útil efectivo frente al tiempo total disponible, la relación está gobernada por parámetros y metodologías de cálculo mundial (MORA, 2009).	Disponibilidad se puede medir a través de la mantenibilidad, confiabilidad utilizando los indicadores correspondientes como MTTR, MTBF, tomando como referencia la información del historial de equipos se plasmará en fichas técnicas de la línea de envasado de la planta farmacéutica	Mantenibilidad	MTTR	Tiempo de mantenimiento Número de paradas Tiempo disponible	Análisis de documental, observación
			Confiabilidad	MTBF	Tiempo de mantenimiento Número de paradas	

IV. METODOLOGÍA DEL PROYECTO

4.1. Diseño metodológico

Tipo de investigación: Aplicada

La investigación aplicada tiene como objeto el estudio de un problema destinado a la acción. La investigación aplicada puede aportar hechos nuevos. Si proyectamos suficientemente bien nuestra investigación aplicada, de modo que podamos confiar en los hechos puestos al descubierto, la nueva información puede ser útil y estimable para la teoría. (Baena, 2017)

Nivel: Explicativa Causal

Está dirigido a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Se enfoca en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables. (Hernandez, y otros, 2014)

Enfoque: Cuantitativa

Enfoque cuantitativo Utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías. (Hernandez, y otros, 2014)

Diseños Experimentales

Experimento Situación de control en la cual se manipulan, de manera intencional, una o más variables independientes (causas) para analizar las consecuencias de tal manipulación sobre una o más variables dependientes (efectos). (Hernandez, y otros, 2014)

Diseño preexperimental

Diseño de un solo grupo cuyo grado de control es mínimo. Generalmente es útil como un primer acercamiento al problema de investigación en la realidad. (Hernandez, y otros, 2014)

4.2. Método de investigación

Según Littré, comparar es “examinar de manera simultánea las semejanzas y las diferencias”, fórmula que pone claramente de manifiesto que la comparación supone la existencia, al propio tiempo, de semejanzas y diferencias; no se comparan dos cosas absolutamente idénticas ni dos cosas por completo diferentes. La comparación requiere cierta analogía entre las cosas comparadas y toda la dificultad reside precisamente en determinar el grado de dicha analogía. (Baena, 2017)

El método de investigación fue el método comparativo, puesto que el análisis se ha considerado tomar información inicial, tales como registro de histórico de intervención de equipos, planes de mantenimiento, situación actual de los indicadores; con ello se analizará el estado de los equipos de la línea de envasado de una planta farmacéutica antes de la presente propuesta y posteriormente se realizará el análisis de los resultados según lo mencionado en la hipótesis general y específica.

4.3. Población y muestra

Población o universo Conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones. (Hernandez, y otros, 2014)

Muestra el subgrupo del universo o población del cual se recolectan los datos y que debe ser representativo de ésta. (Hernandez, y otros, 2014)

Para la presente investigación fue considerada como población los equipos de la línea de envasado de una planta farmacéutica, en total se tienen 24 máquinas, de los cuales se tomará como muestra solamente a los equipos que tengan una criticidad alta.

4.4. Lugar de estudio y periodo desarrollado

La presente investigación fue realizada en las instalaciones de la línea de envasado de una planta farmacéutica, en el período de enero a diciembre del año 2022, donde se recolectó la información para su respectivo análisis.

4.5. Técnicas e instrumentos

Para el estudio se especifica la técnica del análisis documental y la observación.

Para el estudio se utilizan los instrumentos como son el historial de fallos de la blistera Fabrima en mantenimiento, el registro de órdenes de mantenimiento preventivo, correctivo y criticidad de equipos, recolectados del área de Ingeniería y Mantenimiento de la planta Farmacéutica.

4.6. Análisis y procesamiento de datos

Para la presente investigación se recopilaron del historial de fallas, datos cuantitativos y cualitativos de mucha relevancia registros provenientes del Área de Mantenimiento y de producción. Todos estos datos obtenidos fueron examinados, contrastados, tabulados, codificados y registrados en una base de datos en tabla Excel y luego en indicadores, para después ser adecuados en tablas, gráficos de barra, matriz de priorización, diagramas de procesos, para de esta manera tener una visión más clara de la situación de la maquina y evaluar las posibles soluciones. Después con esta información se realizará el análisis de los resultados inferenciales con el programa SPSS V26 (media, mediana, moda, diagrama de cajas) para luego realizar el análisis inferencial con el programa SPSS V26 (prueba de normalidad, prueba de hipótesis).

4.7. Aspectos éticos en investigación

Confidencialidad: Se cuenta con el consentimiento de la organización para obtener información de los equipos de la línea de envasado. Se garantiza la protección de la identidad de la organización y de los colaboradores que participen como declarantes en la investigación.

Objetividad: El estudio de la situación encontrada se fundamenta en criterios técnicos e imparciales.

Originalidad: Se tiene en apreciación las fuentes bibliográficas de la comunicación mostrada, con el propósito de demostrar la inexistencia de plagio intelectual.

V. RESULTADOS

Conformación del trabajo

Se analizaron problemas de la línea de envasado apuntando al logro de un objetivo, orientados con la misión y visión de la planta farmacéutica, tenemos un rol y responsabilidad que lo ejercí con mucho entusiasmo.

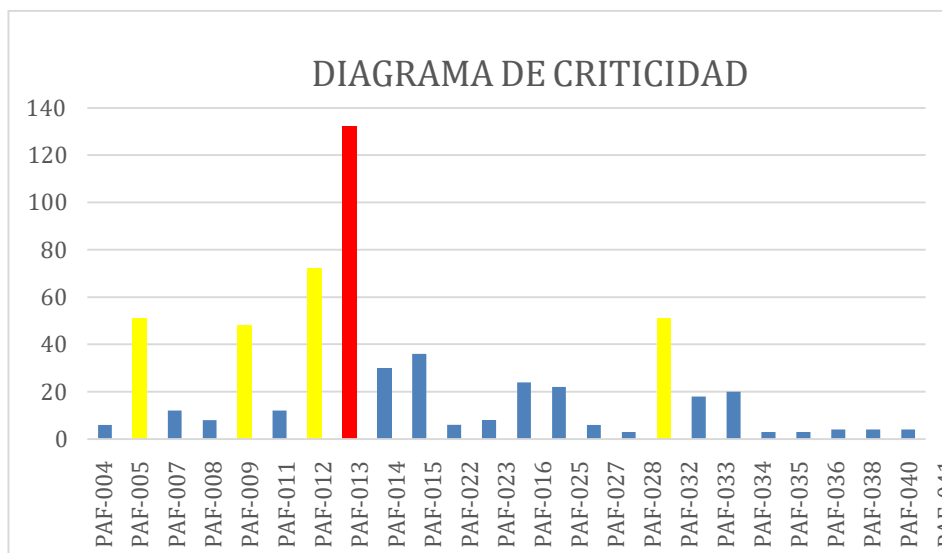
Selección del sistema y equipo crítico

El área elegida es la línea de envasado donde se presentan constantemente problemas y demoras en el proceso de envasado, se efectúa el análisis de criticidad para determinar el equipo crítico. Como se muestra en el gráfico, se tiene en total 24 equipos de los cuales uno es crítico, cuatro son equipos tipo B medianamente crítico y diecinueve equipos de baja criticidad, solo se implementará el RCM a los equipos de criticidad tipo A.

Tabla 5.1 Resumen de criticidad de equipos

TIPO	CANTIDAD	CRITICIDAD
A	1	ALTA
B	4	MEDIA
C	19	BAJA

Figura 5.1 Diagrama de criticidad



Programa anual de mantenimiento 2022 antes de la aplicación del
Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.

Tabla 5.2 Programa de mantenimiento de los equipos de la línea de envasado 2022

CODIGOS	EQUIPOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
PAF-004	ENVASADORA NEUMÁTICA CAM												A
PAF-005	ENVASADORA DE SACHETS N°1 MESPACK ETIQUETADORA	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
PAF-007	VERTICAL STRUNK ETIQUETADORA			S						S			
PAF-008	VERTICAL TEMA			S						S			
PAF-009	LLENADORA-CERRADORA DE TUBOS FARMA KALIX DUPUY TAPADORA DE				S						S		
PAF-011	FRASCOS GOTAS TEMA	C				C				C			
PAF-012	BLISTERA GAMMA		S				S		S				A
PAF-013	BLISTERA BP5 FABRIMA		S						S				
PAF-014	ENCARTONADORA CAM 1						S						S
PAF-015	LLENADORA DE GOTAS STRUNK	C				C				C			
PAF-022	ENVASADORA FILAMATIC												A
PAF-023	TAPADORA DE FRASCOS STRUNK		C				C				C		
PAF-016	LLENADORA DE FRASCOS DAUMAQ		C				C				C		
PAF-025	ENCINTADORA UHLMAN COMPRIMIDOS HSIII					S						S	
PAF-027	LLENADORA CERRADORA CREMAS TEMA	A											
PAF-028	LLENADORA DE POLVO BAUSH STROBEL		S						S				
PAF-032	ENVASADORA DE SACHET MESPACK 2	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
PAF-033	ENVASADORA DE LIQUIDOS BASIM						S						S
PAF-034	ENCARTONADORA CAM 2				S						S		
PAF-035	TAPADORA SWANMATIC								A				
PAF-036	BOMBA WAKESHA LIQUIDOS							A					
PAF-038	TUNEL DE TERMOCONTRACCION PALOMARO					A							
PAF-040	TUNEL DE CALOR ARK SM-4525		S						S				
PAF-041	ETIQUETADORA DE GOTAS TECNOMACO									A			

Identificación y selección de sistemas críticos de la línea de envasado de una planta farmacéutica.

Tabla 5.3 Selección de equipo critico

Tabla							
CODIGOS	EQUIPOS	FRECUENCIA DE FALLAS	IMPACTO OPERACIONAL	CONSECUENCIAS			NIVEL DE CRITICIDAD TOTAL
				FACTOR DE FLEXIBILIDAD	FACTOR DE COSTES DE MANTENIMIENTO	FACTOR DE IMPACTO EN SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE	
PAF-004	ENVASADORA NEUMÁTICA CAM	2	1	1	1	1	6
PAF-005	ENVASADORA DE SACHETS N°1 MESPAC	3	5	2	2	5	51
PAF-007	ETIQUETADORA VERTICAL STRUNK	3	1	2	1	1	12
PAF-008	ETIQUETADORA VERTICAL TEMA	2	1	2	1	1	8
PAF-009	LLENADORA-CERRADORA DE TUBOS FARMA KALIX DUPUY	3	3	4	1	3	48
PAF-011	TAPADORA DE FRASCOS GOTAS TEMA	2	1	4	1	1	12
PAF-012	BLISTERA GAMMA	3	5	4	1	3	72
PAF-013	BLISTERA BP5 FABRIMA	4	7	4	2	3	132
PAF-014	ENCARTONADORA CAM 1	3	3	2	1	3	30
PAF-015	LLENADORA DE GOTAS STRUNK	3	5	2	1	1	36
PAF-022	ENVASADORA FILAMATIC	1	1	2	1	3	6
PAF-023	TAPADORA DE FRASCOS STRUNK	2	1	2	1	1	8
PAF-016	LLENADORA DE FRASCOS DAUMAQ	2	5	2	1	1	24
PAF-025	ENCINTADORA UHLMAN COMPRIMIDOS HSIII	1	5	4	1	1	22
PAF-027	LLENADORA CERRADORA CREMAS TEMA	1	1	4	1	1	6
PAF-028	LLENADORA DE POLVO BAUSH STROBEL	1	1	1	1	1	3
PAF-032	ENVASADORA DE SACHET MESPAC 2	3	5	2	2	5	51
PAF-033	ENVASADORA DE LIQUIDOS BASIM	2	3	2	2	1	18
PAF-034	ENCARTONADORA CAM 2	2	3	2	1	3	20
PAF-035	TAPADORA SWANMATIC	1	1	1	1	1	3
PAF-036	BOMBA WAKESHA LIQUIDOS	1	1	1	1	1	3
PAF-038	TUNEL DE TERMOCONTRACCION PALOMARO	1	1	2	1	1	4
PAF-040	TUNEL DE CALOR ARK SM-4525	1	1	2	1	1	4
PAF-041	ETIQUETADORA DE GOTAS TECNOMACO	1	1	2	1	1	4

Definición del contexto operacional

Procesos por lotes y continuos:

La máquina produce los blísteres por tipos de formatos y lotes de diversos productos.

Redundancia:

La máquina blistera no tiene otro equipo que lo pueda reemplazar.

Factores climáticos (diferentes temperaturas, lluvias excesivas, tormentas eléctricas).

Estándares de Calidad:

La máquina debe cumplir con las Buenas Prácticas de Manufactura.

Estándares medio ambientales:

La máquina debe cumplir con estándares medio ambientales, debe ser de fácil limpieza y con productos ecológicos, no debe generar exceso de mermas.

Riegos para la seguridad:

La máquina no cuenta con procedimientos de operación y los operadores no están capacitados.

Turnos de trabajo:

La máquina trabaja dos turnos al día y trabaja de lunes a domingo (24 horas x 7 días).

Productos en proceso:

La máquina envasa los productos por lotes y el granel es almacenado en tachos de material sanitario.

Elaboración del análisis de los modos y efectos de falla (AMEF)

El AMEF es un método sistemático que nos permitirá identificar los problemas del equipo crítico (Blistera Fabrima). El objetivo básico del AMEF es encontrar todos los modos en los cuales puede fallar, la blistera Fabrima, e identificar las

posibles consecuencias o efectos de las fallas en función de los siguientes criterios.

Explicar las funciones de la blistera

Definir las fallas funcionales asociadas a cada función de la blistera Fabrima.

Definir los modos de fallas asociados a cada falla de la blistera Fabrima.

Establecer las consecuencias asociadas a cada modo de falla de la blistera Fabrima.

Tabla 5.4 Análisis de modos y efectos de fallas potenciales estación de formado

NUMERO: 1
 EQUIPO: BLISTERA FABRIMA
 SISTEMA: ESTACION DE FORMADO

Subsistemas	Artículo Función	Requerimiento	Modo de falla Potencial	Efecto(s) Potencial (es)	Severidad	Clasificación	Causa(s) Potencial (es) de la Falla
Estación de calentamiento	Calentar la cinta	Resistencia plana de 3500w 220v	Temperatura baja	No se forman alveolos	7		Resistencia abierta
Motorreductor	Reducir la velocidad del motor	Motor de 1,1Kw 380v	Desincronización	No acciona la estación de formado	7		Freno averiado
Encoder	Enviar información de posición	Incremental 500 pulsos	Desincronización	Alveolos deformados	7		Encoder abierto
Leva de presión	Generar movimientos deudos	Leva de disco	Falta de presión en los formatos	No se forman alveolos	8		Rodamiento dañado

Amortiguador	Ofrecer resistencia a las cargas axiales	32 unidades de diámetro 1 "	Presión excesiva en los formatos	Formatos dañados	6	Muelles de disco agotados
Formatos	Formar alveolos en la cinta	Formato en alumold de 125x250x24mm	Golpe de formatos	Alveolo deformado	8	Formatos desalineados

Controles de prevención	Diseño Actual			RPN	Acciones Recomendadas	Responsabilidades y fechas meta de Terminación	Resultado de Acciones				
	Ocurrencia	Controles de detección	Detección				Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR	
Medición de corriente	4	Medición de ohmiaje	6	168	Considerar la revisión periódica	Electricista	Revisión incluida en el programa de mantenimiento	7	2	6	84
Ninguno	6	Prueba de sincronización	6	252	Considerar la revisión periódica	Mecánico	Revisión incluida en el programa de mantenimiento	7	5	5	175

Revisión de onda	4	Inspección visual	8	224	Considerar la revisión periódica	Electricista	Revisión incluida en el programa de mantenimiento	7	3	5	105
Prueba de formado	6	Inspección visual	6	288	Considerar la revisión periódica	Mecánico	Revisión incluida en el programa de mantenimiento	8	5	5	200
Verificación de presión	6	Inspección visual	6	216	Considerar la revisión periódica	Mecánico	Revisión incluida en el programa de mantenimiento	6	5	5	150
Verificación de alveolos	7	Inspección visual	6	336	Capacitación de operadores	Operador	Revisión incluida en el programa de mantenimiento autónomo	8	6	5	240

Tabla 5.5 Análisis de modos y efectos de fallas potenciales sistema de visión

NUMERO: 2
 EQUIPO: BLISTERA FABRIMA
 SISTEMA: VISION

Subsistemas	Artículo Función	Requerimiento	Modo de falla Potencial	Efecto(s) Potencial (es)	Severidad	Clasificación	Causa(s) Potencial (es) de la Falla
Cámara	Capturar imagen del alveolo	Cámara a color de 1,024x768 pixeles	No captura imagen de los alveolos	Blíster con tabletas o capsulas dañadas	8		Fuente averiada
Iluminación	Iluminar los alveolos	Iluminación superior con tecnología LED industrial polarizado	Iluminación inoperativa	Imagen de mala calidad	8		Tarjeta de control averiada

Controles de prevención	Diseño Actual		Detección	RPN	Acciones Recomendadas	Responsabilidades y fechas meta de Terminación	Resultado de Acciones				
	Ocurrencia	Controles de detección					Acciones Tomadas	Fechas de Terminación	Severidad	Ocurrencia	Detección
Inspección visual	6	Revisión de fuente	7	336	Considerar la revisión periódica	Electricista	Revisión incluida en el programa de mantenimiento	9	4	5	180
Inspección visual	6	Revisión de tarjeta de control	6	288	Considerar la revisión periódica	Electricista	Revisión incluida en el programa de mantenimiento	9	4	5	180

Tabla 5.6 Análisis de modos y efectos de fallas potenciales estación de sellado

NUMERO: 3
 EQUIPO: BLISTERA FABRIMA
 SISTEMA: ESTACION DE SELLADO

Subsistemas	Artículo Función	Requerimiento	Modo de falla Potencial	Efecto(s) Potencial (es)	Severidad	Clasificación	Causa(s) Potencial (es) de la Falla
Zona de calentamiento	Calentar plancha	2 resistencias tubulares D12 de 300w	Temperatura baja	No sella el blíster	7		Resistencia abierta
Motorreductor	Reducir la velocidad del motor de sellado	Motor de 1,1 KW 380V	Desincronización	No acciona la estación de sellado	7		Freno averiado
Encoder	Enviar información de posición	Incremental 500 pulsos	Desincronización	Blísteres deformados	7		Encoder abierto
Leva de presión	Generar movimientos deudos	Leva de disco	Falta de presión en los formatos	No sellan los blísteres	8		Rodamiento dañado
Amortiguador	Ofrecer resistencia a las cargas axiales	32 unidades de diámetro 1 "	Presión excesiva en los formatos	Formatos dañados	6		Muelles de disco agotados

Formatos	Formar alveolos en la cinta	Formato en alumold de 125x250x24mm	Golpe de formatos	Blísteres chancados	8	Formatos desalineados
----------	-----------------------------	------------------------------------	-------------------	---------------------	---	-----------------------

Controles de prevención	Diseño Actual		Detección	RPN	Acciones Recomendadas	Responsabilidades y fechas meta de Terminación	Resultado de Acciones				
	Ocurrencia	Controles de detección					Acciones Tomadas	Fechas de Terminación	Severidad	Ocurrencia	Detección
Medición de corriente	4	Medición de ohmiaje	6	168	Considerar la revisión periódica	Electricista	Revisión incluida en el programa de mantenimiento	7	2	6	84
Ninguno	6	Prueba de sincronización	6	252	Considerar la revisión periódica	Mecánico	Revisión incluida en el programa de mantenimiento	7	5	5	175
Revisión de onda	4	Inspección visual	8	224	Considerar la revisión periódica	Electricista	Cambio de Encoder	7	3	5	105
Prueba de formado	6	Inspección visual	6	288	Considerar la revisión periódica	Mecánico	Revisión incluida en el programa de mantenimiento	8	5	5	200

Verificación de presión	6	Inspección visual	6	216	Considerar la revisión periódica	Mecánico	Revisión incluida en el programa de mantenimiento	6	5	5	150
Verificación de blíster	7	Inspección visual	6	336	Capacitación de operadores	Operador	Revisión incluida en el programa de mantenimiento autónomo	8	6	5	240

Tabla 5.7 Análisis de modos y efectos de fallas potenciales pinza de arrastre

NUMERO: 4
 EQUIPO: BLISTERA FABRIMA
 SISTEMA: PINZA DE ARRASTRE

Subsistemas	Artículo Función	Requerimiento	Modo de falla Potencial	Efecto(s) Potencial (es)	Severidad	Clasificación	Causa(s) Potencial (es) de la Falla
Servomotor	Control de posición angular	Allen Bradley Power Flex 240VAC, 8 amps, 1,5 KW	Desincronización en el sellado	Blíster chancado	7		Conectores con falso contacto
Sistema neumático	Realizar movimiento lineal	Cilindro Festo ADVU 32-100 P-A	Atascamiento de cinta	Rotura de cinta	7		Fuga de aire conector dañado

Controles de prevención	Diseño Actual		Detección	RPN	Acciones Recomendadas	Resultado de Acciones						
	Ocurrencia	Controles de detección				Responsabilidades y fechas meta de Terminación	Acciones Tomadas	Fechas de Terminación	Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR
No hay control	5	Inspección visual	6	210	Revisión de servomotor	Electricista	Revisión incluida en el programa de mantenimiento		7	4	4	112
No hay control	5	Inspección visual	6	210	Revisión de sistema neumático	Mecánico	Revisión incluida en el programa de mantenimiento		7	4	5	140

Tabla 5.8 Análisis de modos y efectos de fallas potenciales estación de corte

NUMERO: 5
 EQUIPO: BLISTERA FABRIMA
 SISTEMA: ESTACION DE PRECORTE

Subsistemas	Artículo Función	Requerimiento	Modo de falla Potencial	Efecto(s) Potencial (es)	Severidad	Clasificación	Causa(s) Potencial (es) de la Falla
Motorreductor	Reducir la velocidad del motor	Motor de 1,1 KW 380V	Desincronización	No acciona la estación de formado	7		Freno averiado
Cuchillas de corte	Cortar el blíster	10 cuchillas de 100 x 20mm acero K100	Blíster sin marcas	Blíster no cumple los atributos de calidad	8		Cuchillas sin filo
Leva de presión	Generar movimientos deudos	Leva de disco	Falta de presión en los formatos	No se forman alveolos	7		Rodamiento dañado
Amortiguador	Ofrecer resistencia a las cargas axiales	32 unidades de diámetro 1 "	Presión excesiva en los formatos	Formatos dañados	6		Muelles de disco agotados

Diseño Actual				Resultado de Acciones								
Controles de prevención	Ocurrencia	Controles de detección	Detección	RPN	Acciones Recomendadas	Responsabilidades y fechas meta de Terminación	Acciones Tomadas	Fechas de Terminación	Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR
Ninguno	6	Prueba de sincronización	6	252	Considerar la revisión periódica	Mecánico	Revisión incluida en el programa de mantenimiento		7	5	5	175
Ninguno	5	Inspección de blíster	5	200	Considerar la revisión periódica	Mecánico	Revisión incluida en el programa de mantenimiento		8	4	5	160
Prueba de formado	6	Inspección visual	6	252	Considerar la revisión periódica	Mecánico	Revisión incluida en el programa de mantenimiento		7	5	5	175
Verificación de presión	6	Inspección visual	6	216	Considerar la revisión periódica	Mecánico	Revisión incluida en el programa de mantenimiento		6	5	5	150

Tabla 5.9 Análisis de modos y efectos de fallos potenciales estación de corte

NUMERO: 6
 EQUIPO: BLISTERA FABRIMA
 SISTEMA: ESTACION DE CORTE

Subsistemas	Artículo Función	Requerimiento	Modo de falla Potencial	Efecto(s) Potencial (es)	Severidad	Clasificación	Causa(s) Potencial (es) de la Falla
Motorreductor	Reducir la velocidad del motor	Motor de 1,1 KW 380V	Desincronización	No acciona la estación de formado	7		Freno averiado
Sistema neumático	Realizar movimiento lineal	Cilindro Festo ADVU 32-100 P-A	Atascamiento de cinta	Rotura de cinta	7		Fuga de aire conector dañado
Resortes de presión	Almacenar energía y desprenderse de ella	4 resortes de 130mm de largo por 15mm de diámetro	Se frena la cinta en la estación de corte	Maquina inoperativa	6		Resortes rotos

Controles de prevención	Diseño Actual		Detección	RPN	Acciones Recomendadas	Responsabilidades y fechas meta de Terminación	Resultado de Acciones				
	Ocurrencia	Controles de detección					Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR	
Ninguno	6	Prueba de sincronización	6	252	Considerar la revisión periódica	Mecánico	Revisión incluida en el programa de mantenimiento	7	5	5	175
No hay control	5	Inspección visual	6	210	Revisión de sistema neumático	Mecánico	Revisión incluida en el programa de mantenimiento	7	4	5	140
Ninguno	6	Inspección visual	5	180	Considerar la revisión periódica	Mecánico	Revisión incluida en el programa de mantenimiento	6	5	5	150

Tabla 5.10 Análisis de modos y efectos de fallas potenciales faja de transporte

NUMERO: 7
 EQUIPO: BLISTERA FABRIMA
 SISTEMA: FAJA DE TRANSPORTE

Subsistemas	Artículo	Función	Requerimiento	Modo de falla Potencial	Efecto(s) Potencial (es)	Severidad	Clasificación	Causa(s) Potencial (es) de la Falla
Banda transportadora		Trasladar los blísteres a la siguiente línea	Faja de 800mm de largo x 200mm de ancho	Faja detenida	Maquina inoperativa	7		Faja fisurada
Sistema de rodillos		Soportar la carga y facilitar el movimiento	4 rodillos de 1" de diámetro y 200mm de largo	Faja detenida	Maquina inoperativa	7		Rodamientos dañados

Controles de prevención	Diseño Actual		Detección	RPN	Acciones Recomendadas	Resultado de Acciones					
	Ocurrencia	Controles de detección				Responsabilidades y fechas meta de Terminación	Acciones Tomadas	Fechas de Terminación	Severidad	Ocurrencia	Detección
Ninguno	6	Revisión de faja	5	210	Programar inspección periódica	Mecánico	Revisión incluida en el programa de mantenimiento	7	5	5	175
Ninguno	6	Revisión de rodamientos	5	210	Programar inspección periódica	Mecánico	Revisión incluida en el programa de mantenimiento	7	5	5	175

Tabla 5.11 Análisis de modos y efectos de fallas potenciales

NUMERO: 8
 EQUIPO: BLISTERA FABRIMA
 SISTEMA: TABLERO ELECTRICO

Subsistemas	Artículo Función	Requerimiento	Modo de falla Potencial	Efecto(s) Potencial (es)	Severidad	Clasificación	Causa(s) Potencial (es) de la Falla
Servodrive	Alimentar al servomotor	Marca Allen Bradley	Desincronización en el sellado	Blíster chancado	7		Conectores con falso contacto
Variador de frecuencia	Controlar la velocidad de los motores	Maca Allen Bradley	Motorreductor no funciona	No funciona el formado, sellado y corte	7		Borneras con partículas
HMI	Mostrar información operativa en tiempo real del proceso	Maca Allen Bradley	Pantalla no carga el programa	Equipo inoperativo	7		Disco duro dañado
Contactador	Cerrar o abrir circuitos	Marca Schneider 12 amperios	La cinta no se desplaza	Equipo inoperativo	6		Contactos dañados

Controles de prevención	Diseño Actual		Detección	RPN	Acciones Recomendadas	Responsabilidades y fechas meta de Terminación	Resultado de Acciones				
	Ocurrencia	Controles de detección					Acciones Tomadas	Fechas de Terminación	Severidad	Ocurrencia	Detección
Inspección visual	6	Revisión de Servodrive	7	294	Considerar la revisión periódica	Electricista	Revisión incluida en el programa de mantenimiento	7	5	5	175
Inspección visual	6	Revisión de variador de frecuencia	8	336	Considerar la revisión periódica	Electricista	Revisión incluida en el programa de mantenimiento	7	5	5	175
Ninguno	5	Revisión de HMI	7	245	Considerar la revisión periódica	Electricista	Revisión incluida en el programa de mantenimiento	7	4	5	140
Ninguno	7	Revisión de contactor	6	252	Considerar la revisión periódica	Electricista	Revisión incluida en el programa de mantenimiento	6	6	5	180

Tabla 5.12 Análisis de modos y efectos de fallas potenciales

NUMERO: 9
 EQUIPO: BLISTERA FABRIMA
 SISTEMA: CHILLER

Subsistemas	Artículo Función	Requerimiento	Modo de falla Potencial	Efecto(s) Potencial (es)	Severidad	Clasificación	Causa(s) Potencial (es) de la Falla
Ductos	Transportar agua	Ductos de 8mm de poliamida	El agua no fluye	Alveolos y blíster dañados	8		Ductos obstruidos
Sistema de refrigeración	Mantener el agua refrigerado	Agua a 10°C	Agua a temperatura ambiente	Alveolos y blíster dañados	8		Compresor bloqueado

Controles de prevención	Diseño Actual		Detección	RPN	Acciones Recomendadas	Responsabilidades y fechas meta de Terminación	Resultado de Acciones				
	Ocurrencia	Controles de detección					Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR	
Ninguno	7	Inspección visual	7	392	revisión periódica	Operador	Revisión incluida en el mantenimiento autónomo	8	6	5	240
Ninguno	6	Inspección de temperatura	6	288	revisión periódica	Técnico de refrigeración	Revisión incluida en el programa de mantenimiento	8	5	5	200

Tabla 5.13 Análisis de modos y efectos de fallas potenciales

NUMERO: 10
 EQUIPO: BLISTERA FABRIMA
 SISTEMA: SUMINISTRO ELECTRICO

Subsistemas	Artículo Función	Requerimiento	Modo de falla Potencial	Efecto(s) Potencial (es)	Severidad	Clasificación	Causa(s) Potencial (es) de la Falla
UPS	Flujo de energía eléctrica por baterías	UPS Emerson de 20KVA	Maquina se apaga ante una caída de tensión	Maquina inoperativa	8		Baterías agotadas
Transformador	Aumentar la tensión eléctrica	Transformador de 20KVA de 220V a 380V	Interruptor bloqueado	Maquina inoperativa	8		Terminales sulfatados

Controles de prevención	Diseño Actual			RPN	Acciones Recomendadas	Responsabilidades y fechas meta de Terminación	Resultado de Acciones				
	Ocurrencia	Controles de detección	Detección				Acciones Tomadas	Fechas de Terminación	Severidad	Ocurrencia	Detección
Ninguno	6	Revisión de UPS	7	336	Considerar la revisión periódica	Electricista	Revisión incluida en el programa de mantenimiento	8	5	5	200
Ninguno	6	Revisión de Transformador	7	336	Considerar la revisión periódica	Electricista	Revisión incluida en el programa de mantenimiento	8	5	5	200

Hojas de Decisión del RCM

Tabla 5.14 Hoja de decisión Estación de formado

RCM - HOJA DE DECISIÓN										SISTEMA: Estación de Formado			Facilitador:	Fecha:				
										SUBSISTEMAS:			Auditor:	Hoja: 1				
Referencia de información			Evaluación de las consecuencias				H1	H2	H3				Tarea propuesta	Intervalo inicial	Realizado por			
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	O1	O2	O3	H4	H5	S4			
1	A	1				S							S			Revisión periódica de la resistencia eléctrica, medición de corriente, revisión de terminales	3 meses	Electricista
2	B	1			S								S			Inspección de aceite, medición de temperatura, revisión de acople y cadena	3 meses	Mecánico
3	C	1				S							S			Revisión periódica del Encoder, verificación de onda, revisión de terminales y acople	3 meses	Electricista
4	D	1	S										S			Inspección de leva, lubricación de eje, revisión de rodamientos	3 meses	Mecánico
5	E	1				S							S			Revisión de muelles, regulación de presión	3 meses	Mecánico
6	F	1	S										S			Inspección de formatos, limpieza de formatos	3 meses	Operador

Tabla 5.15 Hoja de decisión del sistema de visión

RCM - HOJA DE DECISIÓN										SISTEMA: Sistema de visión			Facilitador:		Fecha:	
										SUBSISTEMAS:			Auditor:		Hoja: 1	
Referencia de información			Evaluación de las consecuencias				H1	H2	H3	Tarea propuesta				Intervalo inicial	Realizado por	
							S1	S2	S3							
F	FF	FM	H	S	E	O	O1	O2	O3							
							N1	N2	N3	H4	H5	S4				
1	A	1				S				S			Revisión de cámara, software y recetas	3 meses	Electricista	
2	B	1			S					S			Revisión de iluminación, tarjeta electrónica	3 meses	Electricista	

Tabla 5.16 Hoja de decisión de estación de sellado

RCM - HOJA DE DECISIÓN										SISTEMA: Estación de Sellado			Facilitador:	Fecha:	
										SUBSISTEMAS:			Auditor:	Hoja: 1	
Referencia de información			Evaluación de las consecuencias				H1	H2	H3				Tarea propuesta	Intervalo inicial	Realizado por
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3						
							O1	O2	O3	H4	H5	S4			
1	A	1				S				S			Revisión periódica de la resistencia eléctrica, medición de corriente, revisión de terminales	3 meses	Electricista
2	B	1			S					S			Inspección de aceite, medición de temperatura, revisión de acople y cadena	3 meses	Mecánico
3	C	1				S				S			Revisión periódica del Encoder, verificación de onda, revisión de terminales y acople	3 meses	Electricista
4	D	1	S							S			Inspección de leva, lubricación de eje, revisión de rodamientos	3 meses	Mecánico
5	E	1				S				S			Revisión de muelles, regulación de presión	3 meses	Mecánico
6	F	1	S							S			Inspección de formatos, limpieza de formatos	3 meses	Operador

Tabla 5.17 Hoja de decisiones pinza de arrastre

RCM - HOJA DE DECISIÓN										SISTEMA: Pinza de arrastre			Facilitador:		Fecha:	
										SUBSISTEMAS:			Auditor:		Hoja: 1	
Referencia de información			Evaluación de las consecuencias				H1	H2	H3				Tarea propuesta	Intervalo inicial	Realizado por	
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3							
							O1	O2	O3	H4	H5	S4				
							N1	N2	N3							
1	A	1				S				S			Revisión de servomotor, conectores, cables de conexión	3 meses	Mecánico	
2	B	1			S					S			Inspección de cilindro, conectores neumáticos, mangueras, vástago	3 meses	Mecánico	

Tabla 5.18 Hoja de decisión estación de precorte

RCM - HOJA DE DECISIÓN										SISTEMA: Estación de Precorte			Facilitador:	Fecha:	
										SUBSISTEMAS:			Auditor:	Hoja: 1	
Referencia de información			Evaluación de las consecuencias				H1	H2	H3				Tarea propuesta	Intervalo inicial	Realizado por
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3						
							O1	O2	O3	H4	H5	S4			
1	A	1				S				S			Inspección de cuchillas, limpieza de cuchillas y lubricación de postes	3 meses	Mecánico
2	B	1			S					S			Inspección de aceite, medición de temperatura, revisión de acople y cadena	3 meses	Mecánico
3	C	1				S				S			Inspección de leva, lubricación de eje, revisión de rodamientos	3 meses	Mecánico
4	D	1				S				S			Revisión de muelles, regulación de presión	3 meses	Mecánico

Tabla 5.19 Hoja de decisión estación de corte

RCM - HOJA DE DECISIÓN										SISTEMA: Estación de corte			Facilitador:	Fecha:	
										SUBSISTEMAS:			Auditor:	Hoja: 1	
Referencia de información			Evaluación de las consecuencias				H1	H2	H3	Tarea propuesta			Intervalo inicial	Realizado por	
							S1	S2	S3						
F	FF	FM	H	S	E	O	O1	O2	O3	H4	H5	S4			
1	A	1		S						S			Inspección de aceite, medición de temperatura, revisión de acople y cadena	3 meses	Mecánico
2	B	1		S						S			Inspección de cilindro, conectores neumáticos, mangueras, vástago	3 meses	Mecánico
3	C	1				S				S			Revisión de resortes, regulación de presión y revisión de postes	3 meses	Mecánico

Tabla 5.20 Hoja de decisiones Banda de transporte

RCM - HOJA DE DECISIÓN										SISTEMA: Banda transporte			Facilitador:		Fecha:	
										SUBSISTEMAS:			Auditor:		Hoja: 1	
Referencia de información			Evaluación de las consecuencias				H1	H2	H3	Tarea propuesta				Intervalo inicial	Realizado por	
							S1	S2	S3							
F	FF	FM	H	S	E	O	O1	O2	O3							
							N1	N2	N3	H4	H5	S4				
1	A	1		S						S			Inspección de banda transportadora, regulación de banda	3 meses	Mecánico	
2	B	1		S						S			Inspección de rodillos, revisión de rodamientos, lubricación de chumaceras	3 meses	Mecánico	

Tabla 5.21 Hoja de decisión de tablero eléctrico

RCM - HOJA DE DECISIÓN										SISTEMA: Tablero eléctrico			Facilitador:	Fecha:						
										SUBSISTEMAS:			Auditor:	Hoja: 1						
Referencia de información			Evaluación de las consecuencias				H1	H2	H3				Tarea propuesta	Intervalo inicial	Realizado por					
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	O1	O2	O3	H4	H5	S4					
							N1	N2	N3											
1	A	1				S							S					Limpieza de Servodrive, revisión de terminales, verificación de parámetros y comunicación	3 meses	Electricista
2	B	1				S							S					Limpieza de variador, revisión de terminales, verificación de parámetros y comunicación	3 meses	Electricista
3	B	2				S							S					Limpieza de HMI, revisión de terminales, verificación de disco duro, parámetros y comunicación	3 meses	Electricista
4	B	3				S							S					Limpieza de contactores, revisión de terminales, verificación de bobina y contactos	3 meses	Electricista

Tabla 5.22 Hoja de decisión de chiller

RCM - HOJA DE DECISIÓN										SISTEMA: Chiller			Facilitador:		Fecha:	
										SUBSISTEMAS:			Auditor:		Hoja: 1	
Referencia de información			Evaluación de las consecuencias				H1	H2	H3	Tarea propuesta				Intervalo inicial	Realizado por	
							S1	S2	S3							
F	FF	FM	H	S	E	O	O1	O2	O3	H4	H5	S4				
N1	N2	N3														
1	A	1				S				S			Inspección de tuberías, conectores, formatos	3 meses	Mecánico	
2	B	1				S				S			Revisión de chiller, limpieza de unidad evaporador, condensadora y limpieza de tanque	3 meses	Mecánico	

Tabla 5.23 Hoja de decisión suministro eléctrico

RCM - HOJA DE DECISIÓN										SISTEMA: Suministro eléctrico			Facilitador:	Fecha:	
										SUBSISTEMAS:			Auditor:	Hoja: 1	
Referencia de información			Evaluación de las consecuencias				H1	H2	H3				Tarea propuesta	Intervalo inicial	Realizado por
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3						
							O1	O2	O3	H4	H5	S4			
							N1	N2	N3						
1	A	1				S				S			Inspección de UPS, limpieza de baterías, revisión de conexiones eléctricas	3 meses	Electricista
2	B	1				S				S			Inspección de transformador, limpieza de bobinas y terminales	3 meses	Electricista

Tabla 5.24 Selección de las fallas críticas antes del RCM

Ítem	Modo de falla Funcional antes del RCM	NPR
1	Temperatura baja	168
2	Desincronización	252
3	Desincronización	224
4	Falta de presión en los formatos	288
5	Presión excesiva en los formatos	216
6	Golpe de formatos	336
7	No captura imagen de los alveolos	378
8	Iluminación inoperativa	324
9	Temperatura baja	168
10	Desincronización	252
11	Desincronización	224
12	Falta de presión en los formatos	288
13	Presión excesiva en los formatos	216
14	Golpe de formatos	336
15	Desincronización en el sellado	210
16	Atascamiento de cinta	210
17	Desincronización	252
18	Blíster sin marcas	200
19	Falta de presión en los formatos	252
20	Presión excesiva en los formatos	216
21	Desincronización	252
22	Atascamiento de cinta	210
23	Se frena la cinta en la estación de corte	188
24	Faja detenida	210
25	Faja detenida	210
26	Desincronización en el sellado	294
27	Motorreductor no funciona	336
28	Pantalla no carga el programa	245
29	La cinta no se desplaza	252
30	El agua no fluye	392
31	Agua a temperatura ambiente	288
32	Maquina se apaga ante una caída de tensión	336
33	Interruptor bloqueado	336

Tabla 5.25 Selección de las fallas críticas después del RCM

Ítem	Modo de falla Funcional después del RCM	NPR
1	Temperatura baja	84
2	Desincronización	175
3	Desincronización	105
4	Falta de presión en los formatos	200
5	Presión excesiva en los formatos	150
6	Golpe de formatos	240
7	No captura imagen de los alveolos	180
8	Iluminación inoperativa	180
9	Temperatura baja	84
10	Desincronización	175
11	Desincronización	105
12	Falta de presión en los formatos	200
13	Presión excesiva en los formatos	150
14	Golpe de formatos	240
15	Desincronización en el sellado	112
16	Atascamiento de cinta	140
17	Desincronización	175
18	Blíster sin marcas	160
19	Falta de presión en los formatos	175
20	Presión excesiva en los formatos	150
21	Desincronización	175
22	Atascamiento de cinta	140
23	Se frena la cinta en la estación de corte	150
24	Faja detenida	175
25	Faja detenida	175
26	Desincronización en el sellado	175
27	Motorreductor no funciona	175
28	Pantalla no carga el programa	140
29	La cinta no se desplaza	180
30	El agua no fluye	240
31	Agua a temperatura ambiente	200
32	Maquina se apaga ante una caída de tensión	200
33	Interruptor bloqueado	200

Proceso de selección de las actividades de mantenimiento bajo el enfoque RCM

Una vez realizado el AMEF, Hoja de decisiones y el NPR, el equipo de trabajo seleccionará el tipo de actividad de mantenimiento que apoye a prevenir la falla previamente identificada. Después de seleccionar el tipo de actividad de mantenimiento con su respectiva frecuencia de ejecución, el objetivo es reducir las posibles consecuencias a la seguridad humana, al ambiente y operaciones.

Plan de mantenimiento aplicado RCM

Al final se recopila y se muestra la cartilla y el plan de mantenimiento y actividades obtenidas como resultado del análisis de modos y efectos de fallas.

Plan de mantenimiento preventivo

Revisiones periódicas que ayudarán a mejorar los sistemas de la máquina y mejorar el rendimiento.

Plan de mantenimiento basado en condición

Mediciones periódicas de sensores en tiempo real, una vez que el parámetro alcanza un nivel inaceptable, se efectúan los mantenimientos correspondientes que ayudaran a mejorar los sistemas y mejorar el rendimiento.

Plan de mantenimiento autónomo

El colaborador inspecciona y monitorea su máquina de forma independiente, realizan tareas simples como la limpieza y lubricación de la máquina También nos ayuda prevenir el deterioro el colaborador mantiene su máquina como nueva.

Tabla 5.26 Programa de mantenimiento después de la aplicación del RCM

SISTEMA	DESCRIPCION	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
	Estación de calentamiento							MP			MP		
ESTACION DE FORMADO	Motorreductor								MP			MP	
	Encoder							MP			MP		
	Leva de presión							MP			MP		
CAMARA DE VISION	Amortiguador							MP			MP		
	Cámara							MP			MP		
	Iluminación							MP			MP		
ESTACION DE SELLADO	Zona de calentamiento								MP			MP	
	Motorreductor							MP			MP		
	Encoder								MP				
PINZA DE ARRASTRE	Leva de presión							MP			MP		
	Amortiguador							MP			MP		
	Servomotor									MP			MP
ESTACION DE CORTE	Sistema neumático								MP			MP	
	Motorreductor								MP			MP	
	Cuchillas de corte								MP			MP	
FAJA DE TRANSPORTE	Leva de presión								MP			MP	
	Amortiguador								MP			MP	
	Banda transportadora									MP			MP
TABLERO ELECTRICO	Sistema de rodillos									MP			MP
	Servodrive									MP			MP
	Variador de frecuencia									MP			MP
CHILLER	HMI									MP			MP
	Contactora									MP			MP
	Transportar agua									MP			MP
SUMINISTRO ELECTRICO	mantener el agua refrigerado									MP			MP
	Flujo de energía eléctrica por baterías								MP			MP	
	Aumentar la tensión eléctrica								MP			MP	

Tabla 5.27 Programa de mantenimiento autónomo después de aplicar el RCM

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO AUTONOMO 2022

SISTEMA	DESCRIPCION	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
PUNTOS DE LUBRICACION	1 Rodamiento							MA	MA	MA	MA	MA	MA
	2 Buja de esferas							MA	MA	MA	MA	MA	MA
	3 Set de rolamientos							MA	MA	MA	MA	MA	MA
	4 Camisa de buja de esferas							MA	MA	MA	MA	MA	MA
	5 Rodillo do excéntrico							MA	MA	MA	MA	MA	MA
	6 Conjunto de muelles							MA	MA	MA	MA	MA	MA
	7 Rodamientos							MA	MA	MA	MA	MA	MA
	8 Buja de ronze							MA	MA	MA	MA	MA	MA
	9 Rodamiento excéntrico							MA	MA	MA	MA	MA	MA
	10 Rodamiento							MA	MA	MA	MA	MA	MA
LIMPIEZA DE MAQUINA	Limpieza de maquina							MA	MA	MA	MA	MA	MA
	Limpieza de ductos de agua							MA	MA	MA	MA	MA	MA
	Limpieza de formatos							MA	MA	MA	MA	MA	MA
	Ventosas							MA	MA	MA	MA	MA	MA
	Faja transportadora							MA	MA	MA	MA	MA	MA

Tabla 5.28 Programa de mantenimiento Basado en Condición después del RCM

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO BASADO EN CONDICION 2022

SISTEMA	DESCRIPCION	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMB RE	OCTUBR E	NOVIEM BRE	DICIEMB RE
ESTACION DE FORMADO	Estación de calentamiento							MBC	MBC	MBC	MBC	MBC	MBC
	Motorreductor												
	Encoder												
	Leva de presión												
CAMARA DE VISION	Amortiguador												
	Cámara												
	Iluminación												
	Zona de calentamiento												
ESTACION DE SELLADO	Motorreductor							MBC	MBC	MBC	MBC	MBC	MBC
	Encoder												
	Leva de presión												
	Amortiguador												
PINZA DE ARRASTRE	Servomotor												
	Sistema neumático												
ESTACION DE CORTE	Motorreductor							MBC	MBC	MBC	MBC	MBC	MBC
	Cuchillas de corte												
	Leva de presión												
FAJA DE TRANSPORTE	Amortiguador												
	Banda transportadora												
	Sistema de rodillos												
	Servodrive							MBC	MBC	MBC	MBC	MBC	MBC
TABLERO ELECTRICO	Variador de frecuencia							MBC	MBC	MBC	MBC	MBC	MBC
	HMI												
	Contactador							MBC	MBC	MBC	MBC	MBC	MBC
CHILLER SUMINISTRO ELECTRICO	Transportar agua												
	mantener el agua refrigerado												
	Flujo de energía eléctrica por baterías												
	Aumentar la tensión eléctrica												

Tabla 5.29 Puntos de lubricación de la maquina blistera Fabrima

LISTA Y ESPECIFICACIÓN				
ITEM	PUNTOS POR LUBRICAR	LUBRICANTES		
		TIPO	SERVICIO	PERIODO
1	RODAMIENTO A LB S	A	LB	B
2	BUJA DE ESFERAS A LB S	A	LB	B
3	SET DE ROLAMIENTOS A LB S	A	LB	B
4	CAMISA DE BUJA DE ESFERAS G TO M	G	TO	B
5	RODILLO DO EXCÉNTRICO A TO S	A	TO	B
6	CONJUNTO DE MOLAS I LBM S	I	LBM	B
7	RODAMIENTOS G LB S	G	LB	B
8	BUJA DE RONZE G LBM M	G	LBM	B
9	RODAMIENTO DO EXCÉNTRICO A LB S	A	LB	B
10	RODAMIENTO A LB S	A	LB	B

Tabla 5.30 Puntos de limpieza de la maquina blistera Fabrima

PARTES DE LA MAQUINA	PROCEDIMIENTO
PANTALLA DEL PUESTO DE MANDO	Limpie con un paño húmedo con agua y jabón neutro.
PROTECCIONES ACRÍLICAS /POLICARBONATO / LEXAN	Limpie con agua y jabón neutro, seque con paño o esponja suave. Nunca refriegue pues es altamente sensible a rayados.
MATERIALES EN ALUMINIO	Limpie con agua y jabón neutro.
VENTOSAS	Limpie con alcohol.
PIEZAS EN CONTACTO CON EL PRODUCTO	Lave las piezas con agua tibia y jabón hasta eliminar los residuos.
AREAS CALIENTES (Ej.: Dientes, herramientas de formación/ sellado)	Limpie la superficie con cepillo metálico.
MATERIALES EN ACERO INOXIDABLE	Limpie con agua y jabón neutro o alcohol.
PARTES PINTADAS	Limpie con agua y jabón neutro, seque con paño.
CORREAS	Limpie con agua y jabón neutro o detergente solvente.
PIEZAS CON NÍQUEL QUÍMICO	Limpie con agua y jabón neutro, seque con paño.
CADENAS / ENGRANAJES / HUSOS/ ETC.	Limpie con desengrasante (no recomendamos gasolina, queroseno o similares). Lubrique conforme ítem 1.4.3

Tabla 5.31 Lubricantes de la maquina blistera Fabrma

TIPO	LUBRICANTES CONVENCIONALES	LUBRICANTES ATÓXICOS	APLICACIONES
A	RETINAX WB2 - SHELL RENOLIT PLX2 - FUCHS	FIN FOOD GREASE 2 - INTERFLON MOBILGREASE FM SERIE BEL-RAY NO TOX HD GREASE 2TC - FUCHS CASSIDA RLS - SHELL	BUJES, EJES, RODILLOS, COJINETES, CADENAS.
B	UNIREX N2 - ESSO		ENGRANAJES, PUNTOS CRÍTICOS 028 Y CPR.
C	RENOLIN COMPOND 103 - FUCHS SPARTAN EP 100 - ESSO MOBILGEAR 627 - MOBIL OMALA 100 - SHELL LUBRAX EGF 100PS - PETROBRAS	FIN FOOD GREASE 2 - INTERFLON MOBIL DTE FM SERIE 68 BEL-RAY NO TOX HD GREASE 2 - FUCHS CASSIDA HF 100 - SHEL	RODAMIENTOS
D	MOBILGEAR 630 - MOBIL SPARTAN EP 220 - ESSO LUBRAX EGF 220PS - PETROBRAS OMALA 220 - SHELL RENOLIN COMPOND 106 - FUCHS	FIN FOOD LUBE G220 - INTERFLON MOBIL DTE FM SERIE - 220 BEL-RAY NO TOX GEAR OIL 220 - FUCHS CASSIDA FLUID GL 220 - SHELL	MOTORREDUCTORES DE ENGRANAJE.
E	MOBILGEAR 636 - MOBIL SPARTAN EP 680 - ESSO LUBRAX EGF 680PS - PETROBRAS OMALA 680 - SHELL	FIN FOOD GREASE 00 - INTERFLON BEL-RAY NO TOX GEAR OIL 680 - FUCHS CASSIDA FLUID GL 680 - SHELL	MOTORREDUCTORES DE TORNILLOS SIN FIN
F	MORLINA 10 - SHELL RENOLIN MR3 - FUCHS SPINESSTIC 10 - ESSO VELOCIT 6 - MOBIL LUBRAX HR 10 EP - PETROBRAS	FIN FOOD LUBE AL - INTERFLON MOBIL DTE FM SERIE 32 BEL-RAY NO TOX AL LUB. LUBRIFIL - FUCHS	HUSOS.
G	SILICONA EN SPRAY - SILTRADE	FIN FOOD LUBE (AEROSOL) - INTERFLON	CINTA DE ALIMENTACIÓN
H	TELLUS 32 - SHELL NUTO H 32 - ESSO RENOLIN B 10 - FUCHS LUBRAX IND. HR 32 EP - PETROBRAS	CASSIDA HF 32 - SHELL MOBIL DTE FM 32	LUBRICADOR NEUMÁTICO

I	MOLYCOTE VG-02 EXXON BEACON 2 - ESSO	FIN FOOD GREASE 2 - INTERFLON BEL-RAY NO TOX HD GREASE 2TC - FUCHS CASSIDA RLS - SHELL	ENGRANAJES, EXCÉNTRICOS, TERMINALES, MOLAS DA FORMACIÓN E SELLADO
J	SILICONE EM SPRAY - SILTRADE FIN LUBE TF - INTERFLON	FIN LUBE (AEROSOL) - INTERFLON	COLAR DE ESFERAS,

Tabla 5.32 Stock de repuestos para la Blistera Fabrima

Código	Descripción	Cantidad	Características	Marca
RALE20-XL-NPP-B-INA INA	Rodamientos de bolas de inserción radial	02	Ø int. 20mm, Ø ext. 42mm, carga estática 5000No, dinámica 10000No	INA
N/A	Reten TC (Doble labio)	04	44x72x10	N/A
KH2030	Rodamientos	07	KH - 20x28x30mm	NTN
NUTR3580-A INA	Rodamientos	06	2000r/min	INA
MFH-3-1/8	Electroválvula	01	500 l/min - 3/2 monoestable	FESTO
3RT2016-1BA42	Mini contactor	03	AC-3e/AC-3	SIEMENS
IN-4M-12SA-PR/XL	Sensor de proximidad - inductivo	01	Sensor Inductivo Tubular VDC 4 hilos	TECNOTRON
PRD12-4DP	Sensor de proximidad - inductivo	01	Cilíndrico M12 - 12-24VDC (estándar)	Autonics
Fe - Co	Sonda Termopar - Termocupla	01	Termoelemento - 2m - Tipo J	N/A
SI5002	Sensor de flujo electrónico - Flow monitor	01	M18x1,5 rosca interno - Fluidos gaseosos y líquidos - 2 salidas	IFM
22207-E1-XL	Rodamiento de rodillos Esférico FAG	01	Ø int. 35mm, Ø ext. 72mm, ancho 23mm, de dos hileras	FAG X-Life
EVT004	Cable de conexión con conector hembra - Flow monitor	01	5 m, PVC, naranja, Ø 4,9 mm; 4 x 0,34 mm ² (42xØ 0,1 mm)	IFM
6N22012	Orings	04	2.4x2.6	N/A
LC1D09BL	Contactador	02	Contactador TeSys D - 3P (3 NA) - AC-3 - <= 440-V 9 A - 24 V CC bobina	TeSys
N/A	Reten	01	35x72x12	N/A
N/A	Resistencia Cartucho	06	750w - 220v	N/A
IEC/EN 60947-4-1	Contactador	02	100 Acre/s per Day - Pv 380v - Pc 200A	CHENXUAN

MPL-M23-ORING	Orings	02	CONNECTOR O-RING KIT SER A - 3.00 x 3.00 x 0.50	Allen Bradley
MPL-A430P-SJ72AA	Servomotor	01	Serie A - 230 v RMS L -L,3 PHASE - 3500RPM MAX	Allen Bradley
2090-CFBM7DD-CEAA09	Cable de alimentación	01	Extremo del variador, D-sub, SIN/COS /alta resolución, estándar (no flexible)	Allen Bradley
2090-CPWM7DF-16AA09	Cable de poder	01	Cable Speed TEC, solo alimentación del motor, conector DIN SpeedTec, extremo del variador, conductor libre, 16 AWG, estándar (no flexible), 9 metros	Allen Bradley
Uxcell M8 x 32 mm	Manibel	01	M8 x 32 mm correa ajustable - palanca de sujeción - rosca macho	N/A
5820-0682-0500	Resolución de codificador incremental Hohner	01	0500 pulsos	Electrónica Ltda.
N/A	Reten	01	35x72x12	N/A
N/A	Muelles - Mola prato	64	Acero de carbono	N/A
SNR 61800 F73 G15	Rodamiento	06	Rodamientos rígidos de bolas. Fila única, sin ranura de llenado. Completo. (10X19X5).	SNR
MSFG-24/42-50/60	Bobina magnética	01	12 x 35 x 13	FESTO

5.1. Resultados descriptivos

Mediante el análisis estadístico se evidencia que los resultados mejoraron, la aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad ha tenido un impacto positivo, se observa que se ha reducido la mantenibilidad (MTTR) y aumento la confiabilidad (MTBF), asimismo el indicador esencial Disponibilidad tuvo un aumento en los 6 meses posteriores a la implementación que en nuestro caso se aplicó al equipo crítico de la línea de envasado de una planta farmacéutica denominado blistera Fabrima.

Se determinó el equipo crítico de la línea de envasado (24 máquinas) encontrando a la blistera Fabrima.

Se determinaron los modos y efectos de fallas AMEF de 10 sistemas y 33 subsistemas.

Se jerarquizaron las fallas, para determinar la falla alta, media y baja.

Se plantean las estrategias de mantenimiento para contrarrestar las fallas como modificación de las frecuencias de mantenimiento, aplicación del mantenimiento autónomo, revisión del stock mínimo de repuestos.

En la siguiente tabla medición de variables se puede apreciar los resultados de la media y mediana de la mantenibilidad, confiabilidad y disponibilidad obtenidos en los periodos antes (enero a junio del 2022) de la implementación del RCM y después (julio a diciembre del 2022) de la implementación del RCM en la línea de envasado de la presente propuesta.

Tabla 5.33 Medición de variables

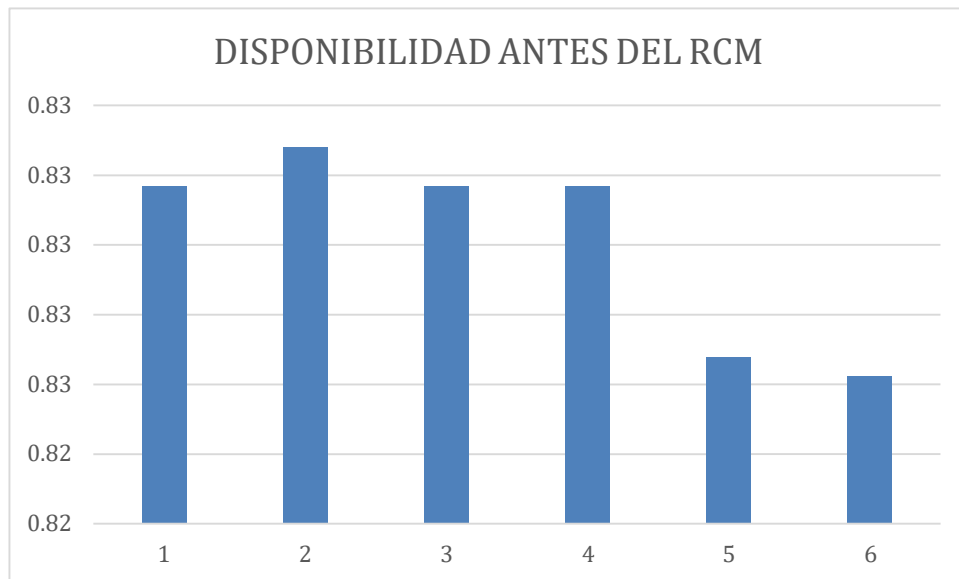
KPI/VARIABLES	MEDIA		MEDIANA	
	ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS
MTTR	1.7	1.5	1.7	1.5
MTBF	8.3	11.6	8.3	10.2
DISPONIBILIDAD	0.83	0.88	0.83	0.87

Hipótesis General

El mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la disponibilidad de la línea de envasado de una planta farmacéutica.

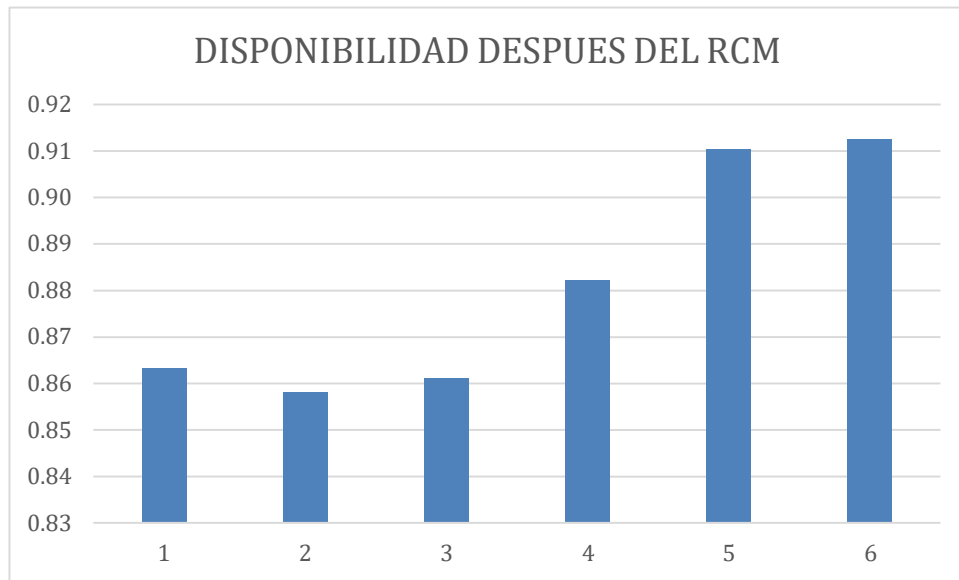
En el siguiente grafico disponibilidad antes de la aplicación del RCM se aprecia la baja disponibilidad 83% antes de efectuar la implementación de las estrategias del RCM en la línea de envasado de una planta farmacéutica.

Figura 5.2 Disponibilidad antes de la aplicación del RCM



En el siguiente grafico disponibilidad después de la aplicación del RCM se aprecia cómo ha evolucionado la disponibilidad 91% después de la implementación de las estrategias del RCM en la línea de envasado de una planta farmacéutica.

Figura 5.3 Disponibilidad después de la aplicación del RCM



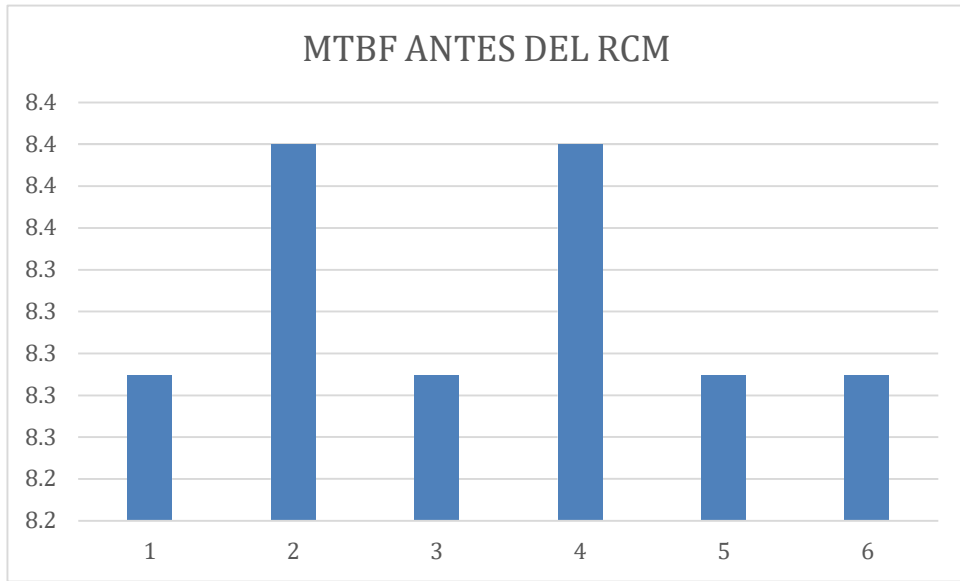
La disponibilidad de la línea de envasado de una planta farmacéutica mejora después de aplicar el RCM en 8% como indica la tabla 5.3

Hipótesis Específica

El mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la confiabilidad de la línea de envasado de una planta farmacéutica.

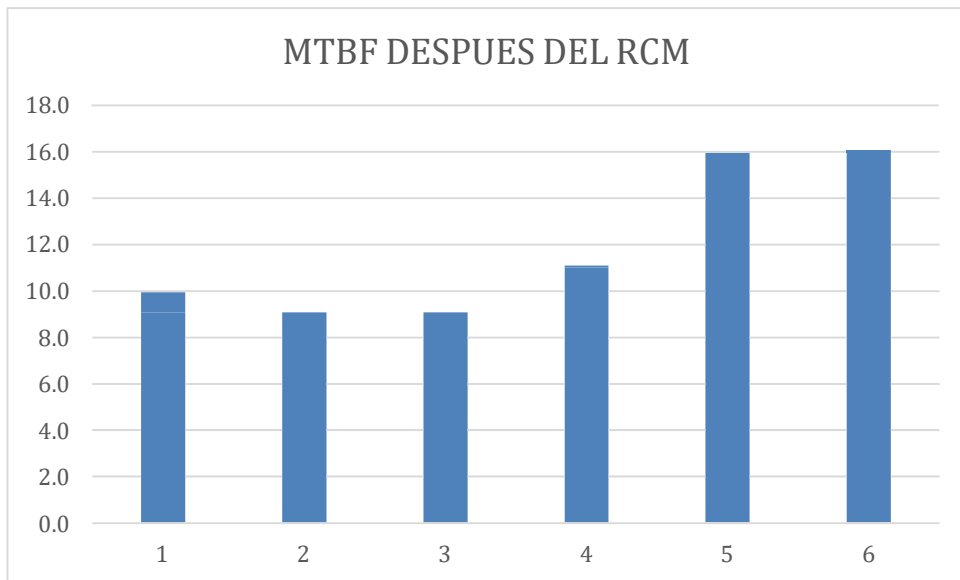
En el siguiente gráfico MTBF antes de la aplicación del RCM se aprecia la baja confiabilidad 8.4 antes de efectuar la implementación de las estrategias del RCM en la línea de envasado de una planta farmacéutica.

Figura 5.4 MTBF antes de la aplicación del RCM



En el siguiente grafico MTBF después de la aplicación del RCM se aprecia cómo ha evolucionado 16.0 la confiabilidad después de la implementación de las estrategias del RCM en la línea de envasado de una planta farmacéutica.

Figura 5.5 MTBF después de la aplicación del RCM



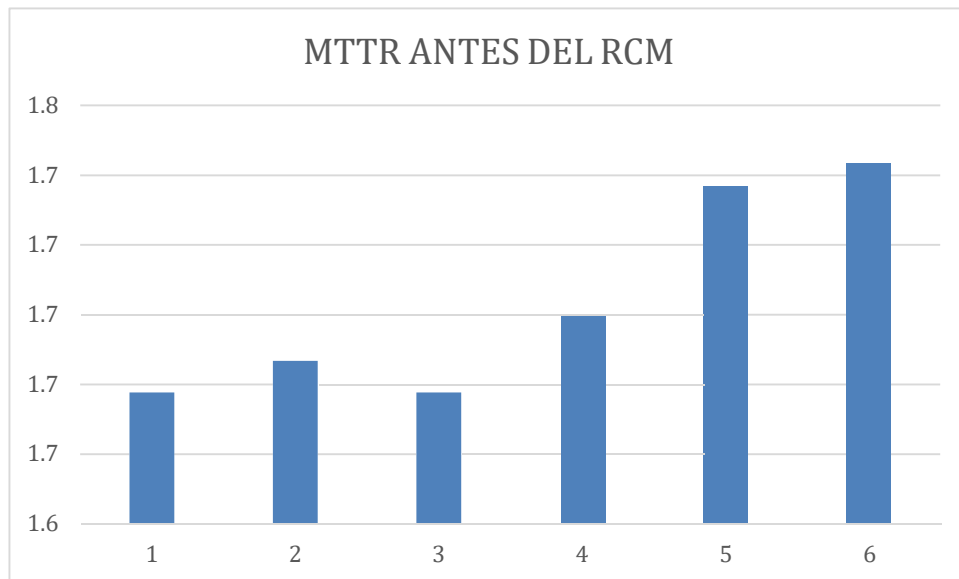
La confiabilidad de la línea de envasado de una planta farmacéutica mejora después de aplicar el RCM en 7.8 como indica la tabla 5.5

Hipótesis Especifica

El mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la mantenibilidad de la línea de envasado de una planta farmacéutica.

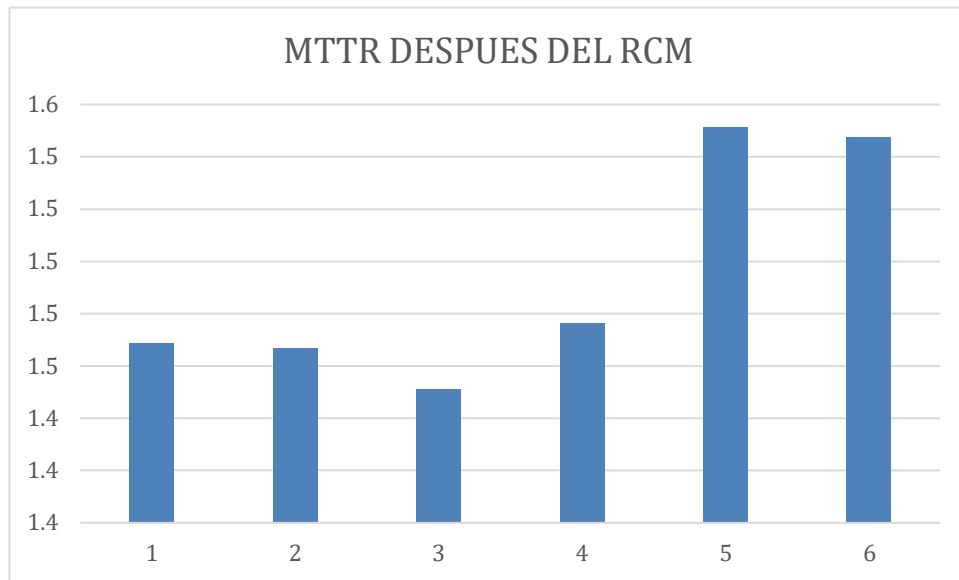
En el siguiente grafico MTTR antes de la aplicación del RCM se aprecia la mantenibilidad elevada 1.7 antes de la implementación de las estrategias del RCM en la línea de envasado de una planta farmacéutica.

Figura 5.6 MTTR antes de la aplicación del RCM



En el siguiente grafico MTTR después de la aplicación del RCM se aprecia cómo ha mejorado la mantenibilidad 1.5 después de la implementación de las estrategias del RCM en la línea de envasado de una planta farmacéutica.

Figura 5.7 MTTR después de la aplicación del RCM



La mantenibilidad de la línea de envasado de una planta farmacéutica mejora después de aplicar el RCM en 0.2 como indica la tabla 5.7

5.2. Resultados inferenciales

Disponibilidad

Seguidamente se efectúa la prueba de normalidad, para poder definir el tipo de prueba inferencial a usar.

H.0 La variable tiene distribución normal

H.1 La variable no tiene distribución normal

Tabla 5.34 Prueba de normalidad de la disponibilidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DMA	.	6	.	.	6	.
DMD	,293	6	,117	,766	6	,029

a. Corrección de significación de Lilliefors

Se observa en la tabla 5.34 prueba de normalidad de la disponibilidad, que la variable disponibilidad no tiene una distribución normal, en tal sentido para la variable que no tiene una distribución normal (Sig. < 0.05) rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa para probar que el mantenimiento basado en confiabilidad influye en la disponibilidad de los equipos de la línea de envasado de una planta farmacéutica, se deberá realizar la prueba no paramétrica de rangos con signos de Wilcoxon.

Prueba de hipótesis general

Aplicar el mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la disponibilidad de la línea de envasado de una planta farmacéutica.

H0: Aplicar el mantenimiento centrado en confiabilidad no mejora la disponibilidad de la línea de envasado de una planta farmacéutica.

H1: Aplicar el mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la disponibilidad de la línea de envasado de una planta farmacéutica.

Tabla 5.35 Pruebas de rangos con signo de Wilcoxon de la disponibilidad

Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

		Rangos		
		N	Rango promedio	Suma de rangos
DMD - DMA	Rangos negativos	0 ^a	,00	,00
	Rangos positivos	6 ^b	3,50	21,00
	Empates	0 ^c		
	Total	6		

a. DMD < DMA

b. DMD > DMA

c. DMD = DMA

Estadísticos de prueba^a

		DMD - DMA
Z		-2,232 ^b
Sig. asintótica(bilateral)		,026

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

En la tabla 5.35 prueba de rangos de Wilcoxon de la disponibilidad se observa que $P < 0.05$ por tal motivo se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, la aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la disponibilidad de la línea de envasado de una planta farmacéutica.

Mantenibilidad

Seguidamente se efectúa la prueba de normalidad para poder definir el tipo de prueba inferencial a usar.

H.0 La variable tiene distribución normal

H.1 La variable no tiene distribución normal

Tabla 5.36 Pruebas de normalidad de la mantenibilidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
VAR00001	.	6	.	.	6	.
VAR00002	,492	6	,000	,496	6	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Se observa en la tabla 5.36 prueba de normalidad de la mantenibilidad, que la variable mantenibilidad no tiene una distribución normal, en tal sentido para la variable que no tiene una distribución normal (Sig. < 0.05) rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa para probar que el mantenimiento basado en confiabilidad influye en la mantenibilidad de los equipos de la línea de envasado de una planta farmacéutica, se deberá realizar la prueba no paramétrica de rangos con signos de Wilcoxon.

Prueba de hipótesis específica 1

Aplicar el mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la mantenibilidad de la línea de envasado de una planta farmacéutica.

H0: Aplicar el mantenimiento centrado en confiabilidad no mejora la mantenibilidad de la línea de envasado de una planta farmacéutica.

H1: Aplicar el mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la mantenibilidad de la línea de envasado de una planta farmacéutica.

Tabla 5.37 Pruebas de rangos con signo de Wilcoxon de la mantenibilidad

Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

		Rangos		
		N	Rango promedio	Suma de rangos
VAR00002 - VAR00001	Rangos negativos	6 ^a	3,50	21,00
	Rangos positivos	0 ^b	,00	,00
	Empates	0 ^c		
	Total	6		

a. VAR00002 < VAR00001

b. VAR00002 > VAR00001

c. VAR00002 = VAR00001

Estadísticos de prueba^a

	VAR00002 - VAR00001
Z	-2,333 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,020

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos positivos.

En la tabla 5.37 prueba de rangos de Wilcoxon de la mantenibilidad se observa que $P < 0.05$ se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, la aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la mantenibilidad de la línea de envasado de una planta farmacéutica.

Confiabilidad

Seguidamente se efectúa la prueba de normalidad para poder definir el tipo de prueba inferencial a usar.

H.0 La variable tiene distribución normal

H.1 La variable no tiene distribución normal

Tabla 5.38 Prueba de normalidad de la confiabilidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
VAR00001	,407	6	,002	,640	6	,001
VAR00002	,260	6	,200*	,784	6	,042

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Se observa en la tabla 5.38 prueba de normalidad de la confiabilidad, que la variable confiabilidad no tiene una distribución normal, en tal sentido para la variable que no tiene una distribución normal (Sig. < 0.05) rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa para probar que el mantenimiento basado en confiabilidad influye en la confiabilidad de los equipos de la línea de envasado de una planta farmacéutica, se deberá realizar la prueba no paramétrica de rangos con signos de Wilcoxon.

Prueba de hipótesis específica 2

Aplicar el mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la confiabilidad de la línea de envasado de una planta farmacéutica.

H0: Aplicar el mantenimiento centrado en confiabilidad no mejora la confiabilidad de la línea de envasado de una planta farmacéutica.

H1: Aplicar el mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la confiabilidad de la línea de envasado de una planta farmacéutica.

Tabla 5.39 Pruebas de rangos con signo de Wilcoxon de la confiabilidad

Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

		Rangos		
		N	Rango promedio	Suma de rangos
VAR00002 - VAR00001	Rangos negativos	0 ^a	,00	,00
	Rangos positivos	6 ^b	3,50	21,00
	Empates	0 ^c		
	Total	6		

a. VAR00002 < VAR00001

b. VAR00002 > VAR00001

c. VAR00002 = VAR00001

Estadísticos de prueba^a

	VAR00002 - VAR00001
Z	-2,201 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,028

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

En la tabla 5.39 prueba de rangos de Wilcoxon de la confiabilidad se observa que $P < 0.05$ se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, la aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la confiabilidad de la línea de envasado de una planta farmacéutica.

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados. Hipótesis general

El mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la disponibilidad de la línea de envasado de una planta farmacéutica.

De los resultados obtenidos, luego de haber utilizado el programa SPSS, observamos que existe una influencia en la disponibilidad de una antes y después del 83% al 91% ver el grafico 5.2

Prueba de hipótesis General

Se escoge un nivel de significancia del 5% o 0.05 para realizar la comprobación de hipótesis con el valor significativo (ver tabla 6.1).

De acuerdo al resultado obtenido en la prueba no paramétrica de rangos con signos de Wilcoxon, el valor significativo es 0.026 (tabla 6.1), es menor que 0.05 eso significa que rechazamos la hipótesis nula, se comprueba la hipótesis general, ya que la disponibilidad mejora en el periodo julio – diciembre 2022 de la línea de envasado de una planta farmacéutica.

Siendo la propuesta mejorar la disponibilidad aplicando el mantenimiento centrado en confiabilidad de la línea de envasado de una planta farmacéutica, necesario por las paradas imprevistas y continuas, en la producción de blíster, debido a la falta de prevención anticipada a la falla y demás dispositivos y componentes.

Tabla 6.1 Pruebas de rangos con signo de Wilcoxon de la disponibilidad

Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

		Rangos		
		N	Rango promedio	Suma de rangos
DMD - DMA	Rangos negativos	0 ^a	,00	,00
	Rangos positivos	6 ^b	3,50	21,00
	Empates	0 ^c		
	Total	6		

a. DMD < DMA

b. DMD > DMA

c. DMD = DMA

Estadísticos de prueba^a

		DMD - DMA
Z		-2,232 ^b
Sig. asintótica(bilateral)		,026

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Hipótesis específica 1

El mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la mantenibilidad de la línea de envasado de una planta farmacéutica.

Luego de obtener los resultados con la metodología centrada en confiabilidad observamos que si existe una influencia en la mantenibilidad de un antes y después es decir del 1.7 al 1.5 ver el grafico 5.4.

Prueba de hipótesis específica 1

Se escoge un nivel de significancia del 5% o 0.05 para realizar la comprobación de hipótesis con el valor significativo (ver tabla 6.2).

De acuerdo al resultado obtenido en la prueba no paramétrica de rangos con signos de Wilcoxon, el valor significativo es 0.020 (tabla 6.2), es menor que 0.05

eso significa que rechazamos la hipótesis nula, se comprueba la hipótesis específica, ya que la mantenibilidad mejora en el periodo julio - diciembre 2022 de la línea de envasado de una planta farmacéutica.

Siendo la propuesta mejorar la disponibilidad aplicando el mantenimiento centrado en confiabilidad de la línea de envasado de una planta farmacéutica, necesario por las paradas imprevistas y continuas, en la producción de blíster, debido a la falta de prevención anticipada a la falla y demás dispositivos y componentes.

Tabla 6.2 Pruebas de rangos con signo de Wilcoxon de la mantenibilidad

Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

		Rangos		
		N	Rango promedio	Suma de rangos
VAR00002 - VAR00001	Rangos negativos	6 ^a	3,50	21,00
	Rangos positivos	0 ^b	,00	,00
	Empates	0 ^c		
	Total	6		

a. VAR00002 < VAR00001

b. VAR00002 > VAR00001

c. VAR00002 = VAR00001

Estadísticos de prueba^a

VAR00002 - VAR00001	
Z	-2,333 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,020

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos positivos.

Hipótesis específica 2

El mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la confiabilidad de la línea de envasado de una planta farmacéutica.

Luego de obtener los resultados con la metodología centrada en confiabilidad observamos que existe una influencia significativa en la confiabilidad de un antes y después es decir del 8.4 al 16.2 ver el grafico 5.6

Prueba de hipótesis específica 2

Se escoge un nivel de significancia del 5% o 0.05 para realizar la comprobación de hipótesis con el valor significativo (ver tabla 6.3).

De acuerdo al resultado obtenido en la prueba no paramétrica de rangos con signos de Wilcoxon, el valor significativo es 0.028 (tabla 6.3), es menor que 0.05 eso significa que rechazamos la hipótesis nula, se comprueba la hipótesis general, ya que la confiabilidad mejora en el periodo julio – diciembre 2022 de la línea de envasado de una planta farmacéutica.

Siendo la propuesta mejorar la disponibilidad aplicando el mantenimiento centrado en confiabilidad de la línea de envasado de una planta farmacéutica, necesario por las paradas imprevistas y continuas, en la producción de blíster, debido a la falta de prevención anticipada a la falla y demás dispositivos y componentes.

Tabla 6.3 Pruebas de rangos con signo de Wilcoxon de la confiabilidad

Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

		Rangos		
		N	Rango promedio	Suma de rangos
VAR00002 - VAR00001	Rangos negativos	0 ^a	,00	,00
	Rangos positivos	6 ^b	3,50	21,00
	Empates	0 ^c		
	Total	6		

a. VAR00002 < VAR00001

b. VAR00002 > VAR00001

c. VAR00002 = VAR00001

Estadísticos de prueba^a

		VAR00002 - VAR00001
Z		-2,201 ^b
Sig. asintótica(bilateral)		,028

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares.

En nuestra investigación se obtuvo como resultados significativos, valores inferiores a 0.05 dando como resultado hipótesis positiva, lo que evidencia la aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la disponibilidad de la línea de envasado de una planta farmacéutica.

Según los resultados obtenidos en la presente investigación, aplicando la metodología del mantenimiento centrado en confiabilidad, se logró mejorar el indicador denominado disponibilidad durante los 6 primeros meses fueron para la recolección y análisis de la información de campo y en los 6 meses posteriores se realizó la implementación de la presente investigación en donde se pudo evidenciar que la disponibilidad mejoró de un 83 % a un 91%.

En la investigación realizada por Pérez, Castiblanco y mateo; 2019 durante el desarrollo fue posible integrar las herramientas de RCM, WCM y Lean Manufacturing las cuales fueron seleccionadas acorde al objetivo trasado y al problema identificado. Como resultado de esa integración se generó la metodología que muestra una serie de pasos para llevar a cabo el plan de mantenimiento, luego se elaboró el plan de mantenimiento el cual es representando en un diagrama de flujo. Lo anterior proporciona a las partes interesadas la importancia de involucrar al personal operativo (mantenimiento autónomo) en la generación de ideas para mantener el funcionamiento adecuado de los equipos y mejorar los procedimientos para la ejecución de las tareas de mantenimiento.

Asimismo, en el estudio de Espinoza, De la Paz, Pérez y Acosta; 2019, el procedimiento de mantenimiento centrado en la confiabilidad desarrollado en la presente investigación facilitara al departamento de servicios técnicos, centrar la mayor atención en los equipos más críticos identificados como los de mayor consumo eléctrico , los cuales constituyen alrededor del 85% de la estructura energética del hotel, identificando cada uno de sus causas de fallas, y el mantenimiento a partir del nivel de criticidad según la consecuencia de los fallos.

En la investigación de Campos, Tolentino, Toledo y Tolentino; 2019, el análisis de modos y causas de falla presentado, asegura un análisis estructurado que contemple las causas-raíz para aplicar de manera adecuada los diagramas de decision de la norma SAEJA 1012. La evaluación de los efectos de falla con NPR, proporciona una visión rápida y clara de los efectos más importantes relacionados a las fallas del equipo, esto también se comprobó con el caso de aplicación, ya que se identificaron rápidamente los efectos de fallas más importantes.

En el estudio de Montalvo, Aldana, López, Álvarez, Aldana y Rivera; 2018, existe una relación estrecha entre la aplicación de mantenimiento centrado en confiabilidad y los indicadores, se comprobó que los indicadores MTBF, MTTR y Disponibilidad fueron modificados de manera positiva el indicador de mayor importancia fue el MTBF, que aumento sin embargo el MTTR disminuyo y la

disponibilidad también se incrementó; se concluyó que la aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora los indicadores MTBF, MTTR y DISP.

En el estudio de Andrade y Herrera; 2021, el incremento de la confiabilidad de un sistema o equipo se logra a través del desarrollo de estrategias de mantenimiento como aplicación de un plan de mejoramiento que se encuentra relacionado con los planes de mejoras continuas, el análisis de modos y efectos de falla muestra una metodología sencilla para integrar de manera eficiente el mantenimiento centrado en la confiabilidad por medio del cálculo del número de prioridad de riesgo (NPR), que incluye la frecuencia y severidad de las diferentes fallas estudiadas.

6.3. Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes

En la realización de investigación para realizar esta tesis, se actuó de acuerdo al Reglamento de la Ley N.º 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, y con la ética respectiva en la información relevante proporcionada por los encargados de la planta farmacéutica, además de información adicional proporcionada por, libros y otras tesis, fueron tratados de manera leal. Se tomó en consideración las normas ISO 9001-2015 gestión de calidad, la norma ISO14001-2015 gestión al ambiente, la norma ISO 45001-2018 gestión de la seguridad y salud en el trabajo, además de la norma ISO 690 elaboración de citas y referencias bibliográficas. Cumpliendo con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional del Callao, Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía declaramos que toda la documentación que se presenta como anexo a la presente investigación es veraz y auténtica. Maestría: Aguirre Cancion Alain Maximo identificado con DNI N° 25760748

VII. CONCLUSIONES

Aplicando el mantenimiento centrado en confiabilidad se logra mejorar la disponibilidad de la línea de envasado de una planta farmacéutica, se obtuvo un aumento en la disponibilidad, para nuestro caso se aplicó al equipo crítico blistera Fabrima (tipo A) de la línea de envasado se evidenció que la disponibilidad del equipo aumentó de 83 % a 91%, esto beneficia porque se logró conocer mejor a la máquina, ya que el personal técnico monitorea constantemente a este equipo crítico, encontrando los modos de falla que afectan la función principal del equipo, estos nos ayudaron a definir cuando era necesario realizar el mantenimiento a los equipos y asignar la mejor estrategia de mantenimiento a implementar, definiendo las tareas de mantenimiento necesarias y las frecuencias a realizarlas.

La implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad si influye en la confiabilidad de la línea de envasado de una planta farmacéutica, se obtuvo una mejora en la confiabilidad, para nuestro caso se aplicó al equipo crítico blistera Fabrima (tipo A) de la línea de envasado se evidenció que la confiabilidad del equipo aumentó de 8.3 a 16.2, esto beneficia porque nos ayudará a mejorar el rendimiento operativo, le dará mayor vida útil a la máquina, evitaremos paradas innecesarias o inesperadas.

La implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad si influye en la mantenibilidad de la línea de envasado de una planta farmacéutica, se obtuvo una disminución de la mantenibilidad, para nuestro caso se aplicó al equipo crítico blistera Fabrima (tipo A) de la línea de envasado se evidenció que la mantenibilidad del equipo disminuyó de 1.7 a 1.5, el equipo debe ser recuperado bajo condiciones prescritas, con procedimientos y medios adecuados, para restablecer su función original nuevamente.

Se obtuvo una base de tareas de mantenimiento predictivo, preventivo, autónomo y correctivo, el cual nos permitirá efectuar un buen diagnóstico y llevar una data histórica de las fallas de la blistera Fabrima, donde se pueda visualizar la fecha y hora.

VIII. RECOMENDACIONES

El éxito del RCM involucra el compromiso de la Gerencia General, quien debe destinar los recursos económicos y humanos para su implementación, en la mayoría de los casos el área de Ingeniería y Mantenimiento cuenta con poco dinero para la mejora de su gestión.

Se recomienda al área de Ingeniería y Mantenimiento implementar el RCM al resto de máquinas críticas de la línea de envasado lo cual permitirá beneficios técnicos, económicos que se verán reflejados en la mejora de la disponibilidad de la línea de envasado de la planta farmacéutica.

Se recomienda al área de I&M realizar capacitaciones continuas, estas capacitaciones deberán de tener como asunto principal los modos de falla expresados en las plantillas, se deberá de dar a conocer cuáles son las causas de estos modos de fallas y cuáles son las actividades recomendadas para evitar que surjan estos modos de falla ya identificados o que puedan surgir nuevos modos de falla, que pudieran causar paradas en la línea de envasado de una planta farmacéutica.

Se recomienda a la Gerencia General la importancia del involucramiento de todo el personal del área de envasado, para programar una auditoría de la gestión de mantenimiento para evaluar los avances de los trabajos realizados, así como los planes establecidos, los mismos que podrían mejorar el enfoque en función de los resultados.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACUÑA, Erick Armando y VARGAS NEYRA, Renzo Wladimir. 2019.** *Mantenimiento basado en confiabilidad y su influencia en la disponibilidad de los equipos de una planta concentradora.* Callao - Peru : s.n., 2019.
- ANDRADE, Carlos Luis y HERRERA SUAREZ, Miguel. 2021.** *Análisis de la situación actual del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad RCM.* Portoviejo Ecuador : s.n., 2021.
- AREVALO, HEINZ Eric. 2021.** *Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento centrado en la confiabilidad para mejorar la productividad en la línea de producción de fideos de la empresa Perpast S. R. L.* Chiclayo - Peru : s.n., 2021.
- BAENA, Guillermina Maria Eugenia. 2017.** *Metodología de la Investigación.* Mexico : Grupo Editorial Patria, 2017. 978-607-744-748-1.
- BARBADILLO, Daniel Arturo y LITANO Juarez, Javier. 2023.** *Mejora de la gestión de mantenimiento soportada mediante la metodología RCM con herramientas de calidad en una empresa siderúrgica.* Piura - Peru : s.n., 2023.
- CALLE CONDORI, Teodocio Maximo. 2018.** *Diseño e implementación de un sistema de mantenimiento integral para equipos de laboratorio técnico de construcciones civiles.* La Paz - Bolivia : s.n., 2018.
- CAMPOS, Omar, TOLENTINO ESLAVA, GUILIBALDO y TOLEDO VELASQUEZ, Miguel. 2018.** *Metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) considerando taxonomía de equipos, base de datos y criticidad de efectos.* Mexico : s.n., 2018.
- CANALES, Beatriz, y otros. Mayo 2019.** *La aplicación de herramientas de Mantenimiento en la Industria Farmacéutica.* Mayo 2019. 2357-6340.
- CANTOS ROJAS, Sebastian. 2018.** *Análisis comparativo de los costos y tiempos de ejecución del mantenimiento preventivo del equipo móvil de las dos plantas industriales de la Empresa Cementera Nacional UCEM S.A entre la ejecución del mantenimiento en el propio taller y la ejecución .* Cuenca - Ecuador : s.n., 2018.
- CUATRECASAS ARBÓS, Lluís y TORRELL MARTINEZ, Francesca. 2010.** *TPM en un entorno Lean Management: Estrategia competitiva.* Barcelona - España : Profit, 2010. 978-84-92956-12-8.
- CYSTAR FABRIMA. 2010.** *Manual de Funcionamiento BP-5.* Brasil : s.n., 2010.

- DIAZ, Armando, y otros. 2016.** *Implementacion del mantenimiento Centrado en Confiabilidad en empresas de transmision electrica.* La Habana : s.n., 2016.
- DUFFUAA, Salih O, RAOUF, A y DIXON CAMPBELL, John. 2009.** *Sistemas de Mantenimiento Planeacion y control.* Mexico : Limusa SA, 2009. 978-968-18-5918-3.
- ESPINOSA, Jose, y otros. 2020.** *Contribucion del mantenimiento Centrado en la Confiabilidad para el estudio de fallos a equipos consumidores de energia electrica.* Villa clara Cuba : s.n., 2020.
- FERNANDEZ, Maykol Lizardo. 2019.** *Implementacion de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) para el area de chancado terciario en una planta concentradora.* Arequipa - Peru : s.n., 2019.
- FORD Motor Company General Motors Corporation. 2008.** *Analisis de modos y Efectos de Fallas Potenciales AMEF.* EEUU : s.n., 2008. 978-1-60534-136-1.
- GARCIA, GARRIDO Santiago. 2003.** *Organización y Gestión Integral de Mantenimiento.* Madrid : Ediciones Díaz Santos, 2003. 8479785489.
- GONZALEZ, Francisco Javier. 2005.** *Teoria y Practica del Mantenimiento Industrial Avanzado.* Madrid - España : Fundación Confemetal, 2005. 84-96169-49-9.
- GUPTA, G. y MISHARA, Rp. 2018.** *Identificación de Componentes Críticos utilizando ANP para la Implementación de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.* Dinamarca. 2018.
- HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ COLLADO, Carlos y BAPTISTA Lucio, Maria del Pilar. 2014.** *Metodologia de la Investigacion.* Mexico : McGraw-Hill/Interamericana Editores,S.A.de C.V, 2014. 978-1-4562-2396-0.
- INTEGRAMARKETS Escuela de Gestion Empresarial. 2018.** *Gestion y Planificacion del Mantenimiento Industrial.* s.l. : IntegraMakets Escuela de Gestion Empresarial, 2018. 9781370710768.
- INTERNATIONAL, SAE. 2009.** *Evaluation Criteira for Reliability-Centered Maintenance (RCM) Processes.* 2009.
- JILALA, Enoc Edison. 2022.** *Propuesta de mantenimiento basado en el analisis de modos, efectos de fallas y criticidad, para el sistema electrico en media tension llave.* Puno - Peru : s.n., 2022.
- METALMECANICA INTERNACIONAL. 2019.** METALMECANICA INTERNACIONAL. [En línea] FEBRERO de 2019. [Citado el: 02/01/2020 de ENERO de 2020.] www.metalmecanica.com.
- MONTALVO, y otros. 2018.** *Mantenimiento Centrado en Confiabilidad en Motocompresores.* 2018. ISSN 1900-9178 Volumen I.

- MORA, Alberto.** 2009. *Mantenimiento Planeación. ejecución y control.* Mexico : Alfaomega Grupo Editor S.A., 2009. 978-958-682-769-0.
- MOUBRAY, John Mitchell.** 2004. *Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.* Lillington - North Carolina : Edwards Brothers, 2004. 0953960323.
- MUÑOZ, Jorge Luis y CANTOS, Manuel.** 2021. *Mantenimiento centrado en la confiabilidad a equipos en industria.* Mexico, Instituto Politecnico Nacional Mexico. 2021.
- OGUZHAN, Yavuz, y otros.** 2019. *Practicas de mantenimiento centradas en la confiabilidad en la industria alimentaria.* Turquia : s.n., 2019.
- PASCUAL, Rodrigo.** 2008. *El arte de Mantener.* Chile : U. de Chile, 2008.
- PEREZ, E, CASTIBLANCO, I.A. y Mateo, N.F.** 2021. *Diseño de una metodología para generar un plan de mantenimiento a través de la integración de WCM y LM aplicable en procesos de trefilado de alambros.* Colombia : SCIELO, 2021.
- PRANDO, Raúl.** 1996. *Manual de Mantenimiento a la Medida.* Guatemala : Piedra Santa, 1996. 8483773996.
- SAE INTERNATIONAL.** 2002. *SAE JA1012 Una Guía para la Norma de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC).* EEUU : s.n., 2002.
- TOKURATO, Suzuki.** 1996. *TPM en industrias de proceso.* Madrid - España : Routledge, 1996. 9781351407502.
- VILLAR, Leisis, y otros.** 2021. *Análisis de una estrategia de mantenimiento a implementar en empresas de transmisión eléctrica.* Universidad Tecnológica de La Habana. Cuba : s.n., 2021. 1815-5944.

ANEXOS

Anexo 1 Matriz de consistencia

APLICACION DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE LA LINEA DE ENVASADO DE UNA PLANTA FARMACEUTICA				
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	METODOLOGÍA
¿De qué manera la aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la disponibilidad de los equipos de la línea de envasado de una planta farmacéutica?	Aplicar el mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la disponibilidad de la línea de envasado de una planta farmacéutica.	El mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la disponibilidad de la línea de envasado de una planta farmacéutica.	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD</p> <p>Dimensiones D1 Análisis de criticidad D2 Análisis de fallas</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE DISPONIBILIDAD</p> <p>Dimensiones D1 Mantenibilidad D2 Confiabilidad</p>	<p>TIPO Aplicada</p> <p>ENFOQUE Cuantitativo</p> <p>NIVEL Descriptivos/Correlacional/ Explicativos</p> <p>DISEÑO Experimental / Preexperimental</p> <p>POBLACIÓN Maquinas de la línea de envasado</p> <p>MUESTRA 1 maquina crítica</p> <p>TÉCNICAS Análisis documental, observación</p> <p>INSTRUMENTOS Historial de fallas, Reportes de mantenimiento</p>
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS		
¿De qué manera la aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la mantenibilidad de los equipos de la línea de envasado de una planta farmacéutica?	Aplicar el mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la mantenibilidad de la línea de envasado de una planta farmacéutica.	El mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la mantenibilidad de la línea de envasado de una planta farmacéutica.		
¿De qué manera la aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la confiabilidad de los equipos de la línea de envasado de una planta farmacéutica?	Aplicar el mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la confiabilidad de la línea de envasado de una planta farmacéutica.	El mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la confiabilidad de la línea de envasado de una planta farmacéutica.		

Anexo 2 Instrumento validado

ANALISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLAS POTENCIALES

NUMERO:
EQUIPO:
SISTEMA:

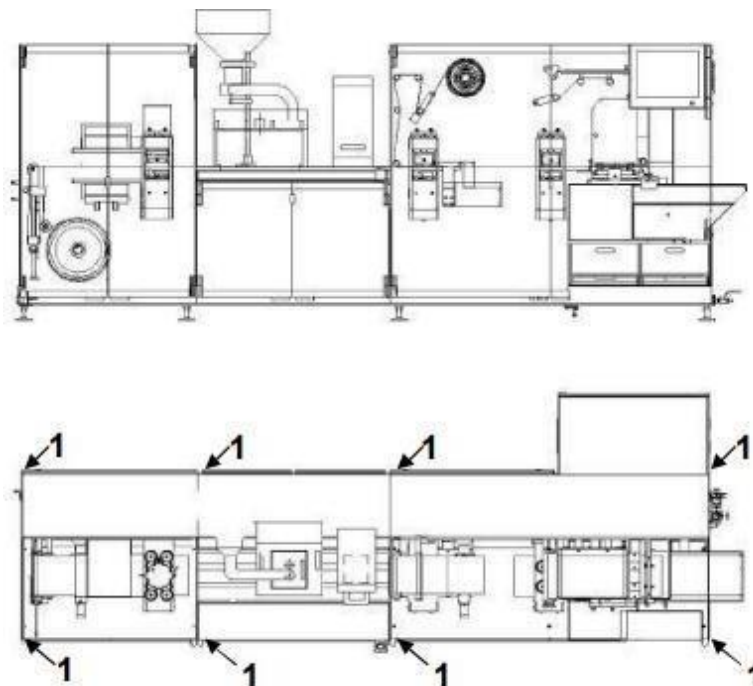
Subsistemas	Artículo Función	Requerimiento	Modo de falla Potencial	Efecto(s) Potencial (es)	Severidad	Clasificación	Causa(s) Potencial (es) de la Falla	Controles de prevención	Diseño Actual	RPN	Acciones Recomendadas	Responsabilidades y fechas meta de Terminación	Acciones Tomadas	Resultado de Acciones	Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR

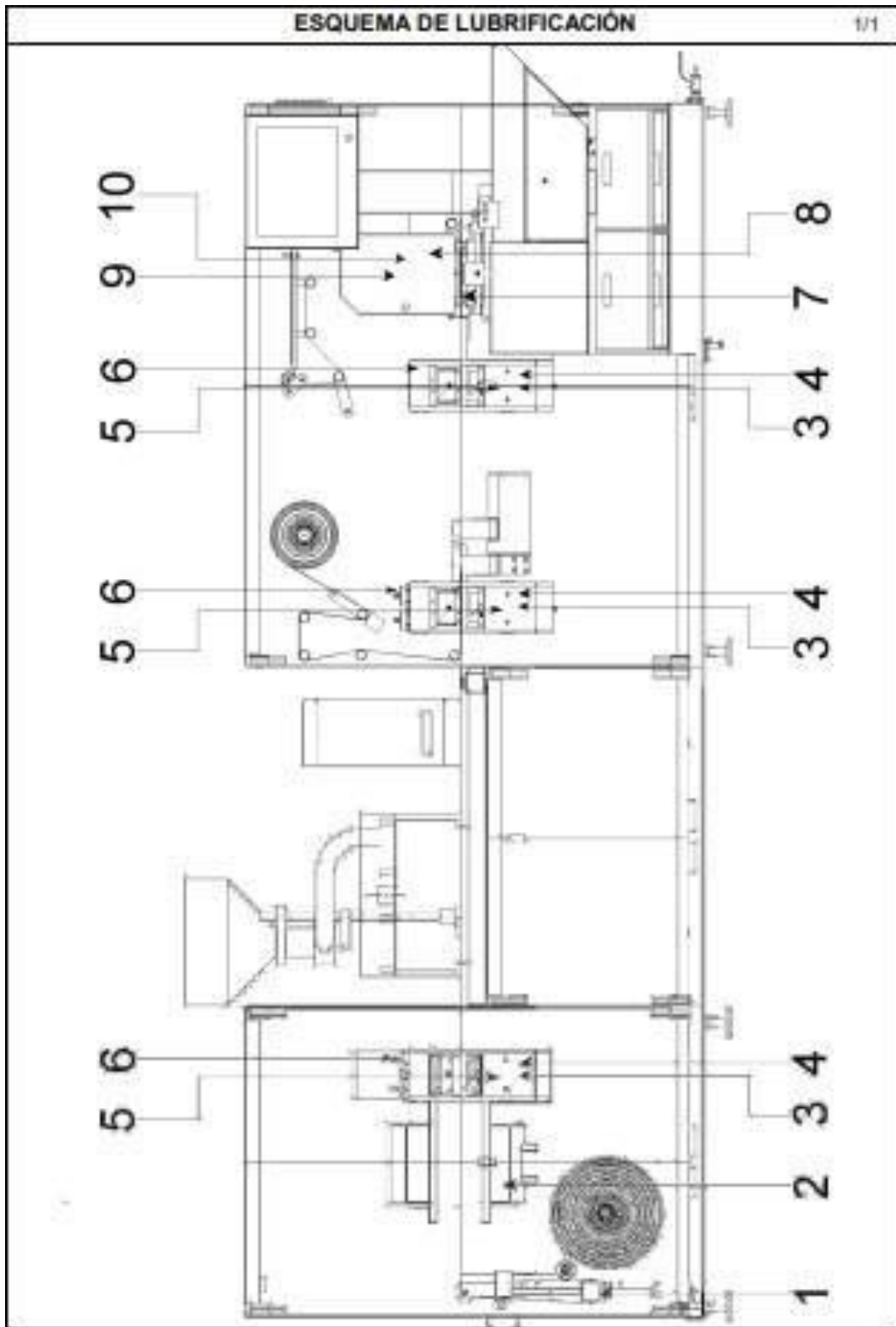
Otros anexos

Anexo 3 Blistera Fabrima

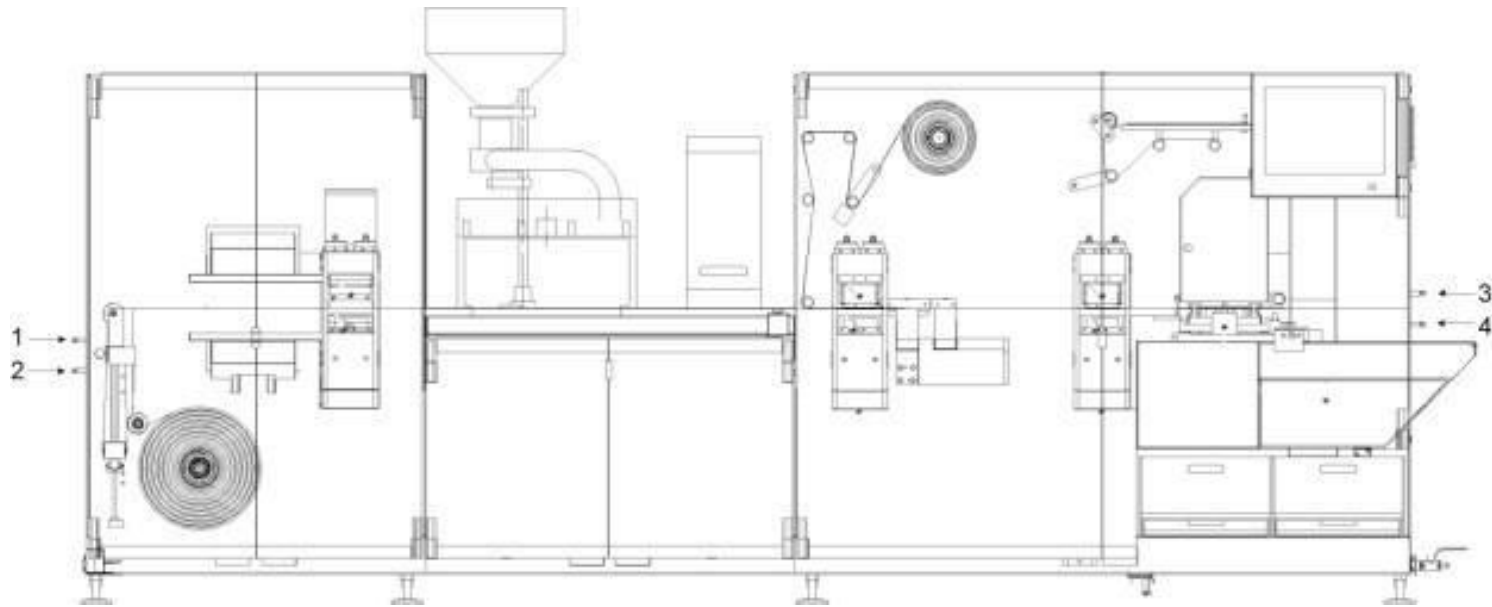


Anexo 4 Vistas de la Blistera Fabrima

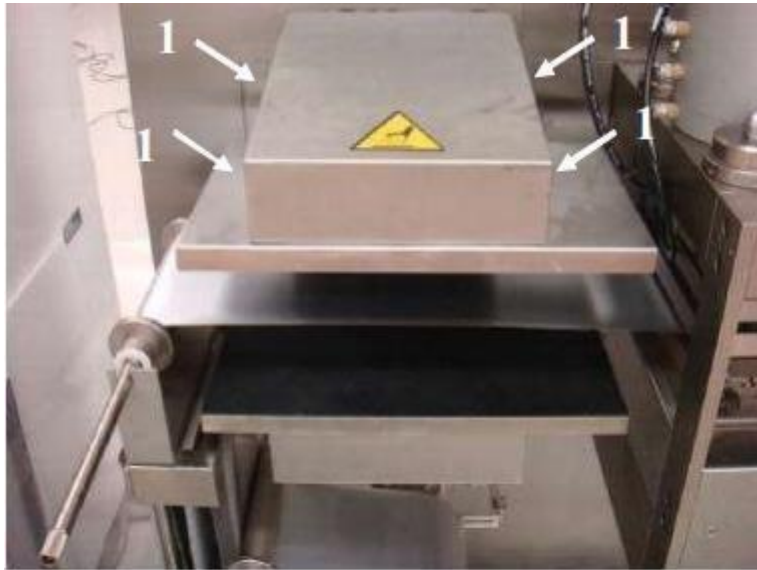




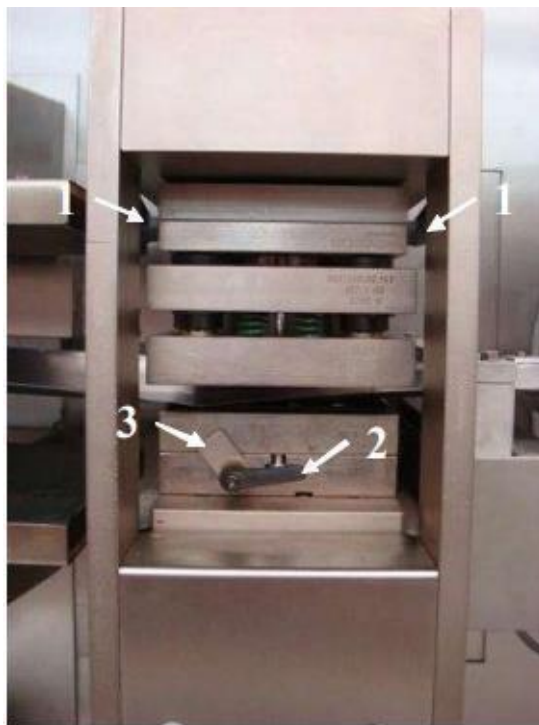
Anexo 6 Puntos de regulación de la Blistera Fabrima



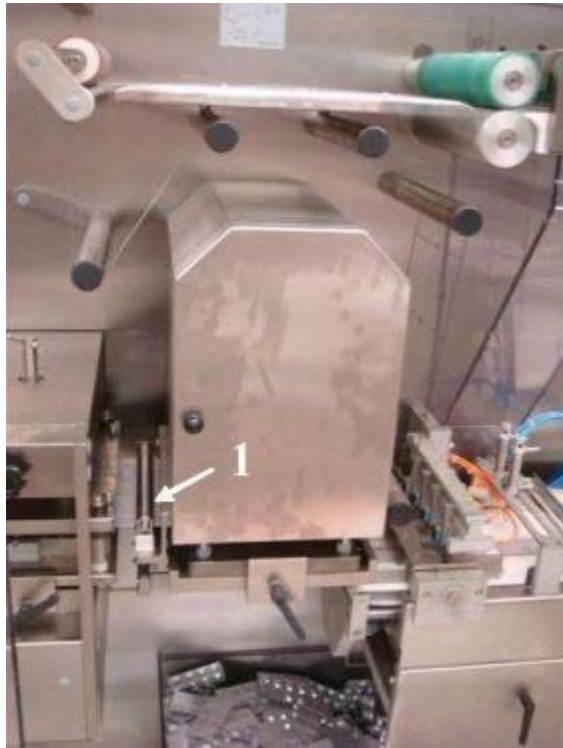
Anexo 7 Estación de calentamiento



Anexo 8 Estación de formado



Anexo 9 Estación de formado



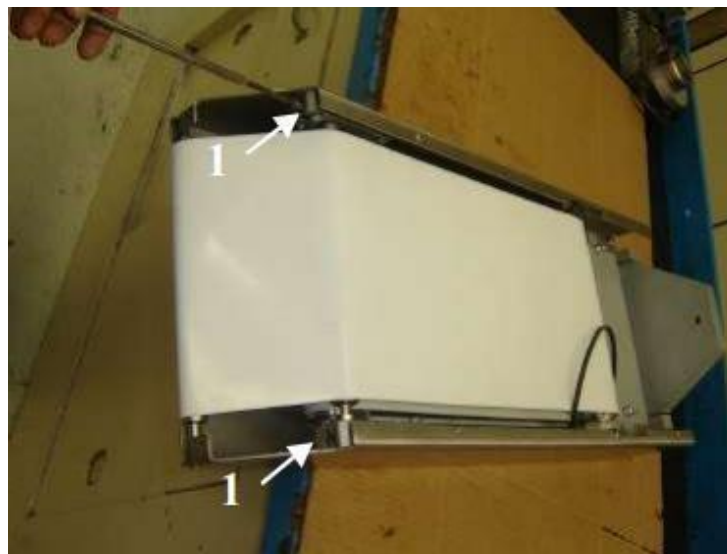
Anexo 10 Estación de sellado



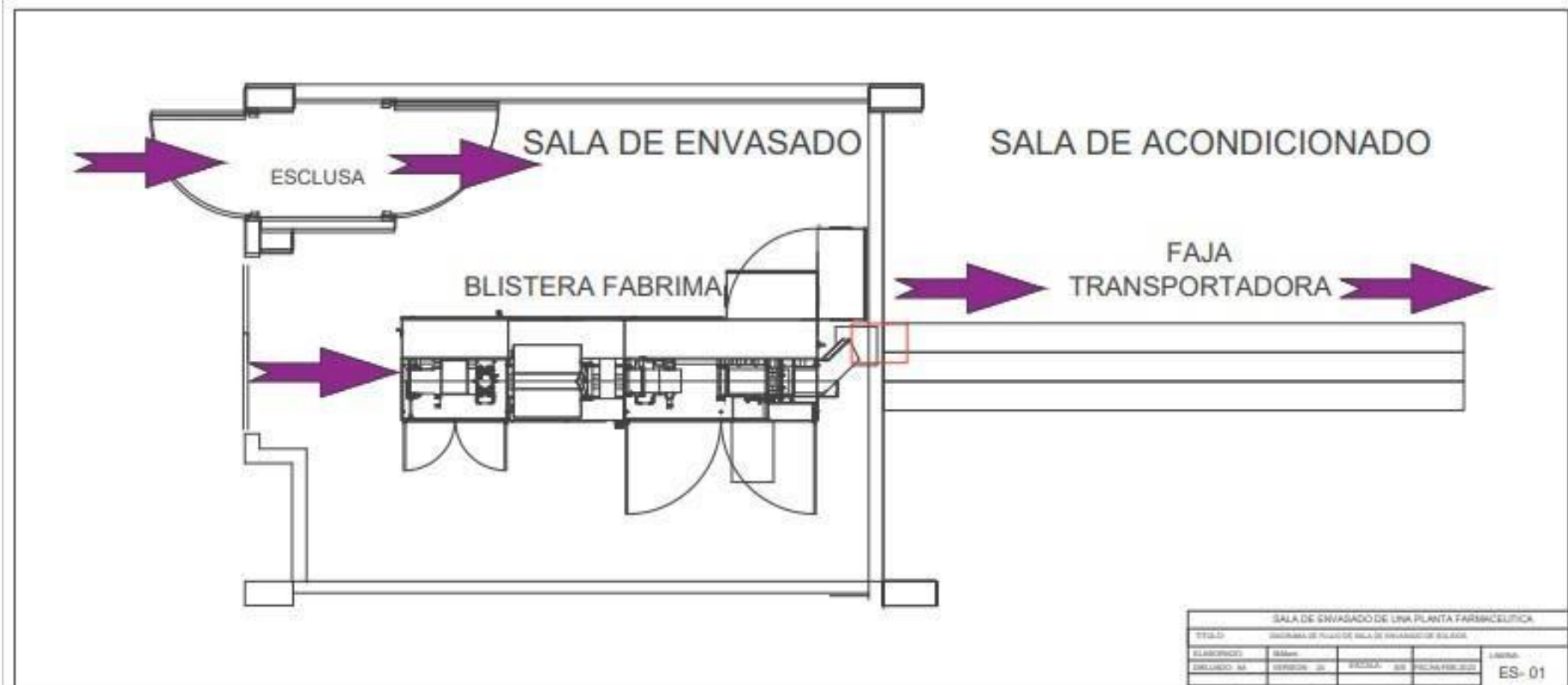
Anexo 11 Estación de precorte



Anexo 12 Faja transportadora



Anexo 13 Diagrama de flujo de la sala de envasado de solidos



Anexo 14 Formato de Mantenimiento Preventivo

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y MANTENIMIENTO	
INFORME DE MANTENIMIENTO	

ORDEN DE TRABAJO:	PREVENTIVO	CORRECTIVO	Fecha de Impresión:		
EQUIPO:					
FECHA DE PROGRAMACION		MARCA			
FECHA INICIO:	HORA: :	AREA:			
FECHA TERMINO:	HORA: :	MODELO:			
TECNICO	HORA INICIO	HORA TERMINO	TIEMPO PARCIAL	FECHA	FIRMA

SISTEMA	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	ACCIONES					
ESTACION DE FORMADO	Revisión estación de calentamiento	90	I	L	U	A	D	()
	Revisión motorreductor	90	I	L	U	A	D	()
	Revisión de Encoder	90	I	L	U	A	D	()
	Revisión leva de presión	90	I	L	U	A	D	()
	Revisión de amortiguador	90	I	L	U	A	D	()
CAMARA DE VISION	Revisión de cámara	90	I	L	U	A	D	()
	Revisión de iluminación	90	I	L	U	A	D	()
ESTACION DE SELLADO	Revisión zona de calentamiento	90	I	L	U	A	D	()
	Revisión de motorreductor	90	I	L	U	A	D	()
	Revisión de Encoder	90	I	L	U	A	D	()
	Revisión leva de presión	90	I	L	U	A	D	()
	Revisión de amortiguador	90	I	L	U	A	D	()
PINZA DE ARRASTRE	Revisión de servomotor	90	I	L	U	A	D	()
	Revisión sistema neumático	90	I	L	U	A	D	()
ESTACION DE CORTE	Revisión de motorreductor	90	I	L	U	A	D	()
	Revisión cuchillas de corte	90	I	L	U	A	D	()
	Revisión leva de presión	90	I	L	U	A	D	()

	Revisión de amortiguador	90	I	L	U	A	D	()
FAJA DE TRANSPORTE	Revisión de banda transportadora	90	I	L	U	A	D	()
	Revisión sistema de rodillos	90	I	L	U	A	D	()
TABLERO ELECTRICO	Revisión de Servodrive	90	I	L	U	A	D	()
	Revisión de variador de frecuencia	90	I	L	U	A	D	()
	Revisión de HMI	90	I	L	U	A	D	()
	Revisión de Contactores	90	I	L	U	A	D	()
CHILLER	Revisión de Transportador de agua	90	I	L	U	A	D	()
	Revisión de unidad condensadora	90	I	L	U	A	D	()
SUMINISTRO ELECTRICO	Revisión de UPS	90	I	L	U	A	D	()
	Revisión de transformador	90	I	L	U	A	D	()

I (Inspección)

L (Limpieza)

U (Lubricación)

A (Ajuste)

D (Desmontaje/Cambio)

OBSERVACIONES:

REVISADO:

APROBADO:

Anexo 15 Formato de Mantenimiento Predictivo

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y						
MANTENIMIENTO						
ORDEN DE TRABAJO	MANTENIMIENTO PREDICTIVO			MARCAR CON UNA X		
		FECHA DE SOLICITUD:		PRIORIDAD	ALTA	
		FECHA DE EJECUCION:			MEDIA	
		SOLICITADO POR:			BAJA	
EQUIPO			S/N			
FABRICANTE			MODELO			
SECCION			UBICACIÓN			
FECHA	DIA/MES/AÑO					
TECNICO		CODIGO				
	TURNO	MAÑANA	TARDE	NOCHE		
LINEA DE ENVASADO						
No	PROCEDIMIENTO			TEMP.	FIRMA SUP.	
1	MOTREDUCTOR ESTACION DE FORMADO					
2	MOTREDUCTOR ESTACION DE SELLADO					
3	MOTREDUCTOR ESTACION DE CORTE					
4	SERVODRIVE TABLERO ELECTRICO					
5	VARIADOR DE FRECUENCIA TABLERO ELECTRICO					
6	CONTACTORES TABLERO ELECTRICO					
7						
8						
	FIRMAS			COD		
FIRMA TECNICO						
FIRMA SUPERVISOR						
	HORA INICIO.		HORA TERM.			

Anexo 16 Formato de mantenimiento Autónomo

	FORMATO DE MANTENIMIENTO AUTONOMO
--	--

AÑO:

	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">DATOS DEL EQUIPO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>No.de máquina</td><td></td></tr> <tr><td>Nom. máquina</td><td></td></tr> <tr><td>Sistema de soporte</td><td></td></tr> <tr><td>Marca</td><td></td></tr> <tr><td>Modelo</td><td></td></tr> <tr><td>No.de serie</td><td></td></tr> <tr><td>No.de activo fijo</td><td></td></tr> <tr><td>Fecha de manuf.</td><td></td></tr> <tr><td>Capacidad</td><td></td></tr> <tr><td>Localización</td><td></td></tr> <tr><td>Fecha de elabora.</td><td></td></tr> <tr><td>Responsable</td><td></td></tr> <tr><td>Facilitador</td><td></td></tr> <tr><td>Ultima revisión</td><td></td></tr> <tr><td>Hoja (x/y)</td><td></td></tr> </tbody> </table>	DATOS DEL EQUIPO		No.de máquina		Nom. máquina		Sistema de soporte		Marca		Modelo		No.de serie		No.de activo fijo		Fecha de manuf.		Capacidad		Localización		Fecha de elabora.		Responsable		Facilitador		Ultima revisión		Hoja (x/y)	
DATOS DEL EQUIPO																																	
No.de máquina																																	
Nom. máquina																																	
Sistema de soporte																																	
Marca																																	
Modelo																																	
No.de serie																																	
No.de activo fijo																																	
Fecha de manuf.																																	
Capacidad																																	
Localización																																	
Fecha de elabora.																																	
Responsable																																	
Facilitador																																	
Ultima revisión																																	
Hoja (x/y)																																	

Mantenimiento Autónomo

ITEM	PARTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA
1	PANTALLA DEL PUESTO DE MANDO	Limpie con un paño húmedo con agua y jabón neutro.	DIARIO
2	PROTECCIONES ACRÍLICAS /POLICARBONATO / LEXAN	Limpie con agua y jabón neutro, seque con paño o esponja suave. Nunca refriegue pues es altamente sensible a rayados.	DIARIO
3	MATERIALES EN ALUMINIO	Limpie con agua y jabón neutro.	DIARIO
4	VENTOSAS	Limpie con alcohol.	DIARIO
5	PIEZAS EN CONTACTO CON EL PRODUCTO	Lave las piezas con agua tibia y jabón hasta eliminar los residuos.	DIARIO
6	AREAS CALIENTES (Ej.: Dientes, herramientas de formación /	Limpie la superficie con cepillo metálico.	DIARIO
7	MATERIALES EN ACERO INOXIDABLE	Limpie con agua y jabón neutro o alcohol.	DIARIO
8	PARTES PINTADAS	Limpie con agua y jabón neutro, seque con paño.	DIARIO
9	CORREAS O FAJAS	Limpie con agua y jabón neutro o detergente solvente.	DIARIO
10	PIEZAS CON NIQUEL QUÍMICO	Limpie con agua y jabón neutro, seque con paño.	DIARIO
11	CADENAS / ENGRANAJES / HUSOS / ETC.	Limpie con desengrasante (no recomendamos gasolina, queroseno o similares). Lubrique conforme ítem 1.4.3	DIARIO
12			
13			
14			

REVISADO _____

APROBADO _____

Anexo 17 Acta de capacitación

INGENIERIA Y MANTENIMIENTO		ACTA DE CAPACITACION Y ENTRENAMIENTO		
Código:	Versión: 001	Fecha de emisión:	Pág. 2 de 2	
Nombre del expositor:	Fecha de la capacitación:	Acta No:		
	Lugar:	Duración:		
Tema de la capacitación:				
DNI	NOMBRES Y APELLIDOS	AREA	FIRMA	OBS.

Base de datos

Mes: Enero 2022					
Sistema	Subsistema	Fecha	HoraInicio	HoraFinal	Descripción
Estación de Formado	Calentamiento	2022.01.03	07:30	08:30	No sube la temperatura
		2022.01.10	08:00	10:00	Sonido extraño en el motorreductor
	Motorreductor	2022.01.19	10:30	12:30	No hay transmisión de movimiento
		2022.01.18	14:10	15:10	El Encoder no envía señal
	Leva de presión	2022.01.15	09:00	11:00	La leva no gira
		2022.01.27	20:00	22:00	Pernos rotos
	Muelles de presión	2022.01.07	08:30	10:30	Sonido extraño en los muelles
		2022.01.17	00:00	02:00	Muelles rotos
	Formatos	2022.01.05	10:00	12:00	No forman los nidos
		2022.01.08	09:30	11:30	Formatos desalineados
		2022.01.11	22:00	00:00	Nidos arrugados
		2022.01.15	08:00	10:00	Nidos chancados
		2022.01.19	10:00	12:00	Nidos quemados
		2022.01.21	15:00	17:00	Formato obstruido
		2022.01.26	21:00	23:00	Conector neumático roto
Sistema de visión	Cámara	2022.01.31	03:00	05:00	Falta de aire de formado
		2022.01.08	16:00	17:00	Cámara descalibrada
Estación de sellado	Iluminación	2022.01.09	08:30	09:30	Cámara no enciende
		2022.01.10	15:00	16:00	Iluminación no enciende
	Motorreductor	2022.01.12	07:30	09:30	Sonido extraño en el motorreductor
		2022.01.26	10:30	12:30	No hay transmisión de movimiento
	Encoder	2022.01.15	11:30	12:30	Falso contacto en el conector
		2022.01.09	12:30	14:30	La leva no gira
	Leva de presión	2022.01.19	17:00	19:00	Pernos rotos
		2022.01.13	16:30	18:30	Sonido extraño en los muelles
	Muelles de presión	2022.01.28	07:30	09:30	Muelles rotos
		2022.01.03	12:00	14:00	No sellan los blister
	Formatos	2022.01.08	00:00	02:00	Formatos desalineados
		2022.01.12	14:00	16:00	Aluminio arrugado
		2022.01.17	09:30	11:30	No se nota el moleteado
		2022.01.21	07:30	09:30	Blisters quemados
		2022.01.24	17:00	19:00	Formato obstruido
2022.01.26		20:30	22:30	Conector neumático roto	
2022.01.30		14:00	16:00	Falta de aire de formado	
Pinza de arrastre	Servomotor	2022.01.16	21:00	22:00	No se activa el servomotor
	Sistema neumático	2022.01.09	21:30	22:30	Manguera con fuga de aire
		2022.01.17	13:30	14:30	Conector dañado
Estación de precorte	Motorreductor	2022.01.24	08:30	09:30	Presión de aire bajo
		2022.01.10	20:00	22:00	Sonido extraño en el motorreductor
		2022.01.17	22:00	00:00	No hay transmisión de movimiento
	Cuchillas de corte	2022.01.23	14:00	16:00	Cadena rota
		2022.01.05	23:00	00:00	Dados sin filo
		2022.01.12	23:00	01:00	Esparrago de base robado
	Leva de presión	2022.01.24	20:00	22:00	Rodamientos dañados
		2022.01.05	07:30	09:30	Leva trabada no gira
		2022.01.14	16:00	18:00	Rodamientos gastados
		2022.01.21	21:30	23:30	Perno roto
Muelles de presión	2022.01.04	07:30	09:30	Rodamientos dañados	
	2022.01.10	01:00	03:00	Falta de lubricación de rodamientos	
	2022.01.16	07:30	09:30	Muelles rotos	
Estación de corte	Motorreductor	2022.01.04	13:30	15:30	No funciona el motorreductor
		2022.01.11	10:30	12:30	Motor frenado
	Sistema neumático	2022.01.06	08:00	09:30	Manguera con fuga de aire
		2022.01.14	10:00	11:30	Conector neumático roto
		2022.01.21	07:30	09:00	Regulador dañado
	Resortes de presión	2022.01.13	21:00	23:00	Resorte roto
2022.01.23		08:00	10:00	Resorte frenado	
Faja de transporte	Banda transportadora	2022.01.11	15:30	17:30	Banda transportadora no enciende
		2022.01.22	21:00	23:00	Banda rota
	Sistema de rodillos	2022.01.07	21:00	23:00	Rodamientos dañados
		2022.01.16	14:00	16:00	Polines frenados
		2022.01.27	12:00	14:00	Polines desalineados
Tablero Eléctrico	Servodrivres	2022.01.05	13:30	14:30	Servodrivres bloqueado
		2022.01.22	08:00	10:00	No hay comunicación con el servomotor
	Variadores de frecuencia	2022.01.16	15:00	16:00	Variador sin comunicación
		2022.01.23	21:00	22:00	Variador no enciende
	HMI	2022.01.30	07:30	08:30	HMI no carga el programa
	Contactores	2022.01.14	20:00	21:00	Contacto dañado freno de sellado
2022.01.29		07:30	08:30	Contacto dañado freno de formado	
Chiller	Ductos	2022.01.18	07:40	08:40	Mangueras obstruidas
		2022.01.28	14:00	15:00	Formatos obstruidos
	Sistema de refrigeración	2022.01.09	13:00	14:00	Condensador bloqueado
		2022.01.29	16:00	17:00	Temperatura alta 15°C
Sistema Eléctrico	UPS	2022.01.26	01:00	02:00	UPS bloqueado
	Transformador	2022.01.18	21:15	22:15	No llega el voltaje de 380V
		2022.01.31	07:30	08:30	Transformado Sucio

Mes: Febrero 2022						
Sistema	Subsistema	Fecha	Hora Inicio	Hora Final	Descripción	
Estación de Formado	Calentamiento	2022.02.04	07:30	08:30	No cierra la plancha de calentamiento	
		2022.02.09	08:00	10:00	Pernos rotos	
		Motorreductor	2022.02.01	07:30	09:30	Piñón de cadena suelto
	2022.02.19		10:30	12:30	Piñón suelto	
	Encoder	2022.02.15	14:10	15:10	Falso contacto en el conector	
	Leva de presión	2022.02.13	09:00	11:00	Rodamiento desgastado	
		2022.02.17	20:00	22:00	Falta de lubricación de leva	
	Muelles de presión	2022.02.27	08:30	10:30	Excesiva presión en los muelles	
		2022.02.07	00:00	02:00	Muelles planos	
	Formatos	2022.02.05	10:00	12:00	Nidos chancados	
		2022.02.18	09:30	11:30	Conector de cobre roto	
		2022.02.21	22:00	00:00	Nidos deformados	
		2022.02.13	12:00	14:00	Nidos desalineados	
		2022.02.19	10:00	12:00	Nidos quemados	
		2022.02.11	15:00	17:00	Presión de aire bajo	
		2022.02.17	08:00	10:00	Plancha de enfriamiento presenta fuga de agua	
		2022.02.12	21:00	23:00	Conector neumático roto	
2022.02.21		03:00	05:00	Falta de aire de formado		
Sistema de visión	Cámara	2022.02.18	16:00	17:00	Cámara desalineada	
		2022.02.28	08:30	09:30	No hay imagen	
	Iluminación	2022.02.04	15:00	16:00	Iluminación baja	
Estación de sellado	Motorreductor	2022.02.22	07:30	09:30	Rodamiento gastado	
		2022.02.13	20:00	22:00	Chaveta de piñón suelta	
		2022.02.16	10:30	12:30	Piñón suelto	
	Encoder	2022.02.04	11:30	12:30	Cable suelto de Encoder	
		2022.02.28	12:30	14:30	Pernos sueltos	
	Leva de presión	2022.02.09	17:00	19:00	Rodamiento desgastado	
		2022.02.22	17:30	19:30	Falta de lubricación	
	Muelles de presión	2022.02.08	07:30	09:30	Muelles descalibrados	
		2022.02.23	22:00	00:00	Lote desalineado	
	Formatos	2022.02.18	00:00	02:00	Blister chancado	
		2022.02.22	14:00	16:00	Fuga de agua plancha de sellado	
		2022.02.07	09:30	11:30	Plancha inferior desalineado	
		2022.02.11	07:30	09:30	Conectores de cobre sueltos	
		2022.02.14	17:00	19:00	Base de formato con desgaste	
2022.02.16		20:30	22:30	Cinta de aluminio desalineado		
Pinza de arrastre	Servomotor	2022.02.04	21:00	22:00	Servomotor bloqueado	
		2022.02.20	21:30	22:30	Regulador dañado	
	Sistema neumático	2022.02.07	13:30	14:30	Manguera con fuga de aire	
		2022.02.14	08:30	09:30	Electroválvula no deja pasar aire	
		2022.02.09	20:00	22:00	Rodamiento dañado	
Estación de precorte	Motorreductor	2022.02.07	22:00	00:00	Perno roto	
		2022.02.03	14:00	16:00	Chaveta de piñón suelta	
		2022.02.25	23:00	00:00	Cuchilla rota	
	Cuchillas de corte	2022.02.14	20:00	22:00	Bloque desalineado	
		2022.02.25	07:30	09:30	Leva trabada no gira	
	Leva de presión	2022.02.11	21:30	23:30	Perno roto	
		Muelles de presión	2022.02.24	07:30	09:30	Rodamientos dañados
			2022.02.09	01:00	03:00	Falta de lubricación de rodamientos
2022.02.26	07:30	09:30	Muelles rotos			
Estación de corte	Motorreductor	2022.02.24	13:30	15:30	Motor bloqueado	
		2022.02.21	10:30	12:30	Piñón suelto	
	Sistema neumático	2022.02.02	08:00	09:30	Baja presión de aire	
		2022.02.24	10:00	11:30	Electroválvula no deja pasar aire	
		2022.02.11	07:30	09:00	Manguera con fuga de aire	
	Resortes de presión	2022.02.22	21:00	23:00	Resorte comprimido	
2022.02.03		08:00	10:00	Regulación de estación		
Faja de transporte	Banda transportadora	2022.02.21	15:30	17:30	Banda transportadora trabada	
		2022.02.06	21:00	23:00	Banda desalineada	
	Sistema de rodillos	2022.02.27	21:00	23:00	Rodillos frenados	
		2022.02.17	12:00	14:00	Rodillos frenados por los residuos	
Tablero Eléctrico	Servodrivres	2022.02.25	13:30	14:30	Servodrivres sin comunicación con el PLC	
		2022.02.06	08:00	10:00	Bloqueo por alarma de seguridad	
	Variadores de frecuencia	2022.02.26	15:00	16:00	Variador sin comunicación con el PLC	
		2022.02.03	21:00	22:00	Variador sin energía	
	HMI	2022.02.23	12:30	13:30	Disco dañado	
Contáctores	2022.02.24	20:00	21:00	Contacto dañado freno de precorte		
Chiller	Ductos	2022.02.15	07:40	08:40	Conectores rotos	
		2022.02.08	14:00	15:00	Mangueras con fisuras	
	Sistema de refrigeración	2022.02.28	13:00	14:00	Falta de energía eléctrica	
2022.02.10		16:00	17:00	Panel de chiller bloqueado		
Sistema Eléctrico	UPS	2022.02.16	01:00	02:00	Baterías dañadas	
		2022.02.15	21:15	22:15	Voltaje de entrada bajo	
	Transformador	2022.02.23	07:30	08:30	Falso contacto en los terminales	

Mes: Marzo 2022					
Sistema	Subsistema	Fecha	HoraInicio	HoraFinal	Descripción
Estación de Formado	Calentamiento	2022.03.01	07:30	08:30	Resistencia sulfatada
		2022.03.20	08:00	10:00	Chaveta desgastada
	Motorreductor	2022.03.09	10:30	12:30	Piñón desgastado
		2022.03.08	14:10	15:10	Acople desgastado
	Leva de presión	2022.03.05	09:00	11:00	Leva trabada no gira
		2023.03.06	14:00	16:00	Pernos sueltos
		2022.03.07	20:00	22:00	Eje desgastado
	Muelles de presión	2022.03.17	08:30	10:30	Pernos sueltos
		2023.03.25	15:00	17:00	Postes descalibrados
		2022.03.27	00:00	02:00	Muelles rotos
	Formatos	2022.03.15	10:00	12:00	Falta de aire de formado
		2022.03.18	09:30	11:30	Formatos desalineados
		2022.03.21	22:00	00:00	Filtración de agua por la plancha
		2022.03.05	08:00	10:00	Nidos con agujeros
		2022.03.09	10:00	12:00	Regulador de aire dañado
2022.03.10		15:00	17:00	Formato obstruido	
2022.03.01		03:00	05:00	Nidos arrugados	
Sistema de visión	Cámara	2022.03.18	16:00	17:00	Cámara desconectada
	Iluminación	2022.03.20	15:00	16:00	Led quemado
Estación de sellado	Motorreductor	2022.03.22	07:30	09:30	Chaveta desgastada
		2022.03.23	10:00	12:00	Corona presenta desgaste mecánico
	Encoder	2022.03.16	10:30	12:30	Prisionero roto
		2022.03.28	09:00	10:00	Conector dañado
	Leva de presión	2022.03.05	11:30	12:30	Eje desalineado
		2022.03.19	12:30	14:30	Leva trabada no gira
	Muelles de presión	2022.03.09	17:00	19:00	Eje suelto
		2022.03.03	16:30	18:30	Exceso de presión en los muelles
	Formatos	2022.03.31	07:30	09:30	Pernos con rosca robada
		2022.03.29	12:00	14:00	Filtración de blíster
		2022.03.18	00:00	02:00	Formatos desalineados
		2022.03.22	14:00	16:00	Falta de temperatura en la plancha de sellado
		2022.03.27	09:30	11:30	Sensor de temperatura suelto
		2022.03.11	07:30	09:30	Blíster con tabletas dañadas
		2022.03.14	17:00	19:00	Conector de cobre suelto
Pinza de arrastre	Servomotor	2022.03.16	20:30	22:30	Esparrago de formato robado
		2022.01.30	14:00	16:00	Falta de presión en el sellado
	Sistema neumático	2022.03.25	09:00	10:00	Conector sulfatado
Estación de precorte	Motorreductor	2022.03.26	21:00	22:00	No se activa el servomotor
		2022.03.19	21:30	22:30	Silenciador obstruido
	Cuchillas de corte	2022.03.14	08:30	09:30	Bobina sin energía eléctrica
		2022.03.20	20:00	22:00	Piñón desgastado
		2022.03.13	14:00	16:00	Chaveta con juego
	Leva de presión	2022.03.15	23:00	00:00	Dado formato 114 flojo
		2022.03.22	23:00	01:00	Esparrago roto
		2022.03.14	20:00	22:00	Rosca de soporte dañado
	Muelles de presión	2022.03.15	07:30	09:30	Rodamiento trabado
2022.03.24		16:00	18:00	Pernos sueltos	
2022.03.11		21:30	23:30	Leva produce vibración	
Estación de corte	Motorreductor	2022.03.02	07:30	09:30	Excesiva presión de postes
		2023.03.20	01:00	03:00	Postes desalineados
	2022.03.26	07:30	09:30	Muelles descalibrados	
Faja de transporte	Motorreductor	2022.03.02	13:30	15:30	Piñón suelto
		2022.03.21	10:30	12:30	Chaveta con juego
	Sistema neumático	2022.03.30	08:00	09:30	Silenciador obstruido
		2022.03.24	10:00	11:30	Regulador no controla el flujo de aire
	Resortes de presión	2022.03.11	07:30	09:00	Bobina abierta de electroválvula
2022.03.03		21:00	23:00	Resorte desalineado	
Tablero Eléctrico	Banda transportadora	2022.03.06	08:00	10:00	base de resorte con desgaste
		2022.03.21	15:30	17:30	Banda transportadora produce vibración
	Sistema de rodillos	2022.03.12	21:00	23:00	Guiador suelto
		2022.03.17	21:00	23:00	Rodillos desgastados
	Servodrivers	2022.03.07	12:00	14:00	Rodillos desalineados
		2022.03.15	13:30	14:30	Cable de control sulfatado
Variadores de frecuencia	2022.03.12	08:00	10:00	Falso contacto en los conectores	
	2022.03.26	15:00	16:00	Borneras sulfatadas	
	2022.03.13	21:00	22:00	Interruptor bloqueado	
	2022.03.10	07:30	08:30	Software no responde	
Contactores	2022.03.24	20:00	21:00	Contacto de banda sulfatado	
	2022.03.04	07:30	08:30	Relé de protección activado por sobrecarga (Banda)	
Chiller	Ductos	2022.03.08	07:40	08:40	Mangueras obstruidas
		2022.03.31	14:00	15:00	Conectores obstruidos
	Sistema de refrigeración	2022.03.19	13:00	14:00	Presostato de alta dañado
2022.03.04		16:00	17:00	Sensor de temperatura suelto	
Sistema Eléctrico	UPS	2022.03.16	01:00	02:00	UPS modo bypass
		2022.03.08	21:15	22:15	Voltaje bajo
	Transformador	2022.03.01	07:30	08:30	Interruptor bloqueado

Mes: Abril 2022					
Sistema	Subsistema	Fecha	Hora Inicio	Hora Final	Descripción
Estación de Formado	Calentamiento	2022.04.01	07:30	08:30	Sensor bloqueado
		2022.04.10	08:00	10:00	Corona presenta desgaste
	Motorreductor	2022.04.19	10:30	12:30	Fuga de aceite
		2022.04.18	14:10	15:10	Base del enconder suelto
	Leva de presión	2022.04.15	09:00	11:00	Pernos robados
		2022.04.27	20:00	22:00	Chaveta desgastada
	Muelles de presión	2022.04.07	08:30	10:30	Pernos con las roscas dañadas
		2022.04.17	00:00	02:00	Muelles descalibrados
	Formatos	2022.04.05	10:00	12:00	Filtración de agua por el conector de cobre
		2022.04.08	09:30	11:30	Guiador de formato inferior gastado
		2022.04.11	22:00	00:00	Formatos desalineados
		2022.04.15	08:00	10:00	Nidos chancados
		2022.04.19	10:00	12:00	Alveolos deformados
		2022.04.21	15:00	17:00	Formato obstruido
2022.04.26		21:00	23:00	Regulador de aire roto	
2022.04.04	03:00	05:00	Falta de aire de formado		
Sistema de visión	Cámara	2022.04.08	16:00	17:00	Software no reconoce la imagen
	Iluminación	2022.04.10	15:00	16:00	No hay energía en la iluminación
Estación de sellado	Motorreductor	2022.04.02	07:30	09:30	Chaveta suelta
		2022.04.12	10:15	12:15	Freno trabado
		2022.04.20	14:00	16:00	Resorte de freno roto
		2022.04.26	10:30	12:30	Motor frenado
	Encoder	2022.04.15	11:30	12:30	Acople roto
		2022.04.09	12:30	14:30	Chaveta desgastada
	Leva de presión	2022.04.19	17:00	19:00	Seguro segar roto
		2022.04.13	16:30	18:30	Muelles desnivelados
	Muelles de presión	2022.04.28	07:30	09:30	Muelles desgastados están planos
		2022.04.03	12:00	14:00	Formato de Naproxeno con desgaste
	Formatos	2022.04.08	00:00	02:00	Blíster chancado
		2022.04.12	14:00	16:00	Fuga de agua plancha de sellado
		2022.04.17	09:30	11:30	Plancha superior desalineado
		2022.04.21	07:30	09:30	Conectores de cobre sueltos
		2022.04.24	17:00	19:00	Base de formato superior con desgaste
		2022.04.26	20:30	22:30	Cinta de pvdc desalineado
		2022.04.30	14:00	16:00	Blíster con arrugas
	Pinza de arrastre	Servomotor	2022.04.16	21:00	22:00
Sistema neumático		2022.04.09	21:30	22:30	Piñón desalineado
		2022.04.24	08:30	09:30	Cadena rota
Estación de precorte	Motorreductor	2022.04.10	20:00	22:00	Dados sin filo formato 119
		2022.04.17	22:00	00:00	No hay transmisión de movimiento
		2022.04.23	14:00	16:00	Cadena rota
	Cuchillas de corte	2022.04.05	23:00	00:00	Cuchillas sin filo formato 107
		2022.04.24	20:00	22:00	Cuchillas desalineadas
	Leva de presión	2022.04.05	07:30	09:30	Reten desgastado
		2022.04.14	16:00	18:00	Eje desalineado
		2022.04.21	21:30	23:30	Seguro segar roto
	Muelles de presión	2022.04.04	07:30	09:30	Falta de lubricación de rodamientos
2022.04.10		01:00	03:00	Muelles comprimidos	
2022.04.16		07:30	09:30	Cambio de pernos de regulación	
Estación de corte	Motorreductor	2022.04.04	13:30	15:30	Condensador suelto
		2022.04.11	10:30	12:30	Freno no activo
	Sistema neumático	2022.04.06	08:00	09:30	Mangueras obstruidas
		2022.04.14	10:00	11:30	Conector neumático roto
	Resortes de presión	2022.04.21	07:30	09:00	Pistón con fuga de aire
		2022.04.13	21:00	23:00	Resorte vencido
2022.04.23	08:00	10:00	Eje de resorte suelto		
Faja de transporte	Banda transportadora	2022.04.11	15:30	17:30	Templador de banda suelta
		2022.04.02	14:00	16:00	Polín frenado
	Sistema de rodillos	2022.04.22	21:00	23:00	Motor con desgaste de rodamientos
		2022.04.07	21:00	23:00	Rodamientos obstruidos
		2022.04.27	12:00	14:00	Eje desgastado
Tablero Eléctrico	Servodrivers	2022.04.05	13:30	14:30	Servodrivers desconfigurado
		2022.04.22	08:00	10:00	Falta de energía eléctrica
	Variadores de frecuencia	2022.04.16	15:00	16:00	Variador bloqueado por sobrecarga
		2022.04.23	21:00	22:00	Rampa de aceleración muy corta
	HMI	2022.04.30	07:30	08:30	Se cuelga el programa
2022.04.14		20:00	21:00	Contacto sistema de visión dañado	
Contactores	2022.04.29	07:30	08:30	Contacto bloqueado por sobrecarga freno de sellado	
	2022.04.18	07:40	08:40	Válvula de alivio dañada	
Chiller	Ductos	2022.04.28	14:00	15:00	Tubos rotos por exceso de presión
		2022.04.09	13:00	14:00	Sensor de flujo dañado
	Sistema de refrigeración	2022.04.29	16:00	17:00	Condensador escarchado
Sistema Eléctrico	UPS	2022.04.26	01:00	02:00	UPS bloqueado
	Transformador	2022.04.18	21:15	22:15	Interruptor sulfatado
		2022.04.25	07:30	08:30	Terminales sulfatados

Mes: Mayo 2022					
Sistema	Subsistema	Fecha	HoraInicio	HoraFinal	Descripción
Estación de Formado	Calentamiento	2022.05.02	07:30	08:30	Resistencia desconectada
	Motorreductor	2022.05.09	10:30	12:30	Rodamientos desgastados
		2022.05.20	08:00	10:00	Freno suelto
	Encoder	2022.05.08	14:10	15:10	Encoder desalineado
	Leva de presión	2022.05.05	09:00	11:00	Pernos sueltos
		2022.05.13	08:00	10:00	Rodamiento trabado
	Muelles de presión	2022.05.27	20:00	22:00	Pernos rotos
		2022.05.17	08:30	10:30	Presión dispareja
	Formatos	2023.05.25	00:00	02:00	Falta de lubricación de los muelles
		2022.05.05	08:00	10:00	Formato superior presenta desgaste
		2022.05.09	10:00	12:00	Formatos desalineados
		2022.05.12	15:00	17:00	Formato inferior presenta desgaste
		2022.05.15	10:00	12:00	Alveolos quemados
		2022.05.18	09:30	11:30	Alveolos deformados
		2022.05.21	22:00	00:00	Formato obstruido
		2022.05.27	09:30	11:30	Conectores de cobre con la rosca robada
		2022.05.30	03:00	05:00	Plancha de calentamiento con el pin roto
Sistema de visión		Cámara	2022.05.18	16:00	17:00
	Iluminación	2022.05.20	15:00	16:00	Regulación de soporte
Estación de sellado	Motorreductor	2022.05.13	15:00	17:00	Perno roto
		2022.05.18	02:00	04:00	Fuga de aceite
		2022.05.23	10:15	12:15	Soporte de motor suelto
		2022.05.26	10:30	12:30	Motor no enciende
	Encoder	2022.05.28	11:30	12:30	Base suelta de Encoder
	Leva de presión	2022.05.07	08:30	10:30	Perno suelto
		2023.05.19	08:00	10:00	Exceso de presión en los muelles
		2023.03.23	15:10	17:10	Falta de lubricación de postes
	Muelles de presión	2023.05.29	17:00	19:00	Muelles rotos
		2022.05.03	16:30	18:30	Pernos sueltos
		2022.05.11	13:50	15:50	Regulación de muelles
	Formatos	2022.05.17	14:15	16:15	Postes desalineados
		2022.05.31	07:30	09:30	Muelles rotos
		2022.05.03	12:00	14:00	Formato superior presenta desgaste
		2022.05.11	07:30	09:30	Formatos desalineados
		2022.05.14	17:00	19:00	Formato inferior presenta desgaste
		2022.05.16	20:30	22:30	Blister quemados
		2022.05.18	00:00	02:00	Blister deformados
		2022.05.22	14:00	16:00	Formato obstruido
	Pinza de arrastre	Servomotor	2022.05.25	21:00	22:00
Sistema neumático		2022.05.14	08:30	09:30	Soporte de pistón frenado
Estación de precorte	Motorreductor	2022.05.19	21:30	22:30	Cable de conector abierto
		2022.05.13	14:00	16:00	Sonido extraño en el motorreductor
	Cuchillas de corte	2022.05.20	20:00	22:00	Cadena rota
		2022.05.07	23:00	00:00	Base de precorte descalibrado
		2022.05.14	20:00	22:00	Esparrago de base robado
	Leva de presión	2022.05.22	23:00	01:00	Rodamientos trabados
		2022.05.11	21:30	23:30	Piñón suelto
		2022.05.24	07:30	09:30	Cadena estirada con juego
	Muelles de presión	2022.05.24	16:00	18:00	Pasador roto
		2022.05.02	07:30	09:30	Calibración de postes
2022.05.20		01:00	03:00	Rectificado de rosas de postes	
2022.05.26		07:30	09:30	Seguro segar suelto	
Estación de corte	Motorreductor	2022.05.02	13:30	15:30	Cadena con juego
		2022.05.21	10:30	12:30	Pasador de cadena rota
	Sistema neumático	2022.05.24	07:30	09:00	Electroválvula obstruida
		2022.05.30	08:00	09:30	Regulador dañado
Resortes de presión	2022.05.03	21:00	23:00	Resorte oxidados	
	2022.05.06	08:00	10:00	Resorte con fisuras	
Faja de transporte	Banda transportadora	2022.05.12	21:00	23:00	Perno de templador roto
		2022.05.21	15:30	17:30	Chaveta de acople con desgaste
	Sistema de rodillos	2022.05.07	12:00	14:00	Rodamientos dañados
		2022.05.17	21:00	23:00	Polines desalineados
Tablero Eléctrico	Servodrivres	2022.05.15	13:30	14:30	Interruptor bloqueado
	Variadores de frecuencia	2022.05.26	15:00	16:00	Variador desconfigurado
	HMI	2022.05.10	07:30	08:30	Disco bloqueado
	Contactores	2022.05.04	07:30	08:30	Contacto de sistema de refrigeración bloqueado
2022.05.24		20:00	21:00	Contacto freno de formado bloqueado por sobrecarga	
Chiller	Ductos	2022.05.08	07:40	08:40	Válvula de paso con fuga de agua
		2022.05.31	14:00	15:00	Conector de formato 107 dañado
	Sistema de refrigeración	2022.05.04	16:00	17:00	Falta de gas a la unidad condensadora
Sistema Eléctrico	UPS	2022.05.19	13:00	14:00	Bomba de agua bloqueada
		2022.05.16	01:00	02:00	UPS alarmado
	Transformador	2022.05.02	07:30	08:30	El punto neutro no llega al UPS
		2022.05.08	21:15	22:15	Interruptor bloqueado

Mes: Junio 2022					
Sistema	Subsistema	Fecha	HoraInicio	HoraFinal	Descripción
Estación de Formado	Calentamiento	2022.06.03	07:30	08:30	Plancha sin teflón
	Motorreductor	2022.06.10	08:00	10:00	Falso contacto en el freno
		2022.06.19	10:30	12:30	Terminal del motor sulfatado
	Encoder	2022.06.15	14:10	15:10	Soldadura de cables abiertas
	Leva de presión	2022.06.02	09:00	11:00	La leva se frena
		2023.06.12	09:15	11:15	Leva desalineada
	Muelles de presión	2022.06.20	20:00	22:00	Pernos rotos
		2022.06.17	08:30	10:30	Sonido extraño en los muelles
	Formatos	2023.06.25	00:00	02:00	Muelles rotos
		2022.06.05	19:00	21:00	Alveolos desalineados
		2022.06.08	09:30	11:30	Cinta de PVC deformada
		2022.06.11	22:00	00:00	Contracción excesiva de la cinta
		2022.06.15	08:00	10:00	Formato obstruido
		2022.06.19	01:00	03:00	Presión de aire baja
		2022.06.21	15:00	17:00	Formato desgastado
2022.06.30		03:00	05:00	Pin de formato inferior dañado	
Sistema de visión	Cámara	2022.06.08	16:00	17:00	Software bloqueado
	Iluminación	2022.06.20	15:00	16:00	Cable eléctrico abierto
Estación de sellado	Motorreductor	2022.06.02	20:30	22:30	Rodamiento de motor presenta desgaste
		2022.06.16	02:00	04:00	Regulación de freno
		2022.06.23	21:00	23:00	Tapa de motor suelta
		2022.06.30	10:30	12:30	Condensador de motor en cortocircuito
	Encoder	2022.06.15	22:30	23:30	Eje desalineado de Encoder
	Leva de presión	2022.06.02	12:30	14:30	Falta de lubricación en la leva
		2022.06.07	13:55	15:55	Pernos sueltos
		2022.06.13	08:25	10:25	Leva con desgaste
	Muelles de presión	2022.06.19	17:00	19:00	Pernos rotos
		2022.06.01	16:30	18:30	Postes con rosca dañada
		2022.06.06	13:28	15:28	Soporte de postes desbalanceados
		2022.06.18	14:05	16:05	Pernos sueltos
	Formatos	2022.06.28	07:30	09:30	Muelles descalibrados
		2022.06.03	12:00	14:00	Formato 114 desgastado
		2022.06.08	00:00	02:00	Cinta de aluminio deformado
		2022.06.12	14:00	16:00	Plancha de sellado no caliente
		2022.06.17	09:30	11:30	Formato obstruido
		2022.06.21	07:30	09:30	Presión de formatos muy baja no sella
2022.06.24		10:23	12:23	Formato desgastado	
2022.06.26		20:30	22:30	Pin de formato inferior dañado	
Pinza de arrastre	Servomotor	2022.06.16	21:00	22:00	Prisionero suelto
	Sistema neumático	2022.06.09	21:30	22:30	Manguera con fuga de aire
Estación de precorte	Motorreductor	2022.06.10	20:00	22:00	Eje desalineado
		2022.06.17	22:00	00:00	Corona presenta desgaste
		2022.06.23	14:00	16:00	Cadena suelta
	Cuchillas de corte	2022.06.05	23:00	00:00	Dados sin filo formato 113
		2022.06.12	23:00	01:00	Cuchillas desalineadas
	Leva de presión	2022.06.24	20:00	22:00	Rodamientos sueltos
		2022.06.05	07:30	09:30	Eje de transmisión desalineado
		2022.06.14	16:00	18:00	Rodamientos gastados
	Muelles de presión	2022.06.21	21:30	23:30	Pernos sueltos
		2022.06.04	07:30	09:30	Regulación de presión
2022.06.10		01:00	03:00	Ruido excesivo en los muelles	
Estación de corte	Motorreductor	2022.06.16	07:30	09:30	Muelles rosan con el poste
		2022.06.04	13:30	15:30	Cable eléctrico abierto
	Sistema neumático	2022.06.11	10:30	12:30	Fuga de aceite
		2022.06.06	08:00	09:30	Vástago de pistón con desgaste
		2022.06.14	10:00	11:30	Conector neumático roto
	Resortes de presión	2022.06.21	00:30	02:00	Caída de presión de aire comprimido
2022.06.13		21:00	23:00	Resorte frenado	
Faja de transporte	Banda transportadora	2022.06.23	08:00	10:00	Resorte sin lubricación
		2022.06.11	15:30	17:30	Acople de banda desgastado
	Sistema de rodillos	2022.06.22	21:00	23:00	Soportes de banda rotos
		2022.06.07	21:00	23:00	Rodamientos frenados
Tablero Eléctrico	Servodrivres	2022.06.27	12:00	14:00	Rodillos desbalanceados
		2022.06.05	13:30	14:30	Servodrivres dañado
	Variadores de frecuencia	2022.06.16	15:00	16:00	Interruptor bloqueado
		2022.06.30	19:30	20:30	Limpieza de HMI por exceso de polvo
Contactores	2022.06.14	20:00	21:00	Contacto freno de corte bloqueado por sobrecarga	
	2022.06.29	07:30	08:30	Relé térmico de banda dañado	
Chiller	Ductos	2022.06.18	07:40	08:40	Cambio de tuberías por estar obstruidos
		2022.06.28	14:00	15:00	Válvula check dañada
	Sistema de refrigeración	2022.06.09	13:00	14:00	Sensor de nivel de tanque dañado
2022.06.29		16:00	17:00	Presostato de baja dañado	
Sistema Eléctrico	UPS	2022.06.26	01:00	02:00	UPS sucio con fuga a tierra
	Transformador	2022.06.18	21:15	22:15	No llega el voltaje de 220V
		2022.06.27	07:30	08:30	Transformado elevador sucio

Mes: Julio 2022

Sistema	Subsistema	Fecha	Hora Inicio	Hora Final	Descripción
	Calentamiento	2022.07.03	07:30	08:21	Falso contacto en el sensor
	Motorreductor	2022.07.06	08:00	09:42	Sonido extraño en la caja de reductora
		2022.07.19	10:30	12:12	El motorreductor no enciende
	Encoder	2022.07.18	14:10	15:01	Encoder desincronizado
	Leva de presión	2022.07.15	09:00	10:42	La leva no gira
		2022.07.22	14:00	15:42	Desalineamiento de leva
	Muelles de presión	2022.07.07	08:30	10:12	Lubricación defectuosa
Estación de Formado		2022.01.17	00:00	01:42	Muelles rotos
		2022.07.04	10:00	11:42	No ingresa aire comprimido
		2022.07.08	09:30	11:12	Formatos arqueados
		2022.07.11	22:00	23:42	Nidos desalineados
	Formatos	2022.07.15	15:00	16:42	Nidos fuera de medida
		2022.07.19	16:00	17:42	Nidos quemados
		2022.07.21	15:00	16:42	Formato obstruido
		2022.07.29	21:00	22:42	Conector neumático dañado
Sistema de visión	Cámara	2022.07.08	16:00	16:51	Cámara desalineada
	Iluminación	2022.07.10	15:00	15:51	Iluminación no funciona
	Motorreductor	2022.07.12	07:30	09:12	Sonido desconocido en el motorreductor
		2022.07.26	10:30	12:12	No hay traslado de movimiento
	Encoder	2022.07.15	23:30	00:21	Conector desajustado
	Leva de presión	2022.07.09	12:30	14:12	La leva no tiene movimiento
		2022.07.20	17:00	18:42	Lubricación deficiente
		2022.07.31	17:00	18:42	Pernos dañados
		2022.07.13	16:30	18:12	Sonido extraño en los muelles
Estación de sellado	Muelles de presión	2022.07.22	08:15	09:57	Falta de lubricación de muelles
		2022.07.31	07:30	09:12	Muelles rotos
		2022.07.03	12:00	13:42	No sellan los blíster
		2022.07.08	00:00	01:42	Formatos desalineados
		2022.07.12	14:00	15:42	Aluminio arrugado
	Formatos	2022.07.17	09:30	11:12	No se nota el moleteado
		2022.07.21	18:30	20:12	Blíster quemado
		2022.07.25	17:00	18:42	Formato obstruido
		2022.07.30	14:00	15:42	Falta de aire de formado
	Servomotor	2022.07.16	21:00	21:51	No se activa el servomotor
		2022.07.09	21:30	22:21	Manguera con fuga de aire
	Sistema neumático	2022.07.17	13:30	14:21	Conector dañado
		2022.07.24	08:30	09:21	Presión de aire bajo
		2022.07.10	20:00	21:42	Sonido extraño en el motorreductor
	Motorreductor	2022.07.17	22:00	23:42	No hay transmisión de movimiento
		2022.07.23	14:00	15:42	Cadena rota
		2022.07.05	22:00	23:42	Dados sin filo
Estación de precorte	Cuchillas de corte	2022.07.12	23:00	00:42	Esparrago de base robado
		2022.07.24	20:00	21:42	Rodamientos dañados
		2022.07.05	07:30	09:12	Leva trabada no gira
	Leva de presión	2022.07.14	16:00	17:42	Rodamientos gastados
		2022.07.21	22:00	23:42	Perno roto
		2022.07.04	07:30	09:12	Rodamientos dañados
	Muelles de presión	2022.07.10	01:00	02:42	Falta de lubricación de rodamientos
		2022.07.16	07:30	09:12	Muelles rotos
		2022.07.04	13:30	15:12	No funciona el motorreductor
		2022.07.11	10:30	12:12	Motor frenado
		2022.07.06	08:00	09:16	Manguera con fuga de aire
Estación de corte	Sistema neumático	2022.07.14	10:00	11:16	Conector neumático roto
		2022.07.21	07:30	08:46	Regulador dañado
		2022.07.13	21:00	22:42	Resorte roto
	resortes de presión	2022.07.23	08:00	09:42	Resorte frenado
		2022.07.11	15:30	17:12	Banda transportadora no enciende
		2022.07.22	21:00	22:42	Banda rota
		2022.07.07	21:00	22:42	Rodamientos dañados
Faja de transporte	sistema de rodillos	2022.07.22	12:00	13:42	Polines desalineados
	Servodrivers	2022.07.05	13:30	14:21	Servodrivers bloqueado
	Variadores de frecuencia	2022.07.16	15:00	15:51	Variador sin comunicación
Tablero Eléctrico	HMI	2022.07.30	07:30	08:21	HMI no carga el programa
	Contactores	2022.07.14	20:00	20:51	Contactador dañado freno de sellado
	Ductos	2022.07.18	07:40	08:31	Mangueras obstruidas
Chiller	Sistema de refrigeración	2022.07.09	13:00	13:51	Condensador bloqueado
	UPS	2022.07.26	01:00	01:51	UPS bloqueado
Sistema Eléctrico	Transformador	2022.07.18	21:15	22:06	No llega el voltaje de 380V

Mes: Agosto 2022					
Sistema	Subsistema	Fecha	Hora Inicio	Hora Final	Descripción
Estación de Formado	Calentamiento	2022.08.01	12:30	13:21	No cierra la plancha de calentamiento
	Motorreductor	2022.08.09	08:00	09:42	Pernos rotos
		2022.08.20	10:30	12:12	Piñón suelto
	Encoder	2022.08.10	14:10	15:01	Falso contacto en el conector
	Leva de presión	2022.08.12	09:00	10:42	Rodamiento desgastado
		2022.08.29	20:00	21:42	Falta de lubricación de leva
	Muelles de presión	2022.08.07	00:00	01:42	Excesiva presión en los muelles
		2022.08.27	08:30	10:12	Muelles planos
	Formatos	2022.08.02	10:00	11:42	Nidos chancados
		2022.08.06	09:30	11:12	Conector de cobre roto
		2022.08.10	22:00	23:42	Nidos deformados
		2022.08.13	12:00	13:42	Nidos desalineados
		2022.08.19	10:00	11:42	Nidos quemados
2022.08.26		15:00	16:42	Presión de aire bajo	
2022.08.29	03:00	04:42	Falta de aire de formado		
Sistema de visión	Cámara	2022.08.18	16:00	16:51	Cámara desalineada
	Iluminación	2022.08.04	15:00	15:51	Iluminación baja
Estación de sellado	Motorreductor	2022.08.01	07:30	09:12	Rodamiento gastado
		2022.08.13	20:00	21:42	Chaveta de piñón suelta
		2022.08.20	13:30	15:12	Piñón suelto
	Encoder	2022.08.04	11:30	12:21	Cable suelto de Encoder
		2022.08.09	17:00	18:42	Pernos sueltos
	Leva de presión	2022.08.16	08:25	10:07	Falta de lubricación
		2022.08.20	20:40	22:22	Leva fuera de posición
		2022.08.28	12:30	14:12	Rodamiento desgastado
	Muelles de presión	2022.08.08	07:30	09:12	Falta de lubricación
		2022.08.17	21:15	22:57	Postes sueltos
		2022.08.22	17:30	19:12	Muelles descalibrados
	Formatos	2022.08.01	22:00	23:42	Lote desalineado
		2022.08.07	09:30	11:12	Blistar chancado
		2022.08.11	14:00	15:42	Fuga de agua plancha de sellado
		2022.08.14	17:00	18:42	Plancha inferior desalineado
		2022.08.18	00:00	01:42	Conectores de cobre sueltos
		2022.08.22	07:30	09:12	Base de formato con desgaste
2022.08.29	14:00	15:42	Blistar con arrugas		
Pinza de arrastre	Servomotor	2022.08.04	21:00	21:51	Servomotor bloqueado
	Sistema neumático	2022.08.20	21:30	22:21	Regulador dañado
		2022.08.07	13:30	14:21	Manguera con fuga de aire
Estación de precorte	Motorreductor	2022.08.03	14:00	15:42	Rodamiento dañado
		2022.08.12	22:00	23:42	Perno roto
		2022.08.23	14:00	15:42	Chaveta de piñón suelta
	Cuchillas de corte	2022.08.02	23:00	00:42	Cuchilla rota
		2022.08.19	20:00	21:42	Cuchillas sin filo
		2022.08.25	23:00	00:42	Bloque desalineado
	Leva de presión	2022.08.11	21:30	23:12	Leva trabada no gira
		2022.08.17	07:35	09:17	Rodamiento desgastado
	Muelles de presión	2022.08.25	07:30	09:12	Perno roto
		2022.08.09	01:00	02:42	Rodamientos dañados
2022.08.19		05:35	07:17	Falta de lubricación de rodamientos	
2022.08.26	07:30	09:42	Muelles rotos		
Estación de corte	Motorreductor	2022.08.24	13:30	15:12	Motor bloqueado
		2022.08.21	10:30	12:12	Piñón suelto
	Sistema neumático	2022.08.02	08:00	09:16	Baja presión de aire
		2022.08.11	07:30	08:46	Electroválvula no deja pasar aire
	2022.08.24	10:00	11:16	Manguera con fuga de aire	
Resortes de presión	2022.08.03	08:00	09:42	Resorte comprimido	
2022.08.22	21:00	22:42	Regulación de estación		
Faja de transporte	Banda transportadora	2022.08.06	21:00	22:42	Banda transportadora trabada
		2022.08.21	15:30	17:12	Banda desalineada
	Sistema de rodillos	2022.08.17	12:00	13:42	Rodillos frenados
2022.08.27	21:00	22:42	Rodillos frenados por los residuos		
Tablero Eléctrico	Servodrivars	2022.08.25	13:30	14:21	Servodrivars sin comunicación con el PLC
	Variadores de frecuencia	2022.08.03	21:00	21:51	Variador sin comunicación con el PLC
		2022.08.26	15:00	15:51	Variador sin energía
	HMI	2022.08.23	12:30	13:21	Disco dañado
Contactores	2022.08.24	20:00	20:51	Contactador dañado freno de precorte	
Chiller	Ductos	2022.08.08	14:00	14:51	Conectores rotos
		2022.08.15	07:40	08:31	Mangueras con fisuras
	Sistema de refrigeración	2022.08.28	13:00	13:51	Falta de energía eléctrica
Sistema Eléctrico	UPS	2022.08.16	01:00	01:51	Baterías dañadas
	Transformador	2022.08.15	21:15	22:06	Voltaje de entrada bajo

Mes: Setiembre 2022					
Sistema	Subsistema	Fecha	Hora Inicio	Hora Final	Descripción
Estación de Formado	Calentamiento	2022.09.01	07:30	08:21	Sensor de temperatura dañada
		2022.09.25	07:30	08:21	Resistencia sulfatada
	Motorreductor	2022.09.09	10:30	12:12	Chaveta desgastada
		2022.09.20	08:00	09:42	Piñón desgastado
	Encoder	2022.09.08	14:10	15:01	Acople desgastado
	Leva de presión	2022.09.05	09:00	10:42	Leva trabada no gira
		2022.09.23	20:00	21:42	Eje desgastado
	Muelles de presión	2022.09.17	08:30	10:12	Pernos sueltos
		2022.09.27	00:00	01:42	Muelles rotos
	Formatos	2022.09.02	10:00	11:42	Falta de aire de formado
		2022.09.05	08:00	09:42	Formatos desalineados
		2022.09.09	10:00	11:42	Filtración de agua por la plancha
		2022.09.12	10:00	11:42	Nidos con agujeros
		2022.09.18	09:30	11:12	Regulador de aire dañado
		2022.09.21	22:00	23:42	Formato obstruido
2022.09.28		03:00	04:42	Nidos arrugados	
Sistema de visión	Cámara	2022.09.18	16:00	16:51	Cámara desconectada
	Iluminación	2022.09.20	15:00	15:51	Led quemado
Estación de sellado	Motorreductor	2022.09.07	07:30	09:12	Chaveta desgastada
		2022.09.16	10:30	12:12	Corona presenta desgaste mecánico
	2022.09.23	10:00	11:42	Prisionero roto	
	Encoder	2022.09.28	09:00	09:51	Conector dañado
	Leva de presión	2022.09.01	12:30	14:12	Leva trabada no gira
		2022.09.09	17:00	18:42	Poste desalineado
		2022.09.19	12:30	14:12	Tuercas sueltas
	2022.09.23	17:00	18:42	Eje suelto	
	Muelles de presión	2022.09.03	16:30	18:12	Exceso de presión en los muelles
		2022.09.17			Arandelas sueltas
	Formatos	2022.09.29	07:30	09:12	Pernos con rosca robada
		2022.09.04	12:00	01:42	Filtración de blister
		2022.09.11	07:30	09:12	Formatos desalineados
		2022.09.14	17:00	18:42	Falta de temperatura en la plancha de sellado
		2022.09.18	00:00	01:42	Sensor de temperatura suelto
		2022.09.22	14:00	15:42	Blisters con tabletas dañadas
		2022.09.27	09:30	11:12	Conector de cobre suelto
		2022.09.30	14:00	15:42	Falta de presión en el sellado
Pinza de arrastre	Servomotor	2022.09.25	09:00	09:51	Conector sulfatado
	Sistema neumático	2022.09.19	21:30	22:12	Silenciador obstruido
Estación de precorte	Motorreductor	2022.09.13	14:00	15:42	Piñón desgastado
		2022.09.20	20:00	21:42	Chaveta con juego
	Cuchillas de corte	2022.09.01	22:00	23:42	Dado formato 114 flojo
		2022.09.14	20:00	21:42	Rosca de soporte dañado
	Leva de presión	2022.09.06	07:30	09:12	Rodamiento trabado
		2022.09.15	07:30	09:12	Pernos sueltos
		2022.09.24	16:00	17:42	Leva produce vibración
	Muelles de presión	2022.09.02	07:30	09:12	Excesiva presión de postes
		2023.09.20	01:00	02:42	Postes desalineados
2022.09.26	07:30	09:12	Muelles descalibrados		
Estación de corte	Motorreductor	2022.09.02	13:30	15:12	Piñón suelto
		2022.09.21	10:30	12:12	Chaveta con juego
	Sistema neumático	2022.09.11	07:30	08:46	Silenciador obstruido
		2022.09.24	10:00	11:16	Regulador no controla el flujo de aire
	2022.09.30	08:00	09:16	Bobina abierta de electroválvula	
Resortes de presión	2022.09.03	21:00	22:42	Resorte desalineado	
2022.09.12	08:00	09:42	base de resorte con desgaste		
Faja de transporte	Banda transportadora	2022.09.12	21:00	22:42	Banda transportadora produce vibración
		2022.09.21	15:30	17:12	Guiador suelto
	Sistema de rodillos	2022.09.07	12:00	13:42	Rodillos desgastados
		2022.09.17	21:00	22:42	Rodillos desalineados
Tablero Eléctrico	Servodrivars	2022.09.15	13:30	14:21	Cable de control sulfatado
	Variadores de frecuencia	2022.09.13	21:00	21:51	Bornas sulfatadas
		2022.09.26	15:00	15:51	Interruptor bloqueado
	HMI	2022.09.10	07:30	08:21	Software no responde
Contactores	2022.09.24	20:00	20:51	Contactador de banda sulfatado	
Chiller	Ductos	2022.09.08	07:40	08:31	Mangueras obstruidas
		2022.09.29	14:00	14:51	Conectores obstruidos
	Sistema de refrigeración	2022.09.04	16:00	16:51	Presostato de alta dañado
2022.09.19		13:00	07:51	Sensor de temperatura suelto	
Sistema Eléctrico	UPS	2022.09.16	01:00	01:51	UPS modo bypass
	Transformador	2022.09.08	21:15	22:06	Voltaje bajo

Mes: Octubre 2022					
Sistema	Subsistema	Fecha	Hora Inicio	Hora Final	Descripción
Estación de Formado	Calentamiento	2022.10.01	07:30	08:21	Sensor bloqueado
	Motorreductor	2022.10.10	08:00	09:42	Corona presenta desgaste
		2022.10.19	10:30	12:12	Fuga de aceite
	Encoder	2022.10.18	14:10	15:01	Base del encoder suelto
	Leva de presión	2022.10.15	09:00	10:42	Pernos robados
	Muelles de presión	2022.10.07	08:30	10:12	Pernos con las roscas dañadas
		2022.10.05	10:00	11:42	Filtración de agua por el conector de cobre
		2022.10.08	09:30	11:12	Guiador de formato inferior gastado
		2022.10.11	22:00	23:42	Formatos desalineados
		2022.10.15	08:00	09:42	Nidos chancados
		2022.10.19	10:00	11:42	Alveolos deformados
2022.10.21		15:00	16:42	Formato obstruido	
2022.10.04	03:00	04:42	Falta de aire de formado		
Sistema de visión	Cámara	2022.10.08	16:00	16:51	Software no reconoce la imagen
Estación de sellado	Motorreductor	2022.10.02	07:30	09:12	Chaveta suelta
		2022.10.26	10:30	12:12	Motor frenado
	Encoder	2022.10.15	11:30	12:21	Acople roto
	Leva de presión	2022.10.09	12:30	14:12	Chaveta desgastada
		2022.10.12	06:35	08:17	Pernos robados
		2022.10.19	17:00	18:42	Seguro seeger roto
	Muelles de presión	2022.10.13	16:30	18:12	Muelles desnivelados
		2022.10.20	09:25	11:07	Tuercas sueltas
		2022.10.28	07:30	09:12	Muelles desgastados están planos
	Formatos	2022.10.03	12:00	13:42	Formato de Naproxeno con desgaste
		2022.10.08	00:00	01:42	Blíster chancado
		2022.10.12	14:00	15:42	Fuga de agua plancha de sellado
		2022.10.17	09:30	11:12	Plancha superior desalineado
		2022.10.21	07:30	09:12	Conectores de cobre sueltos
		2022.10.24	17:00	18:42	Base de formato superior con desgaste
2022.10.30	14:00	15:42	Blíster con arrugas		
Pinza de arrastre	Servomotor	2022.10.16	21:00	21:51	Chaveta con desgaste
	Sistema neumático	2022.10.09	21:30	22:21	Piñón desalineado
Estación de precorte	Motorreductor	2022.10.10	20:00	21:42	Dados sin filo formato 119
		2022.10.23	14:00	15:42	Cadena rota
	Cuchillas de corte	2022.10.05	22:00	23:42	Cuchillas sin filo formato 107
		2022.10.24	20:00	21:42	Cuchillas desalineadas
	Leva de presión	2022.10.05	07:30	09:12	Reten desgastado
		2022.10.14	16:00	17:42	Eje desalineado
		2022.10.21	21:30	22:12	Seguro seeger roto
	Muelles de presión	2022.10.04	07:30	09:12	Falta de lubricación de rodamientos
2022.10.10		01:00	02:42	Muelles comprimidos	
Estación de corte	Motorreductor	2022.10.04	13:30	15:12	Condensador suelto
		2022.10.11	10:30	12:12	Freno no activo
	Sistema neumático	2022.10.06	08:00	09:16	Mangueras obstruidas
		2022.10.21	07:30	08:46	Pistón con fuga de aire
Resortes de presión	2022.10.13	21:00	22:42	Resorte vencido	
Faja de transporte	Banda transportadora	2022.10.11	15:30	17:12	Templador de banda suelta
	Sistema de rodillos	2022.10.07	21:00	22:42	Rodamientos obstruidos
		2022.10.27	12:00	13:42	Eje desgastado
Tablero Eléctrico	Servodrivers	2022.10.05	13:30	14:21	Servodrivers desconfigurado
	Variadores de frecuencia	2022.10.16	15:00	15:51	Variador bloqueado por sobrecarga
	HMI	2022.10.30	07:30	08:21	Se cuelga el programa
	Contactores	2022.10.14	20:00	20:51	Contactador sistema de visión dañado
Chiller	Ductos	2022.10.18	07:40	08:31	Válvula de alivio dañada
	Sistema de refrigeración	2022.10.09	13:00	13:51	Sensor de flujo dañado
Sistema Eléctrico	UPS	2022.10.26	01:00	01:51	UPS bloqueado
	Transformador	2022.10.18	21:15	22:06	Interruptor sulfatado

Mes: Noviembre 2022						
Sistema	Subsistema	Fecha	Hora Inicio	Hora Final	Descripción	
	Motorreductor	2022.11.09	10:30	12:12	Rodamientos desgastados	
	Leva de presión	2022.11.05	09:00	10:42	Pernos sueltos	
	Muelles de presión	2022.11.17	08:30	10:12	Presión dispereja	
	Formatos		2022.11.05	08:00	09:42	Formato superior presenta desgaste
			2022.11.09	10:00	11:42	Formatos desalineados
			2022.11.12	15:00	16:42	Formato inferior presenta desgaste
			2022.11.18	09:30	11:12	Alveolos deformados
			2022.11.21	22:00	23:42	Formato obstruido
	2022.11.30	03:00	04:42	Plancha de calentamiento con el pin roto		
Estación de sellado	Motorreductor	2022.11.13	15:00	16:42	Perno roto	
		2022.11.26	10:30	12:12	Motor no enciende	
	Leva de presión	2022.11.07	08:30	10:12	Perno suelto	
		2023.11.29	17:00	18:42	Muelles rotos	
	Muelles de presión	2022.11.03	16:30	18:12	Pernos sueltos	
		2022.11.23	07:30	09:12	Muelles rotos	
	Formatos		2022.11.03	12:00	13:42	Formato superior presenta desgaste
			2022.11.11	07:30	09:12	Formatos desalineados
			2022.11.14	17:00	18:42	Formato inferior presenta desgaste
			2022.11.22	14:00	15:42	Formato obstruido
		2022.11.27	09:30	11:12	Conectores de cobre con la rosca robada	
	2022.11.30	14:00	15:42	Plancha de sellado con el pin roto		
Pinza de arrastre	Servomotor	2022.11.25	21:00	21:51	Acople con desgaste	
	Sistema neumático	2022.11.14	08:30	09:21	Soporte de pistón frenado	
Estación de precorte	Motorreductor	2022.11.13	14:00	15:42	Sonido extraño en el motorreductor	
		2022.11.07	22:00	23:42	Base de precorte descalibrado	
	Cuchillas de corte	2022.11.22	23:00	00:42	Rodamientos trabados	
		2022.11.11	21:30	23:12	Piñón suelto	
	Leva de presión	2022.11.24	16:00	17:42	Pasador roto	
		2022.11.02	07:30	09:12	Calibración de postes	
Muelles de presión	2022.11.26	07:30	09:12	Seguro seeger suelto		
	2022.11.02	13:30	15:12	Cadena con juego		
Estación de corte	Sistema neumático	2022.11.24	07:30	08:46	Electroválvula obstruida	
		2022.11.30	08:00	09:16	Regulador dañado	
	Resortes de presión	2022.11.03	21:00	22:42	Resorte oxidados	
Faja de transporte	Banda transportadora	2022.11.12	21:00	22:42	Perno de templador roto	
	Sistema de rodillos	2022.11.07	12:00	13:42	Rodamientos dañados	
	Contactores	2022.11.04	07:30	08:21	Contactador de sistema de refrigeración bloqueado	
Chiller	Ductos	2022.11.08	07:40	08:31	Válvula de paso con fuga de agua	
	Sistema de refrigeración	2022.11.04	16:00	16:51	Falta de gas a la unidad condensadora	
	Transformador	2022.11.02	07:30	08:21	El punto neutro no llega al UPS	

Mes: Diciembre 2022

Sistema	Subsistema	Fecha	Hora Inicio	Hora Final	Descripción
	Motorreductor	2022.12.10	08:00	09:42	Falso contacto en el freno
	Leva de presión	2022.12.02	09:00	10:42	La leva se frena
	Muelles de presión	2022.12.17	08:30	10:12	Sonido extraño en los muelles
		2022.12.05	19:00	20:42	Alveolos desalineados
		2022.12.08	09:30	11:12	Cinta de PVC deformada
		2022.12.15	08:00	09:42	Formato obstruido
		2022.12.19	01:00	02:42	Presión de aire baja
		2022.12.21	15:00	16:42	Formato desgastado
		2022.12.30	03:00	04:42	Pin de formato inferior dañado
		2022.12.02	20:30	22:12	Rodamiento de motor presenta desgaste
		2022.12.30	10:30	12:12	Condensador de motor en cortocircuito
		2022.12.02	12:30	14:12	Falta de lubricación en la leva
		2022.12.19	17:00	18:42	Pernos rotos
		2022.12.01	16:30	18:12	Postes con rosca dañada
		2022.12.28	07:30	09:12	Muelles descalibrados
		2022.12.03	12:00	13:42	Formato 114 desgastado
		2022.12.08	00:00	01:42	Cinta de aluminio deformado
		2022.12.12	14:00	15:42	Plancha de sellado no calienta
		2022.12.17	09:30	11:12	Formato obstruido
		2022.12.21	07:30	09:12	Presión de formatos muy baja no sella
		2022.12.30	14:00	15:42	Formato desalineado
	Motorreductor	2022.12.10	20:00	21:42	Eje desalineado
		2022.12.05	22:00	23:42	Dados sin filo formato 113
	Cuchillas de corte	2022.12.24	20:00	21:42	Rodamientos sueltos
	Leva de presión	2022.12.05	07:30	09:12	Eje de transmisión desalineado
	Muelles de presión	2022.12.04	07:30	09:12	Regulación de presión
	Motorreductor	2022.12.04	13:30	15:12	Cable eléctrico abierto
		2022.12.06	08:00	09:16	Vástago de pistón con desgaste
Estación de corte	Sistema neumático	2022.12.21	00:30	01:46	Caída de presión de aire comprimido
	Resortes de presión	2022.12.13	21:00	22:42	Resorte frenado
	Banda transportadora	2022.12.11	15:30	17:12	Acople de banda desgastado
	Sistema de rodillos	2022.12.07	21:00	22:42	Rodamientos frenados
	Variadores de frecuencia	2022.12.16	15:00	15:51	Interruptor bloqueado
	HMI	2022.12.30	19:30	20:21	Limpieza de HMI por exceso de polvo
	Contactores	2022.12.14	20:00	20:51	Contactador freno de corte bloqueado por sobrecarga
Chiller	Ductos	2022.12.18	07:40	08:31	Cambio de tuberías por estar obstruidos
	Sistema de refrigeración	2022.12.09	13:00	13:51	Sensor de nivel de tanque dañado
	Transformador	2022.12.18	21:15	22:06	No llega el voltaje de 220V