

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

Formulación de Estrategia de Mantenimiento ligada con el de envasado
en la Industria Azucarera

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Mecánico

Presentado por:

Xavier Fernando Vega Guevara

Byron Marcelo Lloacana Cornejo

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2022

DEDICATORIA

Primero a Dios por permitir que este logro, mis padres Byron Y Abelina quienes tuvieron una paciencia y amor infinito hacia mí, este logro en mayor parte es de ellos, mi padre que me entrego todos los recursos para lograr cumplir mis metas aun cuando el no tuvo alguien que le brinde las oportunidades que el me dio, A mis hermanos Michael y Ronald por alentarme a cumplir mis metas.

A mi amada Katherine por su apoyo incondicional, a mi hija Amy por ser el nuevo motor de mi vida para lograr mis metas.

Finalmente, a mis amigos, los Avanayers: Luis, Luis, Luisao, Oscar, Carlos, Sergio y Edgar por su amistad verdadera. A todos en "ingeniera mi pasión" su apoyo para llegar a ser ingeniero, a Tyrone por su amistad sincera, apoyo académico y pasar madrugadas conmigo soñando como íbamos a llegar a ser ingenieros, a Xavier mi compañero de tesis por no haberse rendido cuando la situación fue difícil.

Byron Marcelo Lloacana Cornejo.

DEDICATORIA

El presente proyecto va dedicado a Dios, quien me brindó el coraje y sabiduría necesaria para llegar a la meta.

A todas las personas quienes dejaron su huella como parte de mi trayecto de aprendizaje. A Glendita, mi madre, que siempre fue guía y motor para cumplir mis metas, a Fernanda que me brindó su apoyo, amor y aliento en los momentos más difíciles.

Por último, dedico especialmente este logro a mí, por mi constancia, resiliencia y enfoque que nunca me permitieron renunciar.

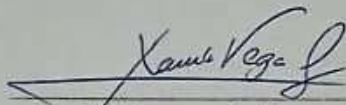
Xavier Fernando Vega Guevara.

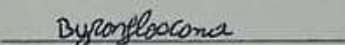
AGRADECIMIENTOS

Nuestro más sincero agradecimiento a Dios, a nuestras familias, maestros, especialmente a nuestro tutor, Ernesto Martínez y a nuestro mentor el Ing. Jorge Caicedo, que nos dieron luz en este camino, para llenarnos de valentía ante cualquier adversidad. Por último, a la patria que nos dio un lugar al que podemos llamar hogar. Que este y otros logros ayuden a nuestro país que tanto nos ha dado.

DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Byron Marcelo Lloacana Cornejo* y *Xavier Fernando Vega Guevara* damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"


Xavier Fernando Vega
Guevara


Byron Marcelo Lloacana
Cornejo

EVALUADORES

Francis Roderich Loayza Paredes

PROFESOR DE LA MATERIA

Ernesto Rolando Martínez Lozano

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

El sector azucarero es una de las industrias más importantes del aparato productivo del Ecuador con una representación del 8,7% del PIB agrícola nacional. La globalización ha transformado los escenarios productivos, esto hace que las empresas tengan la necesidad de implementar estrategias de innovación. Durante el periodo de enero a abril del 2022, el área de envasado de una empresa azucarera en Ecuador generó un gasto de \$ 30.000 dólares por encima de lo presupuestado en compra de repuestos y materiales, del total de horas de operación del área en abril del 2022, el 27% representan tiempos perdidos, por lo que la empresa se vio en la necesidad de incrementar su eficiencia y disminuir la cantidad de producto rechazado. Se encontró que los teflones y los tornillos sin fin corresponden a los problemas recurrentes de paras en la producción. El presente estudio tiene como objetivo general formular una estrategia de mantenimiento alineada con los objetivos estratégicos generales de una empresa del sector azucarero en el Ecuador, aplicando distintos conceptos y metodologías de mantenimiento con el fin de fortalecer la confiabilidad operativa del proceso de envasado y competitividad en el sector azucarero, para lo que se utilizó como metodología el Modelo de Gestión de Mantenimiento propuesto por Crespo (2007), con ello se determinó la criticidad de los equipos del área de envasado, se halló la confiabilidad de los teflones y el tornillo sin fin mediante el método de Weibull, lo que permitió entregar a la empresa un plan de mantenimiento preventivo para las envasadoras.

Palabras Clave: Mantenimiento, Plan de mantenimiento, Criticidad, RCM, Método de Weibull.

ABSTRACT

The sugar sector is one of the most important industries in the productive apparatus of Ecuador with a representation of 8.7% of the national agricultural GDP. Globalization has transformed production scenarios; this makes companies need to implement innovation strategies. During the period from January to April 2022, the packaging area of a sugar company in Ecuador generated an expense of \$30,000 dollars above what was budgeted in the purchase of spare parts and materials, of the total hours of operation of the area in April 2022. 2022, 27% represent lost time, so the company saw the need to increase its efficiency and reduce the amount of rejected product. It was found that the Teflons and the endless ones correspond to the recurrent problems of stops in the production. The general objective of this study is to formulate a maintenance strategy aligned with the general strategic objectives of a company in the sugar sector in Ecuador, applying different concepts and maintenance methodologies in order to strengthen the operational reliability of the packaging process and competitiveness in the sugar sector, for which the Maintenance Management Model proposed by Crespo (2007) was used as a methodology, with which the criticality of the equipment in the packaging area was determined, the reliability of the Teflons and the endless screw was found. using the Weibull method, which allowed the company to deliver a preventive maintenance plan for the packaging machines.

Keywords: Maintenance, Maintenance Plan, Criticality, RCM, Weibull Method.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ABSTRACT	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS.....	VI
SIMBOLOGÍA.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
CAPÍTULO 1.....	1
Introducción	1
1.1 Definición del Problema.....	1
1.2 Alcance del proyecto	2
1.3 Justificación del proyecto	3
1.4 Objetivos	4
1.4.1 Objetivo General	4
1.4.2 Objetivos Específicos.....	4
1.5 Marco teórico.....	5
1.5.1 Mantenimiento en los procesos productivos	5
1.5.2 Criticidad de equipos	8
1.5.3 Estrategia de mantenimiento	8
1.5.4 TPM	9
1.5.5 RCM.....	10
1.5.6 Modelo de gestión del mantenimiento (MGM)	12
1.5.7 Gestión de activos	14
CAPÍTULO 2.....	15
Metodología.....	15
2.1 Modelo Genérico de gestión de Mantenimiento (MGM)	15

2.2	Definición de objetivos, estrategias y responsabilidades de mantenimiento	16
2.3	Objetivos globales de mantenimiento.....	17
2.3.1	Auditoria.....	17
2.3.2	Discrepancias, visión futuro y KPI'S	20
2.4	Jerarquización de equipos.....	22
2.5	Métodos de análisis y criticidad.....	23
2.6	Análisis de puntos débiles en equipos de alto impacto.	26
2.6.1	Método de confiabilidad por la distribución de probabilidad de Weibull	26
2.7	Diseño de planes de mantenimiento preventivo	28
CAPÍTULO 3.....		29
Resultados.....		29
3.1	Resultados de auditoría.....	29
3.2	Resultados análisis de criticidad cualitativo.....	30
3.3	Confiabilidad.....	31
3.3.1	Método de Weibull	31
3.4	Análisis de costos.....	48
CAPÍTULO 4.....		53
Análisis de resultados.....		53
4.1	Auditoria	53
4.1.1	Plan de acción	54
4.1.2	Planes de mantenimiento	56
Conclusiones y Recomendaciones.....		57
4.2	Conclusiones.....	57
4.3	Recomendaciones.....	57
BIBLIOGRAFÍA.....		
APÉNDICES.....		
APENDICE A – Formato de auditoria de gestion de mantenimiento		

APENDICE B – Auditoria de gestion de mantenimiento para el area de envasado – recursos generales

APENDICE B.1 – Auditoria de gestion de mantenimiento para el area de envasado – Gerencia de la informacion (software de gestion de mantenimiento)

APENDICE B.2 – Auditoria de gestion de mantenimiento para el area de envasado – equipos y tecnicas de mantenimiento preventivo

APENDICE B.3 – Auditoria de gestion de mantenimiento para el area de envasado – planificacion y ejecucion

APENDICE B.4 – Auditoria de gestion de mantenimiento para el area de envasado – soporte, calidad y motivación

APENDICE C – CRITICIDAD CUALITATIVA DE EQUIPOS

APENDICE D – Planes de mantenimiento preventivo envasadoras

ABREVIATURAS

ESPOL Escuela Superior Politécnica del Litoral

TPM Mantenimiento productivo total

RCM Mantenimiento basado en confiabilidad

MTBF Mean Time Between Failures

MTTR Mean Time to Repair

OEE Overall Equipment Effectiveness

KPIs Key Performance Indicators

PIB Producto Interno Bruto

TFN Tasa de Fallo Nominal

SIMBOLOGÍA

β	Beta
Γ	Gama
η	Característica de vida
t	Tiempo entre las fallas
e	2.71828 Base de logaritmo natural
F	Función de Probabilidad de fallo
R	Función de confiabilidad o probabilidad de no fallo

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1.1. Diagrama de Pareto de tiempos perdidos en el área de envasado, abril 2022.	3
Ilustración 1.2 Función de confiabilidad para distintos valores de β	12
Ilustración 2.1 Modelo del proceso de gestión del mantenimiento (MGM) integrado a la ISO 55000	16
Ilustración 2.2 Modelo para la definición de la estrategia de mantenimiento.....	17
Ilustración 2.3 Radar ilustrativo Auditoria de gestión de mantenimiento.	19
Ilustración 2.4 Modelo de flujograma de criticidad.....	25
Ilustración 2.5 Método de Weibull, valores para obtener confiabilidad del teflón.....	27
Ilustración 3.1 Radar Auditoria de gestión de mantenimiento.....	29
Ilustración 3.2 La probabilidad de falla y no falla en el tiempo para la envasadora BOSCH	32
Ilustración 3.3 La probabilidad de falla y no falla en el tiempo para Envasadora gravimétrica #1 IMDUMAK MG320	33
Ilustración 3.4 La probabilidad de falla y no falla en el tiempo para Envasadora gravimétrica #1 IMDUMAK MG320	34
Ilustración 3.5 La probabilidad de falla y no falla en el tiempo para la Envasadora gravimétrica #3 IMDUMAK MG1000	35
Ilustración 3.6 La probabilidad de falla y no falla en el tiempo para la Envasadora gravimétrica #4 IMDUMAK MG1000.	36
Ilustración 3.7 La probabilidad de falla y no falla en el tiempo para la Envasadora gravimétrica #5 IMDUMAK MG1000.	37
Ilustración 3.8 La probabilidad de falla y no falla en el tiempo para la Envasadora gravimétrica #6 IMDUMAK MG1000.	38
Ilustración 3.9 La probabilidad de falla y no falla en el tiempo para la Envasadora gravimétrica #7 IMDUMAK MG1000.	39
Ilustración 3.10 La probabilidad de falla y no falla en el tiempo para la Envasadora gravimétrica #8 IMDUMAK MG1000.	40
Ilustración 3.11 La probabilidad de falla y no falla en el tiempo para la Envasadora gravimétrica #9 IMDUMAK MG1000.	41
Ilustración 3.12 La probabilidad de falla y no falla en el tiempo para la Envasadora gravimétrica #10 IMDUMAK MG1000.	42

Ilustración 3.13 La probabilidad de falla y no falla para la Envasadora IMDUMAK #1 MM500.....	43
Ilustración 3.14 La probabilidad de falla y no falla en el tiempo para la Envasadora IMDUMAK #2 MF 1000.....	44
Ilustración 3.15 La probabilidad de falla y no falla en el tiempo para la Envasadora IMDUMAK #3 MF 1000.....	45
Ilustración 3.16 La probabilidad de falla y no falla en el tiempo para la envasadora IMDUMAK #6 MF 1000.....	46
Ilustración 3.17 La probabilidad de falla y no falla en el tiempo para la envasadora TECNOTOK #1.....	47
Ilustración 3.18 La probabilidad de falla y no falla en el tiempo para la envasadora TECNOTOK #2.....	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Extracto de formulario de auditoria MES. Categoría: Recursos Generales ...	18
Tabla 2.2 Rango de categorización por puntaje “x” obtenido en de auditoría.	19
Tabla 2.3 Ejemplificación de matriz de decisión de alternativas.....	22
Tabla 2.4 Extracto de Inventario de Equipos de Envasado	23
Tabla 2.5 Matriz de evaluación de criterios de criticidad.	25
Tabla 2.6 Tabulación de puntos para gráfica.....	27
Tabla 3.1 Puntajes obtenidos en la auditoria.....	29
Tabla 3.2 Extracto de Resultados de Análisis de Criticidad	30
Tabla 3.3 Conteo de Equipos críticos.....	30
Tabla 3.4 Confiabilidad o probabilidad de no fallo (R) y probabilidad de fallo (F) en la envasadora BOSCH	31
Tabla 3.5 Confiabilidad (R) y probabilidad de fallo (F) en la Envasadora gravimétrica #1 IMDUMAK MG320	32
Tabla 3.6 Confiabilidad (R) y probabilidad de fallo (F) para la Envasadora gravimétrica #2 IMDUMAK MG320	33
Tabla 3.7 Confiabilidad (R) y probabilidad de fallo (F) para la Envasadora gravimétrica #3 IMDUMAK MG1000	34
Tabla 3.8 Confiabilidad (R) y probabilidad de fallo (F) para la Envasadora gravimétrica #4 IMDUMAK MG1000	35
Tabla 3.9 Confiabilidad (R) y probabilidad de fallo (F) para la Envasadora gravimétrica #5 IMDUMAK MG1000	36
Tabla 3.10 Confiabilidad (R) y probabilidad de fallo (F) para la Envasadora gravimétrica #6 IMDUMAK MG1000.....	37
Tabla 3.11 Confiabilidad (R) y probabilidad de fallo (F) para la Envasadora gravimétrica #7 IMDUMAK MG1000.....	38
Tabla 3.12 Confiabilidad (R) y probabilidad de fallo (F) para la Envasadora gravimétrica #8 IMDUMAK MG1000.....	39
Tabla 3.13 Confiabilidad (R) y probabilidad de fallo (F) para la Envasadora gravimétrica #9 IMDUMAK MG1000.....	40
Tabla 3.14 confiabilidad (R) y probabilidad de fallo (F) para la Envasadora gravimétrica #10 IMDUMAK MG1000.....	41

Tabla 3.15 Confiabilidad (R) y probabilidad de fallo (F) para la Envasadora IMDUMAK #1 MM500.....	42
Tabla 3.16 Confiabilidad (R) y probabilidad de fallo (F) para la Envasadora IMDUMAK #2 MF 1000.	43
Tabla 3.17 Confiabilidad (R) y probabilidad de fallo (F) para la Envasadora IMDUMAK #3 MF 1000.	44
Tabla 3.18 Confiabilidad (R) y probabilidad de fallo (F) para la envasadora IMDUMAK #6 MF 1000.	45
Tabla 3.19 Confiabilidad (R) y probabilidad de fallo (F) para la envasadora TECNOTOK #1.	46
Tabla 3.20 Confiabilidad (R) y probabilidad de fallo (F) para la envasadora TECNOTOK #2.	47
Tabla 3.21 Promedios de facturación de azúcar por minuto.....	48
Tabla 3.22 Valores de perdida asumiendo 35 unidades por minuto en cada envasadora.	49
Tabla 3.23 Promedio de dinero perdido por parada no prevista y prevista.	50
Tabla 3.24 Ahorro mínimo promedio que se haría a la empresa en 1 Zafra.	51
Tabla 4.1 MTTF (tiempo entre cada falla), pendiente de la ecuación de la recta (β), probabilidad de no fallo(Confiabilidad), probabilidad de fallo en teflón, obtenidos del método de Weibull.....	56

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

El sector azucarero es una de las industrias más importantes del aparato productivo del Ecuador con una representación del 8,7% del PIB agrícola nacional. Sin embargo, de acuerdo con la Corporación Financiera Nacional (2020), a lo largo de los años se ha podido evidenciar un decrecimiento de la participación de la industria azucarera, mismo que se evidenció mayormente en el periodo 2017-2018 con una tasa de variación decreciente del -10.39%, sumando alrededor de 108,3 millones de Valor Agregado Bruto (VAB) equivalentes al 0.15% del PIB. De ahí que, para el periodo 2019-2020, hubo una significativa recuperación del sector, sumando cerca de 124,45 millones de dólares de VAB, que representa el 0.19% del PIB.

La producción de alta calidad de azúcar abarca varios procesos que inician desde el cultivo y cosecha de la caña, la recepción y preparación de esta, molienda, purificación, evaporación, cristalización, centrifugación secado y envasado. La tecnificación y el equipamiento tecnológico de las plantas azucareras del Ecuador, representa una alta incidencia en el incremento de exportaciones del producto (FAO, 2012).

La globalización ha transformado los escenarios productivos para todos los sectores económicos, esto hace que las empresas tengan la profunda necesidad de implementar estrategias de innovación encaminadas al desarrollo, en busca de la estandarización de sus procesos con el objetivo de satisfacer las necesidades de sus clientes.

1.1 Definición del Problema

La empresa ecuatoriana azucarera en la que se basa este estudio, durante el periodo 2020-2025, se propuso reinventarse y estableció un nuevo plan estratégico de mejora, con el objetivo de incrementar sus ingresos anuales, aumentando el rendimiento, productividad y calidad del producto. Por ello, entre sus principales estrategias se encuentra:

1. Renovar activos y mejorar procesos para incrementar rendimiento, productividad y calidad;
2. Eficiencia en producción de azúcar y etanol;
3. Incrementar producción caña propia y redefinir relacionamiento con cañicultores;
4. Impulsar ritmo de innovación.

La Gerencia del Departamento de Mantenimiento, expone la necesidad de alinearse al plan de mejora trabajando sobre las falencias que mantienen en el manejo de los procesos de mantenimiento dentro del área de envasado; las cuales han generado tiempos perdidos significativos para la operación, rechazo de productos y altos costos de mantenimiento.

1.2 Alcance del proyecto

El presente proyecto pretende dar soporte a la innovación, emprendimiento, gestión y transferencia de conocimientos en campos relacionados a la ingeniería en la línea de envasado a cargo del área de mantenimiento de una empresa azucarera del Ecuador.

Para ello, se debe establecer políticas de mejora continua, que promuevan aspectos culturales y sociales de inclusión, siendo así gestoras de cambio todas las partes involucradas.

Dentro del proyecto se consideran aspectos como:

- Ambientales y globales, pues la correcta gestión dentro de la empresa permitirá reducir la huella de carbono generada por la planta ya que se optimizan los recursos, reduciendo la adquisición de repuestos, lo cual a su vez influye en el factor económico de la empresa, debido a que sus utilidades podrían mejorar reduciendo costos de producción y así beneficiaría a sus trabajadores.

- Salud pública, ya que al ser un producto de consumo masivo se debe de garantizar la inocuidad del producto
- Seguridad y bienestar, para los operadores del área y de la empresa, a través de la confiabilidad de los activos del área de envasado.

Finalmente, el rol técnico de ingeniería mecánica aplicada en el proyecto aporta a la adecuada selección de una estrategia de mantenimiento, mediante la evaluación de alternativas, tomando en cuenta la comprensión de los fundamentos, el funcionamiento y la operación de la línea de envasado.

1.3 Justificación del proyecto

Durante el periodo de enero a abril del 2022, el área de envasado generó un gasto de \$ 30.000 dólares por encima de lo presupuestado en compra de repuestos y materiales. Del total de horas de operación del área en abril del 2022, el 27% representan tiempos perdidos, aproximadamente 470.5 horas, de las cuales el 28% acumulado se debe a actividades de mantenimiento no previsto.

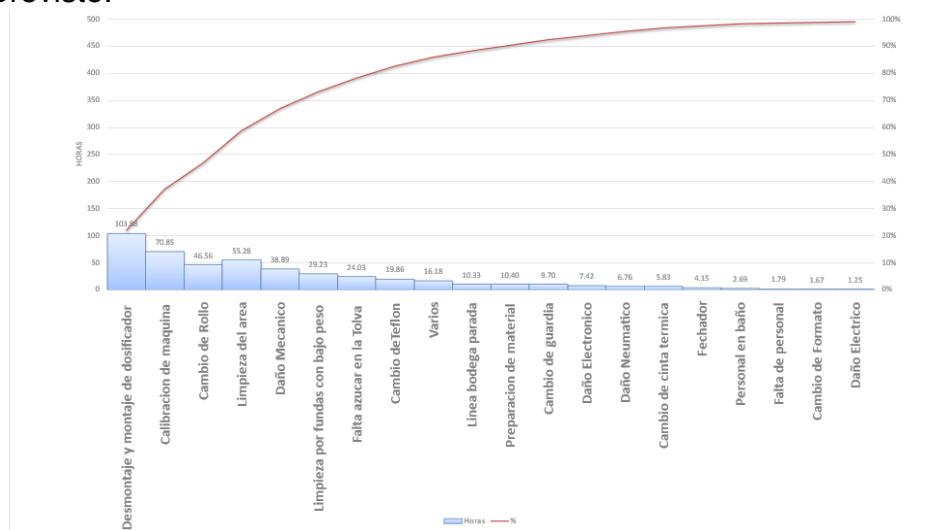


Ilustración 1.1. Diagrama de Pareto de tiempos perdidos en el área de envasado, abril 2022. (Data de la empresa, 2022).

La ilustración 1.1, se generó tras la evaluación de las principales causas de tiempos perdidos en el área de envasado y la cantidad de horas asociadas a cada causa. El equipo de mantenimiento manifestó la necesidad de mejorar la disponibilidad de equipos, incrementar su eficiencia y disminuir la cantidad de producto rechazado, lo que incrementa la Eficiencia Global de los Equipos “OEE” por sus siglas en inglés.

Entre los motivos de tiempo perdido del área de envasado se definió que los de su importancia a ser revisados son: daño mecánico y cambio de teflón; puesto que estos influyen en paras con fuerte impacto en los costos de producción, es decir, en general la línea de envasado espera incrementar su eficiencia.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Formular una estrategia de mantenimiento alineada con los objetivos estratégicos generales de una empresa del sector azucarero en el Ecuador, aplicando distintos conceptos y metodologías de mantenimiento con el fin de fortalecer la confiabilidad operativa del proceso de envasado y competitividad en el sector azucarero.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Realizar una auditoría de mantenimiento en el área de envasado de la empresa azucarera.
- Conocer la criticidad de los equipos del área de envasado de la empresa azucarera.
- Establecer planes de mantenimiento para las maquinas envasadoras.
- Promover el uso de herramientas y métodos proactivos en el área de envasado

1.5 Marco teórico

1.5.1 Mantenimiento en los procesos productivos

1.5.1.1 Definición de mantenimiento

Parra & Balda (2020) aseguran que la norma sueca SS-EN 13306 (2001, p.7) define el término mantenimiento como “la combinación de todas las acciones técnicas, administrativas y de gestión durante el ciclo de vida de un artículo destinadas a mantenerlo, o restaurarlo a, un estado en el que puede realizar la función requerida (función o combinación de funciones de un renglón las cuales son considerados necesarias para proveer un servicio dado)”.

Larrea, et al. (2018) en su artículo “Aproximación a un análisis conceptual del proceso de mantenimiento en el entorno industrial” realizan una análisis documental con el objetivo de clarificar el concepto del proceso de mantenimiento en el entorno industrial para futuras investigaciones, y logran identificar dos visiones que resume la evolución histórica del concepto y su naturaleza semántica: “Mantenimiento son todas las actividades que deben ser desarrolladas en orden lógico, con el propósito de conservar en condiciones de operación segura, efectiva y económica, los equipos de producción, herramientas y demás activos físicos de las diferentes instalaciones de una empresa” (García, 2013); y “Combinación de todas las acciones técnicas y de gestión destinadas a retener un elemento o restáuralo en un estado en el que pueda desempeñarse según sea necesario” (Electropedia, 2018).

El objetivo principal del mantenimiento consiste en la optimización total del ciclo de vida del activo, es decir que, para producir la cantidad deseada de productos, con los lineamientos requeridos de calidad, el mantenimiento supone maximizar la confiabilidad y disponibilidad de los activos (Khairy, Kobbacy, & Prabhakar, 2008). En otras palabras, el

mantenimiento supone prevenir las fallas o extender el tiempo promedio entre fallas (Carazo, Manzano, Vázquez, & Montesinos, 2017).

1.5.1.2 Tipos de mantenimiento

El tipo de mantenimiento a emplear en los procesos de producción se deriva de dos principales acciones, es decir, antes de una falla detectada se realiza el: 1) mantenimiento preventivo (PM), que puede ser basado en una condición o predeterminado (periódico); y después de una falla se realiza el: 2) mantenimiento correctivo, que puede ser diferido o de inmediato (Parra & Balda, 2020).

Con la finalidad de aumentar la efectividad de los mantenimientos, existen dos técnicas de ingeniería de mantenimiento mayormente utilizadas en la industria:

- a) RCM: proceso utilizado para determinar qué se debe hacer para garantizar que un activo físico continúe haciendo lo que el usuario desea en su actual contexto operativo (Moubray, 1997).
- b) TPM: es el mantenimiento productivo que involucra la participación total, según Nakajima (1988), son de profusa implantación el sector manufacturero, donde se están consiguiendo buenos resultados en cuanto a medidores de eficacia global de los equipos de manufactura.

1.5.1.3 Indicadores de mantenimiento

Crespo (2007) asegura que la selección de indicadores clave es una decisión importante que puede tener muchas implicaciones potenciales. Para la selección adecuada de indicadores de rendimiento debe enfocarse en la visión y predicción de futuro de la empresa, más no del pasado; también deben de estar orientados hacia el cambio estructural fundamental, en lugar de la fijación de objetivos sin sentido; y finalmente se debe estar

seguro de que los indicadores son un marco para que todos entiendan y que estos se alinean con los objetivos de máximo nivel de la organización.

De acuerdo con Gómez (2016) existen algunos indicadores a considerar dentro de la gestión del mantenimiento:

1.5.1.3.1 Indicadores de efectividad de mantenimiento

Tasa de falla Nominal (TFN)

Este indicador se utiliza para conocer las fallas por tiempo. Cuantas fallas ocurren en un determinado plazo de tiempo.

$$TFN = \frac{\#Fallos}{Tiempo\ de\ Operacion} = \frac{F}{TT - NOT} \quad (1.1)$$

Donde:

TFN: Tasa de falla nominal

F: Numero de fallos

TT: Tiempo total de operacion

NOT: Tiempo de no operacion

Tiempo medio entre fallas (MTBF)

El tiempo medio entre fallas indica una estimación de cuánto tiempo pasara hasta la siguiente falla del equipo.

$$MTBF = \frac{1}{TFN} = \frac{TT - NOT}{F} \quad (1.2)$$

Tiempo medio entre reparación (MTTR)

Es el tiempo que se demora el equipo en estar funcional, desde que se intervino por los técnicos.

$$MTT = \frac{Tiempo\ de\ paradas\ por\ averias}{\# Fallos} \quad (1.3)$$

Disponibilidad

Es el porcentaje del tiempo que el equipo ha estado funcional, listo para producir

$$\text{Disponibilidad} = \frac{TT - \text{Horas de paradas por Mantenimiento}}{TT} \quad (1.4)$$

1.5.2 Criticidad de equipos

Criticidad total

$$CT = F \times C \quad (1.5)$$

Consecuencia

$$C = (IO * FO) + CM + HSE \quad (1.6)$$

Donde:

CT: Criticidad total

F: Frecuencia de ocurrencia

C: Consecuencia

IO: Impacto Operacion

FO: Flexibilidad operacional

CM: Costo de mantenimiento

HSE: Impacto en seguridad humana y ambiente.

1.5.3 Estrategia de mantenimiento

Existe un debate teórico sobre la definición de la estrategia de mantenimiento. “Algunos autores como Zaim, Turkyilmaz, Mehmet, Umar, & Omer (2012) “lo definen como la opción entre el mantenimiento correctivo, preventivo y basado en la condición. Otros autores proponen que es la combinación de mantenimiento reactivo, mantenimiento preventivo regularmente programado, inspección, equipo de respaldo y actualizaciones de equipos” (Parra & Balda, 2020).

Wireman (1990) plantea que los gastos innecesarios en mantenimiento pueden incurrir hasta un tercio del costo total de los mantenimientos planificados, esto debido a una mala planificación, costo de horas

extraordinarias, mal uso de mantenimiento preventivo, etc., para desarrollar una estrategia de mantenimiento válida, generalmente los gerentes de mantenimiento carecen de las herramientas para formular una estrategia de mantenimiento aplicable.

1.5.3.1 Formulación de la estrategia de mantenimiento

Para formular una estrategia de mantenimiento existen pocos modelos establecidos, en su mayoría estos modelos son altamente exigentes en recursos. Según Parra & Balda (2020) autores como Tsang (1998), Wilson (1999), Kelly (2006), Crespo Márquez (2007), Crespo et al. (2009), y Salonen (2012) coinciden en los siguientes pasos a ejecutar en un modelo de estrategia de mantenimiento:

1. Identificar los activos estratégicos de todas las partes interesadas.
2. Identificar los objetivos de estratégico para el área de mantenimiento.
3. Identificar los casos relevantes que muestren La Brecha existente.
4. Identificar los objetivos para cada KPI (Key Performance Indicator) hacer un plan de acción.

1.5.4 TPM

El TPM (Mantenimiento Productivo Total), está orientado a la filosofía del Lean Management, tiene por objetivo “incrementar la productividad de la empresa mediante la reducción de las pérdidas de eficiencia durante la fabricación. La práctica o técnica del TPM permite identificar a las empresas la eficiencia real con la que se está trabajando y las pérdidas del proceso productivo” (Torrell, Cuatrecasas, & Olivella, 2022).

Vasco (2007) define al TPM como una herramienta con enfoque de gestión de sentido común, en la que se busca la maximización eficiente del sistema productivo por medio de la ampliación del ciclo de vida de los equipos y la elaboración de un sistema enfocado en el área de producción para prevenir

todas las pérdidas mediante actividades que involucre la participación de toda la empresa desde los altos ejecutivos hasta los operadores.

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) pretende un sistema sostenible en el tiempo, puesto que se requiere de ciertas etapas de implementación que se consolidarán con los cambios organizativos que formen parte de la cultura de la empresa. Por otro lado, una de las mayores dificultades en la implementación del TPM es que las empresas utilizan métodos estándares no adaptados a su proceso productivo, de manera que no permite una visualización correcta en la evolución o el estancamiento del proyecto TPM (Torrell, Cuatrecasas, & Olivella, 2022).

1.5.5 RCM

El Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad, Realibility Centered Maintenance, (RCM), es una técnica de análisis sistemático, objetivo y documentado, aplicable a cualquier sector industrial, que se utiliza mayormente para el desarrollo u optimización de un plan eficiente de mantenimiento preventivo (Díaz, Villar, & Cabrera, 2016).

De acuerdo con Hung (2009), el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad se caracteriza por:

- a) Considerar la fiabilidad inherente del equipo/instalación;
- b) Asegurar la continuidad del desempeño de su función;
- c) Mantener la calidad y capacidad productiva;
- d) Tener en cuenta la condición operacional: dónde y cómo se está usando.

La idea fundamental del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad consiste en que se debe concentrar todos los esfuerzos en mantener la función que realizan los equipos más que a los equipos mismos, es decir, es la función que desempeña una máquina desde el punto de vista productivo (Hung, 2009)

1.5.5.1 Método de Weibull

La prevención de pérdidas industriales en su mayoría está basada, en la aplicación de métodos probabilísticos en fallos de procesos industriales. Lo antes mencionado se lo conoce como ingeniería de fiabilidad, el enfoque principal de esta rama de la ingeniería es el uso de métodos de predicción que aseguren la calidad de procesos y productos en la industria. La distribución exponencial y normal son casos particulares de la distribución de Weibull, esta distribución es recomendada cuando los fallos se presentan de forma irregular, por lo que no hay distribución se ajuste al comportamiento de los fallos. Debido a su gran complejidad se opta por utilizar el método gráfico, Resolver gráficamente el método Weibull exige más tiempo de trabajo, pero solo exige cálculos algebraicos sencillos, por lo que es el más usado. El método de Weibull nos permite ver la distribución de fallos de algún componente que consideremos clave y deseemos controlar su vida útil. Cabe recalcar que este método no identificara la razón del fallo, solo nos entregara la confiabilidad de cada componente dependiendo de su tiempo de vida actual. Por lo que se podrá decidir una frecuencia de cambio para mantenimiento preventivo. La función de Weibull de confiabilidad esta dado por la relación entre la distribución de la función n y la de confiabilidad $R(t)$, está dada por la siguiente ecuación:

$$R(t) = e^{-\left(\frac{T-\gamma}{n}\right)^{\beta}} \quad (1.8)$$

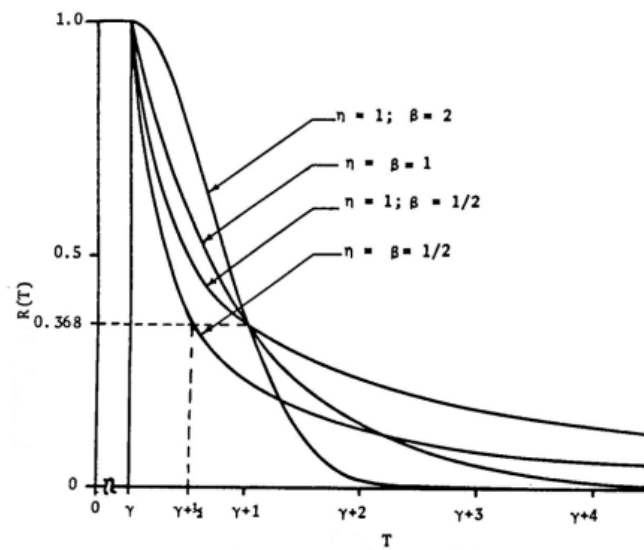


Ilustración 1.2 Función de confiabilidad para distintos valores de β (Salazar, 2017)

1.5.6 Modelo de gestión del mantenimiento (MGM)

La gestión del mantenimiento es fundamental para la conservación y preservación de activos de una empresa y de la eficiencia en su operación. La gestión de las distintas actividades como riesgos, costos, recursos humanos, evaluación de desempeño, que permitan una correcta planificación, seguido de un control de seguimiento constituyen elementos claves para detectar las actividades que realmente funcionan (Mercado & Peña, 2016).

Durante varios años se han propuesto múltiples modelos de gestión que se diferencian principalmente por las actividades a realizar relacionadas con el mantenimiento, por ejemplo:

“Pintelon y van Wassenhove (1990) plantearon un sistema de indicadores de mantenimiento, Pintelon y Gelders (1992), plantearon la necesidad de que exista un vínculo entre el mantenimiento y las demás funciones organizacionales, resaltan la importancia del uso de las técnicas cuantitativas para la gestión, proponen la organización por niveles para ejecutar las funciones de

mantenimiento y vislumbran la utilización de sistemas expertos y mencionan el TPM (Mantenimiento Productivo Total) y RCM (Mantenimiento Basado en la Confiabilidad). Por su parte Campbell (1995) enfatiza la importancia del liderazgo e introduce el concepto de Reingeniería de Mantenimiento, mientras que Hassanain et al. (2001) han propuesto un modelo orientado al uso informático, para el manejo de actividades. Söderholm et al. (2007) plantearon que el mantenimiento se enfoque en el cumplimiento de requisitos de todas las partes interesadas” (Mercado & Peña, 2016, p. 100).

Finalmente, Crespo (2007) presenta una propuesta de modelo genérico de gestión del mantenimiento (MGM), que integra muchos de los modelos descritos anteriormente, o de los empleados en la práctica de las empresas. El modelo propuesto es dinámico y secuencial, orientada a la mejora de la confiabilidad operacional y del costo del ciclo de vida de los activos industriales.

El modelo consiste en ocho fases que se detallan a continuación:

1. Definición de objetivos, estrategias y responsabilidades de mantenimiento.
2. Jerarquización de los equipos de acuerdo con la importancia de su función.
3. Análisis de puntos débiles en equipos de alto impacto.
4. Diseño de planes de mantenimiento preventivo y de los recursos necesarios.
5. Programación del mantenimiento y optimización en la asignación de recursos.
6. Evaluación y control de la ejecución del mantenimiento.
7. Análisis del ciclo de vida y de la posible renovación de los equipos.
8. Implantación del proceso de mejora continua y adopción de nuevas tecnologías.

1.5.7 Gestión de activos

La norma PAS 55 define la gestión de activos como:

Conjunto de actividades y prácticas coordinadas y sistemáticas por medio de las cuales una organización maneja de manera óptima y sustentable sus activos y sistema de activos, su desempeño, riesgos y gastos a lo largo de del ciclo de sus ciclos de vida, con el fin de lograr su plan estratégico organizacional. (PAS55-1 2008)

De acuerdo con la norma ISO 55000, la gestión de activos permite a una organización obtener el valor de los activos en el logro de sus objetivos organizacionales, entre los factores que influyen en el tipo de activos que se requiere se encuentra, la naturaleza y el propósito de la organización; y las necesidades y expectativas de la organización y sus partes interesadas (ISO 55000, 2014).

Entre los beneficios que incurre la gestión se encuentran, la mejora del desempeño financiero, facilidad de decisión en inversiones basándose en información, gestión del riesgo, mejora de resultados y servicios, mejora de eficiencia y eficacia, y de sostenibilidad organizacional.

CAPÍTULO 2

METODOLOGÍA

En el presente estudio se utilizó como metodología el Modelo Genérico de gestión de Mantenimiento propuesto por (Crespo, 2007), en el que se formuló una estrategia de mantenimiento mediante el análisis de la situación actual de la empresa del que se realizó una auditoría a la Gerencia de Mantenimiento del área de envasado con la que se estableció los objetivos e indicadores KPI's.

Posterior a ello, se seleccionó el modelo combinado (TPM y RCM) como la alternativa de solución ganadora, puesto que aquel comprende los aspectos positivos de cada uno de ellos. Una vez definida la estrategia, se realizó una jerarquización de equipos y se elaboró un diagrama de proceso de envasado. Por otro lado, se establecieron como puntos débiles en equipos de alto impacto, los tornillos sin fin de azúcar morena y teflón de las envasadoras. Finalmente, se procedió a diseñar planes de mantenimiento preventivo para las envasadoras mediante la revisión de manuales y catálogos de la empresa.

2.1 Modelo Genérico de gestión de Mantenimiento (MGM)

El presente estudio se basó en el modelo genérico de gestión de mantenimiento propuesto por (Crespo, 2007) que se observa a continuación



Ilustración 2.1 Modelo del proceso de gestión del mantenimiento (MGM) integrado a la ISO 55000 (Crespo, 2007)

En base al tiempo previsto para realizar este estudio, se decidió completar el MGM hasta la fase 4 con el diseño y entrega de planes de mantenimiento preventivo a la empresa azucarera.

2.2 Definición de objetivos, estrategias y responsabilidades de mantenimiento

Para la fase 1, se tomó como referencia el modelo para la definición de estrategia de mantenimiento propuesto por (Crespo, 2007) el que consiste en identificar los objetivos globales de mantenimiento de la empresa, realizar un análisis de la situación actual, observar las discrepancias y visión de futuro de la empresa, para establecer los KPI's y objetivos estratégicos, tal como se demuestra en la ilustración 2.2.

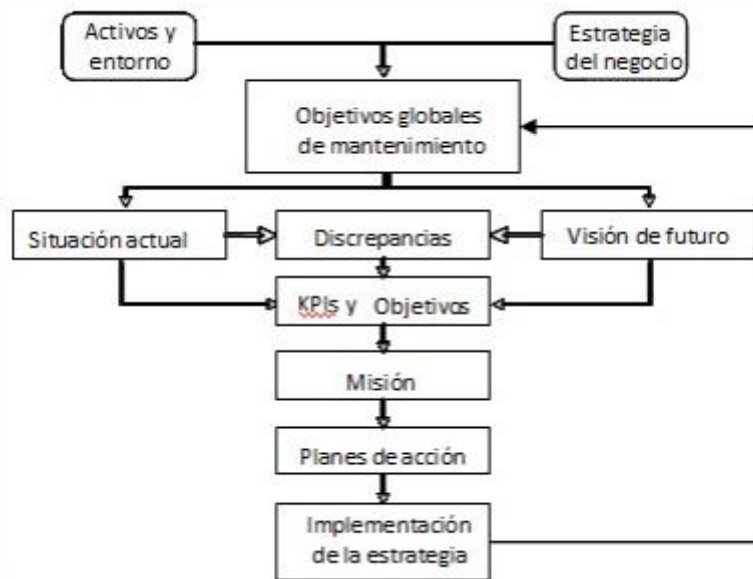


Ilustración 2.2 Modelo para la definición de la estrategia de mantenimiento (Crespo,2007)

2.3 Objetivos globales de mantenimiento

En base a las falencias identificadas por la Gerencia de Mantenimiento se estableció como objetivos globales de mantenimiento reducir los tiempos perdidos de operación, disminuir los costos de mantenimiento y la cantidad de producto rechazado.

2.3.1 Auditoria

Para conocer la situación actual de la empresa, se procedió a realizar una auditoría, en la que se recopiló información utilizando como base la auditoría MES (Maintenance Effectiveness Survey) del Marshall Institute.

Para la auditoría se realizó entrevistas y encuestas mediante el uso de un formulario de 60 preguntas, a distintos niveles de la organización como son: gerencia del área de envasado, jefe de mantenimiento, supervisor de mantenimiento, supervisores de producción, técnicos operadores y operarios; entrevistando como mínimo 8 personas, de esta manera se garantizó una visión más amplia de la percepción de la gestión del mantenimiento en el área de envasado.

De manera que se evaluaron un total de 5 áreas de gestión de mantenimiento: soporte, calidad y motivación; recursos generales; gerencia de la información; equipos y tácticas de mantenimiento preventivo; planificación y ejecución.

Para cada una de estas áreas se evaluaron 12 preguntas con un nivel del 1 al 5: 1 = Muy deficiente, 2 = Deficiente, 3 = Regular, 4 = Bueno, 5 = Excelente.

Tabla 2.1 Extracto de formulario de auditoria MES. Categoría: Recursos Generales

Recursos Generales	1	2	3	4
<i>¿Usted siente que mantenimiento está dotado para realizar su trabajo?</i>				
<i>¿La estructura completa del mantenimiento parece ser lógica y favorece al cumplimiento de las actividades de mantenimiento?</i>				
<i>¿La organización ayuda a eliminar las barreras que el mantenedor encuentra en su trabajo y de las cuales no tiene control?</i>				
<i>¿La gerencia estimula a mantenimiento a alcanzar las metas de producción?</i>				
<i>¿La gerencia estimula a producción a que ayude a mantenimiento en la realización de sus actividades?</i>				
<i>¿Se desarrollan equipos de trabajo (mantenimiento y producción), para resolver tópicos que afectan a ambos departamentos?</i>				
<i>¿La gerencia estimula al personal de mantenimiento (mecánicos, eléctricos...) y a los operadores a que trabajen juntos en la resolución de problemas que afectan la disponibilidad de sus procesos?</i>				
<i>¿El personal de mantenimiento posee las habilidades necesarias para realizar sus trabajos?</i>				
<i>¿Los trabajadores en general han recibido el adiestramiento adecuado en sus áreas de trabajo?</i>				
<i>¿La gerencia involucra al personal de mantenimiento en la definición de sus objetivos y metas a cumplir?</i>				
<i>¿La gerencia revisa y les hace seguimiento a los objetivos de la planta en reuniones de trabajo con el personal de mantenimiento y operaciones?</i>				
<i>¿Los objetivos del mantenimiento están alineados con la visión y misión del negocio?</i>				

A continuación, se tabuló los resultados y se procedió a obtener un radar que indicó los puntos con mayor deficiencia en la gestión de mantenimiento, como se muestra en la ilustración 2.3.

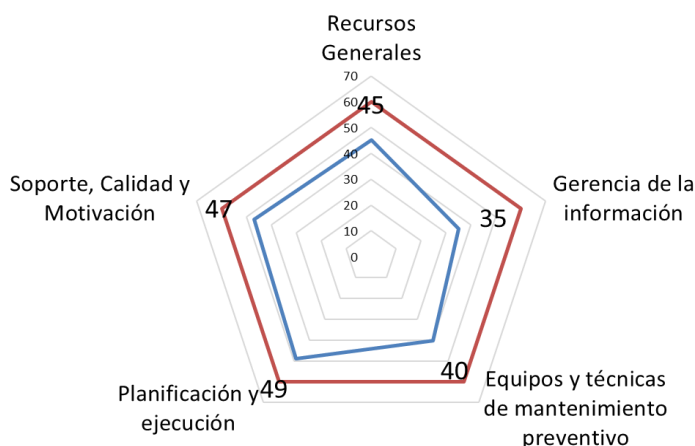


Ilustración 2.3 Radar ilustrativo Auditoria de gestión de mantenimiento.

Por último, la elaboración de auditoría permitió catalogar la gestión del mantenimiento del área de envasado en distinto niveles y categorías con un puntaje de 0 a 300, siendo estas:

Tabla 2.2 Rango de categorización por puntaje “x” obtenido en de auditoría.

Puntaje	Categoría	Nivel
$260 < x \leq 300$	Clase Mundial	Excelencia en mantenimiento
$201 < x \leq 260$	Muy buena	Buenas prácticas en mantenimiento
$141 < x \leq 201$	Por arriba del nivel promedio	Nivel aceptable en mantenimiento
$81 < x \leq 141$	Por debajo del promedio	Nivel no muy bueno de mantenimiento, con oportunidades para mejorar
$x \leq 80$	Muy por debajo del promedio	Nivel muy malo mantenimiento con muchas oportunidades para mejorar

2.3.2 Discrepancias, visión futuro y KPI'S

Se mantuvo una reunión de trabajo con la Gerencia de Mantenimiento con el objetivo de discutir y solventar discrepancias acerca de la visión futuro del área, de ahí que se determinó los objetivos y KPI's estratégicos que se detallan a continuación:

2.3.2.1 Objetivos

Mejorar la gestión de la información.

Mejorar la disponibilidad, rendimiento y calidad.

2.3.2.2 KPI'S propuestos

OEE: Eficiencia general de los equipos

MTTF: Tiempo medio entre fallas

MTTR: Tiempo medio entre reparación

2.3.2.3 Plan de acción

Se estableció un plan de acción en el que se planteó tres alternativas de solución:

a) Mantenimiento productivo total (TPM):

Se basa en el cumplimiento de 7 pilares: Mejoras Orientadas, Mantenimiento Autónomo, Mantenimiento Planificado, Formación y adiestramiento, Gestión temprana de equipos, Mantenimiento de calidad, Actividades de departamentos administrativos y de apoyo, Gestión de seguridad y entorno.

b) Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM):

Jerarquización de las envasadoras por medio de análisis de criticidad cualitativa, Calcular probabilidad de fallo y no fallo en los teflones que se observó críticos en las envasadoras, esto se realizó por medio del método de Weibull, se observó que el problema en el teflón es “claro” pero en caso contrario se debe usar el análisis causa raíz de los fallos.

La aplicación de análisis causa raíz se basa en poder responder la siguiente 7 de preguntas:

- ¿Cuáles son las funciones y respectivos estándares de desempeño de este bien en su contexto operativo presente?
- ¿En qué aspecto no responde al cumplimiento de sus funciones?
- ¿Que ocasiona cada falla funcional?
- ¿Qué sucede cuando se produce cada falla en particular?
- ¿De qué modo afecta cada falla?
- ¿Qué puede hacerse para predecir o prevenir la fallar?
- ¿Qué debe hacerse si no se encuentra el plan de acción apropiado?

c) Modelo combinado (TPM y RCM)

El modelo combinado comprende la implementación de pilares tanto del TPM como del RCM acorde a la necesidad y alcance del proyecto. Para seleccionar la alternativa de solución ganadora al problema se tomó en consideración factores como: la facilidad de implementación, rapidez de resultados y costos de implementación, con ello, se realizó una matriz de decisión, en la que se establecieron los siguientes criterios:

F fácil de implementar (P = 2)
 R Rápidos resultados (P = 1)
 C costo de implementación (P = -1)

Se estableció un método de calificación del 1 al 5 siendo:

- 1 = Muy deficiente
- 2 = Deficiente
- 3 = Regular
- 4 = Bueno
- 5 = Excelente

Tabla 2.3 Ejemplificación de matriz de decisión de alternativas.

Soluciones	F (P = 2)		R (P = 1)		C (P = -1)		Total
	V	V*P	V	V*P	V	V*P	
	TPM	1	2	1	1	5	
RCM	2	4	2	2	4	-4	2
Combinado	3	6	3	3	3	-3	6

Tanto el método TPM como RCM, representan un alto costo de implementación y tardan relativamente el mismo tiempo en reflejar sus resultados, por lo que como se puede observar en la tabla 2.2 el método ganador fue el combinado entre TPM y RCM, evitando las desventajas de cada método.

2.4 Jerarquización de equipos

Continuando con la fase 2 del MGM, se realizó una jerarquización de equipos, mediante un inventario de los equipos presentes en el área de envasado, basándose en la norma ISO 14224. Se obtuvo información del sistema computarizado de gestión del mantenimiento, CMMS por sus siglas en inglés. Durante el estudio, la plataforma quedó deshabilitada por un proceso de mejora y cambio de CMMS. Pese a esto, se recopiló la información necesaria en conjunto con observación insitu, tal como se observa en la tabla 2.3

Tabla 2.4 Extracto de Inventario de Equipos de Envasado

Código do Setor	Descrição do Setor	Código da Área	Descrição da Área	Código do MIS	Descrição do MIS	Código do Conjunto	Descrição do Conjunto	Código do SubConjunto	Descrição do SubConjunto	Código da Família	Código do Equipamento	Descrição do Equipamento
107	CADENAS Y SUMINISTROS	10	ENVASADO DE 50KG	EN15	ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON 1	1	COSEDORA DE SACOS	1	CONDUCTOR DE TABLILLA	CON	CON0040	CONDUCTOR DE TABLILLA
107	CADENAS Y SUMINISTROS	10	ENVASADO DE 50KG	EN15	ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON 1	1	COSEDORA DE SACOS	1	CONDUCTOR DE TABLILLA	MEL	MEL0213	MOTOR
107	CADENAS Y SUMINISTROS	10	ENVASADO DE 50KG	EN15	ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON 1	1	COSEDORA DE SACOS	1	CONDUCTOR DE TABLILLA	RED	RED0057	REDUCTOR
107	CADENAS Y SUMINISTROS	10	ENVASADO DE 50KG	EN15	ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON 1	1	COSEDORA DE SACOS	2	CORTADORA DE HILO	CIL	CIL0001	CILINDRO
107	CADENAS Y SUMINISTROS	10	ENVASADO DE 50KG	EN15	ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON 1	1	COSEDORA DE SACOS	2	CORTADORA DE HILO	ELV	ELV0013	ELECTROVÁLVULA
107	CADENAS Y SUMINISTROS	10	ENVASADO DE 50KG	EN15	ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON 1	1	COSEDORA DE SACOS	3	COSEDORA DE SACOS	MEL	MEL0214	MOTOR
107	CADENAS Y SUMINISTROS	10	ENVASADO DE 50KG	EN15	ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON 1	1	COSEDORA DE SACOS	3	COSEDORA DE SACOS	SEN	SEN0007	SENSOR
107	CADENAS Y SUMINISTROS	10	ENVASADO DE 50KG	EN15	ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON 1	2	SISTEMA DE CONTROL	1	SISTEMA DE PESAJE	CDC	CDC0002	CELDA DE CARGA
107	CADENAS Y SUMINISTROS	10	ENVASADO DE 50KG	EN15	ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON 1	2	SISTEMA DE CONTROL	2	TERMINAL DE MANDO	OSC	OSC0168	PANEL VIEW
107	CADENAS Y SUMINISTROS	10	ENVASADO DE 50KG	EN15	ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON 1	3	SISTEMA MECÁNICO	1	CARGA DE PRODUCTO	MEL	MEL0389	MOTOR DE CARGA 1

Se obtuvieron datos de tiempos perdidos y número de fallas tomando en cuenta cuatro años de períodos de producción en los que son escasas las paradas de mantenimiento.

Adicional, se realizó la recopilación de manuales de los equipos propuestos para realizar planes de mantenimiento, con ello se evidenció la ausencia de gran cantidad de manuales, por lo cual que se procedió a estudiar cada máquina obteniendo los sistemas y subsistemas de estos para la elaboración de un listado de repuestos.

Por último, se estudió la importancia de cada uno de estos equipos en la línea de envasado para posterior a esto realizar un estudio de criticidad.

2.5 Métodos de análisis y criticidad.

Los métodos de análisis de criticidad permiten identificar y jerarquizar los activos en orden de importancia en una instalación en un proceso o área de interés dentro de la industria con el fin de destinar los recursos necesarios para mantener su fiabilidad.

Existen diversidad de criterios para cuantificar la criticidad de un activo entre los más comunes se encuentran:

- Continuidad operacional
- Flexibilidad operacional
- Efecto en la calidad del producto
- Efecto en la seguridad, ambiente e higiene
- Costos de paradas y del mantenimiento
- Frecuencia de fallas / confiabilidad
- Condiciones de operación
- Accesibilidad para inspección y mantenimiento
- Requerimiento/ disponibilidad de recursos para la inspección
- Disponibilidad de repuestos

Debido a la poca fiabilidad en los datos obtenidos dentro del software de mantenimiento se optó por utilizar el método del flujograma de análisis de criticidad, siendo este de carácter cualitativo.

Este método presenta tres posibles respuestas que permiten caracterizar al equipo, ya que este método toma en cuenta la fiabilidad que está directamente relacionado con la frecuencia de fallos. Se optó por darle un valor promedio a este criterio a todos los equipos evaluados.

El proceso consistió en evaluar a los equipos en tres categorías: A, B, C, siendo los equipos con categoría A los de mayor criticidad.

Se utilizó la siguiente matriz para evaluar las distintas categorías tomando en consideración aspectos como medio ambiente, seguridad, calidad, condiciones de trabajo, impacto operacional, fiabilidad y mantenibilidad.

Tabla 2.5 Matriz de evaluación de criterios de criticidad.

CLASIFICACION	DESCRIPCION	ESTANDAR DE CLASIFICACION		
		NIVEL A	NIVEL B	NIVEL C
E	Medio ambiente	La falla del equipo provoca graves efectos sobre el medio ambiente	La falla del equipo contamina pero es manejable dentro de la empresa	No produce ningun tipo de contaminacion ambiental
S	Seguridad	La falla del equipo provoca graves efectos sobre el personal o instalaciones	la falla del equipo provoca danos menores sobre el personal de o instalaciones	No produce ningun tipo de riesgo para el personal o instalaciones
Q	Calidad - Rendimiento de material	la falla del equipo afecta gravemente a la calidad generando productos fuera de las especificaciones	la falla del equipo hace variar la calidad del producto	No produce efecto sobre el producto
W	Condiciones de Trabajo	Operacion continua de 24 H	Operacion entre 7H y 14 H	Uso ocasional, tambien depende de la produccion
D	Impacto operacional	La falla del equipo provoca un paro de toda la fabrica	La falla de equipo provca un paro o obsaculacion de una linea de produccion	El fallo del equipo no produce una interrupcion significativa de la produccion
F	Fiabilidad	El equipo tiene una frecuencia de fallo menor a 5h	El equipo tiene una frecuencia de fallo entre 5 h y 10h	E equipo tiene una frecuencia de fallo mayor a 10 h
M	Mantenibilidad	El equipo requiere un tiempo medio de reparacion mayor a 90 minutos	El equipo requiere un tiempo medio de reparacion entre 45 a 90 minutos	El tiempo medio de reparacion es inferior a 45 minutos

Se evaluó cada uno de los equipos del área de envasado determinando su criticidad haciendo uso del siguiente flujograma de criticidad:

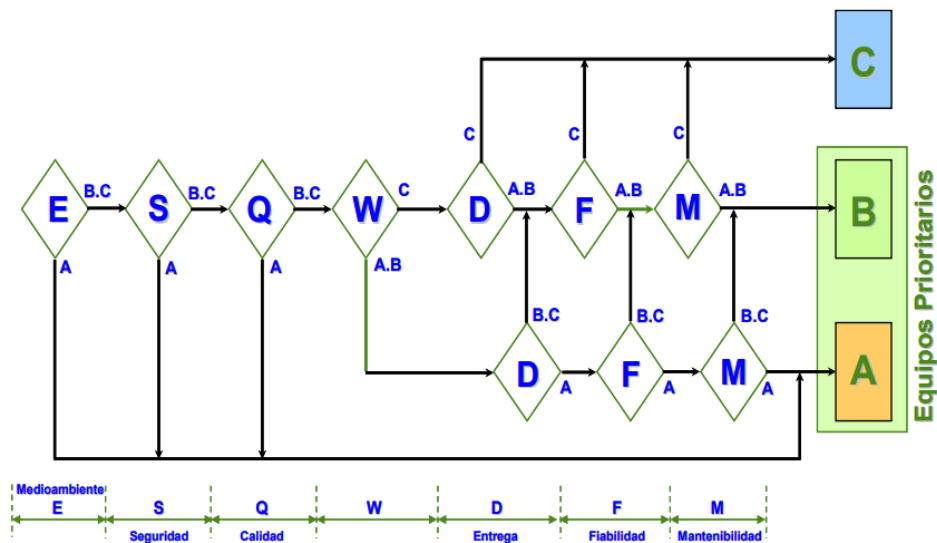


Ilustración 2.4 Modelo de flujograma de criticidad (Crespo, 2007)

2.6 Análisis de puntos débiles en equipos de alto impacto.

Para la fase 3 del MGM, se estableció que los tornillos sin fin de azúcar morena y el deterioro de teflón del sistema de sellado de las envasadoras son los componentes que generan más problemas en el área de envasado, debido a su fuerte impacto en los tiempos de producción y en la afectación de la calidad del producto. Con ello, a estos componentes se le aplicó método de confiabilidad por la distribución de probabilidad de Weibull.

2.6.1 Método de confiabilidad por la distribución de probabilidad de Weibull

El método de Weibull nos permite ver la distribución de fallos de algún componente que consideremos clave y deseemos controlar su vida útil. Cabe recalcar que este método no identificará la razón del fallo, solo nos entregará la confiabilidad de cada componente dependiendo de su tiempo de vida actual, por lo que se podrá decidir una frecuencia de cambio para mantenimiento preventivo.

La función de Weibull de confiabilidad esta dado por la relación entre la distribución de la función n y la de confiabilidad $R(t)$, está dada por la ecuación 1.8:

$$R(t) = e^{-\left(\frac{T-\gamma}{n}\right)^\beta} \quad (1.8)$$

Para la forma gráfica se utilizó:

Estimación de rangos medianos

$$RM(t) = \frac{i - 0.3}{n + 0.4} \quad (2.9)$$

Donde:

n : Cantidad de valores de tiempo entre fallas

i : Posición de cada valor de tiempo entre fallas ordenadas de menor a mayor

Puntos en y, x

$$y = \ln(-\ln(RM(t))) \quad (2.10)$$

$$x = \ln(t) \quad (2.11)$$

Se tabularon los valores de tiempo entre fallas, rangos medianos y los puntos “X” y “Y” utilizando las fórmulas 2.9, 2.10 y 2.11 para luego graficarlos como se observa en la ilustración 2.4.

Tabla 2.6 Tabulación de puntos para gráfica

I	Tiempo entre fallas (horas)	RM = F(t)	X	Y
1	5	0,0745	1,6094	-2,5589
2	17	0,1809	2,8332	-1,6120
3	19	0,2872	2,9444	-1,0829
4	24	0,3936	3,1781	-0,6927
5	29	0,5000	3,3673	-0,3665

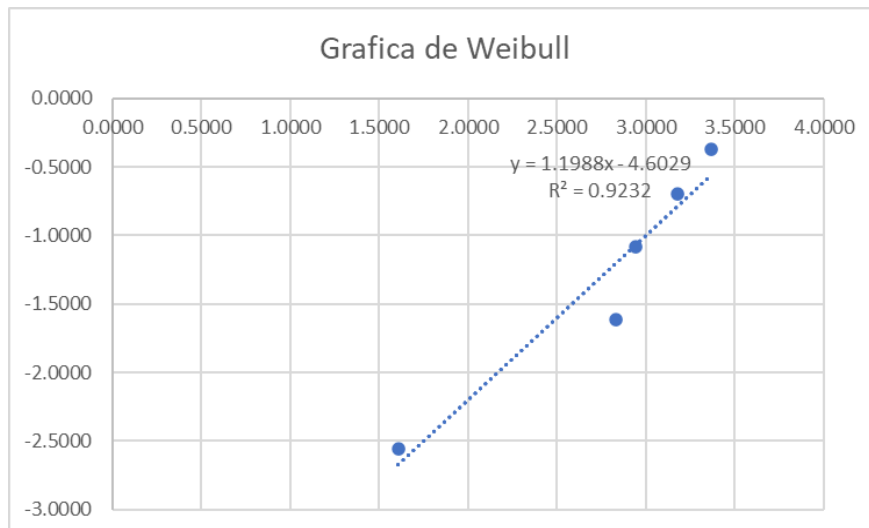


Ilustración 2.5 Método de Weibull linealizado donde X es el tiempo, Y la probabilidad

Se procedió a calcular eta por medio de la constante de la ecuación de la gráfica de Weibull y la pendiente.

$$\eta = e^{\frac{\beta}{\alpha}} \quad (2.12)$$

$$\eta = e^{\frac{4.6}{1.2}} \quad (2.13)$$

Posterior a esto se calculó la confiabilidad y probabilidad de fallo mediante el uso de la ecuación 2.14.

Cálculo de tiempo entre fallas (MTTF)

$$MTTF = \eta * \Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \quad (2.14)$$

Por último, se encontró la confiabilidad, ecuación 1.8, y la probabilidad del fallo del componente, ecuación 2.15.

Confiabilidad

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t-\gamma}{n}\right)^\beta} \quad (1.8)$$

Probabilidad de fallo

$$F = 100\% - R(t) \quad (2.15)$$

Finalmente, se tabularon los datos obtenidos y se obtiene una gráfica de confiabilidad vs probabilidad de fallo con lo cual se observó el comportamiento esperado del componente en el tiempo.

2.7 Diseño de planes de mantenimiento preventivo

Por último, para la fase 4 del MGM, se realizó una amplia búsqueda de información técnica de las envasadoras dentro de la empresa, con lo que se encontraron manuales de funcionamiento, de estos se extrajeron las frecuencias de cambio y revisión de componentes para el diseño del plan de mantenimiento preventivo de las envasadoras.

CAPÍTULO 3

RESULTADOS

A continuación, tenemos la aplicación de criticidad a los equipos del área de envasado, recordando que la información obtenida por la planta es poco fiable, ya que gracias a la auditoría inicial que se realizó, pudimos observar que se tiene falencias, en especial, el uso del software donde se lleva a cabo el levantamiento de mantenimientos aplicados.

3.1 Resultados de auditoría

Como resultado de la auditoría se obtuvo un radar que indicó de manera visual que tanto se alejan los aspectos de la puntuación máxima de 60 puntos por categoría.

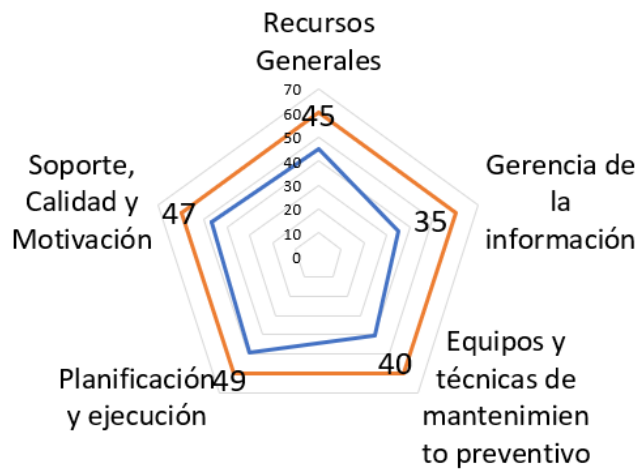


Ilustración 3.1 Radar Auditoría de gestión de mantenimiento.

Tabla 3.1 Puntajes obtenidos en la auditoría.

Aspectos evaluados	Puntaje
Recursos Generales	46
Gerencia de la información	34
Equipos y técnicas de mantenimiento preventivo	40
Planificación y ejecución	49
Soporte, Calidad y Motivación	48
Resultado Final	217

Se obtuvo un total de 217 puntos lo que cataloga a la gerencia de mantenimiento del área de envasado como “Muy Buena” con un nivel de “Buenas prácticas en mantenimiento”

El aspecto con menor puntaje o deficiencia fue el de “Gerencia de la información” seguido por el de “Equipo y técnicas de mantenimiento preventivo”, por último, los aspectos “Recursos generales”, “Planificación y ejecución”, “Soporte, calidad y Motivación” obtuvieron puntajes por encima del tercer cuartil.

3.2 Resultados análisis de criticidad cualitativo

Se obtuvieron la criticidad de los distintos equipos del área de envasado. Para una correcta identificación se muestra una tabla con los equipos e identificación de criticidad por una escala de colores, categorizando los equipos con criticidad alta, media y baja con los colores rojo, amarillo y verde, respectivamente.

Tabla 3.2 Extracto de Resultados de Análisis de Criticidad

Equipo	Criticidad cualitativa							
	Estandar de Clasificación							
	E - Medio ambiente	S - Seguridad	Q - Calidad - Rendimiento	W Condición	D Impacto Operacional	F Fiabilidad	M Mantenibilidad	Nivel
TRANSPORTADOR DE PAQUETES CD12-13	C	A	C	A	B	C	A	A
SIN FIN SALIDA TOLVA MATRIZ	C	C	C	A	B	B	A	B
TRANS BANDA PRINCIPAL	C	C	C	A	B	B	A	B
ELEVADOR DE AZUCAR	C	C	C	A	A	B	A	B
SIN FIN CD12-26	C	C	C	A	B	B	A	B
SIN FIN CD12-07	C	C	C	A	B	B	A	B
SIN FIN CD12-27	C	C	C	A	B	B	A	B
SIN FIN MORENA	C	A	A	A	B	A	C	A
TOLVA CRUDA	C	C	C	A	B	A	C	C
SEMI AUTOMATICA	C	A	A	A	B	A	B	A
TRANSPORADOR 1 ENVASADORA A ENFARADORAS	C	B	B	A	B	C	A	C
TRANSPORADOR 2 ENVASADORA A ENFARADORAS	C	B	B	A	B	C	A	C
ENFARADORA INDUMAK MK30	C	A	A	A	B	C	B	A
ENFARADORA INDUMAK MK30	C	A	A	A	B	C	B	A
ENFARADORA INDUMAK MK30	C	A	A	A	B	C	B	A

Tabla 3.3 Conteo de Equipos críticos

Tipos de Criticidad	Valor de Criticidad
A	29
B	10
C	25
Total general	64

3.3 Confiabilidad

Una forma de obtener un comportamiento de fallo más exacto para un repuesto que se tenga que cambiar, es utilizando el método de Weibull para poder saber que tan confiable sigue siendo el repuesto a determinado tiempo.

3.3.1 Método de Weibull

3.3.1.1 Teflón

Se usaron los datos de paradas de producción registrados en el área de envasado, con lo que se logró obtener los valores de tiempo entre cada falla, después estos valores fueron ordenados de menor a mayor, se calculó $RM(t)$ ecuación 2.9 y se llevó a escala logarítmica los valores para obtener los puntos X , Y , ecuaciones 2.10 y 2.11. Para linealizar el comportamiento de los tiempos de falla, de esta gráfica se extrajo el valor de beta, cte. Para después calcular eta y MTBF, posteriormente se calcula $R(t)$ y $F(t)$ todo este proceso se ve en la sección 2.6.1 y se procedió a graficar la confiabilidad y probabilidad de fallo de cada envasadora a continuación.

3.3.1.2 Envasadora Bosch

Tabla 3.4 Confiabilidad o probabilidad de no fallo (R) y probabilidad de fallo (F) en la envasadora BOSCH

Tiempo (Horas)	R	F
0	100%	0%
8	89%	11%
16	76%	24%
24	64%	36%
32	53%	47%
40	43%	57%
43.76	39%	61%
48	35%	65%
56	29%	71%

64	23%	77%
72	18%	82%
80	15%	85%
88	12%	88%
96	9%	91%
104	7%	93%
112	6%	94%
120	4%	96%
128	3%	97%
136	3%	97%
144	2%	98%
152	2%	98%
160	1%	99%

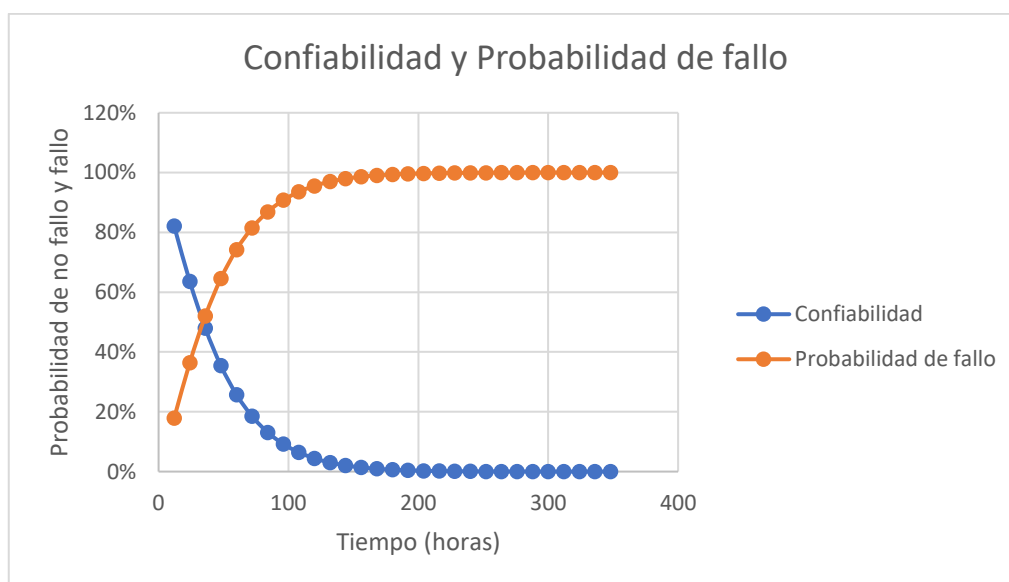


Ilustración 3.2 La probabilidad de falla y confiabilidad o Probabilidad de no falla (eje Y) Vs el tiempo (eje X) para la envasadora BOSCH

3.3.1.3 Envasadora gravimétrica #1 IMDUMAK MG320

Tabla 3.5 Confiabilidad (R) y probabilidad de fallo (F) en la Envasadora gravimétrica #1 IMDUMAK MG320

Tiempo (Horas)	R	F
1	100%	0%
2	100%	0%
3	99%	1%
4	96%	4%
5	92%	8%
6	86%	14%
7	77%	23%
8	66%	34%

9.3	50%	50%
10	41%	59%
11	29%	71%
12	19%	81%
13	11%	89%
14	6%	94%
15	3%	97%
16	1%	99%
160	1%	99%

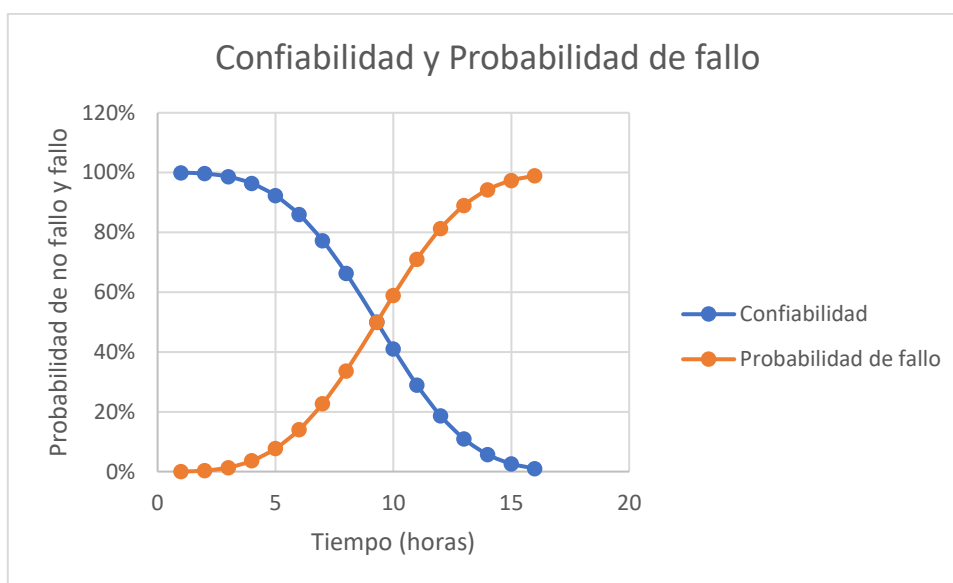


Ilustración 3.3 La probabilidad de falla y confiabilidad o Probabilidad de no falla (eje Y) Vs el tiempo(eje X) para Envasadora gravimétrica #1 IMDUMAK MG320

3.3.1.4 Envasadora gravimétrica #2 IMDUMAK MG320

Tabla 3.6 Confiabilidad (R) y probabilidad de fallo (F) para la Envasadora gravimétrica #2 IMDUMAK MG320

Tiempo (Horas)	R	F
0	100%	0%
8	86%	14%
16	69%	31%
24	53%	47%
31.46	41%	59%
36	34%	66%
48	21%	79%
60	12%	88%
72	7%	93%
84	4%	96%
96	2%	98%
108	1%	99%

120 1% 99%

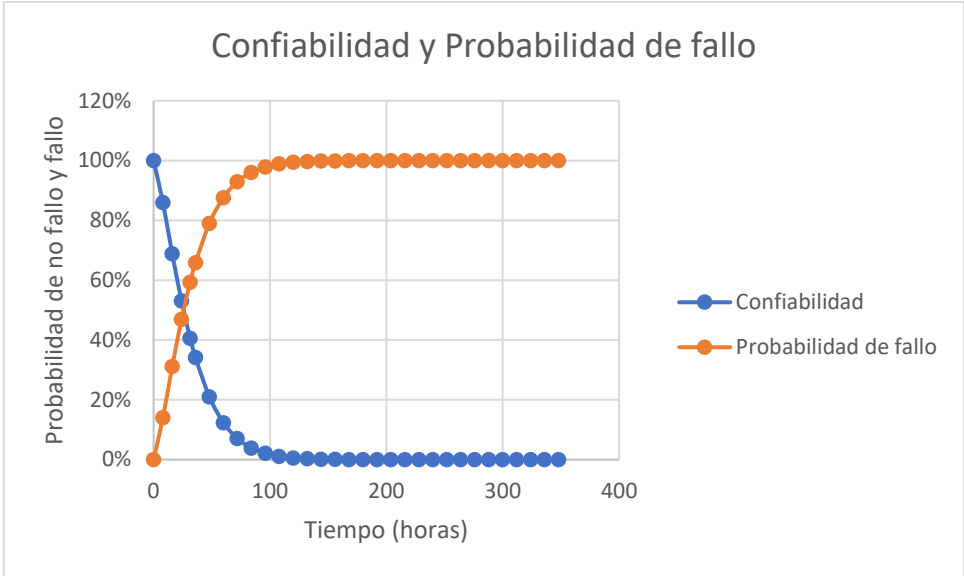


Ilustración 3.4 La probabilidad de falla y confiabilidad o Probabilidad de no falla (eje Y) Vs el tiempo(eje X) para Envasadora gravimétrica #1 IMDUMAK MG320

3.3.1.5 Envasadora gravimétrica #3 IMDUMAK MG1000

Tabla 3.7 Confiabilidad (R) y probabilidad de fallo (F) para la Envasadora gravimétrica #3 IMDUMAK MG1000

Tiempo (Horas)	R	F
0	100%	0%
4	97%	3%
8	81%	19%
12	55%	45%
13.07	48%	52%
16	29%	71%
20	11%	89%
24	3%	97%
28	1%	99%
32	0%	100%

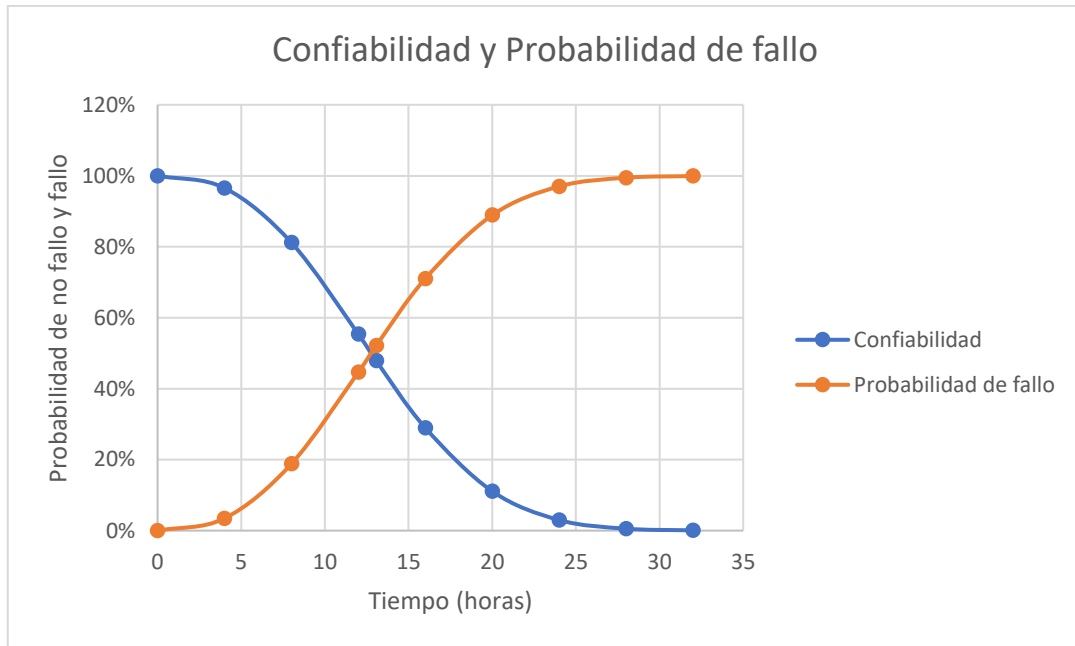


Ilustración 3.5 La probabilidad de falla y confiabilidad o Probabilidad de no falla (eje Y) Vs el tiempo(eje X) para la Envasadora gravimétrica #3 IMDUMAK MG1000

3.3.1.6 Envasadora gravimétrica #4 IMDUMAK MG1000

Tabla 3.8 Confiabilidad (R) y probabilidad de fallo (F) para la Envasadora gravimétrica #4 IMDUMAK MG1000

Tiempo (Horas)	R	F
0	100%	0%
4	91%	9%
8	71%	29%
12	50%	50%
13.2	44%	56%
14	41%	59%
18	24%	76%
22	13%	87%
26	7%	93%
30	3%	97%
34	1%	99%

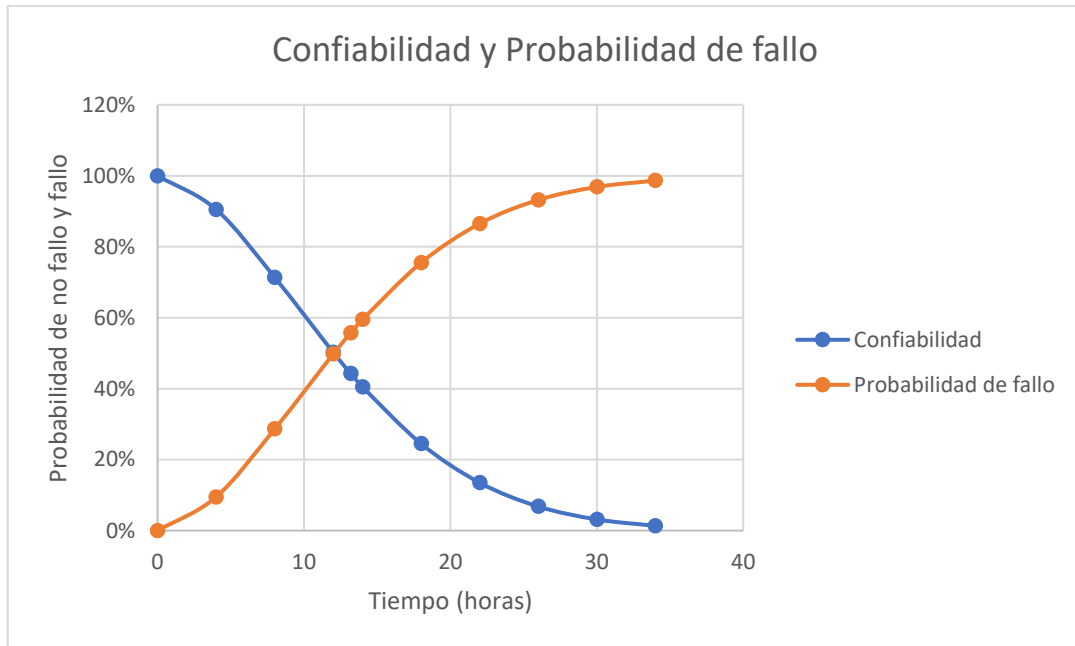


Ilustración 3.6 La probabilidad de falla y confiabilidad o Probabilidad de no falla (eje Y) Vs el tiempo(eje X) para la Envasadora gravimétrica #4 IMDUMAK MG1000.

3.3.1.7 Envasadora gravimétrica #5 IMDUMAK MG1000

Tabla 3.9 Confiabilidad (R) y probabilidad de fallo (F) para la Envasadora gravimétrica #5 IMDUMAK MG1000

Tiempo (Horas)	R	F
0	100%	0%
4	93%	7%
8	79%	21%
12	63%	37%
14	55%	45%
16.68	44%	56%
18	39%	61%
22	27%	73%
26	17%	83%
30	10%	90%
34	6%	94%

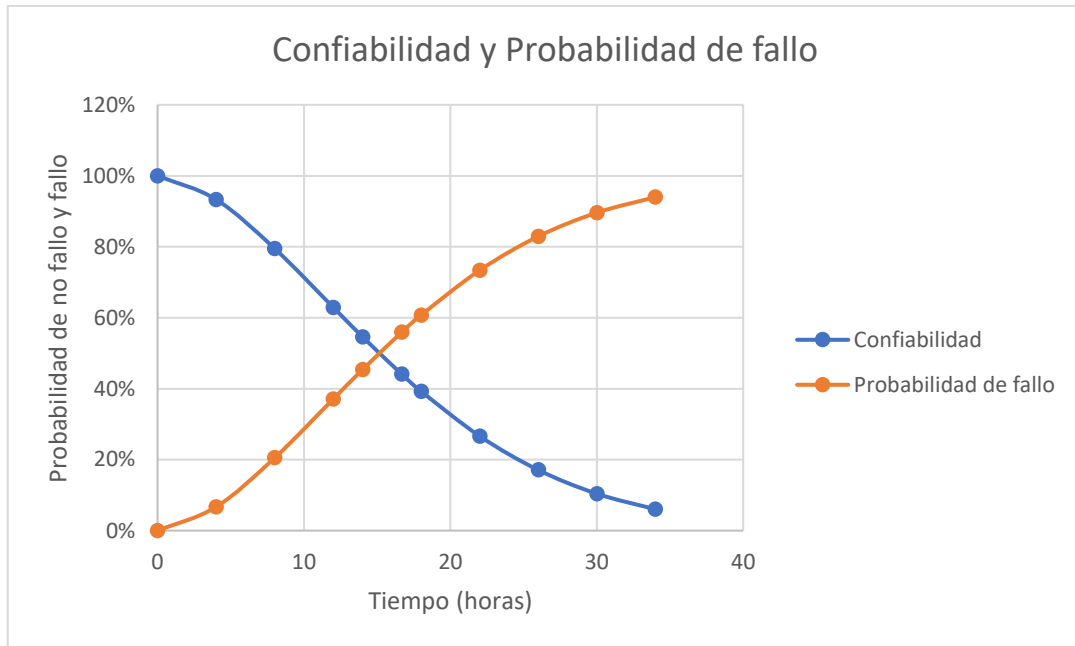


Ilustración 0.7 La probabilidad de falla y confiabilidad o Probabilidad de no falla (eje Y) Vs el tiempo(eje X) para la Envasadora gravimétrica #5 IMDUMAK MG1000.

3.3.1.8 Envasadora gravimétrica #6 IMDUMAK MG1000

Tabla 3.10 Confiabilidad (R) y probabilidad de fallo (F) para la Envasadora gravimétrica #6 IMDUMAK MG1000.

Tiempo (Horas)	R	F
0	100%	0%
4	97%	3%
8	88%	12%
12	75%	25%
14	68%	32%
18	54%	46%
20.73	45%	55%
22	41%	59%
26	29%	71%
30	20%	80%
34	13%	87%

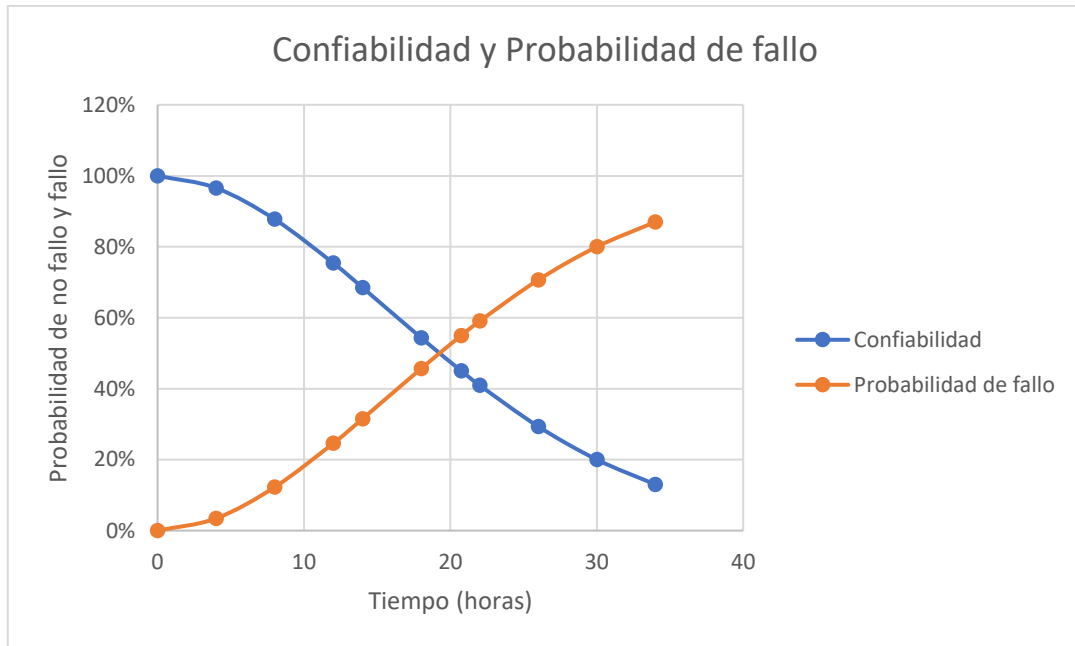


Ilustración 3.8 La probabilidad de falla y confiabilidad o Probabilidad de no falla (eje Y) Vs el tiempo(eje X) para la Envasadora gravimétrica #6 IMDUMAK MG1000.

3.3.1.9 Envasadora gravimétrica #7 IMDUMAK MG1000

Tabla 3.11 Confiabilidad (R) y probabilidad de fallo (F) para la Envasadora gravimétrica #7 IMDUMAK MG1000.

Tiempo (Horas)	R	F
0	100%	0%
4	100%	0%
8	96%	4%
12	85%	15%
13.2	79%	21%
14	76%	24%
18	52%	48%
22	28%	72%
26	11%	89%
30	3%	97%
34	0%	100%

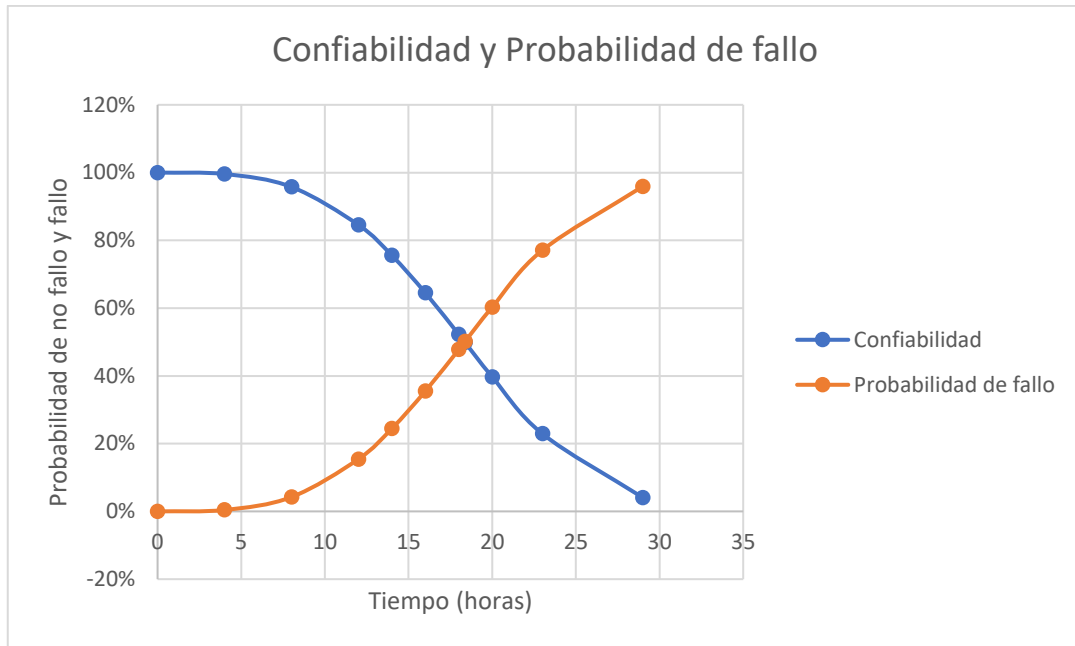


Ilustración 3.9 La probabilidad de falla y confiabilidad o Probabilidad de no falla (eje Y) Vs el tiempo(eje X) para la Envasadora gravimétrica #7 IMDUMAK MG1000.

3.3.1.10 Envasadora gravimétrica #8 IMDUMAK MG1000

Tabla 3.12 Confiabilidad (R) y probabilidad de fallo (F) para la Envasadora gravimétrica #8 IMDUMAK MG1000.

Tiempo (Horas)	R	F
0	100%	0%
4	97%	3%
8	82%	18%
12	59%	41%
13.2	51%	49%
14	45%	55%
18	23%	77%
22	9%	91%
26	2%	98%
30	0%	100%
34	0%	100%

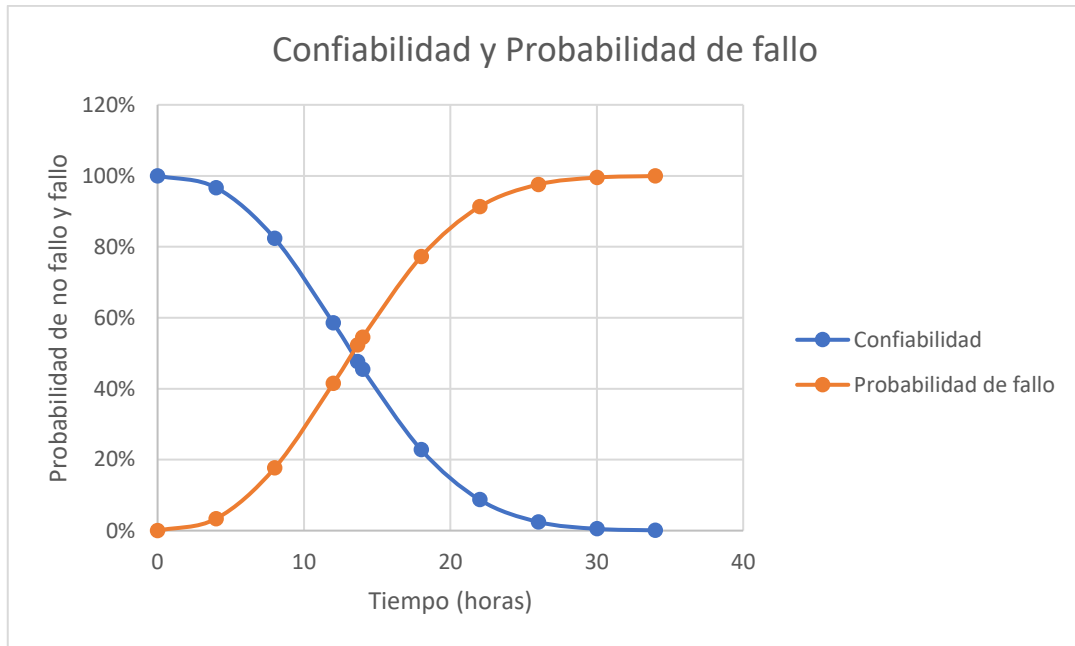


Ilustración 3.10 La probabilidad de falla y confiabilidad o Probabilidad de no falla (eje Y) Vs el tiempo(eje X) para la Envasadora gravimétrica #8 IMDUMAK MG1000.

3.3.1.11 Envasadora gravimétrica #9 IMDUMAK MG1000

Tabla 3.13 Confiabilidad (R) y probabilidad de fallo (F) para la Envasadora gravimétrica #9 IMDUMAK MG1000.

Tiempo (Horas)	R	F
0	100%	0%
4	97%	3%
8	85%	15%
12	62%	38%
14	49%	51%
14.12	48%	52%
18	25%	75%
22	9%	91%
26	3%	97%
30	0%	100%
34	0%	100%

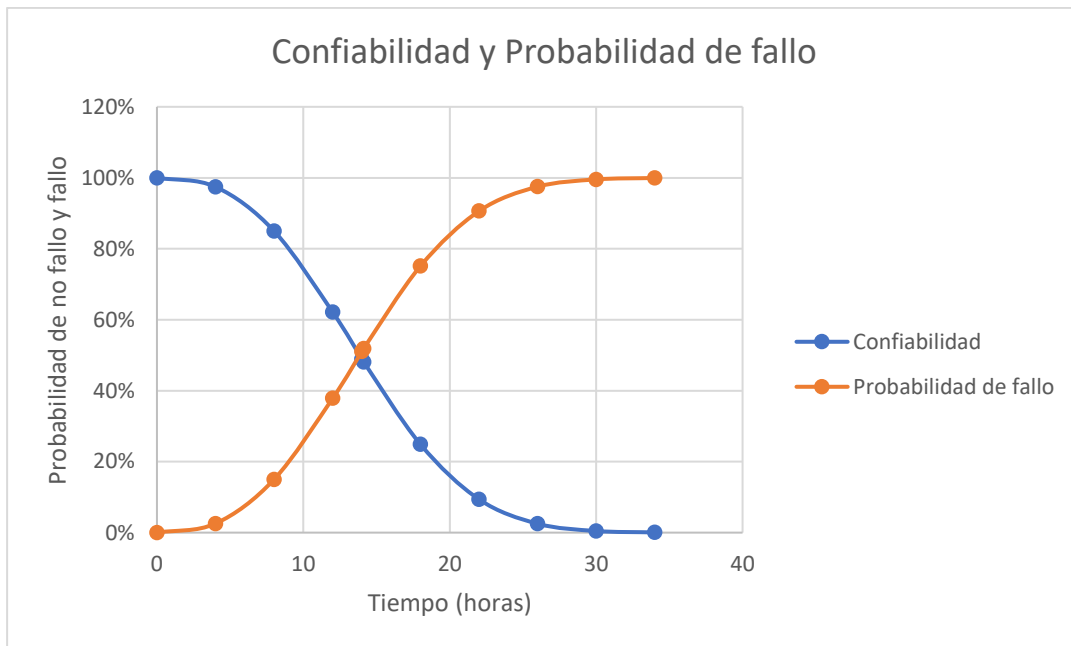


Ilustración 3.11 La probabilidad de falla y confiabilidad o Probabilidad de no falla (eje Y) Vs el tiempo(eje X) para la Envasadora gravimétrica #9 IMDUMAK MG1000.

3.3.1.12 Envasadora gravimétrica #10 IMDUMAK MG1000

Tabla 3.14 confiabilidad (R) y probabilidad de fallo (F) para la Envasadora gravimétrica #10 IMDUMAK MG1000.

Tiempo (Horas)	R	F
0	100%	0%
4	100%	0%
8	95%	5%
12	80%	20%
13.2	72%	28%
14	67%	33%
18	37%	63%
22	13%	87%
26	2%	98%
30	0%	100%
34	0%	100%

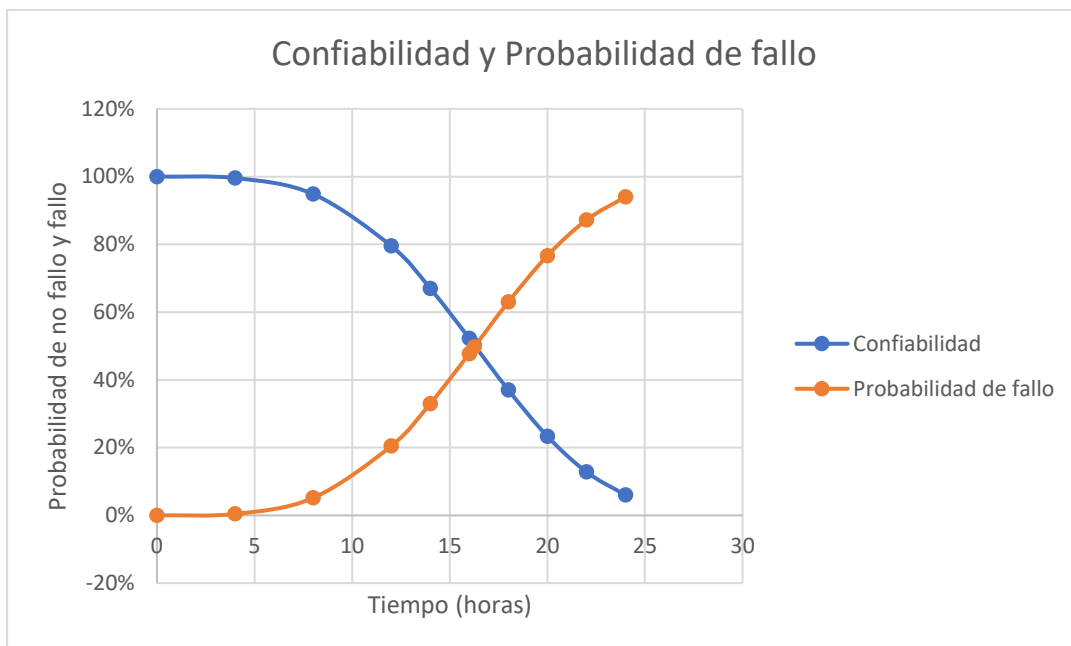


Ilustración 3.12 La probabilidad de falla y confiabilidad o Probabilidad de no falla (eje Y) Vs el tiempo(eje X) para la Envasadora gravimétrica #10 IMDUMAK MG1000.

3.3.1.13 Envasadora IMDUMAK #1 MM500

Tabla 3.15 Confiabilidad (R) y probabilidad de fallo (F) para la Envasadora IMDUMAK #1 MM500.

Tiempo (Horas)	R	F
0	100%	0%
48	99%	1%
80	88%	12%
88	80%	20%
96	69%	31%
104	56%	44%
105.8	53%	47%
112	41%	59%
120	27%	73%
128	15%	85%
136	7%	93%
144	2%	98%
152	1%	99%
160	0%	100%

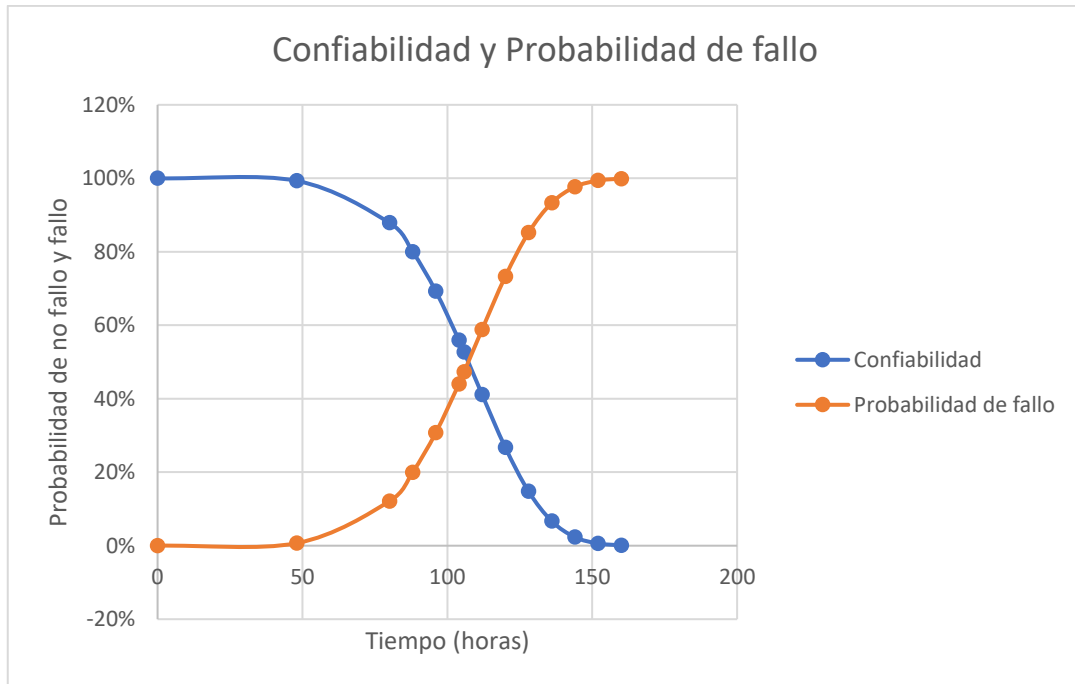


Ilustración 3.13 La probabilidad de falla y confiabilidad o Probabilidad de no falla (eje Y) Vs el tiempo(eje X) para la Envasadora IMDUMAK #1 MM500.

3.3.1.14 Envasadora IMDUMAK #2 MF 1000

Tabla 3.16 Confiabilidad (R) y probabilidad de fallo (F) para la Envasadora IMDUMAK #2 MF 1000.

Tiempo (Horas)	R	F
0	100%	0%
8	99%	1%
16	71%	29%
18.28	52%	48%
24	8%	92%
32	0%	100%

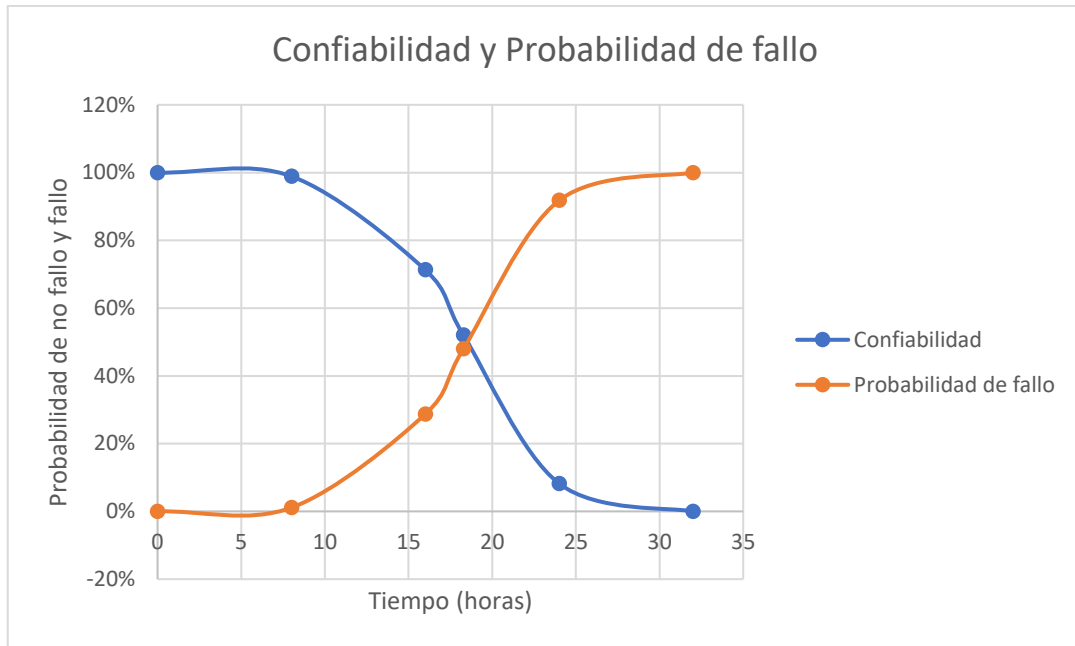


Ilustración 3.14 La probabilidad de falla y confiabilidad o Probabilidad de no falla (eje Y) Vs el tiempo(eje X) para la Envasadora IMDUMAK #2 MF 1000.

3.3.1.15 Envasadora IMDUMAK #3 MF 1000

Tabla 3.17 Confiabilidad (R) y probabilidad de fallo (F) para la Envasadora IMDUMAK #3 MF 1000.

Tiempo (Horas)	R	F
4	100%	0%
8	100%	0%
12	97%	3%
16	91%	9%
20	77%	23%
24	56%	44%
25.84	45%	55%
28	32%	68%
32	13%	87%
36	3%	97%
40	0%	100%

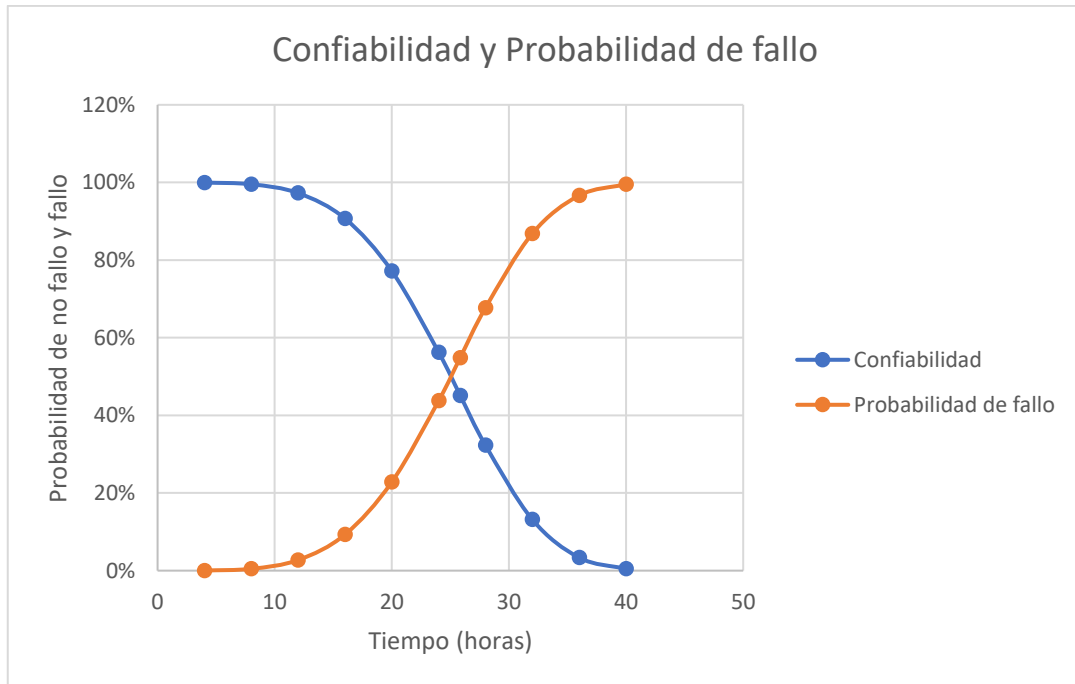


Ilustración 3.15 La probabilidad de falla y confiabilidad o Probabilidad de no falla (eje Y) Vs el tiempo(eje X) para la Envasadora IMDUMAK #3 MF 1000.

3.3.1.16 Envasadora IMDUMAK #6 MF 1000

Tabla 3.18 Confiabilidad (R) y probabilidad de fallo (F) para la envasadora IMDUMAK #6 MF 1000.

Tiempo (Horas)	R	F
4	100%	0%
8	100%	0%
12	97%	3%
16	91%	9%
20	77%	23%
24	56%	44%
25.84	45%	55%
28	32%	68%
32	13%	87%
36	3%	97%
40	0%	100%

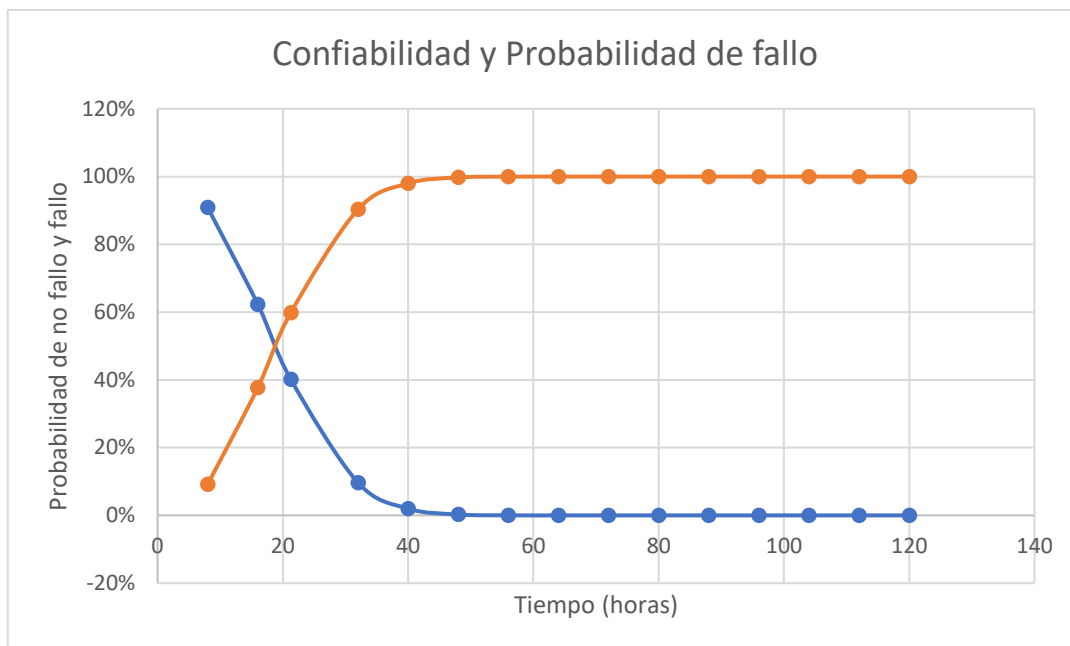


Ilustración 3.16 La probabilidad de falla y confiabilidad o Probabilidad de no falla (eje Y) Vs el tiempo(eje X) para la envasadora IMDUMAK #6 MF 1000.

3.3.1.17 Envasadora TECNOTOK #1

Tabla 3.19 Confiabilidad (R) y probabilidad de fallo (F) para la envasadora TECNOTOK #1.

Tiempo (Horas)	R	F
2	100%	0%
4	98%	2%
6	94%	6%
8	89%	11%
10	82%	18%
12	74%	26%
14	65%	35%
16	55%	45%
17.772	47%	53%
18	46%	54%
20	37%	63%
22	29%	71%
24	22%	78%
26	16%	84%
28	11%	89%
30	7%	93%

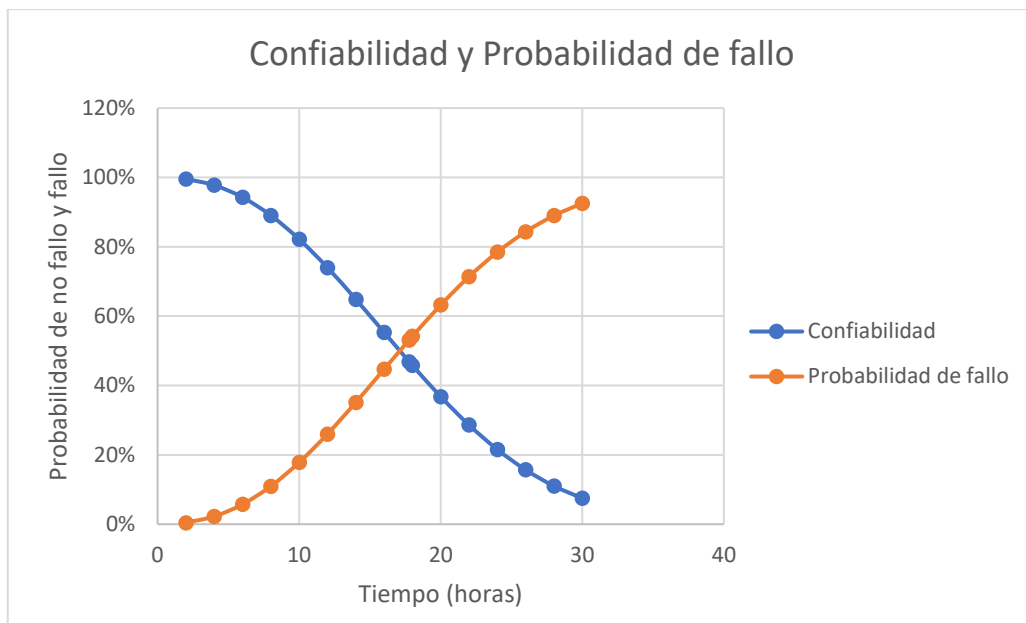


Ilustración 3.17 La probabilidad de falla y confiabilidad o Probabilidad de no falla (eje Y) Vs el tiempo(eje X) para la envasadora TECNOTOK #1.

3.3.1.18 Envasadora TECNOTOK #2

Tabla 3.20 Confiabilidad (R) y probabilidad de fallo (F) para la envasadora TECNOTOK #2.

Tiempo (Horas)	R	F
0	100%	0%
2	98%	2%
4	89%	11%
6	72%	28%
8	52%	48%
8.43	47%	53%
10	32%	68%
12	17%	83%
14	8%	92%
16	3%	97%
20	0%	100%

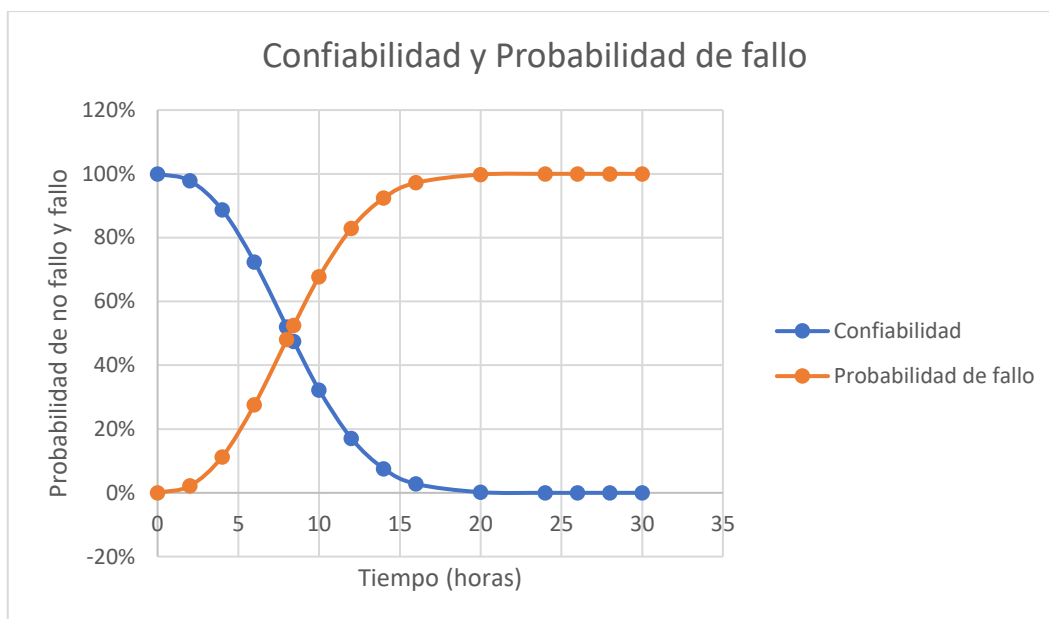


Ilustración 3.18 La probabilidad de falla y confiabilidad o Probabilidad de no falla (eje Y) Vs el tiempo (eje X) para la envasadora TECNOTOK #2.

3.4 Análisis de costos

El área de envasado realiza paquetes en presentaciones de ¼ Kg, ½ Kg, 1 Kg, 2 Kg, 5 Kg, 10 Kg y 50 Kg, debido a paradas de producción por el deterioro frecuente de los teflones que forman parte del sistema de sellado de las envasadoras con presentaciones de ¼ kg a 5kg, a continuación, se muestra la facturación promedio que la empresa deja de percibir por cada minuto que no produce determinada presentación.

Tabla 3.21 Promedios de facturación de azúcar por minuto.

PRESENTACIÓN	PROMEDIO de FACTURACIÓN / MINUTO
AZÚCAR 1 Kg	\$ 25.65
AZÚCAR 1/2 Kg	\$ 11.34
AZÚCAR 10 Kg	\$ 281.26
AZÚCAR 2 Kg	\$ 53.10
AZÚCAR 5 Kg	\$ 125.86
AZÚCAR Morena 1 Kg	\$ 25.54
AZÚCAR Morena 2 Kg	\$ 52.05
AZÚCAR Morena 5 Kg	\$ 124.66

Teniendo la facturación promedio por minuto se tabuló los valores promedio de no facturación por presentación y envasadora para lo cual se consideró que éstas se configuran con una velocidad estándar de 35 unidades por minuto la cual se tomó como base para este análisis.

Tabla 3.22 Valores de perdida asumiendo 35 unidades por minuto en cada envasadora.

ENVASADORA	AZÚCAR 1 KG	AZÚCAR 1/2 KG	AZÚCAR 1/4 KG	AZÚCAR 2 KG	AZÚCAR 5 KG	TOTAL GENERAL
BOSH				\$53.10		\$ 53.10
Envasadora INDUMAK multicabezal 1 MG320	\$ 25.65			\$53.10	\$125.86	\$ 204.62
Envasadora INDUMAK multicabezal 2 MG320	\$ 25.65			\$53.10	\$125.86	\$ 204.62
ENVASADORA MULTICABEZAL 10 MG1000	\$ 25.65	\$ 15.51	\$ 7.16			\$ 48.32
Envasadora multicabezal 3 MG1000	\$ 25.65	\$ 15.51	\$ 7.16			\$ 48.32
Envasadora multicabezal 4 MG1000	\$ 25.65	\$ 15.51	\$ 7.16			\$ 48.32
Envasadora multicabezal 5 MG1000	\$ 25.65	\$ 15.51	\$ 7.16			\$ 48.32
Envasadora multicabezal 6 MG1000	\$ 25.65	\$ 15.51	\$ 7.16			\$ 48.32
Envasadora multicabezal 7 MG1000	\$ 25.65	\$ 15.51	\$ 7.16			\$ 48.32
ENVASADORA MULTICABEZAL 8 MG1000	\$ 25.65	\$ 15.51	\$ 7.16			\$ 48.32
ENVASADORA MULTICABEZAL 9 MG1000	\$ 25.65	\$ 15.51	\$ 7.16			\$ 48.32
ENVASADORA TECNOTOK#1 (2013)				\$53.10	\$125.86	\$ 178.96
ENVASADORA TECNOTOK#2 (2013)				\$53.10	\$125.86	\$ 178.96
INDUMAK 1 MM500				\$53.10	\$125.86	\$ 178.96
INDUMAK 2 MF1000	\$ 25.65	\$ 15.51		\$53.10		\$ 94.27
INDUMAK 3 MF1000	\$ 25.65	\$ 15.51		\$53.10		\$ 94.27
INDUMAK 6 MF1000	\$ 25.65	\$ 15.51		\$53.10		\$ 94.27
TOTAL GENERAL	\$ 333.47	\$170.62	\$57.30	\$ 477.93	\$629.30	\$ 1,668.62

Se evidenció que en el periodo de julio a agosto la envasadora marca Bosh registró por daño y cambio del teflón un estimado de 140 minutos fuera de operación, lo cual representa un total de 4900 unidades no producidas, que a su vez se refleja en un valor no facturado de \$260.631 lo cual, si se presume una tendencia trimestral, en un año la empresa podría dejar de percibir \$1,042.524.

Se estima que una vez que ocurre el mal sellado, se siguen produciendo unidades alrededor de dos minutos hasta que el operario se percata del deterioro del teflón, con lo cual procede a parar la máquina.

Por lo tanto, para un tiempo no operativo de 12 minutos, ya incluyendo el tiempo de cambio de teflón y el tiempo de respuesta, se dejan de producir

420 fundas. Usando los datos proporcionados de confiabilidad e implementando mejoras al proceso se pudo reducir el tiempo perdido de 12 a 8 minutos. En la tabla 3.23. se observa cuanto la empresa se ahorra en promedio por esta mejora.

Tabla 3.23 Promedio de dinero perdido por parada no prevista y prevista.

PRESENTACIÓN	PROMEDIO DE NO FACTURACIÓN / PARADA	PROMEDIO DE NO FACTURACIÓN / PARADA PREVISTA
AZÚCAR 1 KG	\$ 307.82	\$ 205.21
AZÚCAR 1/2 KG	\$ 186.13	\$ 124.09
AZÚCAR 10 KG	\$ 3,375.08	\$ 2,250.05
AZÚCAR 2 KG	\$ 637.24	\$ 424.83
AZÚCAR 5 KG	\$ 1,510.32	\$ 1,006.88
AZÚCAR MORENA 1 KG	\$ 306.45	\$ 204.30
AZÚCAR MORENA 2 KG	\$ 624.63	\$ 416.42
AZÚCAR MORENA 5 KG	\$ 1,495.97	\$ 997.31
AZÚCAR 1/4 KG	\$ 85.95	\$ 57.30
Total general	\$ 954.96	\$ 636.64

Debido al impacto económico que podría tener la alternativa de solución propuesta, se plantea la idea de vender la implementación de esta a la empresa en la que se basa el estudio. Se estimó el ahorro en un periodo de 7 meses, ya que durante ese tiempo se plantea de manera ideal una producción sin daños mecánicos puesto que realizó un mantenimiento correctivo total antes de este periodo. Teniendo un ahorro de \$330,906.25 mostrado en la siguiente tabla.

Tabla 3.24 Ahorro mínimo promedio que se haría a la empresa en 1 Zafra.

EQUIPO	MINIMO AHORRO PROMEDIO	MINIMO AHORRO PRIMEDIO / ZAFRA
BOSH	\$ 212.41	\$ 24,461.82
Envasadora INDUMAK multicabezal 1 MG320	\$ 102.61	\$ 55,607.57
Envasadora INDUMAK multicabezal 2 MG320	\$ 102.61	\$ 14,626.31
ENVASADORA MULTICABEZAL 10 MG1000	\$ 28.65	\$ 17,080.42
Envasadora multicabezal 3 MG1000	\$ 28.65	\$ 5,369.69
Envasadora multicabezal 4 MG1000	\$ 28.65	\$ 10,937.47
Envasadora multicabezal 5 MG1000	\$ 28.65	\$ 7,247.46
Envasadora multicabezal 6 MG1000	\$ 28.65	\$ 6,789.08
Envasadora multicabezal 7 MG1000	\$ 28.65	\$ 8,071.50
ENVASADORA MULTICABEZAL 8 MG1000	\$ 7.16	\$ 2,761.98
ENVASADORA MULTICABEZAL 9 MG1000	\$ 7.16	\$ 2,734.37
ENVASADORA TECNOTOK#1 (2013)	\$ 212.41	\$ 60,411.83
ENVASADORA TECNOTOK#2 (2013)	\$ 212.41	\$ 64,024.72
INDUMAK 1 MM500	\$ 212.41	\$ 7,481.32
INDUMAK 2 MF1000	\$ 62.04	\$ 16,495.66
INDUMAK 3 MF1000	\$ 62.04	\$ 12,102.36
INDUMAK 6 MF1000	\$ 62.04	\$ 14,702.69
Total Ahorro mínimo / Zafra		\$ 330,906.25

Se plantea cobrar por el servicio un 15% del beneficio que percibiría la empresa al implementar la mejora debido al supuesto caso de se desee cancelar una vez recibido, dando un total de \$49,635.94. Se plantea además que este proyecto, se trata de un emprendimiento para lo que se requiere un capital inicial que solvente los gastos generados por la operación durante los 7 meses que se tendría que esperar para recibir el pago. Por esto, se realizaría un préstamo de \$35,000.00 a una tasa del 12% anual. Con esto se procedió a hacer una proyección de flujo de caja para ver qué tan rentable sería la inversión como se observa en la siguiente tabla.

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Total
Saldo inicial	\$ 35,000.00	\$ 35,000.00	\$ 26,667.41	\$ 62,014.45	
Ingresos Operacionales					
Ventas en efectivo		\$ 49,635.94	\$ 99,271.87	\$ 99,271.87	\$ 248,179.69
Cobros de ventas a crédito					
Total de Ingresos Operacionales		\$ 49,635.94	\$ 99,271.87	\$ 99,271.87	\$ 248,179.69
Ingresos No Operacionales					
Cobros por ventas de activo fijo					
Total de Ingresos No Operacionales					
Total de Ingresos	\$ -	\$ 49,635.94	\$ 99,271.87	\$ 99,271.87	\$ 248,179.69
Egresos Operacionales					
OPEX					
Costos fijos	0	3000	3000	3000	9000
Pago de nómina	0	24000	24000	24000	72000
Pago de Seguridad social	0	2640	2640	2640	7920
Pago proveedores	0	0	0	0	0
Pago de impuestos	0	5956.31248	11912.62497	11912.62497	29781.56242
Pago de servicios públicos	0	2000	2000	2000	6000
Pago de alquiler	0	3600	3600	3600	10800
Pago de mantenimiento	0	1200	1200	1200	3600
Pago de publicidad	0	1000	1000	1000	3000
Total Egresos Operacionales	0	43396.3125	49352.62497	49352.62497	142101.5624
Egresos No Operacionales					
CAPEX					
costos variables	0	0	0	0	0
Pago de préstamos	0	10372.21	11616.88004	13010.90564	34999.99568
Pago de intereses	0	4200	2955.334282	1561.308677	8716.642959
Total Egresos No Operacionales	0	14572.21	14572.21432	14572.21432	43716.63864
Total Egresos	0	57968.5225	63924.83929	63924.83929	142101.5624
Flujo de caja económico	35000	26667.4149	62014.45031	97361.48574	

Ilustración 3.19 Flujo de caja económico con egresos CAPEX por préstamo de \$35000 a 12% anual.

De esta manera se pudo proyectar un valor actual neto, VAN, después de 3 años de operación y esperando obtener contratos de igual magnitud en los años posteriores a la venta del primer servicio, de \$133,643.84 con una tasa interna de retorno, TIR, del 117% lo que representa un retorno anual del 39%, demostrando así la viabilidad del proyecto y posible propuesta de participación de personas externas con capital de inversión.

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este proyecto al igual que el realizado por Samaniego (2013) en la “Implementación de un Sistema de Gestión de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) para la empresa Chova Del Ecuador S.A. Plantas Inga y Cashapamba”, se realizó una auditoria del área de envasado, para tener una idea clara del estado inicial de la misma. En esta se evidenció un claro problema en el manejo de la información, no existe un levantamiento detallado de los sucesos, esto indicó que hay un mal uso del software de mantenimiento en la empresa azucarera. Se seleccionaron los KPIs a partir de la focalización de la mejora y se establecieron indicadores como MTTR, MTTF y OEE. Se procedió a jerarquizar los equipos de forma cualitativa y se utilizó el método de Weibull, para analizar la confiabilidad en los componentes que generan más paros en la producción, donde se observó que el tornillo sin fin de azúcar morena y teflón de las envasadoras son los componentes que generan más problemas en el área de envasado. Se calculó los MTTF con el método de Weibull para ambos componentes y se realizaron planes de mantenimiento, por medio de la lectura de los catálogos y manuales de las envasadoras y conocimiento propio.

4.1 Auditoria

En la auditoría realizada al inicio de la formulación de la estrategia de mantenimiento, se observó en la tabla 3.1 que el puntaje máximo es 60 para cada campo de evaluación, y como el campo de manejo de la información obtuvo un puntaje de 34, se realizó un análisis de los problemas que esto conlleva

4.1.1 Plan de acción

4.1.1.1 Jerarquización

Para la jerarquización se decidió usar el análisis de criticidad cualitativa, donde la ayuda de un experto del área fue vital para poder tener claro los detalles de cada envasadora y su importancia en cada línea. En la tabla 3.2 se observó que los equipos más importantes fueron los de criticidad A, estos son las envasadoras y los tornillos sin fin, a estos se les implementó un plan de acción en sus fallas más recurrentes y también un plan de mantenimiento acorde a su necesidad, tal como se realizó en la tesis “Implementación de la Metodología RCM para los vehículos de Emergencia del Benemérito Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Cuenca” (Alvarez, 2017).

4.1.1.2 Confiabilidad

La confiabilidad es conocer la probabilidad de que no falle un componente en un determinado tiempo, con el método de Weibull se conoció más de los fallos que se presentaron en los teflones y tornillo sin fin. Recordemos como se aprendió en el capítulo 1, cuando β es menor que 1 son fallos por mortandad infantil, si $\beta=1$ se trata de fallo aleatorio, y si β es mayor que 1 consiste en fallo por desgaste. Se menciona esto ya que es el caso más “complicado” cuando $\beta=1$, se debe usar el análisis causa raíz, para averiguar porque ocurre el fallo.

Se recomienda apoyarse en las 7 preguntas, Anteriormente mencionadas en el capítulo 2.2.4., un ejemplo de análisis causa raíz se encuentra en “Mejora de la Productividad de un área de Envasado de Productos de Consumo Masivo por medio de la Disminución de Averías aplicando análisis de Causa Raíz.” (Sánchez, 2014).

4.1.1.3 Teflón

Por medio del método de Weibull se obtuvo que β es mayor que 1 en todos los casos, debido a esto se pudo asegurar que el tipo de fallo es por desgaste, en la tabla 4.1 se observó los valores de MTTF (horas) los cuales significan una estimación de cuándo va a tender a fallar el teflón, estos porcentajes de confiabilidad representan que esa es la probabilidad de que no falle el teflón, por lo que se eligió valores con mayor confiabilidad para realizar el cambio programado del teflón. En consecuencia, se redujo los minutos de fallo de 12 min a 8 min. Para la confiabilidad seleccionada se tomó en cuenta que los turnos de trabajo son de 8 horas, y se reemplazó los teflones que coincidan con los cambios de turno.

4.1.1.4 Tornillo sin fin

En la tabla 4.1 se observó que el β del tornillo sin fin es mayor que 1, por lo que se aseguró que su fallo fue por desgaste, también que su MTTF corresponde a un valor de confiabilidad, este se usó como referencia para realizar el mantenimiento al tornillo sin fin durante los cambios de turno. Para este análisis de Weibull se tomó como referencia el uso de confiabilidad de “Aplicación de RCM como estrategia de implementación del mantenimiento predictivo para la metodología TPM” (Maya, 2018)

Tabla 25 MTTF (tiempo entre cada falla), pendiente de la ecuación de la recta (β), probabilidad de no fallo(Confiabilidad), probabilidad de fallo en teflón, obtenidos del método de Weibull.

Equipos	MTTF(Horas)	β	Confiabilidad	Probabilidad de fallo
BOSCH	43.76	1.2	39%	61%
IMDUMAK MG320 #1	9.30	3.5	50%	50%
IMDUMAK MG320 #2	22.7	1.6	43%	57%
IMDUMAK MG1000 #3	13.07	2.6	48%	52%
IMDUMAK MG1000 #4	13.20	1.8	44%	56%
IMDUMAK MG1000 #5	16.68	1.7	44%	56%
IMDUMAK MG1000 #6	20.73	1.9	45%	55%
IMDUMAK MG1000 #7	18.38	3.3	50%	50%
IMDUMAK MG1000 #8	13.66	2.5	48%	52%
IMDUMAK MG1000 #9	14.12	2.6	48%	52%
IMDUMAK MG1000 #10	16.25	3.6	50%	50%
IMDUMAK #1	143.1	4.5	52%	48%
IMDUMAK #2	18.56	4.6	52%	48%
IMDUMAK #3	25.84	4.1	51%	49%
IMDUMAK #6	21.27	2.2	46%	54%
TECNOTOK #1	19.16	2.2	47%	53%
TECNOTOK #2	8.43	2.5	47%	53%
Tornillo sin fin	58.66	1.4	41%	59%

4.1.2 Planes de mantenimiento

Finalmente, se realizaron planes de mantenimiento, mediante la investigación y lectura de catálogos, manuales y el conocimiento propio. Estos podrán ser utilizados para realizar mantenimientos preventivos de forma correcta, con esto se reducirá los paros imprevistos que se dan en las envasadoras. Los planes de mantenimiento se realizaron en base a la tesis “Propuesta de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad de las Unidades de Bombeo Horizontal multietapas del Sistema Power Oil de la Estación ATACAPI del B57-LI de Petroamazonas EP” (Castillo, 2017).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.2 Conclusiones

1. Existe un mal manejo de la información debido a una retracción al uso correcto del software de mantenimiento y un desconocimiento de la importancia de la adecuada gestión de información evidenciado en la auditoría realizada.
2. El análisis de criticidad determinó que existen 45,31% de equipos con criticidad A, 15,63% con criticidad B y 39,06% con criticidad C.
3. Los equipos más críticos son: las envasadoras y el transportador de tornillo sin fin para azúcar morena, estos equipos serán en los que se enfocara la atención de mantenimiento.
4. Se propuso planes de mantenimiento preventivo para alargar la vida útil de los componentes en las envasadoras, una de las razones de los fallos por desgaste es que no se aplica un mantenimiento preventivo adecuado debido a la falta de planes de mantenimiento preventivo.
5. Todos los valores de β de los teflones y el tornillo sin fin son mayores a 1, por lo tanto, el tipo de fallo de estos componentes es por desgaste.

4.3 Recomendaciones

1. Realizar capacitaciones de manejo de información y fortalecer la calidad de la información ingresada en el software de mantenimiento.
2. Mejorar la estrategia de mantenimiento por medio de los indicadores al final de cada zafra.
3. Realizar contratación de un planificador para el área de envasado.
4. Añadir al presupuesto un juego de mordazas por envasadora.
5. Se debe designar un lugar cercano a las envasadoras, donde se almacenen las mordazas de repuesto, pues cuando se genere un fallo por daño en Teflón, el tiempo de cambio se reducirá considerablemente.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez, I. (2017). *Implementación de la Metodología Rcm para los Vehículos de Emergencia del Benemérito Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Cuenca*. Tesis, Universidad Politécnica Salesiana, CUENCA. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14200/1/UPS-CT006981.pdf>
- Carazo, J., Manzano, M., Vázquez, C., & Montesinos, S. (2017). Aplicación de la metodología actualización RCM (Backfit RCM) para maquinaria utilizada en procesos de enseñanza aprendizaje en estudiantes universitarios. *Revista de la Ingeniería Industrial*, 22-28.
- Díaz, A., Villar, L., & Cabrera, J. (2016). Implementación del Mantenimiento Centrado en la confiabilidad en empresas de transmisión eléctrica. *Ingeniería Mecánica*, 137-142.
- Electropedia. (2018). *International Electrotechnical Commission*. Obtenido de The World's Online Electrotechnical Vocabulary: <http://www.electropedia.org/iev/iev.nsf/d253fda6386f3a52c1257af700281ce6?OpenForm18>.
- FAO. (13 de marzo de 2012). *Agronoticias: Agriculture News from Latin America and the Caribbean*. Obtenido de Food and Agriculture Organization of the United Nations: <https://www.fao.org/in-action/agronoticias/detail/en/c/493103/>
- García, O. (2013). *Gestión moderna del mantenimiento industrial. Principios fundamentales*. España: Ediciones de la U.
- Hung, A. (2009). Mantenimiento centrado en confiabilidad como estrategia para apoyar los indicadores de disponibilidad y paradas forzadas en la Planta Oscar A. Machado EDC. *Aplicaciones industriales*, 14-19.
- Khairy, A., Kobbacy, H., & Prabhakar, M. (2008). *Complex System Maintenance Handbook*. New York: Springer.
- Maya, J. (2018). *Aplicación de RCM como estrategia de implementación del mantenimiento predictivo para la metodología TPM*. Tesis, Universidad Nacional de Colombia, Medellín. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/64727/98702383.2018.pdf?sequ>

ence=1&isAllowed=y

Mercado, V., & Peña, B. (2016). Modelo de gestión de mantenimiento enfocado en la eficiencia y optimización de la energía eléctrica. *Saber*, 99-105.

Moubray, J. (1997). *Reliability-centered Maintenance. Second Edition*. New York: Industrial Press Inc.

Parra, C., & Balda, A. (Noviembre de 2020). *Gestión Estratégica del Mantenimiento: Formulando la estrategia del mantenimiento*. Obtenido de Asociación para el desarrollo de la ingeniería de mantenimiento: DOI: 10.13140/RG.2.2.34087.16809

Salazar, M. (2017). Sexto congreso internacional de investigación en ciencias básicas y agronómicas. Obtenido de https://dicea.chapingo.mx/wp-content/uploads/2018/05/MEMORIA_MESA_1A_CONGRESO2017.pdf

Sánchez, G. (2014). *Mejora de la Productividad de un área de Envasado de Productos de Consumo Masivo por medio de la Disminución de Averías Aplicando Análisis de Causa Raíz*. Tesis de Grado, Escuela Superior Politecnica del Litoral, Guayaquil. Obtenido de <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/30759/D-79930.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>

Torrell, F., Cuatrecasas, L., & Olivella, J. (2022). Key Factor: Particularization model for TPM Deployment. *DYNA*, 229.

Wireman, T. (1990). *World Class Maintenance Management*. Estados Unidos: Industrial Press.

APÉNDICES

APENDICE A – FORMATO DE AUDITORIA DE GESTION DE MANTENIMIENTO

Equipos y técnicas de mantenimiento preventivo	
25	¿La organización utiliza órdenes de trabajo para las actividades de MP?
26	Se revisan periódicamente los planes de MP, aumento/descenso, necesidades de adiestramiento, etc.?
27	¿La organización tiene personal de mantenimiento dedicado exclusivamente a realizar actividades de MP?
28	¿Los operadores ayudan en las actividades de mantenimiento menor (limpieza, lubricación, ajustes e inspección visual)?
29	¿La organización utiliza técnicas de mantenimiento predictivo (<u>vibración, análisis de aceite, ultrasonido, etc.</u>)?
30	¿La organización <u>le</u> hace seguimiento a los costos de mantenimiento preventivo y predictivo?
31	¿Los grupos de producción y operaciones permiten que el personal de mantenimiento tenga acceso a los equipos en las fechas estimadas de MP?
32	¿La organización tiene la cultura de analizar y evitar las fallas repetitivas?
33	¿Se incluye al personal de mantenimiento y producción en el proceso de evaluación de equipos nuevos?
34	¿Se adiestra de forma adecuada a las personas que van a operar los equipos nuevos?
35	¿Se adiestra de forma adecuada a las personas que van a mantener los equipos nuevos?
36	¿La organización hace seguimiento y evalúa los costos de operación y mantenimiento, a lo largo del ciclo de vida de sus activos?

Planificación y ejecución	
37	¿Son priorizadas las actividades de mantenimiento correctivo/preventivo?
38	<u>¿La organización utiliza órdenes de trabajo para las act. correctivas?</u>
39	¿Se le hace seguimiento a la ejecución de las actividades de mantenimiento correctivo/preventivo?
40	¿La organización controla el sobre tiempo (adicional al planificado)?
41	¿La organización registra la información obtenida por la ejecución de la actividad de mantenimiento (correctiva/preventiva)?
42	¿Son los trabajadores de mantenimiento asignados a las distintas labores en función de sus conocimientos y habilidades?
43	¿Son las actividades correctivas bien planificadas antes de ejecutarse?
44	¿La organización utiliza planificadores de mantenimiento para preparar el alcance de mantenimientos mayores (" <u>shutdowns, overhauls</u> ")?
45	¿La organización utiliza contratistas calificadas para realizar labores de mantenimiento (" <u>outsourcing</u> ")?
46	¿La organización participa en la definición de las actividades de trabajo y en la estimación de tiempos de ejecución de los contratistas?
47	¿Se tiene en cuenta el impacto (seguridad, ambiente y producción) que tiene el sistema en el cual se va a ejecutar el mantenimiento?
48	¿Se define el camino crítico de los mantenimientos mayores y se identifican los repuestos críticos?

APENDICE B – AUDITORIA DE GESTION DE MANTENIMIENTO PARA EL AREA DE ENVASADO – RECURSOS GENERALES

Recursos Generales		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
1	Usted siente que mantenimiento está dotado para realizar su trabajo?	3	3	3	4	3	3	4	3
2	¿La estructura completa del mantenimiento parece ser lógica y favorece al cumplimiento de las actividades de mantenimiento?	4	2	4	4	4	2	4	4
3	¿La organización ayuda a eliminar las barreras que el mantenedor encuentra en su trabajo y de las cuales no tiene control?	3	4	4	3	4	4	3	3
4	¿La gerencia estimula a mantenimiento a alcanzar las metas de producción?	5	3	4	4	.	3	4	5
5	¿La gerencia estimula a producción a que ayude a mantenimiento en la realización de sus actividades?	5	3	4	5	3	3	5	5
6	¿Se desarrollan equipos de trabajo (mantenimiento y producción), para resolver tópicos que afectan a ambos departamentos?	5	4	3	4	5	4	4	5
7	¿La gerencia estimula al personal de mantenimiento (mecánicos, eléctricos....) y a los operadores a que trabajen juntos en la resolución de problemas?	5	1	4	5	4	1	5	5
8	¿El personal de mantenimiento posee las habilidades necesarias para realizar sus trabajos?	5	3	4	4	4	3	4	5
9	¿Los trabajadores en general han recibido el adiestramiento adecuado en sus áreas de trabajo?	4	2	4	4	4	2	4	4
10	¿La gerencia involucra al personal de mantenimiento en la definición de sus objetivos y metas a cumplir?	3	5	4	4	5	5	4	3
11	¿La gerencia revisa y le hace seguimiento a los objetivos de la planta en reuniones de trabajo con el personal de mantenimiento y sus superiores?	5	4	4	3	5	4	3	5
12	¿Los objetivos del mantenimiento están alineados con la visión y misión del negocio?	4	3	4	3	4	3	3	4
		51.0	37.0	46.0	47.0	45.0	37.0	47.0	51.0

APENDICE B.1 – AUDITORIA DE GESTION DE MANTENIMIENTO PARA EL AREA DE ENVASADO – GERENCIA DE LA INFORMACION (SOFTWARE DE GESTION DE MANTENIMIENTO)

Gerencia de la información (Software de Gestión del Mantenimiento)		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	
13	¿La organización utiliza de forma eficiente el sistema computarizado de gestión del mantenimiento (Máximo/SAP PM/...)?	2	3	3	3	2	3	2	3	
14	¿Está cada componente identificado, codificado y asociado a un sistema dentro de toda la planta?	4	4	4	4	3	4	4	4	
15	¿La organización mantiene actualizado el Máximo/SAP PM/...?	3	5	4	3	4	4	3	5	
16	¿Ha sido el personal debidamente entrenado para su uso?	5	1	3	2	4	3	5	1	
17	¿Lo organización mantiene registros precisos de fallas de sus sistemas?	1	1	3	3	3	3	1	1	
18	¿Están los inventarios de repuestos dentro del Máximo/SAP PM/...?	3	1	2	3	2	2	3	1	
19	¿Se toman decisiones a partir de los reportes generados por él?	3	1	2	4	3	2	3	1	
20	¿La organización estima y le hace seguimiento a los costes de mantto.?	2	3	3	4	4	3	2	3	
21	¿La organización evalúa los tiempos operativos y fuera de servicio?	4	3	3	4	4	3	4	3	
22	¿La organización de mantenimiento se compara contra otras organizaciones para medir su desempeño ("benchmarking")?	4	2	2	2	3	2	4	2	
23	¿El tiempo de realización del mantenimiento es registrado y evaluado?	3	1	4	5	1	4	3	1	
24	¿La gerencia de mantenimiento utiliza algún tipo de medida de comparación (costos de mantenimiento/costes de producción)?	4	3	3	3	4	3	4	3	
		38.0	28.0	36.0	40.0	37.0	36.0	38.0	28.0	35

APENDICE B.2 – AUDITORIA DE GESTION DE MANTENIMIENTO PARA EL AREA DE ENVASADO – EQUIPOS Y TECNICAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Equipos y técnicas de mantenimiento preventivo		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	
25	¿La organización utiliza órdenes de trabajo para las actividades de MP?	4	1	4	5	5	5	1	5	
26	Se revisan periódicamente los planes de MP, aumento/descenso, necesidades de adiestramiento, etc.?	4	1	3	4	4	4	1	4	
27	¿La organización tiene personal de mantenimiento dedicado exclusivamente a realizar actividades de MP?	2	1	4	5	4	5	1	5	
28	¿Los operadores ayudan en las actividades de mantenimiento menor (limpieza, lubricación, ajustes e inspección visual)?	5	5	4	4	4	4	5	4	
29	¿La organización utiliza técnicas de mantenimiento predictivo (vibración, análisis de aceite, ultrasonido, etc.)?	3	1	4	4	4	4	1	4	
30	¿La organización le hace seguimiento a los costos de mantenimiento preventivo y predictivo?	2	4	3	3	4	3	4	3	
31	¿Los grupos de producción y operaciones permiten que el personal de mantenimiento tenga acceso a los equipos en las fechas estimadas de MP?	5	3	3	2	4	2	3	2	
32	¿La organización tiene la cultura de analizar y evitar las fallas repetitivas?	5	3	3	3	4	3	3	3	
33	¿Se incluye al personal de mantenimiento y producción en el proceso de evaluación de equipos nuevos?	5	5	4	2	5	2	5	2	
34	¿Se adiestra de forma adecuada a las personas que van a operar los equipos nuevos?	3	2	4	3	3	3	2	3	
35	¿Se adiestra de forma adecuada a las personas que van a mantener los equipos nuevos?	5	3	4	3	3	3	3	3	
36	¿La organización hace seguimiento y evalúa los costos de operación y mantenimiento, a lo largo del ciclo de vida de sus activos?	1	3	3	3	4	3	3	3	
		44.0	32.0	43.0	41.0	48.0	41.0	32.0	41.0	40

APENDICE B.3 – AUDITORIA DE GESTION DE MANTENIMIENTO PARA EL AREA DE ENVASADO – PLANIFICACION Y EJECUCION

Planificación y ejecución		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
37	¿Son priorizadas las actividades de mantenimiento correctivo/preventivo?	5	1	4	4	4	5	4	5
38	¿La organización utiliza órdenes de trabajo para las act. correctivas?	5	1	4	4	4	5	4	5
39	¿Se le hace seguimiento a la ejecución de las actividades de mantenimiento correctivo/preventivo?	5	1	4	5	5	5	4	5
40	¿La organización controla el sobre tiempo (adicional al planificado)?	5	5	3	5	5	5	3	5
41	¿La organización registra la información obtenida por la ejecución de la actividad de mantenimiento (correctiva/preventiva)?	5	5	4	4	4	5	4	5
42	¿Son los trabajadores de mantenimiento asignados a las distintas labores en función de sus conocimientos y habilidades?	5	5	4	4	5	5	4	5
43	¿Son las actividades correctivas bien planificadas antes de ejecutarse?	3	5	3	5	4	3	3	3
44	¿La organización utiliza planificadores de mantenimiento para preparar el alcance de mantenimientos mayores ("shutdowns, overhauls")?	3	5	4	3	4	3	4	3
45	¿La organización utiliza contratistas calificadas para realizar labores de mantenimiento ("outsourcing")?	2	5	4	4	4	2	4	2
46	¿La organización participa en la definición de las actividades de trabajo y en la estimación de tiempos de ejecución de los contratistas?	3	5	4	3	4	3	4	3
47	¿Se tiene en cuenta el impacto (seguridad, ambiente y producción) que tiene el sistema en el cual se va a ejecutar el mantenimiento?	4	5	4	4	4	4	4	4
48	¿Se define el camino crítico de los mantenimientos mayores y se identifican los repuestos críticos?	5	5	4	5	5	5	4	5
		50.0	48.0	46.0	50.0	52.0	50.0	46.0	50.0

APENDICE B.4 – AUDITORIA DE GESTION DE MANTENIMIENTO PARA EL AREA DE ENVASADO – SOPORTE, CALIDAD Y MOTIVACIÓN

Soporte, Calidad y Motivación		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	
49	¿Están disponibles los repuestos y materiales a la hora de ejecutar actividades de mantenimiento?	4	5	3	5	5	5	5	5	
50	¿Está el almacén de repuestos bien organizado y sus tiempos de respuesta son eficientes?	5	4	3	4	3	4	4	4	
51	¿Se controla bien la salida y entrada de repuestos al almacén?	4	4	3	5	1	4	5	4	
52	¿Se tiene un proceso de cuantificación de stock de repuestos que incluya el criterio del impacto de no tener el repuesto en almacén?	5	4	4	5	1	4	5	4	
53	¿Se tienen identificados los tiempos de reposición y los costos de los repuestos?	4	5	4	4	1	5	4	5	
54	¿El criterio de calidad en el desarrollo de las actividades de mantenimiento está por encima del criterio de rapidez?	4	5	3	5	3	5	5	5	
55	¿Se tiene un proceso que permita verificar la calidad de las actividades de mantenimiento ejecutadas?	3	5	5	4	3	5	4	5	
56	¿Es la calidad en el área de mantenimiento un objetivo importante?	4	4	5	5	4	4	5	4	
57	¿Tiene la organización un interés real en satisfacer las diferentes necesidades de sus trabajadores?	3	3	4	3	4	3	3	3	
58	¿El buen desempeño de los trabajadores es bien recompensado dentro de la organización (económico - motivacional)?	1	3	4	2	2	3	2	3	
59	¿El personal de mantenimiento está motivado para realizar su trabajo lo mejor posible?	4	3	4	3	4	3	3	3	
60	¿El personal de mantenimiento sigue las políticas y procedimientos de seguridad?	4	5	5	4	5	5	4	5	
		45.0	50.0	47.0	49.0	36.0	50.0	49.0	50.0	47

APENDICE C – CRITICIDAD CUALITATIVA DE EQUIPOS

Críticidad cualitativa									
Área	Equipo	Estándar de clasificación							
		E - Medio ambiente	S - Seguridad	Q - Calidad - Rendimiento	W Condiciones	D Impacto Operacional	F Fiabilidad	M Mantenibilidad	Nivel
ENVASADO 1	TRANSPORTADOR DE PAQUETES CD12-13	C	A	C	A	B	C	A	A
ENVASADO 1	TORNILLO SIN FIN SALIDA TOLVA MATRIZ	C	C	C	A	B	B	A	B
ENVASADO 1	TRANS BANDA PRINCIPAL	C	C	C	A	B	B	A	B
ENVASADO 1	ELEVADOR DE AZÚCAR	C	C	C	A	A	B	A	B
ENVASADO 1	TORNILLO SIN FIN CD12-26	C	C	C	A	B	B	A	B
ENVASADO 1	TORNILLO SIN FIN CD12-07	C	C	C	A	B	B	A	B
ENVASADO 1	TORNILLO SIN FIN CD12-27	C	C	C	A	B	B	A	B
MORENA	TORNILLO SIN FIN MORENA	C	A	A	A	B	A	C	A
MORENA	TOLVA CRUDA	C	C	C	A	B	A	C	C
ENVASADO 1	SEMI AUTOMATICA	C	A	A	A	B	A	B	A
ENVASADO 2	TRANSPORADOR 1 ENVASADORA A ENFARADORAS	C	B	B	A	B	C	A	C
ENVASADO 2	TRANSPORADOR 2 ENVASADORA A ENFARADORAS	C	B	B	A	B	C	A	C
ENVASADO 2	ENFARADORA INDUMAK MK30	C	A	A	A	B	C	B	A
ENVASADO 2	ENFARADORA INDUMAK MK30	C	A	A	A	B	C	B	A
ENVASADO 2	ENFARADORA INDUMAK MK30	C	A	A	A	B	C	B	A
ENVASADO 1	TRANSPORTADOR CICULAR	C	A	C	A	B	C	C	A
50 kg	Envasadora Cronos Richardson 1	B	B	A	A	C	B	B	A
50 kg	Envasadora Cronos Richardson 2	B	B	A	A	C	B	B	A
ENVASADO 1	ENVASADORA INDUMAK #1 MM500	C	B	A	A	B	B	B	A
ENVASADO 1	Trasportador auxiliar #1	C	C	C	A	C	C	A	C
ENVASADO 1	ENVASADORA INDUMAK #2 MF1000	C	B	A	A	B	B	B	A
ENVASADO 1	Trasportador auxiliar #2	C	C	C	A	C	C	A	C
ENVASADO 1	ENVASADORA INDUMAK #3 MF1000	C	B	A	A	B	B	B	A
ENVASADO 1	Trasportador auxiliar #3	C	C	C	A	C	C	A	C
ENVASADO 1	ENVASADORA BOSH	C	B	A	A	B	B	B	A
ENVASADO 1	Trasportador auxiliar #4	C	C	C	A	C	C	A	C
ENVASADO 1	ENVASADORA INDUMAK #6 MF1000	C	B	A	A	B	B	B	A
ENVASADO 1	Trasportador auxiliar #5	C	C	C	A	C	C	A	C
ENVASADO 1	ENVASADORA INDUMAK MULTICABEZAL #8 MG1000	C	B	A	A	B	B	B	A
ENVASADO 1	Trasportador auxiliar #8	C	C	C	A	C	C	A	C
ENVASADO 1	ENVASADORA INDUMAK MULTICABEZAL #9 MG1000	C	B	A	A	B	B	B	A
ENVASADO 1	Trasportador auxiliar #9	C	C	C	A	C	C	A	C
ENVASADO 1	ENVASADORA INDUMAK MULTICABEZAL #10MG1000	C	B	A	A	B	B	B	A
ENVASADO 1	Trasportador auxiliar #10	C	C	C	A	C	C	A	C
ENVASADO 1	TECNOTOK 1	C	B	A	A	B	B	B	A
ENVASADO 1	Trasportador auxiliar #6	C	C	C	A	C	C	A	C
ENVASADO 1	TECNOTOK 2	C	B	A	A	B	B	B	A
ENVASADO 1	Trasportador auxiliar #7	C	C	C	A	C	C	A	C
ENVASADO 2	SIN FIN CDXX-XX Entrada envasado 2	C	B	A	A	B	B	B	A
ENVASADO 2	ENVASADORA INDUMAK MG 1000	C	B	A	A	B	B	B	A
ENVASADO 2	Trasportador auxiliar #11	C	C	C	A	C	C	A	C
ENVASADO 2	ENVASADORA INDUMAK MG 1000	C	B	A	A	B	B	B	A
ENVASADO 2	Trasportador auxiliar #12	C	C	C	A	C	C	A	C
ENVASADO 2	ENVASADORA INDUMAK MG 1000	C	B	A	A	B	B	B	A
ENVASADO 2	Trasportador auxiliar #13	C	C	C	A	C	C	A	C
ENVASADO 2	ENVASADORA INDUMAK MG 1000	C	B	A	A	B	B	B	A
ENVASADO 2	Trasportador auxiliar #14	C	C	C	A	C	C	A	C
ENVASADO 2	ENVASADORA INDUMAK MG 1000	C	B	A	A	B	B	B	A
ENVASADO 2	Trasportador auxiliar #15	C	C	C	A	C	C	A	C
MORENA	ENVASADORA INDUMAK MULTICABEZAL 1 MG320	C	B	A	A	B	B	B	A
MORENA	Trasportador auxiliar #16	C	C	C	A	C	C	A	C
MORENA	ENVASADORA INDUMAK MULTICABEZAL 2 MG320	C	B	A	A	B	B	B	A
MORENA	Trasportador auxiliar #17	C	C	C	A	C	C	A	C
MORENA	ENVASADORA INDUMAK MF1000	C	B	A	A	B	B	B	A
MORENA	Trasportador auxiliar #18	C	C	C	A	C	C	A	C
50 kg	Cosedora 1	B	B	C	A	C	B	B	B
50 kg	Cosedora 2	B	B	C	A	C	B	B	B
ENVASADO 1	COSEDORA 3	B	B	C	A	C	B	B	B
ENVASADO 1	COSEDORA 4	B	B	C	A	C	B	B	B
50 kg	Trans banda 1	C	C	C	A	B	B	C	C
50 kg	Trans banda 2	C	C	C	A	B	B	C	C
50 kg	Trans banda 3	C	C	C	A	B	B	C	C
MORENA	ELEVADOR DE AZÚCAR MORENA	C	C	C	A	C	B	C	C
MORENA	TORNILLO SIN FIN SALIDA TOLVA CRUDA	C	A	C	C	C	C	C	A

APENDICE D – PLANES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ENVASADORAS

EQUIPO	Sub-Sistema	Acción	Frecuencia
BOSCH	1.0 Cuchilla de corte	Verificar funcionamiento del corte	SEMANAL
BOSCH	1.0 Cuchilla de corte	Verificar si hay daños y controlar la fijación de las cuchillas	SEMANAL
BOSCH	2.0 Tubo de llenado	Verificar estado del teflón, si se encuentra quemado, sucio o se desprende del tubo, se debe cambiar	SEMANAL
BOSCH	2.0 Tubo de llenado	Quitar la cinta de goma del lado inferior, para limpiar el tubo de llenado	SEMANAL
BOSCH	2.0 Tubo de llenado	Cambiar o volver a usar la cinta de goma dependiendo del estado	SEMANAL
BOSCH	2.0 Mordazas Horizontales	Centrado de mordazas de termosellado	MENSUAL
BOSCH	2.0 Mordazas Horizontales	Desmontar y cambiar mordazas horizontales	MENSUAL
BOSCH	Mangueras/Conexiones	Inspeccionar y Contralar Fugas	SEMANAL
BOSCH	Tobera de aceite	Controlar consumo de aceite y regular alimentación de aceite	MENSUAL
BOSCH	Rolletes de inversión	Verificar que gire correctamente	MENSUAL
BOSCH	Cadena de accionamiento	Verificar, Lubricar la cadena al interior de la maquina	SEMESTRAL
BOSCH	Tubo de llenado	Verificar estado del teflón, si se encuentra quemado, sucio o se desprende del tubo, se debe cambiar	SEMANAL
BOSCH	Tubo de llenado	Quitar la cinta de goma del lado inferior, para limpiar el tubo de llenado	SEMANAL
BOSCH	Tubo de llenado	Cambiar o volver a usar la cinta de goma dependiendo del estado	SEMANAL
BOSCH	Mordazas Vertical	Centrado de mordazas de termosellado	MENSUAL
BOSCH	Mordazas Vertical	Desmontar y cambiar mordazas verticales	MENSUAL
BOSCH	Cuchilla de corte	Desmontar y cambiar cuchilla de corte (Termosellado)	MENSUAL
BOSCH	Cuchilla de corte	Desmontar y cambiar cuchilla de corte (Mordaza de soldadura)	MENSUAL
BOSCH	Mordazas Horizontales	Ajustar espacio entre las mordazas horizontales	MENSUAL
BOSCH	Sistema de resorte de la mesa de mordazas	Verificar desgaste y estado general	MENSUAL
BOSCH	Mangueras hidráulicas	Verificar si hay desgaste y grietas superficiales	MENSUAL

BOSCH	Sistema de resorte de la mesa de mordazas	Sacar y verificar que la tensión de funcionamiento sea Fv=+/- 150N	SEMESTRAL
BOSCH	Eje de accionamiento de mesa de mordazas	Limpiar superficies, pintar, verificar desgaste, lubricar niples	ANUAL
BOSCH	Filtro de la bomba de lubricación por aceite (filtro de 60 micra)	Cambiar el filtro (si cumple 10 ⁷ ciclos de producción, cambiar antes del año)	ANUAL
BOSCH	Filtro de la bomba de aceite del dispositivo de cierre de la mordaza	Cambiar el filtro (si cumple 10 ⁷ ciclos de producción, cambiar antes del año)	ANUAL
BOSCH	Mordazas Horizontales	Cambiar elementos calentadores de las mordazas y colocar grasa Molykote para altas temperaturas	MENSUAL
BOSCH	Mordazas Vertical	Cambiar el teflón de las mordazas para soldadura	SEMANTAL
BOSCH	Pulverizador de aceite	Rellenar aceite	40H
BOSCH	Todos los puntos de articulación, bisagras, placas de apoyo	Engrasar articulaciones y graseros (Niple)	MENSUAL/60H
BOSCH	Engranaje de dosificador	Cambio de aceite (el aceite debe estar a la mitad de la mirilla)	ANUAL/600H
BOSCH	Depósito de aceite hidráulico	Verificar/Rellenar el nivel de aceite (Nivel de aceite a la mitad de la mirilla)	MENSUAL
BOSCH	Cadena de eje	Engrasar cadena de eje (No engrasar excesivamente)	MENSUAL
BOSCH	Cadena de accionamiento de la mesa de mordazas	Engrasar la cadena de accionamiento (No engrasar excesivamente)	MENSUAL
BOSCH	Eje de la rueda dentada	Engrasar el graseo (Niple)	MENSUAL
BOSCH	Barras de guía de mordazas	Engrasar el graseo (Niple) (No engrasar excesivamente)	MENSUAL
BOSCH	Filtro/Regulador de aceite	Verificar que la purga automática está funcionando	SEMANTAL
BOSCH	Mangueras/Conexiones	Verificar que no hay fugas de aire	SEMANTAL
BOSCH	manómetro	Verificar que la presión este en 5 bar cuando la instalación esta fuera de marcha	SEMANTAL
BOSCH	Componentes neumáticos	Verificar funcionamiento, ajuste de presión, funcionamiento de cilindro	SEMESTRAL
EQUIPO	Sub-Sistema	Acción	Frecuencia
ENFARADORAS MK30 (1, 2 y 3)	1.0 Puerta frontal/Lateral/Posterior	Verificar si las señales están habilitadas	8H
ENFARADORAS MK30 (1, 2 y 3)	1.1 Relé de seguridad	Verificar si todas las señales de los sensores, botones, llave de emergencia están activos	8H

ENFARADORAS MK30 (1, 2 y 3)	1.0 botón de Emergencia	Verificar si el contacto de la llave está abriendo cuando se acciona	8H
ENFARADORAS MK30 (1, 2 y 3)	3.6 conexión a tierra	Verificar si los puntos de conexión a tierra están bien fijados y comprobar si la resistencia óhmica se encuentra de acuerdo con la especificación de la maquina	200H
ENFARADORAS MK30 (1, 2 y 3)	3.8 Contactores	Verificar si están libres de impurezas, comprobar todos los contactos eléctricos y realizar limpieza en los contactos	200H
ENFARADORAS MK30 (1, 2 y 3)	3.7 Conversores de frecuencia	Verificar si están libres de impurezas, comprobar todos los contactos eléctricos y realizar limpieza en el color de refrigeración.	200H
ENFARADORAS MK30 (1, 2 y 3)	3.10 CPU	Verificar si están libres de impurezas, comprobar todos los contactos eléctricos y realizar limpieza.	200H
ENFARADORAS MK30 (1, 2 y 3)	3.3 Fuente 24 V	Verificar si la tensión de salida está correcta	40H
ENFARADORAS MK30 (1, 2 y 3)	3.9 Relés	Verificar si están libres de impurezas, comprobar todos los contactos eléctricos y realizar limpieza en los relés.	200H
ENFARADORAS MK30 (1, 2 y 3)	2.0 Sensor de conteo	Verificar si emite señal siempre que se acciona y su campo de lectura está limpio	8H
ENFARADORAS MK30 (1, 2 y 3)	3.5 tensión	Verificar si la tensión de entrada esta correcta	200H
ENFARADORAS MK30 (1, 2 y 3)	3.0 Transformador Soldadura metal horizontal	Verificar si los cables están siempre bien fijados	40H
ENFARADORAS MK30 (1, 2 y 3)	3.1 Transformador Soldadura Metal Trasero	Verificar si los cables están siempre bien fijados	40H
ENFARADORAS MK30 (1, 2 y 3)	3.2 Transformador Soldadura Vertical	Verificar si los cables están siempre bien fijados	40H
ENFARADORAS MK30 (1, 2 y 3)	3.4 Ventiladores de panel	Verificar si están bien fijados y realizar limpiezas de los filtros	40H
ENFARADORAS MK30 (1, 2 y 3)	1.2 Alineador Carrito	Verificar si están libres de impurezas, comprobar todos los contactos eléctricos y realizar limpieza en los contactos	40H
ENFARADORAS MK30 (1, 2 y 3)	1.4 Cojinete	Verificar si están girando libres, sin ruidos y realizar lubricación	40H
ENFARADORAS MK30 (1, 2 y 3)	1.0 Elemento de fijación	Verificar si todos los tornillos están apretados	40H
ENFARADORAS MK30 (1, 2 y 3)	1.1 Perforador de Fardo	Verificar si las agujas están en buen estado y verificar si el ajuste de presión está correcto	40H
ENFARADORAS MK30 (1, 2 y 3)	1.3 Rodamientos	Verificar si están girando libres, sin ruidos	40H

ENFARADORAS MK30 (1, 2 y 3)	1.6 Sensor Desbobinadora	Verificar si se produce el accionamiento del sensor en los límites encendido / apagado y límite inferior / superior	40H
ENFARADORAS MK30 (1, 2 y 3)	1.5 Sensor fin de Film	Verificar si se produce el accionamiento del sensor al término de la bobina	40H
ENFARADORAS MK30 (1, 2 y 3)	1.7 Sistema de Freno	Verificar si la correa de freno está bien ajustada trabando el movimiento del eje de la bobina	40H
ENFARADORAS MK30 (1, 2 y 3)	1.0 Cepillo de limpieza	Verificar si el cepillo se encuentra libre de impurezas	8H
ENFARADORAS MK30 (1, 2 y 3)	2.0 Brazo de Soldadura Vertical	Verificar si existe holgura y suavidad de movimiento mecánico	40H
ENFARADORAS MK30 (1, 2 y 3)	1.0 Metal de Soldadura	Verificar si el teflón, silicona, teflón de apoyo, resistencia y resorte se encuentran en buenas condiciones	8H
ENFARADORAS MK30 (1, 2 y 3)	1.3 Resorte de apoyo soldadura vertical	Verificar si el resorte se encuentra en buenas condiciones ofreciendo tensión correcta para la barra de soldadura vertical	40H
ENFARADORAS MK30 (1, 2 y 3)	1.2 Resorte del Metal Soldadura Vertical	Verificar si el resorte se encuentra en buenas condiciones ofreciendo tensión correcta en la resistencia de níquel cromo	40H
ENFARADORAS MK30 (1, 2 y 3)	1.1 Soldadura vertical	Verificar si hubo fusión de las capas de embalajes	8H
ENFARADORAS MK30 (1, 2 y 3)	2.0 Soporte de la Soldadura Vertical	Verificar si el soporte se encuentra bien fijado y con ajuste inclinado correcto	40H
ENFARADORAS MK30 (1, 2 y 3)	1.5 Cable Soldadura Horizontal	Verificar si están bien dibujos en la toma de energía, en el transformador y en el metal de soldadura horizontal	40H
ENFARADORAS MK30 (1, 2 y 3)	1.6 Cilindros	Verificar si existen fugas en el cabezal y si hay desgaste en la varilla del cilindro	40H
ENFARADORAS MK30 (1, 2 y 3)	1.3 Cuchilla de corte	Verificar si está en buenas condiciones de corte y si está bien fija en el metal de la soldadura horizontal	40H
ENFARADORAS MK30 (1, 2 y 3)	1.0 Metal de Soldadura	Verificar si el teflón, silicona, teflón de apoyo, resistencia y resorte se encuentran en buenas condiciones	8H
ENFARADORAS MK30 (1, 2 y 3)	1.7 Resorte del Metal Horizontal	Verificar si el resorte se encuentra con las mismas medidas ofreciendo tensión	40H
ENFARADORAS MK30 (1, 2 y 3)	1.4 Sistema neumático	Verificar si la presión del aire está operando con la presión correcta y libre de impurezas	40H
ENFARADORAS MK30 (1, 2 y 3)	1.1 Soldadura horizontal A	Verificar si hubo fusión de las capas de embalajes	8H
ENFARADORAS MK30 (1, 2 y 3)	1.2 Soldadura Horizontal B	Verificar si hubo fusión de las capas de embalajes	8H

ENFARADORAS MK30 (1, 2 y 3)	1.8 Toma de los cables	Verificar si los cables están siempre bien fijados	40H
ENFARADORAS MK30 (1, 2 y 3)	1.0 General	Revise fugas de aire	TRIMESTRAL
ENFARADORAS MK30 (1, 2 y 3)	1.1 General	Inspeccione por daños en la línea de aire y un retorno adecuado	TRIMESTRAL
ENFARADORAS MK30 (1, 2 y 3)	1.2 línea de filtrado	Drenar	160H
ENFARADORAS MK30 (1, 2 y 3)	1.3 línea de filtrado	Limpiar, usar solo parafina o aguarrás.	TRIMESTRAL
ENFARADORAS MK30 (1, 2 y 3)	1.4 línea de filtrado	Cambiar el filtro	ANUAL
ENFARADORAS MK30 (1, 2 y 3)	1.5 Regulador de presión	Comprobar el ajuste de presión	TRIMESTRAL
ENFARADORAS MK30 (1, 2 y 3)	1.6 Regulador de presión	Desmontar, limpiar, examinar y volver a montar	SEMESTRAL
ENFARADORAS MK30 (1, 2 y 3)	1.7 Unidad de lubricación	Rellene con lubricante	160H
ENFARADORAS MK30 (1, 2 y 3)	1.8 Unidad de lubricación	Revise el flujo de aceite	SEMANAL
ENFARADORAS MK30 (1, 2 y 3)	1.9 válvula de control direccional	Silenciadores de escape limpios en parafina o alcohol blanco. (Reemplace los tipos de plástico)	TRIMESTRAL
ENFARADORAS MK30 (1, 2 y 3)	1.10 válvula de control direccional	Retire, limpie y examine, unte ligeramente el carrete con la grasa recomendada y volver a montar	SEMESTRAL

EQUIPO	Sub-Sistema	Acción	Frecuencia
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	1.1 Celda de carga	Inspecciones la celda de carga por daño y revise que este asegurado a la carcaza	TRIMESTRAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	1.1 Celda de carga	Revise que las uniones de la tolva están correctamente alineadas y aseguradas.	TRIMESTRAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	1.1 Celda de carga	Revise la separación entre la celda de carga y los topes de sobre carga (0.25mm / tolva vacía)	TRIMESTRAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	1.2 Tolva	Inspeccione los pasadores de pivote, casquillos y cojinetes para signos de desgaste y sellos con fugas.	TRIMESTRAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	1.2 Tolva	Inspeccione el fuelle de la varilla del cilindro de aire (si está instalado) para divisiones.	TRIMESTRAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	1.2 Tolva	Inspeccione las compuertas y los sellos de las compuertas en busca de daños y distorsión y verifique el funcionamiento de la compuerta.	TRIMESTRAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	1.2 Tolva	Inspeccione las mangas del sello contra el polvo alrededor de la suspensión barras en busca de daos y compruebe que no ejercer una fuerza sobre las barras.	TRIMESTRAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	1.2 Tolva	Verifique la alineación de los enlaces de verificación anti-balanceo (alambres de amarre).	TRIMESTRAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	1.2 Tolva	Inspeccione los vibradores en busca de signos de desgaste (si está instalado)	TRIMESTRAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	1.3 Test de calibración (si está instalado)	Los pesos se bajan suavemente para evitar cargas de choque en la tolva de pesaje.	TRIMESTRAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	1.3 Test de calibración (si está instalado)	Los pesos quedan fuera de la tolva de pesaje cuando se levanta.	TRIMESTRAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	1.3 Test de calibración (si está instalado)	Los pesos quedan libres del mecanismo de soporte y de la carcasa de la pesadora cuando se bajan.	TRIMESTRAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	1.0 General	Limpia la acumulación de material y suciedad. contaminación cruzada	MENSUAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	1.0 General	Inspeccione las conexiones de ventilación y extracción de polvo	MENSUAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	1.0 General	Opere brevemente sin las cubiertas e inspecciones visualmente en busca de señales de operación anormal	MENSUAL

ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	1.0 General	Verifique que las cubiertas y las puertas estén en buen estado y correctamente colocadas.	MENSUAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	1.0 General	Inspeccione buscando daños y corrosión	TRIMESTRAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	1.0 General	Examinar los dispositivos de ajuste y montaje para la seguridad.	TRIMESTRAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	1.0 General	Realizar una comprobación de la calibración de la pesadora	TRIMESTRAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	2.0 General	Revise fugas de aire	TRIMESTRAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	2.0 General	Inspeccione por daños en la línea de aire y un retorno adecuado	TRIMESTRAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	2.1 línea de filtrado	Drenar	SEMANTAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	2.1 línea de filtrado	Limpiar, usar solo parafina o aguarrás.	TRIMESTRAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	2.1 línea de filtrado	Cambiar el filtro	ANUAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	2.2 Regulador de presión	Comprobar el ajuste de presión	TRIMESTRAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	2.2 Regulador de presión	Desmontar, limpiar, examinar y volver a montar	SEMESTRAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	2.3 Unidad de lubricación	Rellene con lubricante	SEMANTAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	2.3 Unidad de lubricación	Revise el flujo de aceite	SEMANTAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	2.4 válvula de control direccional	Silenciadores de escape limpios en parafina o alcohol blanco. (Reemplace los tipos de plástico)	TRIMESTRAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	2.4 válvula de control direccional	Retire, limpie y examine, unte ligeramente el carrete con la grasa recomendada y volver a montar	SEMESTRAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	2.4 válvula de control direccional	Reemplace los "O" ring y empaques	ANUAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	2.5 Cilindro neumático	Consultar los complementos de los cojines	TRIMESTRAL

ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	2.5 Cilindro neumático	Retire, limpie y examine, unte ligeramente el cilindro con la grasa recomendada y volver a montar	SEMESTRAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	2.5 Cilindro neumático	Reemplace los anillos del pistón y empaques	ANUAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	2.6 Regulador de flujo	Comprobar el ajuste de flujo	TRIMESTRAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	2.6 Regulador de flujo	Retire, limpie y examine, volver a montar	SEMESTRAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	3.0 General	Inspeccione el cable en busca de daños y para corregirlo	TRIMESTRAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	3.0 General	Examinar los terminales atornillados para mayor seguridad	ANUAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	3.0 General	Examinar las pulgs y los sockets en busca de daños y asegurarse de que están conectados de forma segura y correcta	TRIMESTRAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	3.1 Switch de presión	Inspeccione el interruptor en busca de daños y pruebe funcionalmente la configuración del interruptor	TRIMESTRAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	1.0 General	Limpie la acumulación de material y suciedad.	DIARIO
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	1.0 General	Compruebe que los protectores y las cubiertas estén reparables y correctamente ajustados.	SEMANAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	1.0 General	Inspeccione si hay daños y corrosión.	TRIMESTRAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	1.0 General	Examine la seguridad de los dispositivos de fijación y montaje.	TRIMESTRAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	1.1 Transportador.	Limpie las acumulaciones de material del interior del transportador.	DIARIO
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	1.1 Transportador.	Inspeccione la cinta transportadora, el raspador de banda y los sellos de la falda en busca de daños y desgaste.	TRIMESTRAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	1.1 Transportador.	Inspeccione los tambores en busca de daños, desgaste y signos de rodamientos defectuosos y sellos de grasa - Lubricar.	TRIMESTRAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	1.1 Transportador.	Compruebe el seguimiento de la cinta transportadora.	MENSUAL

ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	1.1 Transportador.	Compruebe la tensión de la cinta transportadora.	TRIMESTRAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	1.2 Compuerta de captura	Inspeccione el eje de la compuerta y los rodamientos en busca de daños, desgaste y sellos defectuosos - Lubricar.	TRIMESTRAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	1.3 Compuerta profunda de producto	Inspeccione el eje de la compuerta y los rodamientos en busca de daños, desgaste y sellos defectuosos - Lubricar.	TRIMESTRAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	2.0 Gearbox.	Comprobar lubricación	TRIMESTRAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	2.1 Embrague de arrastre	Comprobar lubricación	TRIMESTRAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	2.2 Motor	Limpiar: retire la cubierta del ventilador y asegúrese de que los orificios de entrada de aire de la cubierta, el ventilador y las costillas del marco estén libres de suciedad.	TRIMESTRAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	2.2 Motor	Inspeccione si hay daños y signos de rodamientos y sellos de grasa defectuosos.	TRIMESTRAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	2.2 Motor	Retirar, limpiar y lubricar los rodamientos cada dos años.	ANUAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	2.3 Piñones y Cadena	Compruebe la alineación de los piñones.	TRIMESTRAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	2.3 Piñones y Cadena	Inspeccione la cadena de transmisión en busca de desgaste y verifique tensar, limpiar y volver a lubricar si es necesario	TRIMESTRAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	2.4 Embrague de arrastre	Comprobar lubricación	TRIMESTRAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	3.0 General	Compruebe si hay fugas de aire	MENSUAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	3.0 General	Inspeccione las líneas de aire en busca de daños y el enrutamiento correcto.	MENSUAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	3.1 Válvula de control direccional.	Limpie los silenciadores de escape en la ventilación de la suela de gasolina o no aceitosa.	MENSUAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	3.1 Válvula de control direccional.	Pelar, limpiar y examinar, untar ligeramente el carrete con grasa de silicona y volver a montar.	SEMESTRAL

ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	3.1 Válvula de control direccional.	Reemplace "O" rings y sellos.	ANUAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	3.1 Válvula de control direccional.	Compruebe la configuración del regulador de flujo de escape	MENSUAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	3.2 Cilindro de aire	Comprobar ajuste del cojín	MENSUAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	3.2 Cilindro de aire	Desmontar, limpiar y examinar, lubricar con grasa de silicona el cilindro	SEMESTRAL
ENVASADOR DE 50 KG CHRONOS RICHARDSON (1 y 2)	3.2 Cilindro de aire	Reemplace los anillos de pistón y los sellos mecánicos	ANUAL

EQUIPO	Sub-Sistema	Acción	Frecuencia
ENVASADORA MULTICABEZAL MG1000 (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10)	a) tensión	Verificar si la tensión de entrada esta correcta	200H
ENVASADORA MULTICABEZAL MG1000 (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10)	b) conexión a tierra	Verificar si los puntos de conexión a tierra están bien fijados y comprobar si la resistencia óhmica se encuentra de acuerdo con la especificación de la maquina	200H
ENVASADORA MULTICABEZAL MG1000 (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10)	c) Conversores de frecuencia	Verificar si están libres de impurezas, comprobar todos los contactos eléctricos y realizar limpieza en el cooler de refrigeración.	200H
ENVASADORA MULTICABEZAL MG1000 (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10)	d) Contactores	Verificar si están libres de impurezas, comprobar todos los contactos eléctricos y realizar limpieza en los contactos	200H
ENVASADORA MULTICABEZAL MG1000 (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10)	e) Relés	Verificar si están libres de impurezas, comprobar todos los contactos eléctricos y realizar limpieza en los relés.	200H
ENVASADORA MULTICABEZAL MG1000 (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10)	f) CPU	Verificar si están libres de impurezas, comprobar todos los contactos eléctricos y realizar limpieza.	200H
ENVASADORA MULTICABEZAL MG1000 (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10)	a) Eje Abre/Cierra	Verificar si el eje se encuentra libre de impurezas, evaluar si existen señales de desgaste y realizar lubricación	160H
ENVASADORA MULTICABEZAL MG1000 (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10)	b) Articuladores	Verificar si están bien fijos, si presentan señales de desgastes, y realizar lubricación	160H
ENVASADORA MULTICABEZAL MG1000 (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10)	c) Terminales Rotulas	Verificar si están bien fijos, si presentan señales de desgastes, y realizar lubricación	160H
ENVASADORA MULTICABEZAL MG1000 (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10)	d) Bujes	Verificar si están bien fijos, si presentan señales de desgastes, y realizar lubricación	160H
ENVASADORA MULTICABEZAL MG1000 (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10)	e) Aislamiento de la cabecera del metal de la soldadura horizontal	Verificar si está en buenas condiciones y si está ofreciendo aislamiento	160H
ENVASADORA MULTICABEZAL MG1000 (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10)	f) Cojinete	Verificar si están girando libres, sin ruido y realizar lubricación	160H
ENVASADORA MULTICABEZAL MG1000 (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10)	g) Mordientes	Verificar si están bien fijos, evaluar si las estrías están en buenas condiciones y sustituir el perfil de goma	160H
ENVASADORA MULTICABEZAL MG1000 (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10)	a) Aislamiento Metal de Soldadura Vertical	Verificar si está en buenas condiciones y si está ofreciendo aislamiento	160H
ENVASADORA MULTICABEZAL MG1000 (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10)	a) Cilindro	Verificar si existen fugas en el cabezal y si existe desgaste en la varilla del cilindro	160H

ENVASADORA MULTICABEZAL MG1000 (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10)	b) Motores	Verificar si están libres de impurezas, evaluar si posee ruido y verificar las conexiones eléctricas	160H
ENVASADORA MULTICABEZAL MG1000 (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10)	c) Reductores	Verificar si están libres de impurezas, evaluar si posee ruido y si existen fugas de grasas sintéticas	160H
ENVASADORA MULTICABEZAL MG1000 (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10)	d) Eje transmisión	verificar si está libre de impurezas. Evaluar si existe algún impedimento y verificar la fijación	160H
ENVASADORA MULTICABEZAL MG1000 (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10)	e) Bujes	Verificar si están bien fijos, si presentan señales de desgastes, y realizar lubricación	160H
ENVASADORA MULTICABEZAL MG1000 (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10)	f) Abre/Cierra Traccionado	Verificar si el eje se encuentra libre de impurezas, evaluar si existen señales de desgaste y realizar lubricación	160H
ENVASADORA MULTICABEZAL MG1000 (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10)	a) Compuertas	Verificar la distancia entre las compuertas en el cierre de ellas, tanto la compuerta inferior como superior	160H
ENVASADORA MULTICABEZAL MG1000 (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10)	b) Ajuste de altura	Verificar si el husillo y el engranaje están limpios de impureza, realizar la lubricación y reapretar los tornillos	160H
ENVASADORA MULTICABEZAL MG1000 (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10)	c) Bujes	Verificar si están bien fijos, si presentan señales de desgastes, y realizar lubricación	160H
ENVASADORA MULTICABEZAL MG1000 (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10)	d) Disco accionador sensor parada de tazas	Reapretar tornillo central y verificar la posición de parada de la taza con relación a la bajada en el producto en el tubo formador	160H
ENVASADORA MULTICABEZAL MG1000 (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10)	e) Tazas	Hacer la limpieza y retirar las impurezas	160H
ENVASADORA MULTICABEZAL MG1000 (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10)	f) Ajuste de altura	Verificar si el husillo y el engranaje están limpios de impureza, realizar la lubricación y reapretar los tornillos	160H
ENVASADORA MULTICABEZAL MG1000 (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10)	g) Bujes	Verificar si están bien fijos, si presentan señales de desgastes, y realizar lubricación	160H
ENVASADORA MULTICABEZAL MG1000 (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10)	a) Embudo deposito	Hacer limpieza interna retirando las impurezas que quedan del producto. Incluso la parte acrílica del deposito	160H
ENVASADORA MULTICABEZAL MG1000 (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10)	b) Sensor de nivel deposito	Verificar y reapretar las conexiones y ajustar la distancia del sensor al depósito.	160H
ENVASADORA MULTICABEZAL MG1000 (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10)	c) Cadena y Correa de transmisión	Verificar el nivel de desgaste de los componentes. Verificar la tensión, si no hay holguras	160H
ENVASADORA MULTICABEZAL MG1000 (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10)	d) protección cuerpo	Verificar si la cinta antideslizante en las escaleras está en buenas condiciones y realizar limpieza	160H

EQUIPO	Sub-Sistema	Acción	Frecuencia
STICK PACK (1, 2, 3)	1.0 Unidad de mantenimiento neumático	Drene el agua acumulada semanalmente, o más si es necesario, dependiendo de las condiciones de las líneas de alimentación neumática	SEMANTAL
STICK PACK (1, 2, 3)	2.0 Cuchilla de corte	Limpie diariamente y libro que los puntos de bisagras con aceite ligero para maquinas	DIARIO
STICK PACK (1, 2, 3)	3.0 Tolva y Dosificador	Si es necesario, remueva la tolva y aspire el canal de dosificación.	MENSUAL
STICK PACK (1, 2, 3)	3.0 Tolva y Dosificador	Limpie los tubos de llenado con la brocha suministrada en el interior	MENSUAL
STICK PACK (1, 2, 3)	3.0 Tolva y Dosificador	Reemplace la cinta de teflón en los tubos de llenado si esta deteriorados.	MENSUAL