



UNIVERSIDAD  
DE PIURA

REPOSITORIO INSTITUCIONAL  
PIRHUA

# OPTIMIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO PLANEADO EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE BEBIDAS CARBONATADAS

Angelina Ponce-Mostacero

Piura, marzo de 2018

FACULTAD DE INGENIERÍA

Departamento de Ingeniería Mecánico-Eléctrica

Ponce, A. (2018). *Optimización del mantenimiento planeado en una línea de producción de bebidas carbonatadas* (Tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico-Eléctrico). Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Programa Académico de Ingeniería Mecánico-Eléctrica. Piura, Perú.



Esta obra está bajo una licencia

[Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

[Repositorio institucional PIRHUA – Universidad de Piura](https://repositorio.institucional.pirhua.edu.pe/)

**UNIVERSIDAD DE PIURA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**



**“Optimización del mantenimiento planeado en una línea de producción de bebidas carbonatadas”**

**Tesis para optar el Título de  
Ingeniero Mecánico Eléctrico**

**Angelina Alejandra Ponce Mostacero**

**Asesor: Mg. Jorge Arturo Yaksetig Castillo**

**Piura, marzo 2018**



A Dios y a San Josemaría, por mostrarme el camino.  
A papá y mamá, por verme soñar, llorar, reír,  
simplemente me vieron crecer, gracias por enseñarme  
que la gratitud es la memoria del corazón.

A mi hermano, por su incesante apoyo.



## **Prólogo**

La Optimización del Mantenimiento Planificado, PMO es una metodología para mejorar la eficacia de los programas de mantenimiento y estrategias planeadas ya que identifica qué programas de mantenimiento son útiles y cuáles son inadecuados, de ser así, se dedica a encontrar dónde se establecen los fallos críticos en un equipo que esté fuera del programa de mantenimiento.

La implementación del PMO como táctica de mantenimiento requiere de pasos, bases y fundamentos, los cuales serán de mucha importancia al implementarse en el ámbito industrial ya que permite determinar las acciones efectivas de mantenimiento y sus frecuencias adecuadas para cualquier activo físico en operación, además busca tareas de mantenimiento por condición y no de reparación y considera modificaciones cuando el mantenimiento preventivo no es apropiado.

Este estudio pretende exponer las pautas para la implementación de esta táctica de mantenimiento, esperando, de esta manera reducir el porcentaje de ineficiencia mecánica eléctrica acumulado y por tanto aumentar la disponibilidad y confiabilidad de equipos críticos y así disminuir el costo de mantenimiento de la planta industrial en estudio.

Mi gratitud inmensa al Mg. Jorge Yaksetig Castillo, docente de la Universidad de Piura, asesor de la presente tesis, quien con sus valiosas enseñanzas hizo posible la culminación de esta investigación, al Ing. Carlos Celi y al equipo de mantenimiento quienes con su empeño y dedicación hicieron posible el desarrollo de este estudio.



## Resumen

Las industrias generalmente ejecutan planes de mantenimiento preventivo cumpliendo con los calendarios y las ejecuciones de las tareas, pero se tienen algunos problemas comunes como, por ejemplo, una buena parte de las tareas mejoran muy poco el desempeño de la planta industrial debido a:

- La duplicidad de tareas
- Frecuencia no apropiada
- No agregan valor, es decir no generan beneficios, las tareas son intrusivas en lugar de predictivas.

Paulatinamente se va entrando fácilmente en la espiral del mantenimiento correctivo con sus secuelas negativas como generación de costos extra, dependiendo de recursos humanos que desvirtúan toda estrategia de mantenimiento y como resultado se genera la pérdida de productividad.

En este estudio se analizó el histórico de fallas de una línea de producción de bebidas carbonatadas identificando equipos críticos que generan mayor tiempo de parada, determinándose sus modos de fallas y sus políticas de mantenimiento, usándolos como base para introducir los conceptos de optimización del mantenimiento planeado.

Se concluyó que es posible definir planes óptimos de mantenimiento enfocados en eliminar las causas de fallas, generando un incremento en la disponibilidad de equipos, reducción de fallas inesperadas y reducción de costos, sin hacer un análisis de la totalidad de funciones principales, secundarias y fallas funcionales que demanda un proceso RCM, reduciendo los tiempos de parada relacionados con mantenimiento.



## **Abreviaturas**

PET:	Tereftalato de polietileno, es un tipo de plástico muy usado en envases de bebidas.
SKU:	Stock keeping unit o número de referencia, es un identificador usado en el comercio con el objeto de permitir el seguimiento sistémico de los productos y servicios ofrecidos a los clientes. Cada SKU se asocia con cada uno de los formatos de bebida producidos en la planta industrial en estudio.
Línea 1 PET:	Primera línea de producción de bebidas embotelladas en envases PET
Línea 2 PET:	Segunda línea de producción de bebidas embotelladas en envase PET
RCM:	Reliability Centred Maintenance (Mantenimiento centrado en la confiabilidad)
PMO:	Planned Maintenance Optimization (Optimización del Mantenimiento Planeado)
TPM:	Total Productive Maintenance (Mantenimiento productivo total)



## Índice

<b>Introducción</b> .....	1
<b>Capítulo 1 Optimización del mantenimiento planeado</b> .....	3
1.1. Introducción.....	3
1.2. Evolución del mantenimiento.....	3
1.3. Tácticas de mantenimiento .....	5
1.3.1. TPM: Mantenimiento productivo total .....	5
1.3.2. RCM: Mantenimiento centrado en la confiabilidad .....	7
1.3.3. PMO: Optimización del mantenimiento planeado .....	8
1.4. PMO: Optimización del mantenimiento planeado .....	10
1.5. Proceso de implementación del PMO .....	11
1.5.1. Paso 1: Recopilación de tareas .....	11
1.5.2. Paso 2: Análisis de modos de falla .....	12
1.5.3. Paso 3: Racionalización y revisión del análisis de modos de falla.....	12
1.5.4. Paso 4: Análisis funcional .....	12
1.5.5. Paso 5: Evaluación de competencias .....	12
1.5.6. Paso 6: Definición de la política de mantenimiento .....	13
1.5.7. Paso 7: Agrupación y revisión.....	13
1.5.8. Paso 8: Aprobación e implementación .....	13
1.5.9. Paso 9: Programa dinámico .....	13
1.6. Fundamentos del PMO .....	14
<b>Capítulo 2 Información general de la empresa</b> .....	17
2.1. Descripción de la empresa.....	17
2.1.1. Principios organizacionales .....	17
2.2. Descripción del proceso productivo .....	18
2.3. Descripción del mantenimiento actual .....	32

2.3.1.	Mantenimiento preventivo .....	33
2.3.1.1.	Mantenimiento preventivo básico.....	33
2.3.2.	Mantenimiento correctivo .....	42
2.3.3.	Mantenimiento predictivo .....	44
<b>Capítulo 3 Método de identificación de equipos críticos .....</b>		<b>51</b>
3.1.	Análisis de ineficiencia mecánica operacional .....	51
3.1.1.	Selección de línea productiva con mayor ineficiencia.....	54
3.2.	Identificación de equipos críticos .....	61
3.2.1.	Descripción de la metodología de análisis de criticidad.....	61
3.2.2.	Pasos para realizar un análisis de criticidad.....	62
3.2.3.	Matriz de criticidad .....	64
<b>Capítulo 4 Método de identificación de fallas funcionales .....</b>		<b>79</b>
4.1.	Funciones y parámetros de funcionamiento .....	79
4.1.1.	Definición .....	79
4.1.2.	Tipos de funciones .....	80
4.1.2.1.	Funciones primarias .....	80
4.1.2.2.	Funciones secundarias .....	80
4.2.	Análisis de modos y efectos de falla (AMEF).....	80
4.3.	Fallas.....	81
4.3.1.	Tipos de fallas .....	81
4.3.2.	Modos de fallas .....	81
4.3.3.	Efectos de fallas .....	82
4.3.4.	Consecuencias de falla.....	83
4.3.4.1.	Consecuencias de fallas ocultas.....	83
4.3.4.2.	Consecuencias ambientales y para la seguridad .....	83
4.3.4.3.	Consecuencias operacionales.....	84
4.3.4.4.	Consecuencias no operacionales.....	84
<b>Capítulo 5 Implantación del PMO en Planta Industrial .....</b>		<b>85</b>
5.1.	Desarrollo de la implantación del PMO .....	85
5.1.1.	Paso 1: Recopilación de tareas.....	86
5.1.2.	Paso 2: AMEF.....	89
5.1.3.	Paso 3: Racionalización y revisión del análisis de modos de falla .....	99
5.1.3.1.	Etiquetadora .....	99
5.1.3.2.	Transportador de botellas vacías.....	100

5.1.3.3.	Rinser o enjuagador de botellas.....	100
5.1.3.4.	Llenadora.....	101
5.1.3.5.	Capsuladora.....	102
5.1.3.6.	Empaquetadora.....	102
5.1.4.	Paso 4: Análisis funcional.....	102
5.1.4.1.	Etiquetadora.....	103
5.1.4.2.	Transportador de botellas vacías.....	103
5.1.4.3.	Rinser.....	104
5.1.4.4.	Llenadora.....	104
5.1.4.5.	Capsuladora.....	105
5.1.4.6.	Empaquetadora.....	105
5.1.5.	Paso 5: Evaluación de competencias.....	105
5.1.6.	Paso 6: Definición de la política de mantenimiento.....	106
5.1.7.	Paso 7: Agrupación y revisión.....	107
5.1.8.	Paso 8 y 9: Aprobación e Implementación del programa dinámico.....	108
5.2.	Resultados de la implantación del PMO.....	110
5.3.	Plan de mantenimiento preventivo Ideal.....	112
5.4.	Costo de mantenimiento.....	120
<b>Conclusiones.....</b>		<b>123</b>
<b>Bibliografía.....</b>		<b>125</b>
<b>Anexos.....</b>		<b>127</b>
Anexo A:	Histórico de Fallas.....	129
A.1.	Histórico de fallas de línea 2 PET.....	129
Anexo B:	Mantenimiento autónomo.....	130
B1.	Estándar de mantenimiento autónomo empaquetadora.....	130
B2.	Formatos de mantenimiento autónomo – ajuste.....	137
B3.	Formatos de mantenimiento autónomo – limpieza.....	138
B4.	Formatos de mantenimiento autónomo – lubricación.....	139
Anexo C:	Matriz de análisis de modos y efectos de falla.....	140
Anexo D:	Plan de mantenimiento preventivo.....	145



## Índice de Tablas

Tabla 1.	Herramientas necesarias para inspecciones de ruta .....	39
Tabla 2.	Eficiencias de planta .....	52
Tabla 3.	Ineficiencia mecánica operacional línea 1 PET .....	55
Tabla 4.	Ineficiencia mecánica operacional línea 2 PET .....	57
Tabla 5.	Frecuencia de fallas.....	63
Tabla 6.	Impacto Operacional .....	63
Tabla 7.	Flexibilidad Operacional.....	63
Tabla 8.	Costo de Mantenimiento .....	63
Tabla 9.	Impacto en la seguridad .....	63
Tabla 10.	Ejemplo de consecuencia de fallas ocultas .....	83
Tabla 11.	Ejemplo de consecuencias para la seguridad .....	83
Tabla 12.	Ejemplo de consecuencias operacionales .....	84
Tabla 13.	Ejemplo de consecuencias no operacionales .....	84
Tabla 14.	Funciones significativas de llenadora – línea 2 PET .....	85
Tabla 15.	Ponderación para matriz de multifuncionalidad básica .....	86
Tabla 16.	Matriz de multifuncionalidad básica para técnicos mecánicos.....	87
Tabla 17.	Matriz de multifuncionalidad básica para técnicos mecánicos continuación .....	88
Tabla 18.	Histórico de fallas mecánicas de etiquetadora .....	89
Tabla 19.	Histórico de fallas mecánicas de transportador de botellas vacías .....	90
Tabla 20.	Histórico de fallas mecánicas de rinser.....	91
Tabla 21.	Histórico de fallas mecánicas de llenadora.....	91
Tabla 22.	Histórico de fallas mecánicas de capsuladora.....	92
Tabla 23.	Histórico de fallas mecánicas de empaquetadora .....	93
Tabla 24.	Histórico de fallas eléctricas de etiquetadora.....	95
Tabla 25.	Histórico de fallas eléctricas de transportador de botellas vacías.....	96
Tabla 26.	Histórico de fallas eléctricas de rinser .....	96
Tabla 27.	Histórico de fallas eléctricas de llenadora .....	97
Tabla 28.	Histórico de fallas eléctricas de capsuladora .....	98
Tabla 29.	Histórico de fallas eléctricas de empaquetadora .....	98
Tabla 30.	Análisis de modo y efecto de falla etiquetadora .....	99
Tabla 31.	Análisis de modo y efecto de falla transportador de botellas vacías .....	100
Tabla 32.	Análisis de modo y efecto de falla rinser .....	100
Tabla 33.	Análisis de modo y efecto de falla llenadora .....	101
Tabla 34.	Análisis de modo y efecto de falla capsuladora.....	102
Tabla 35.	Análisis de modo y efecto de falla empaquetadora .....	102

Tabla 36.	Análisis funcional etiquetadora.....	103
Tabla 37.	Análisis funcional transportador de botellas vacías .....	103
Tabla 38.	Análisis funcional rinser .....	104
Tabla 39.	Análisis funcional llenadora .....	104
Tabla 40.	Análisis funcional capsuladora .....	105
Tabla 41.	Análisis funcional empaquetadora .....	105

## Índice de Ilustraciones

Ilustración 1.	Macroflujo de planta industrial.....	18
Ilustración 2.	Tanques purificadores.....	19
Ilustración 3.	Tanques de reposo.....	19
Ilustración 4.	Filtros de carbón y arena.....	20
Ilustración 5.	Flujograma del proceso de preparación de jarabe.....	21
Ilustración 6.	Tanques de jarabe compuesto.....	21
Ilustración 7.	Sopladora de botellas PET SB010.....	22
Ilustración 8.	Flujograma del proceso de soplado de envase.....	23
Ilustración 9.	Flujograma de proceso productivo.....	24
Ilustración 10.	Máquina etiquetadora.....	25
Ilustración 11.	Ozonizador.....	26
Ilustración 12.	Zona de ósmosis.....	26
Ilustración 13.	Equipo mezclador de bebida o carbocooler.....	28
Ilustración 14.	Salida de máquina llenadora.....	29
Ilustración 15.	Capsuladora AROL.....	30
Ilustración 16.	Codificador de botellas.....	31
Ilustración 17.	Ingreso de botellas a empaquetadora.....	32
Ilustración 18.	Proceso de empaquetado.....	32
Ilustración 19.	Inspección de ruta mecánica – máquina parada.....	34
Ilustración 20.	Detalle de actividades de trabajo.....	36
Ilustración 21.	Gantt de trabajo.....	37
Ilustración 22.	Inspección de ruta mecánica – máquina rodando.....	38
Ilustración 23.	Anomalías encontradas en una inspección.....	39
Ilustración 24.	Mantenimiento preventivo básico.....	40
Ilustración 25.	Plan preventivo actual.....	41
Ilustración 26.	Archivo de avisos del área de mantenimiento.....	43
Ilustración 27.	Plan de mantenimiento preventivo actual en planta.....	44
Ilustración 28.	Análisis de aceite.....	44
Ilustración 29.	Plan predictivo – Análisis de aceite.....	45
Ilustración 30.	Análisis vibracional.....	46
Ilustración 31.	Plan predictivo – Análisis vibracional.....	47
Ilustración 32.	Informe de análisis termográfico realizado por un técnico electricista.....	48
Ilustración 33.	Plan predictivo – Análisis Termográfico.....	49
Ilustración 34.	Programa de producción semanal Línea 2 PET.....	53

Ilustración 35.	Diagrama de barras de ineficiencia mecánica operacional línea 1 PET.....	56
Ilustración 36.	Diagrama de barras de ineficiencia mecánica operacional línea 2 PET.....	58
Ilustración 37.	Diagrama de barras de ineficiencia mecánica línea 2 PET .....	59
Ilustración 38.	Layout de Línea 2 PET.....	60
Ilustración 39.	Matriz de riesgo.....	62
Ilustración 40.	Consolidado de tiempo de fallas .....	65
Ilustración 41.	Histórico de tiempos de falla.....	67
Ilustración 42.	Matriz de criticidad específica .....	68
Ilustración 43.	Matriz de criticidad general.....	69
Ilustración 44.	Matriz de criticidad general continuación .....	70
Ilustración 45.	Matriz de criticidad general continuación .....	71
Ilustración 46.	Matriz de criticidad general continuación .....	72
Ilustración 47.	Matriz de criticidad general continuación .....	73
Ilustración 48.	Matriz de criticidad general continuación .....	74
Ilustración 49.	Matriz de criticidad general continuación .....	75
Ilustración 50.	Matriz de criticidad general continuación .....	76
Ilustración 51.	Matriz de criticidad general continuación .....	77
Ilustración 52.	Función y parámetros funcionales de llenadora. ....	80
Ilustración 53.	Extracto de histórico de fallas. ....	86
Ilustración 54.	Fallas mecánicas de etiquetadora. ....	90
Ilustración 55.	Fallas mecánicas de transportador de botellas vacías. ....	90
Ilustración 56.	Fallas mecánicas de rinser. ....	91
Ilustración 57.	Fallas mecánicas de llenadora. ....	92
Ilustración 58.	Fallas mecánicas de capsuladora. ....	93
Ilustración 59.	Fallas mecánicas de empaquetadora. ....	94
Ilustración 60.	Fallas eléctricas de etiquetadora.....	95
Ilustración 61.	Fallas eléctricas de transportador de botellas vacías.....	96
Ilustración 62.	Fallas eléctricas de rinser. ....	97
Ilustración 63.	Fallas eléctricas de llenadora.....	97
Ilustración 64.	Fallas eléctricas de capsuladora. ....	98
Ilustración 65.	Fallas eléctricas empaquetadora.....	99
Ilustración 66.	Menú de software de plan preventivo .....	106
Ilustración 67.	Menú de software .....	107
Ilustración 68.	Resultados de eficiencia mes julio .....	110
Ilustración 69.	Ineficiencia mecánica operacional línea 2 PET .....	111
Ilustración 70.	Ineficiencia mecánica línea 2 PET .....	111
Ilustración 71.	Portada de software .....	112
Ilustración 72.	Plan de mantenimiento AROL .....	113
Ilustración 73.	Formato de paso a paso .....	116
Ilustración 74.	Lista de repuestos .....	120
Ilustración 75.	Seguimiento mensual a costo de mantenimiento .....	120

## **Introducción**

Los programas de mantenimiento actuales caen en el círculo vicioso de acciones correctivas y reparaciones temporales ya que los problemas comienzan desde el diseño o la adquisición de los equipos físicos, en esta fase los equipos se entregan sin un programa de mantenimiento formal y esto fuerza a que el programa sea desarrollado tiempo después de la adquisición del equipo. Como resultado tenemos un plan ineficiente, con costos de mantenimiento muy altos y con equipos que no entregan la disponibilidad que una planta industrial necesita.

Es fundamental que el área de mantenimiento vaya más allá de ser simples reparadores de equipos, en la actualidad nace la necesidad de implementar tácticas de mantenimiento fundamentadas en los pilares fácilmente conocidos por cada una de las personas que laboran en el área, como son: inspección, planeación, programación, ejecución y mejoramiento.

En el primer capítulo se desarrollarán todos los conceptos concernientes a la optimización del mantenimiento planeado desde los antecedentes hasta el proceso de implementación, así como también la comparación de las ventajas y desventajas de las tres principales tácticas de mantenimiento. Finalmente, en este capítulo se describirán los fundamentos de la optimización del mantenimiento planeado como táctica de mantenimiento.

En el segundo capítulo se realiza una descripción de la empresa industrial en estudio, así como también del proceso industrial que ésta realiza, para luego describir el mantenimiento actual de la planta industrial.

En el tercer capítulo se estudian los tres tipos de eficiencias manejadas en la planta industrial, se analiza la ineficiencia mecánica operacional de dos líneas de producción enfocándonos en la línea más crítica, luego se desarrolla la evaluación de equipos críticos mediante una metodología que permite la jerarquización de los sistemas en función de su impacto.

En el cuarto capítulo se estudian los conceptos relacionados con funciones y parámetros de funcionamiento como un preámbulo al análisis de modos y efectos de fallas, en donde se diferencian conceptos como modos de falla, efectos de falla y consecuencias de falla. En este capítulo se presenta un consolidado de fallas de las principales máquinas críticas y se realiza un análisis exhaustivo de cada una de ellas.

Finalmente se evaluará la información obtenida a lo largo de quince meses y se elaborará una matriz de análisis de modos y efectos de falla.

En el quinto capítulo se presentan los resultados de cada uno de los pasos de implantación del PMO, se desarrolla el plan de mantenimiento preventivo como resultado de la interpretación del análisis de modos y efectos de fallas. En este capítulo se presenta el plan de mantenimiento preventivo de las máquinas críticas especificando frecuencias y para un análisis detallado se elabora un plan de mantenimiento preventivo ideal llevado hasta el nivel de repuestos de la máquina con criticidad más alta, también del impacto que causó la implantación del PMO.

# **Capítulo 1**

## **Optimización del mantenimiento planeado**

### **1.1. Introducción**

Los programas de mantenimiento actuales caen en el círculo vicioso de acciones correctivas y reparaciones temporales ya que los problemas comienzan desde el diseño o la adquisición de los equipos físicos, en esta fase los equipos se entregan sin un programa de mantenimiento formal y esto fuerza a que el programa sea desarrollado tiempo después de la adquisición del equipo. Como resultado tenemos a un plan ineficiente, con costos de mantenimiento muy altos y con equipos que no entregan la disponibilidad que una planta industrial requiere.

Para evitar todos los problemas que genera usar un plan de mantenimiento ineficiente, aparece el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM), táctica de mantenimiento únicamente utilizada en la fase de diseño del equipo o planta industrial, sin embargo algunas plantas industriales cuentan con activos físicos que ya no se encuentran en la fase de diseño, es decir, que ya se encuentran en la fase de operación, ante la falencia de una táctica de mantenimiento que se utilice para aquellos equipos con las características antes mencionadas aparece la Optimización del Mantenimiento Planeado (PMO).

La implantación del PMO como táctica de mantenimiento requiere de pasos, bases y fundamentos, los cuales serán de mucha importancia al implementarse en el ámbito industrial ya que permite determinar las acciones efectivas de mantenimiento y sus frecuencias adecuadas para cualquier activo físico en operación, además busca tareas de mantenimiento por condición y no de reparación y considera modificaciones cuando el mantenimiento preventivo no es apropiado.

### **1.2. Evolución del mantenimiento**

El hombre siempre ha utilizado la idea de mantenimiento para prolongar la vida útil de los activos físicos ahorrando costos innecesarios.

En los últimos años el mantenimiento ha cambiado drásticamente debido al aumento de los activos físicos y su evolución se ha presentado a lo largo de etapas.

Alcanzar una etapa más avanzada en esta evolución no significa que se abandonen por completo la metodología anterior, sino que se complementen.

La primera etapa cubre el periodo que va hasta la segunda guerra mundial, allí la industria no estaba completamente mecanizada y automatizada, es decir los tiempos de parada no era tan importantes y la prevención de las fallas no era una prioridad para las empresas. La mayoría de equipos eran fáciles de reparar lo cual los hacía confiables, es decir no era necesario tener un complicado plan de mantenimiento más allá de una rutina de limpieza, ajuste y lubricación, lo que más adelante se denominaría Mantenimiento Autónomo. Los tiempos difíciles durante la segunda guerra mundial hicieron que la mano de obra industrial disminuyera de manera alarmante, provocando un aumento de la mecanización.

En la segunda etapa los procesos de producción dependían de los equipos, y el tiempo improductivo generado por las fallas desarrolló la idea de prevención de dichas fallas, naciendo así el concepto de Mantenimiento Preventivo, que en los años 60s se tradujo en revisiones completas de los equipos con una frecuencia fija.

El costo de mantenimiento comparado con el costo de producción se elevó y esto llevó a la implementación de sistemas de planificación del mantenimiento que son utilizados hasta la actualidad. El costo elevado de la adquisición de los activos llevó a las empresas a buscar la forma de maximizar la vida útil de éstos.

En los años 70s aparecieron nuevas técnicas en la industria ya que aumentó considerablemente la mecanización y automatización. En esta tercera etapa las consecuencias de los periodos improductivos afectaban directamente al costo total de la producción. El aumento de la automatización significó que las fallas afectaban la capacidad de mantener parámetros de calidad satisfactoria, mientras que el aumento de la mecanización hizo que las consecuencias de un fallo afecten directamente la seguridad y el medio ambiente. A finales de esta época aparece un nuevo concepto denominado Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM). Es un proceso que nació con la finalidad de ayudar a determinar las políticas más adecuadas para mejorar las funciones de los activos físicos y manejar las consecuencias de sus fallas. El RCM surgió en la industria de la aviación comercial, la cual presentó exitosos resultados mediante la conservación o incremento de la disponibilidad y ahorro en costes de mantenimiento.

A principios de los 80s la industria lograba eficiencia a través de un sistema participativo total de los empleados de producción y mantenimiento, lo que sería descrito como PMO, éste aparece como una opción cuando no se ha logrado implementar muy bien el RCM ya que el PMO a diferencia del RCM es ideal para equipos y plantas que ya iniciaron su fase de operación.

Se aplicó por primera vez sobre la industria de la energía nuclear americana en 1987, y se implementaron variaciones por otras compañías nucleares, algunas otras ramas de la generación eléctrica, distribución industrial y repuestos de la industria petrolera. (UdeP, 2005).

### **1.3. Tácticas de mantenimiento**

Una táctica de mantenimiento es la forma como la diferente empresa organiza la ejecución y la administración del mismo de una forma coherente, lógica y sistemática. Implementar una táctica implica la existencia de normas, leyes, reglas que gobiernan la forma de actuar. Existen diferentes opciones de tácticas, entre ellas sobresalen: TPM, RCM, TPM y RCM combinados, PMO, proactiva, reactiva, por objetivos y la propia táctica que cada organización construye a través del tiempo. Ninguna es buena, mala o mejor que otra, serán exitosas o no en la medida que logren alcanzar las metas de la compañía de acuerdo con su visión y misión, bajos costos y un grado de desarrollo tecnológico importante.

El nivel táctico es alcanzado cuando una empresa maneje la mayoría de los instrumentos básicos, avanzados genéricos y específicos de mantenimiento y debe comprender las acciones a realizar. No se puede implementar el nivel táctico si no se ha superado la implementación de los instrumentos requeridos de mantenimiento.

La selección de una táctica se hace con base en las necesidades específicas de cada empresa, para esto existen suficientes opciones entre las diferentes clases de tácticas. Se debe tener en cuenta cuáles son los instrumentos o herramientas que ya están implementadas y cuáles son los que faltan desarrollar, también se debe saber la ubicación física de los equipos y sus curvas de tasas de falla para que exista coherencia entre los estados de los equipos y la táctica que se desee implementar

#### **1.3.1. TPM: Mantenimiento productivo total**

A. Mora define al TPM como el conjunto de disposiciones técnicas que permiten garantizar que las maquinas e instalaciones que conforman un proceso o línea de producción, puedan desarrollar el trabajo que tienen previsto en un plan de producción en constante evolución por la aplicación de la mejora continua. (Mora Gutiérrez, 2009).

El principal objetivo del TPM es cuidar y utilizar los sistemas productivos, manteniéndolos en su estado de referencia y aplicando sobre ellos una mejora continua, siempre basándose en principios fundamentales como la satisfacción del cliente, dominio de los procesos y sistemas de producción, implicar a personas a través del mantenimiento autónomo y el aprendizaje y la mejora continua. (Mora Gutiérrez, 2009).

Los mínimos requerimientos para desarrollar el programa TPM se basan en la mejora continua de la eficacia del equipo, el mantenimiento autónomo realizado por los operadores, un plan de mantenimiento administrado por el equipo de mantenimiento, un entrenamiento para mejorar las destrezas y operaciones de mantenimiento y un programa de administración del equipo para prevenir problemas que ocurran durante nuevas instalaciones o arranque de máquinas. (Mora Gutiérrez, 2009).

Para conocer mejor el proceso de TPM se detallarán las ventajas y desventajas del mismo a continuación:

### **Ventajas:**

- La metodología TPM necesita una cantidad mínima de indicadores o KPI's, sin embargo, no es necesario almacenar información recopilada de cada una de las causas de fallas, es decir el análisis de TPM no contempla listar todos los modos de falla de los activos físicos, por lo tanto, podemos decir que tiene un medio registro de auditoría.
- Existen normativas como la ISO-14224 que contemplaron en su diseño la compatibilidad con TPM así que esta metodología tiene medio cumplimiento de estándares internacionales
- El tiempo que se necesita para aplicar los modelos de TPM dependen de la disponibilidad y confiabilidad de la información histórica disponible, es por esto que la metodología de TPM tiene medio tiempo requerido para generar resultados.
- El análisis de esta metodología requiere de muestras grandes de datos para poder aplicar distribuciones de probabilidad y análisis estadísticos, es decir, está diseñado para activos que ya han iniciado su fase de operación y no están en la fase de diseño inicial por lo tanto tiene una alta compatibilidad de la técnica en plantas en operación

### **Desventajas**

- El análisis TPM requiere de la mayor cantidad de información histórica disponible desde la fase inicial de diseño de los activos, para así, tener una muestra grande y aplicar modelos estadísticos, así que una de sus principales desventajas es el alto requerimiento de información histórica
- La metodología de TPM no necesita de ningún tipo de información que tenga relación con las habilidades, conocimiento y destreza de los técnicos de mantenimiento por lo tanto tiene nula reducción de efectos de rotación de personal.
- La política de mantenimiento resultante de un análisis TPM depende principalmente de los resultados de análisis estadísticos lo que se concluye en un alto uso de herramientas matemáticas y estadísticas.
- La aplicación de esta herramienta puede requerir de la disponibilidad de un especialista de mantenimiento, y algunas veces, dependiendo del alcance del análisis, se puede requerir de software especializado, lo que origina un medio costo de inversión.
- El personal involucrado en el análisis previo a la implementación de esta metodología debe contar con grandes conocimientos en distribuciones

estadísticas, por lo tanto, esta metodología requiere medio uso de talento humano.

- El análisis TPM no requiere de la participación activa del personal de mantenimiento, ya que el análisis necesita alto uso de herramientas estadísticas y no todas las personas cuentan con el perfil para trabajar con estas herramientas, es así que el TPM requiere una baja o casi nula motivación del personal.

### **1.3.2. RCM: Mantenimiento centrado en la confiabilidad**

El mantenimiento centrado en la confiabilidad es un proceso utilizado para determinar qué es lo que se debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional actual. Los sistemas de mantenimiento centrado en la confiabilidad son sistemas de administración especializados que optimizan los esfuerzos de mantenimiento preventivo y predictivo para alcanzar altos niveles de operación sustentable y confiabilidad.

El RCM depende profundamente de métodos analíticos y decisiones lógicas estructuradas para determinar las tareas de mantenimiento y así mantener los equipos en altos niveles de desempeño y disponibilidad, pero está diseñado para activos físicos los cuales están en la fase de diseño inicial, esto hace del RCM una opción limitada.

La estructura del proceso RCM está basada en 7 preguntas acerca del activo que se intenta revisar:

- ¿Cuáles son las funciones y los parámetros de funcionamiento asociado al activo en su actual contexto operacional?
- ¿De qué manera falla en satisfacer dichas funciones?
- ¿Cuál es la causa de cada falla funcional?
- ¿Qué sucede cuando ocurre una falla?
- ¿Cuál es la consecuencia de cada falla?
- ¿Qué puede hacerse para predecir o prevenir la falla?
- ¿Qué hacer si no puede encontrarse una tarea proactiva adecuada?

Para conocer mejor el proceso de RCM se detallarán las ventajas y desventajas del mismo a continuación:

#### **Ventajas**

- Las hojas de trabajo que se emplean en la metodología RCM generan mucha evidencia documentada utilizadas para construir un plan de mantenimiento maestro. Cuando se termina la implementación del RCM, se obtiene un registro total y muy documentado de los requerimientos de mantenimiento de los activos físicos. La metodología de RCM busca realizar un listado de todos y cada uno de los modos de falla de los activos de cada sistema analizado, por lo tanto, tiene un alto registro de auditoría.

- El RCM fue implementado para el diseño de planes de mantenimiento de activos físicos que no contaban con información histórica, es así como una de las principales ventajas de esta metodología es el nulo requerimiento de información histórica.
- RCM cumple con el estándar SAE-JA1011 y normativas como ISO-14224, la compatibilidad de ambas fue contemplada en el diseño del RCM, el cual tiene alto cumplimiento de estándares internacionales.
- En la metodología RCM se registra gran cantidad de información en su base de datos; es una metodología que genera una reducción de efectos de rotación de personal
- RCM no requiere de la aplicación de complejos modelos estadísticos en su metodología, lo cual facilita en este aspecto la formación del equipo de trabajo. En conclusión, esta metodología presenta un bajo uso de herramientas estadísticas

### **Desventajas**

- Para el cumplimiento del estándar SAE-JA1011, se requiere contar con un facilitador certificado que asegure la metodología aplicada y esto requiere un alto costo de inversión lo que se traduce en una gran desventaja frente a las otras tácticas de mantenimiento.
- RCM, como táctica de mantenimiento es una gran herramienta de análisis, pero consume una gran cantidad de recursos ya que requiere de la participación activa del personal de mayor experticia de la planta, por lo tanto, tiene un alto uso de talento humano.
- Alto Tiempo requerido para generar Resultados.
- RCM requiere de la participación activa de los técnicos de planta. Sin embargo, generalmente sólo requiere del personal con mayores habilidades y destrezas del equipo de mantenimiento, lo cual puede generar inconformidad en el personal. En conclusión, esta metodología tiene una media motivación del personal.
- Una de las desventajas más importantes que presenta esta metodología es la media compatibilidad de la técnica en plantas en operación. El RCM fue originalmente diseñado como una técnica de evaluación de programas de mantenimiento para equipos y sistemas que no han iniciado su operación comercial y están en la fase inicial de diseño.

### **1.3.3. PMO: Optimización del mantenimiento planeado**

PMO es una metodología de análisis que se desarrolló con el objetivo de reflejar la lógica de decisión de RCM pero a diferencia de éste, PMO no es aplicada en la fase de diseño inicial de los activos, es una metodología diseñada para los activos físicos en operación y su finalidad es que la organización de mantenimiento

no caiga en el círculo del mantenimiento correctivo lleno de reparaciones temporales que a largo plazo se convierten en definitivas, y si ya está dentro de ese círculo, inicie un proceso de salida.

PMO es un análisis mucho más flexible y rápido que el RCM ya que inicia el trabajo tomando como base el plan de mantenimiento ejecutado e involucra el historial de fallas de los equipos.

El PMO tiene un método de análisis que permite determinar las acciones efectivas de mantenimiento y sus frecuencias adecuadas para cualquier activo físico, busca tareas de mantenimiento por condición y no de reparación., considera modificaciones cuando el mantenimiento preventivo no es apropiado y se genera como resultado el mismo programa de mantenimiento, es un método útil y revolucionario para mejorar la eficacia de los programas de mantenimiento y estrategias ya que identifica qué programas de mantenimiento son útiles y cuáles son inadecuados.

Según Turner, el aspecto más importante de la metodología da comienzo en el momento en que se adquiere el equipo y se basa en historiales y recomendaciones relevantes, lo cual convierte a éste en un proceso de aplicación sencilla y de bajo costo.

Para poder conocer mejor el proceso de PMO se detallará las ventajas y desventajas del mismo a continuación:

### **Ventajas**

- La metodología PMO genera mucha evidencia documentada sobre las bases utilizadas para construir el plan de mantenimiento. Con esta táctica de mantenimiento se obtiene al final un registro documentado de los requerimientos de mantenimiento de todos los activos. Esta metodología nos sirve para realizar un listado de modos de falla de los activos analizados a través de la evaluación del historial de los equipos. Sin embargo, PMO no lista todos los modos de falla, se enfoca en los de mayor probabilidad de ocurrencia. Por lo tanto, esta metodología tiene un medio registro de auditoría.
- PMO al igual que RCM registra una gran cantidad de información en su base de datos así que tiene una reducción de efectos de rotación de personal.
- La implementación de PMO no requiere de la aplicación de complejos modelos matemáticos en su metodología, lo único que requiere es el análisis racional y minucioso de las tareas de mantenimiento efectuadas de un determinado activo. Esto facilita la formación del equipo de trabajo al no requerir de altas destrezas en herramientas matemáticas.
- No se requiere el cumplimiento de ninguna normativa, por lo cual no es necesaria la presencia de un facilitador lo que se traduce en un bajo costo de inversión.

- PMO, como herramienta de análisis, no consume una gran cantidad de recursos. Se requiere un equipo de trabajo conformador por un mecánico, eléctrico, instrumentista, operador, etc. Sin embargo, no es estrictamente necesario que los integrantes sean especialistas en cada una de sus áreas así que esta metodología tiene medio uso de talento humano.
- PMO es seis veces más rápido que RCM en generar rendimientos, por lo tanto, tiene un bajo tiempo requerido para generar resultados.
- PMO utiliza como base de su metodología las tareas que realizan los técnicos de planta, así como el conocimiento que tiene el personal con respecto a los activos analizados. PMO usa como sus pilares las fortalezas de las tareas realizadas y la experiencia del personal de planta, motivando al técnico de planta a su participación activa al ser él una de las bases de la metodología.
- Una de las principales ventajas de PMO es la alta compatibilidad de la técnica en plantas en operación. PMO utiliza tanto las tareas de mantenimiento ejecutadas en los activos como los históricos de los equipos, ya que está diseñado para equipos y sistemas que ya han iniciado su operación comercial.

#### **Desventajas**

- La metodología PMO necesita la mayor cantidad de información disponible de fallas de los activos desde su fase de operación, para generar el listado de modos de falla, por lo tanto, tiene un medio requerimiento de información histórica.
- La normativa de gestión documental diseñada para ser compatible con RCM es compatible con PMO, pero no se cuenta con normativa que haya contemplado emplear PMO, así que es una metodología que presenta un medio cumplimiento de estándares internacionales.

### **1.4. PMO: Optimización del mantenimiento planeado**

La Optimización del Mantenimiento Planeado cuyas siglas en inglés son PMO (Planned Maintenance Optimization), tiene como objetivo mejorar la confiabilidad, la mantenibilidad y la disponibilidad y reducir las horas de trabajo necesarias para atender las necesidades de mantenimiento en toda planta industrial.

La optimización del mantenimiento planeado es una metodología basada en el largo plazo y trata al mantenimiento como un proceso y no como una función o división dentro de la compañía. (Mora Gutiérrez, 2009)

Un pilar fundamental del PMO es el buen manejo de la información en la recolección de datos y su obtención en tiempo real. Requiere excelente información para determinar los análisis de fallas en el nivel de función, falla funcional, modos de fallas, efectos y consecuencias de ellas.

El PMO exige que toda la información sobre sistemas de planeación y programación de las tareas de mantenimiento, sea sistematizada y centralizada en una sola plataforma que contenga todos los parámetros de personal y demás datos pertinentes sobre el equipo de mantenimiento y los activos físicos.

Las acciones en las que se apoya el PMO son las planeadas ya sean preventivas o predictivas, y exige el trabajo multidisciplinario en equipo para alcanzar sus objetivos, los cuales deben tener estricto seguimiento, monitoreo y control hasta su total culminación e implantación. Su eficacia tiene los cimientos en los sistemas de gestión y operación del mantenimiento, bajo un enfoque de proceso, lo cual garantiza que no exista dualidad de funciones en el departamento de mantenimiento, así como también en metas comunes, grupos poco efectivo de trabajo, muchos roles y funciones en el equipo de mantenimiento y producción, y mucha especialización en la realización de los análisis, control y eliminación de fallas.

La columna vertebral del PMO es el tratamiento y el análisis estadístico de la información histórica y presente, lo cual exige que la información se maneje de una forma eficiente. En el PMO el manejo de los modos de falla es más simple y fácil de controlar, ya que es un proceso constante de revisión y monitoreo de todas las actividades y tareas relevantes de mantenimiento. El PMO es efectivo porque solo analiza las fallas y modos de fallas relevantes y no los insignificantes, trabaja con equipos en funcionamiento y es más fácil de implementar.

## **1.5. Proceso de implementación del PMO**

El proceso de implementación de PMO, se basa en la criticidad de los activos físicos y sistemas que se encuentran en la planta. La criticidad se puede obtener revisando la jerarquización de equipos o su priorización en la programación de trabajos. Una vez que se identifica y se mide la criticidad de los activos físicos y sistemas, el proyecto se enfoca en el cumplimiento de los objetivos estratégicos de la organización.

Los sistemas críticos son los que impactan la organización presentando riesgos altos para la seguridad y el medio ambiente, lo que implica un impacto significativo en costos y producción de la planta y el consumo de mano de obra en exceso para ser operados y mantenidos. Luego de realizar el estudio de criticidad ya se tiene la base para determinar la prioridad en la que se analizarán los sistemas y la importancia de cada uno de los análisis.

Según Steve Turner el PMO cuenta con nueve pasos que se deben comenzar a implementar una vez ya esté definida la criticidad de los activos de la planta.

### **1.5.1. Paso 1: Recopilación de tareas**

La metodología de PMO inicia recopilando el programa de mantenimiento existente ya sea formal o informal, documenta este programa y agrupa todo en una base de datos, lo cual facilitará el acceso a la información necesaria.

En la mayoría de los casos no existe documentación formal y el plan existente es realizado por personal propio de la planta industrial como es el caso de los técnicos de mantenimiento, es en esta situación cuando se debe documentar todas las actividades que el personal de mantenimiento ya ha estado implementando o haciendo en su rutina.

### **1.5.2. Paso 2: Análisis de modos de falla**

El concepto de Análisis de Modos de Falla se explicará con detalle más adelante. Este paso debe involucrar a todo el personal de la planta tanto el área de producción como el área de mantenimiento, quienes se reunirán en equipos multidisciplinarios y se encargarán de identificar para qué modos de falla están enfocadas las tareas de mantenimiento.

### **1.5.3. Paso 3: Racionalización y revisión del análisis de modos de falla**

Cuando la información ya está ordenada teniendo como base los modos de falla, se hace mucho más fácil la identificación de tareas duplicadas, las cuales se presentan cuando al mismo modo de falla se le aplican varias rutinas del plan de mantenimiento por parte de las diferentes especialidades, es decir, por parte de los operadores y por parte de los especialistas de mantenimiento.

Este es el paso donde el equipo multidisciplinario revisa cada uno de los resultados de análisis de modos de falla y agrega aquellos modos de falla faltantes. Se elabora una lista de modos de falla basándose en el historial de fallas, documentación brindada por los especialistas de mantenimiento o con la experiencia del equipo de trabajo.

### **1.5.4. Paso 4: Análisis funcional**

Con cada falla que ocurre, los activos pierden su función, la cual se determinará en este paso. Es opcional y se justifica en caso de que se deban realizar análisis a equipos bastante críticos o muy complejos, en donde es esencial el entendimiento detallado de todas las funciones del equipo para el aseguramiento de un programa de mantenimiento sólido. Para aquellos equipos poco críticos o sistemas simples, la identificación de las funciones agrega tiempo y costo, más no beneficios tangibles.

### **1.5.5. Paso 5: Evaluación de competencias**

Es en este paso donde cada modo de falla es analizado para determinar si las fallas son ocultas o evidentes, en caso sean fallas evidentes se realiza un análisis de riesgos y consecuencias operacionales.

### **1.5.6. Paso 6: Definición de la política de mantenimiento**

En este Paso, cada modo de falla es analizado bajo los principios del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) y se establecen las políticas nuevas o revisadas de mantenimiento haciendo evidente:

- Que los elementos del programa actual de mantenimiento que no sean costo efectivo deben ser eliminados
- Que las tareas serían más efectivas y menos costosas si fuesen basadas en condición, en lugar de llevarlas a falla y serían mucho más efectivas si se realizaran bajo diferentes rutinas que las tareas que no aportan beneficios, las cuales deben ser eliminadas del programa
- Que las fallas se manejarían mejor por medio del uso de tecnología avanzada o simple
- Qué tipo de información se debe recolectar para predecir mejor el comportamiento del equipo durante su ciclo de vida
- Cuáles son las fallas que se se deben eliminar con la ayuda de un Análisis de Causa Raíz.

### **1.5.7. Paso 7: Agrupación y revisión**

Cuando el análisis de las tareas haya finalizado, el equipo multidisciplinario de trabajo establece el método más eficiente y efectivo para administrar el mantenimiento de los activos teniendo en cuenta limitantes de producción y otros.

En este paso existe transferencia de responsabilidades en la ejecución de las tareas del plan de mantenimiento entre los especialistas de mantenimiento y los operadores para lograr eficiencia y ganancias en producción.

### **1.5.8. Paso 8: Aprobación e implementación**

En este Paso, el resultado del análisis se presenta para su revisión y comentarios.

El equipo de trabajo realiza la presentación usando el reporte automático generado por un software especial denominado PMO2000, dicho software muestra de forma detallada los cambios a implementar y su justificación. Una vez que se aprobó el programa, inicia la etapa más importante, su implantación, etapa que consume más tiempo y en que se pueden presentar más dificultades. Es importante ejercer liderazgo y estar atento a los detalles para hacer de la implantación un éxito.

### **1.5.9. Paso 9: Programa dinámico**

En el “Programa Dinámico”, el plan de mantenimiento se consolida, reemplaza el mantenimiento correctivo por uno planeado y toma control de la planta.

De este punto en adelante el mejoramiento puede acelerarse rápidamente y los recursos que se liberan pueden enfocarse a corregir defectos de diseño o limitaciones inherentes a la operación. En tanto el ratio de mejoramiento se acelera, los procesos vitales de gestión de activos pueden afinarse, estos procesos son: estrategia de producción y mantenimiento, medición de desempeño, reportes y eliminación de fallas, planeación y programación y gestión de inventarios.

La finalidad de este último paso es la de crear una organización que busca continuamente su mejoramiento, para ello hay que crear conciencia de que es importante evaluar las garantías de todas las tareas y cada falla no planeada que se presente. (Ipeman, 2007), (Turner, 2009).

La implementación del PMO presenta grandes ventajas como por ejemplo la rápida implementación y el bajo costo con la que se desarrolla ya que solo evalúa los parámetros y necesidades más críticas presentes en la planta.

## **1.6. Fundamentos del PMO**

EL PMO como táctica de mantenimiento toma como base los principios que se aplican al desarrollo de un programa de mantenimiento para equipos que están en la fase de diseño e implementación, luego, tomando en cuenta el programa de mantenimiento actual de la planta, implementa la metodología para ajustar el programa en base a las diferentes condiciones de operación en las que tenga que trabajar el activo físico.

El PMO se caracteriza por aumentar la capacidad de producción y esto lo logra maximizando la fiabilidad de activos, minimizando los tiempos de intervención de equipos, maximizando la eficacia del personal de mantenimiento, aumentando el retorno de la inversión y reduciendo al mínimo los costos de mantenimiento.

Una de las características que diferencia al PMO es que se implementa en una sexta parte del tiempo que se demora el RCM ya que inicia con el programa de mantenimiento que tenga la planta ya sea formal o informal, gracias a esto el tiempo de implementación del plan de mantenimiento se reduce a la mitad del plazo original.

Steve Turner, en su investigación sobre el PMO, indica que hablamos de un enfoque basado en el análisis de RCM, es decir, involucra a los equipos críticos de la planta, creando para ellos un entorno necesario y auto sostenible. El PMO es una revisión y proceso de racionalización, lo que significa que muchas de las tareas ya existentes pueden ser modificadas.

La metodología RCM hace una lista de todas las posibles fallas, incluso aquellas que se conectan a las funciones que no son prevenibles a través de mantenimiento, por otro lado, el PMO como paso básico tiene que reconocer y comprender las funciones de los equipos críticos, pero considera que un detallado análisis funcional no suele ser decisivo para el resultado.

La manera más eficiente para la creación de un plan de mantenimiento es el PMO ya que es una metodología fácil de implementar, elimina numerosos e inmanejables modos de falla y no complica la asignación de tareas.

Las preguntas básicas del PMO según Turner se plantean como un recurso de evaluación de la táctica de mantenimiento, estas preguntas son:

- ¿Qué tareas de mantenimiento se llevan a cabo por parte del personal de mantenimiento y operaciones? (recopilación de tareas)
- ¿Cuáles son los modos de falla asociados a una inspección de la planta? (análisis de modos de falla)
- ¿Qué funciones se perderían si cada modo de falla se presentara de forma inesperada? (funciones)
- ¿Qué pasa cuando ocurre cada falla? (efectos de falla)
- ¿En qué forma afecta cada falla? (consecuencia de falla)
- ¿Qué se debe hacer para predecir o prevenir cada falla? (tareas proactivas y sus intervalos)
- ¿Qué se debe hacer si una tarea proactiva no previene la falla? (acciones por omisión)

En conclusión, PMO se dedica a analizar los programas de mantenimiento de manera muy detallada y específica, para permitir un control minucioso de todas las actividades realizadas en un equipo. El proceso de implementación del PMO transforma la cultura de una empresa reactiva a una cultura dinámica que aumente la fiabilidad.



## **Capítulo 2**

### **Información general de la empresa**

#### **2.1. Descripción de la empresa**

La empresa en estudio pertenece al sector industrial de producción y comercialización de bebidas carbonatadas y no carbonatadas. Cuenta con un amplio portafolio de marcas y socios estratégicos líderes en su categoría. Tiene una planta de producción propia ubicada en la provincia de Sullana y tiene tres líneas de producción, dos de las cuales se dedican a producir bebidas envasadas en botellas PET y la tercera se dedica a la producción de bebidas envasadas en botellas de vidrio.

Actualmente las tres líneas de producción realizan el proceso con un número aproximado de trece a veinte equipos por línea, siendo la línea de vidrio la que cuenta con el mayor número de equipos. Así mismo, la planta cuenta con máquinas y equipos de soporte en áreas auxiliares como salas de jarabe, planta de tratamiento de aguas residuales, planta de tratamiento de agua, área de soplado de botella PET, sala de grupos electrógenos y sala de máquinas.

La empresa ofrece actualmente al mercado peruano una variedad de bebidas con una gama cada vez más amplia y con particulares y novedosas presentaciones creando barreras a la entrada de nuevos competidores.

##### **2.1.1. Principios organizacionales**

La misión de la empresa es “Somos gente competitiva que crea relaciones sólidas con nuestros clientes y consumidores a través de las mejores propuestas de valor”.

La visión de la empresa se traduce en ser “La mejor compañía de bebidas de las Américas, creando valor sostenible, ofreciendo a los consumidores las mejores experiencias con nuestras marcas y contribuyendo a un mundo mejor”.

Tanto misión como visión se ven apoyados en los cinco valores principales de la empresa: soñamos en grande, somos dueños, somos gente excelente, somos personas integrales, tenemos una gestión sostenible y nos apasiona lo que hacemos.

## 2.2. Descripción del proceso productivo

La empresa en estudio cuenta con una producción en línea, es decir, la elaboración de las bebidas carbonatadas y no carbonatadas se realiza de manera continua. A lo largo de esta investigación solo se analizarán las líneas dedicadas a la producción de botellas PET.

A continuación, se presenta la secuencia de pasos del proceso productivo:

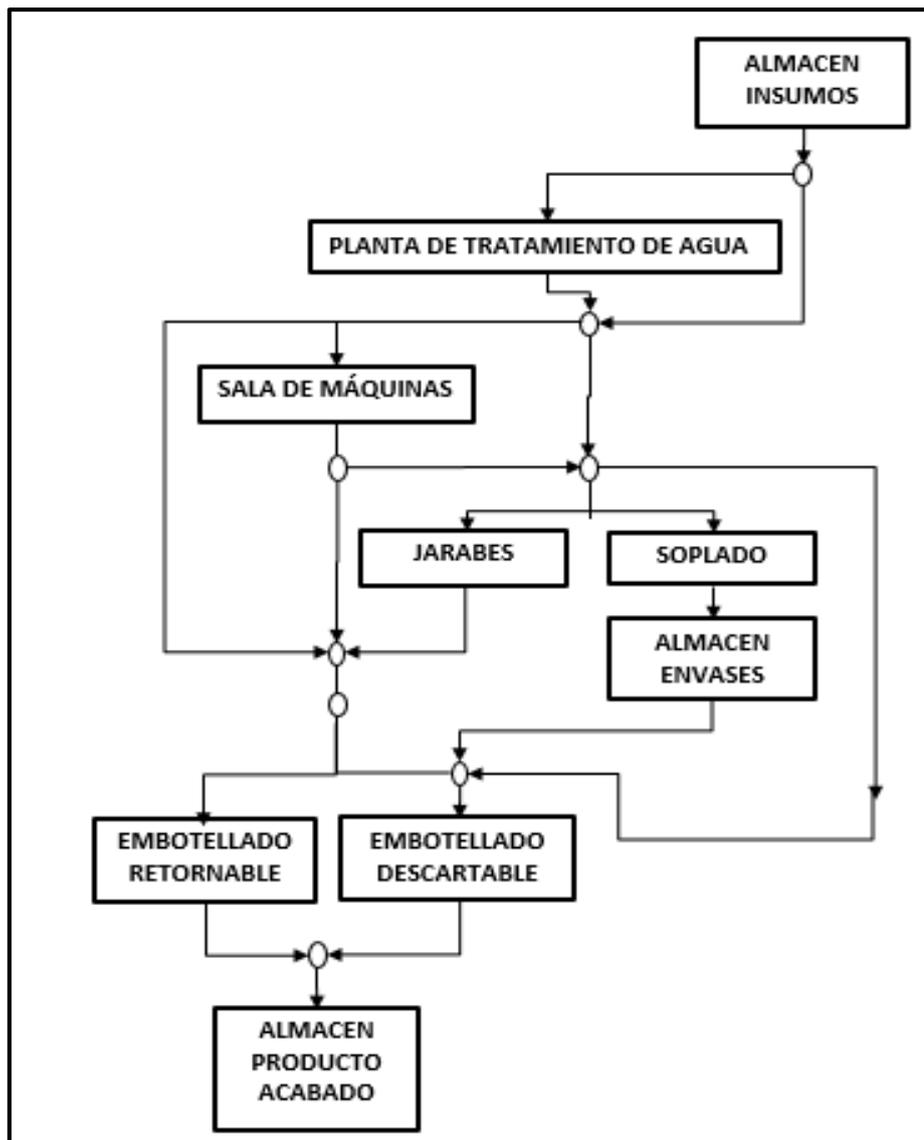


Ilustración 1. Macroflujo de planta industrial.

Fuente: Elaboración propia.

### a. Tratamiento de agua

El agua ingresa mediante una bomba de succión a una poza de floculación en donde se le añade hipoclorito de calcio y pasa a una poza de reposo, en esta parte del proceso, el cual dura dos horas, el agua debe tener un pH de 6.8 a 7.2. Paso seguido

el agua llega a filtros de arena y de carbón los cuales dan el paso a la poza de agua potable donde el agua debe tener un pH de 9 a 9.2, aquí se le añade una vez más hipoclorito de calcio, esta parte del proceso dura 6 horas.

El agua pasa por dos filtros de arena, dos filtros de carbón y dos filtros pulidores antes de terminar el proceso y convertirse en agua tratada.



Ilustración 2. Tanques purificadores.



Ilustración 3. Tanques de reposo.



Ilustración 4. Filtros de carbón y arena.

## **b. Preparación del jarabe**

El agua tratada llega directamente de la planta de tratamiento de agua por medio de tuberías a dos tanques, esta zona se denomina jarabe simple. Aquí el operador añade una cantidad de azúcar dependiendo de la receta y luego el tanque queda en agitación durante 20 minutos antes de pasar por dos filtros y llegar al tanque número uno a través de una tubería.

La mezcla que se encuentra en los tanques sufre un proceso de pre enrase, es decir se rellena de agua hasta un nivel determinado y es en este momento cuando el operador de jarabe añade el concentrado según la receta del SKU, esta zona se denomina zona de jarabe compuesto.

Cuando los tanques tienen lista la mezcla con el concentrado ocurre un proceso de purga para evaluar los estándares de calidad del jarabe, seguido de un proceso de enrase final, es decir llenan el tanque con más agua hasta un nivel determinado. Cuando este último proceso termina, el jarabe ya está listo para entrar a las líneas de producción mediante bombas y tuberías.

La duración del jarabe varía dependiendo del SKU (stock keeping unit) a producir, el mismo que se asocia con cada uno de los formatos de bebida producidos en la planta, siendo los jarabes de sabores los de menor duración.

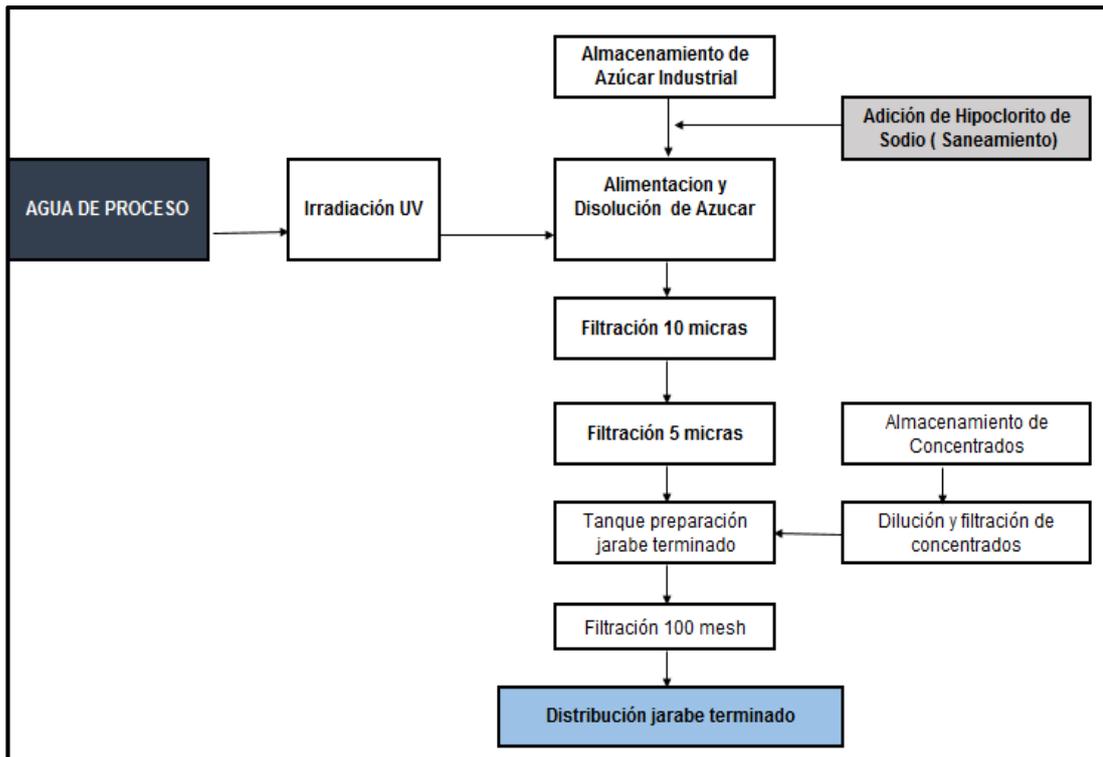


Ilustración 5. Flujograma del proceso de preparación de jarabe.  
Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 6. Tanques de jarabe compuesto.  
Fuente: Elaboración propia.

### c. Soplado

Paralelamente a la preparación de jarabe se realiza el proceso del soplado de botella PET, la planta cuenta con dos máquinas sopladoras, una de cuatro moldes y una de diez moldes.

Esta parte del proceso productivo inicia por la recepción de las preformas de botellas las cuales son colocadas en una tolva de preformas ubicada al inicio de las máquinas sopladoras, estas preformas son transportadas hacia el horno donde las preformas son calentadas antes de iniciar el proceso de soplado. Cuando las preformas llegan a la rueda de soplado, inicia el pre soplado que es un estiramiento longitudinal de acuerdo al formato de botella que se necesita luego de esto inicia el soplado, el cual consiste en eyectar aire de los compresores hacia la botella haciendo que esta se pegue en las paredes del molde ya enfriado con agua proveniente del enfriador, paso seguido el molde se abre y las botellas ya sopladas van a un transportador neumático el cual tiene una longitud considerable para que en el camino la botella pueda enfriarse.

El proceso de paletizado es manual, realizado por 5 operadores que retiran las botellas desde el final del transportador neumático con un peine acomodador y luego las ordenan en pallets de siete pisos cada uno, posteriormente los pallets son llevados a la máquina envolvente, la cual cubre herméticamente al pallet con un film.

Los pallets ya empaquetados son almacenados para luego ser llevados a las líneas de producción considerando la caducidad de cada uno de ellos.



Ilustración 7. Sopladora de botellas PET SB010.  
Fuente: Elaboración propia.

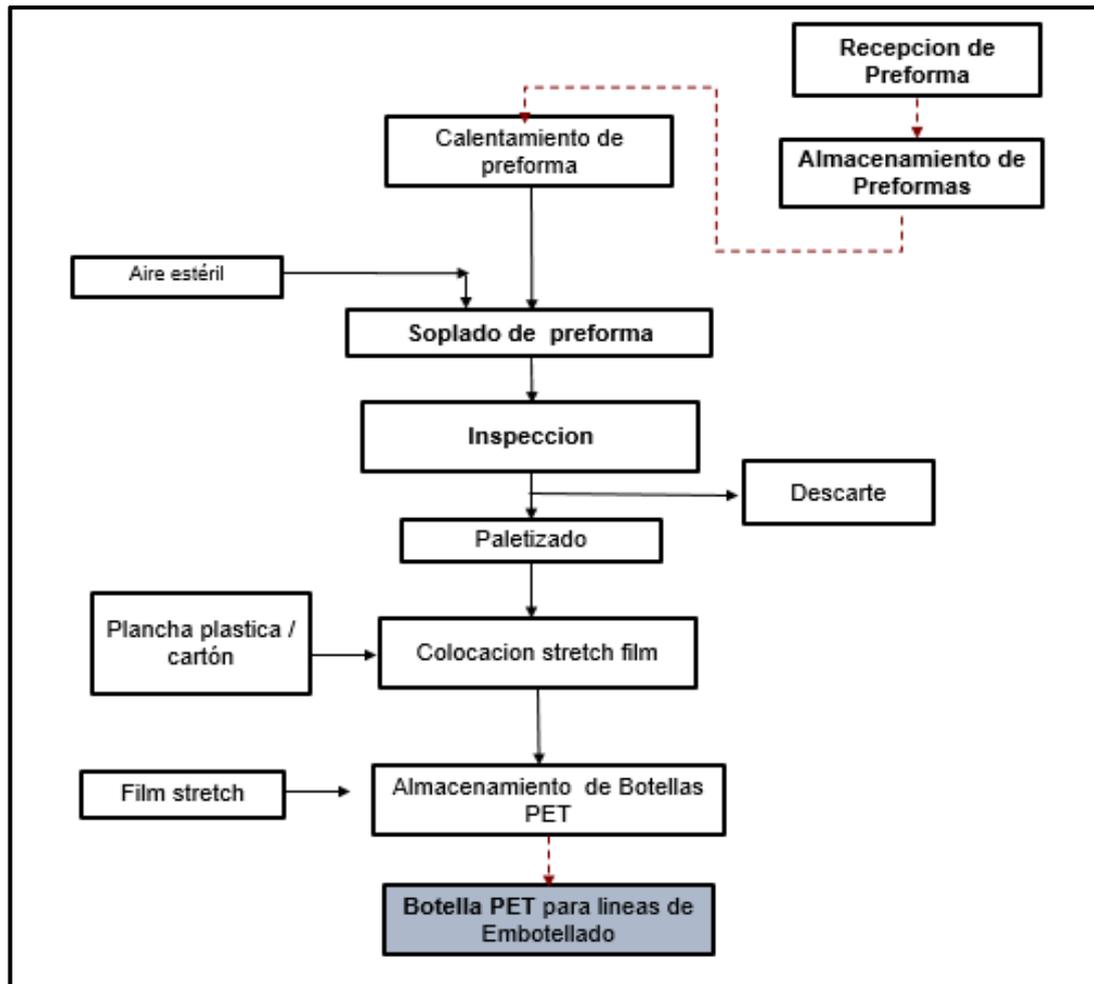


Ilustración 8. Flujograma del proceso de soplado de envase.  
Fuente: Elaboración propia.

#### d. Despaletizado

En este paso del proceso productivo se reciben los pallets con las botellas PET del formato a producir, estos pallets tienen siete pisos y están completamente hermetizados mediante film que evita la contaminación de los mismos. Actualmente contamos con el despaletizado manual en la línea de producción número dos y el despaletizado automático en la línea de producción número uno.

En el caso del despaletizado manual participan cuatro operadores que son encargados de desmontar piso por piso del pallet de botellas vacías provenientes de soplado y ordenarlas en la mesa de carga donde se acomodan para ingresar a la línea por medio de un transportador.

En el caso del despaletizado automático, los pallets son acomodados en la máquina despaletizadora la cual cuenta con ventosas de aire para poder retirar los separadores y luego poder transportar piso a piso todas las botellas vacías a la mesa de carga.

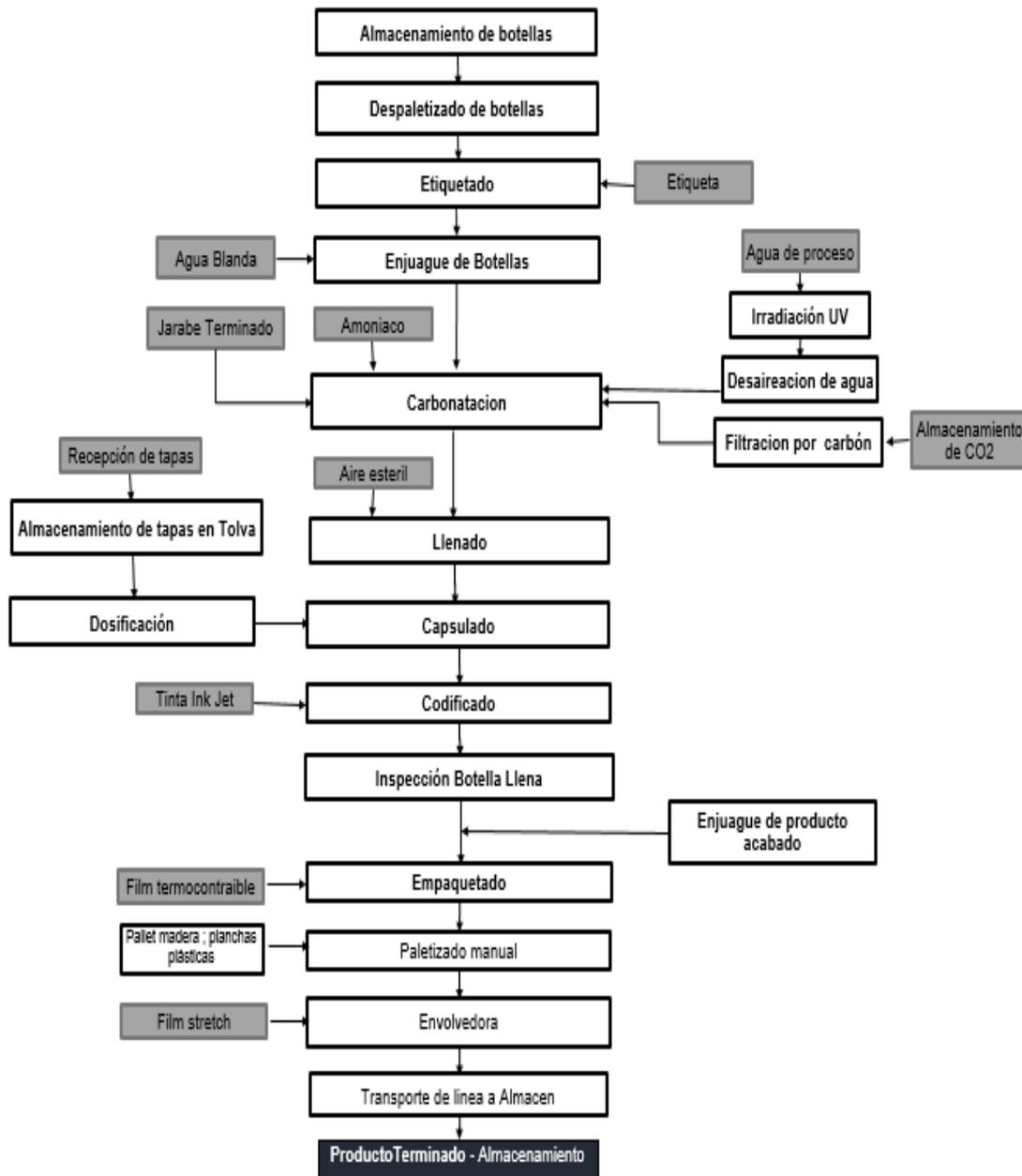


Ilustración 9. Flujograma de proceso productivo.  
Fuente: Elaboración propia.

### e. Etiquetado

Cuando las botellas ya están ordenadas en la mesa de carga son trasladadas mediante un transportador hasta a la máquina etiquetadora. En este camino para que la botella pueda ser transportada sin ningún tipo de traba, existen aspersores de lubricante que facilitan el transporte y el ingreso a la etiquetadora. El rollo de etiqueta es colocado en una porta bobina o plato porta rollo, luego la etiqueta es guiada y tensada en un rodillo de brazo danzante, paso seguido entra al segundo set de guías, las cuales permiten que la misma entre al tambor de vacío sin problema alguno. Cuando la etiqueta pasa por el tambor de vacío se encuentra con un sensor de registro

y es entregada a la cuchilla la cual es la encargada de cortar la etiqueta con una medida específica que depende del SKU.

La máquina etiquetadora tiene un tanque de cola, el cual está a una temperatura específica y mediante el rodillo encolador la etiqueta es pegada en la botella. El rodillo encolador aplica una fina capa de adhesivo en ciertas partes seleccionadas de la etiqueta y continúa siendo transportada hasta que su borde delantero entra en contacto con el envase que se la envolverá mientras rota sobre el tambor de vacío. En la parte final de este proceso la botella entra al transportador neumático para el proceso de enjuague de botellas.



Ilustración 10. Máquina etiquetadora.  
Fuente: Elaboración propia.

#### **f. Osmosis Inversa y Ozonizador**

Este proceso es únicamente usado cuando el SKU que se produce es agua, inicia cuando el agua tratada en la planta de tratamiento llega a un tanque de almacenamiento; paso seguido, una bomba succiona el agua y la hace pasar por un primer filtro. Cuando el agua ya pasó su primer proceso de filtración empieza el proceso de ósmosis propiamente dicho, se cuenta con cuatro membranas, la cuarta o última membrana es la encargada de recibir todas las sales eliminadas en las tres membranas superiores. El agua libre de sales escapa de las membranas de ósmosis mediante una tubería que la lleva a un tanque acondicionador donde se regula el pH del agua.

Para eliminar los últimos posibles microorganismos que contiene el agua, después del tanque acondicionador se encuentra el equipo ultra violeta, el cual reduce las posibles bacterias presentes en el agua. Al salir del equipo ultra violeta el agua llega a dos bombas y paralelamente a este proceso el generador de ozono inyecta ozono al agua.

El paso final del proceso es cuando el agua ozonizada entra a un tanque y es aquí donde se realiza la prueba microbiológica para poder saber si el agua está lista para entrar a la línea de producción. Este tanque final tiene dos tuberías de escape, la primera conduce a la máquina llenadora y la segunda conduce a la máquina enjuagadora de botellas.



Ilustración 11. Ozonizador.  
Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 12. Zona de ósmosis.  
Fuente: Elaboración propia.

### **g. Enjuagado de botellas**

El proceso de enjuague de botellas se realiza en una máquina denominada rinser y varía de acuerdo al SKU que se encuentra en producción, por ejemplo, cuando la producción es de agua, el proceso de enjuague se realiza con agua ozonizada, por otro lado, si la producción es de bebidas carbonatadas el proceso de enjuague se realiza con agua tratada proveniente de la planta de tratamiento de agua.

El proceso inicia con el transportador neumático que lleva a las botellas desde la salida de la etiquetadora hacia la entrada del rinser en donde encontramos dos tambores y una cadena porta grippers que transportaran a la botella al interior de la máquina, aplicándoles agua a presión. Las botellas que ingresan al rinser son invertidas a la vez que son enjuagadas y bañadas con chorros de agua y permanecen invertidas el tiempo suficiente (entre seis y nueve segundos) para que se pueda eliminar cualquier resto de agua.

A la salida del rinser se encuentra un transportador neumático el cual lleva las botellas a la llenadora.

### **h. Mezclado**

Para realizar el proceso de mezcla en las bebidas carbonatadas se cuenta con un equipo denominado carbocooler o equipo de mezcla, cuya finalidad es agregar dióxido de carbono a productos carbonatados y esto lo logra enfriando el producto porque, a menor temperatura, la mezcla resulta mucho más eficiente.

El proceso de mezcla inicia con la tubería proveniente de la sala de jarabes compuestos, la cual transporta el jarabe listo para entrar a la línea de producción y, por otro lado, existe una tubería que transporta agua tratada proveniente de la planta de tratamiento de agua. Ambas tuberías tienen como punto de llegada el mixer, que es un conjunto de tres vasos, el primero contiene agua, el segundo contiene jarabe y el tercero es el vaso de mixtura, donde, como su nombre lo indica, se realiza en sí el proceso de mezcla de agua y jarabe.

Cuando el proceso de mezcla termina, una bomba de mixtura succiona la mezcla y la envía hacia un tanque denominado tanque carbonatador, el cual es un recipiente hermético que contiene en su interior chaquetas de enfriamiento llenas de amoníaco líquido. La parte superior del tanque carbonatador tiene bandejas diseñadas para que por gravedad la mezcla caiga como ducha sobre las chaquetas de enfriamiento, paralelamente a este proceso, por la parte inferior del tanque carbonatador entra a presión dióxido de carbono el cual se combina con la mezcla ya enfriada por el amoníaco que está contenido en las chaquetas de enfriamiento.

El proceso termina cuando, por la misma presión interna del carbocooler, la mezcla es transportada por una tubería a la taza de la máquina llenadora.



Ilustración 13. Equipo mezclador de bebida o carbocooler.  
Fuente: Elaboración propia.

## **i. Llenado**

Como se explicó, este proceso depende del SKU en producción, si tenemos agua, el proceso de mezcla es anulado y el proceso de ósmosis es activado, por otro lado, si producimos bebidas carbonatadas el proceso de mezcla se activa y el proceso de ósmosis es anulado.

Este paso del proceso productivo inicia con las tuberías que llevan ya sea el agua o la mezcla a la taza de llenado. Esta taza tiene una velocidad asignada por el operador de acuerdo al formato a producir, cuenta con válvulas de aireación y desaireación que presurizan la taza.

La botella ingresa a la llenadora mediante una estrella de ingreso la cual se eleva y posiciona a la botella en la tulipa, mientras que la válvula de alivio está lista para inyectar la bebida mediante el tubo de venteo. La llenadora cuenta con sesenta cabezales que hacen el mismo proceso.

En la parte final del proceso se encuentra una estrella de salida que permite transportar la botella al ingreso de la capsuladora.



Ilustración 14. Salida de máquina llenadora.  
Fuente: Elaboración propia.

#### **j. Dosificador de nitrógeno**

Inmediatamente después del llenado de la botella, una estrella de salida transporta al envase hacia un dosificador de nitrógeno líquido, el cual expulsa un chorro líquido hacia el interior de la botella.

El dosificador de nitrógeno líquido tiene como finalidad principal crear una presión interna y así desplazar el oxígeno y evitar la descomposición y reproducción de microorganismos en el producto, la finalidad secundaria del nitrógeno es darle consistencia a la botella PET cuando el gramaje de esta ha sido disminuido y esto lo logra cuando se vaporiza y presuriza internamente la botella.

#### **k. Capsulado**

Inmediatamente después que el envase sale de la llenadora, las botellas son tapadas mecánicamente por una capsuladora de seis cabezales. Esta operación inicia cuando las tapas son recibidas del almacén de insumos y luego son vertidas a la tolva de tapas, la cual va a almacenarlas hasta que las tapas empiecen a bajar por el carril de tapas con la ayuda de sensores de acumulación. La botella ingresa a la máquina mediante estrellas hasta llegar a la zona del plato porta grippers donde los grippers son los encargados de sostener fuertemente a la botella mientras se le aplica el torque al capsularla.

Este paso es crítico en el proceso de producción, ya que debemos brindarles calidad y esterilidad al producto, evitando derrames que luego producen hongos, por lo que el capsulado debe ser lo más rápido posible desde que el envase sale de la llenadora.



Ilustración 15. Capsuladora AROL.  
Fuente: Elaboración propia.

## **I. Codificado**

Este paso del proceso operativo inicia cuando la botella sale capsulada por un transportador y es codificada por un cañón láser que quema el plástico de la botella a la altura del hombro, dejando fijada la fecha de vencimiento y el lote con un fin de trazabilidad.



Ilustración 16. Codificador de botellas.  
Fuente: Elaboración propia.

### **m. Inspector de nivel**

El detector de nivel tiene la función de eliminar las botellas con volúmenes por debajo de la especificación, también elimina las botellas que presentan mal capsulado o defectos en la tapa. La forma como las elimina es a través de un pusher, el cual, accionado por un sensor, empuja a las botellas que no cumplen con los estándares.

### **n. Empaquetado**

Este es el último paso del proceso productivo, consiste en entregar paquetes de botellas que cumplen los estándares de calidad e inicia con el ingreso de la botella a un transportador que posee barras acomodadoras de botellas que facilitan el ingreso por filas hasta la parte de los dedos separadores que como su nombre lo indica, separan la cantidad de botellas necesarias para formar un paquete. Paralelamente a esto, en la parte inferior de la máquina hay dos bobinas que contienen el rollo de film termo contraíble y mediante dedos separadores este film sube hasta el nivel donde están las botellas juntas y las envuelve llevándolas luego a la mesa formadora de paquetes, la cual es el ingreso al horno. En el horno el paquete de botellas queda muy bien sellado por la acción que la alta temperatura ejerce con el film termo contraíble.

El proceso termina cuando los paquetes salen de la máquina empaquetadora y son puestos en pallets de manera manual y llevados al almacén de producto terminado, a una temperatura ambiente hasta su venta.



Ilustración 17. Ingreso de botellas a empaquetadora.  
Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 18. Proceso de empaquetado.  
Fuente: Elaboración propia.

### 2.3. Descripción del mantenimiento actual

Las estrategias de mantenimiento en la planta están repartidas entre el área de mantenimiento y el área de producción. El área de mantenimiento actualmente aplica tres tipos de estrategias: el mantenimiento preventivo, el mantenimiento correctivo y el mantenimiento predictivo, mientras que el área de producción es la encargada del mantenimiento autónomo supervisado por el área de mantenimiento.

### **2.3.1. Mantenimiento preventivo**

Este tipo de mantenimiento se maneja con un programa simple que incluye:

- Inspecciones de ruta periódicas
- Reemplazo de piezas
- Overhaul de equipos
- Limpieza y ajustes mayores
- Mantenimientos periódicos.

Su principal objetivo como su nombre lo indica, es prevenir fallas inesperadas que pueden afectar a las corridas de producción impactando directamente con uno de los principales indicadores del área, la ineficiencia mecánica la cual se explicará a detalle más adelante. Está dirigido a todos los equipos de planta para prevenir sus averías, fallas y defectos.

El mantenimiento preventivo para los equipos pertenecientes a las líneas de producción se realiza con una frecuencia definida de acuerdo a la criticidad del equipo. Actualmente el plan de mantenimiento preventivo presenta una gran dificultad, la duplicidad de las tareas planificadas.

Tener tareas repetidas que no originan ningún resultado a favor del activo físico, nos quiere decir que existe un plan de mantenimiento deficiente no orientado a cada una de las fallas originadas en los equipos y esto ocasiona una disminución de la confiabilidad de los equipos de planta.

#### **2.3.1.1. Mantenimiento preventivo básico**

Son aquellas actividades realizadas por el personal del departamento de mantenimiento, pueden ser actividades con el equipo en funcionamiento o actividades que requieren que el equipo o el área completa cese su operación para garantizar la seguridad del personal y del mismo equipo durante la intervención

##### **a. Actividades con equipo parado**

Estas son las actividades para las cuales se requiere que el equipo deje de funcionar por un periodo de tiempo determinado para poder realizar las tareas descritas.

En este tipo de actividades se busca el reemplazo de piezas las cuales han sufrido un desgaste o bien es necesario remover alguna parte del equipo para poder ejecutar la actividad de mantenimiento, por ejemplo: calibración, cambio de cojinetes en un motor, reapriete de cableado en un panel eléctrico, entre otros.

El listado de actividades en parada para cada uno de los equipos se define en base a las recomendaciones que el fabricante debe contemplar según sean intervenciones mayores o menores:

Pais	PE	Planta	SULLANA	Equipo	LLENADORA	Revision									
Area	ENVASADO		Tipo de Actividad	INSPECCION DE RUTA MECANICA		Máquina	Parada								
Linea	LINEA 3														
<b>Informaciones de Seguridad</b>															
<p>Antes de iniciar con la ejecución de esta actividad evalúe lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Verifique que cuenta con todo el equipo de protección necesaria para la ejecución de la actividad</li> <li>Verifique el estado de la herramienta a utilizar y que la misma se encuentre en condiciones de uso</li> <li>Informe al responsable del equipo o área sobre la actividad que realizará y si la misma requiere el paro del equipo o se debe de ejecutar con el equipo en funcionamiento.</li> </ul>															
<b>Informaciones de Inocuidad</b>															
Al finalizar la tarea, realizar inventario sobre todas las herramientas y componentes utilizados (tornillos, tuercas, paños)															
<b>Informaciones de medio ambiente</b>															
Realizar el desoarte de todos los residuos generados de la ejecución de esta tarea, tomando en consideración nuestra política de selección y reciclaje															
<b>Objetivo</b>															
Verificar la integridad y conservación de los componentes enlistados en este documento. Los puntos a evaluar están definidos en el contenido de este documento															
<b>Herramientas e Insumos</b>															
<p>Las herramientas necesarias para la ejecución de este procedimiento son las siguientes:</p> <p>La realización de este servicio no requiere de materiales.</p>															
															
(a) Maleta de Herramientas		(b) Estetoscopio		(c) Pirométrica		(d) Tabla de Anotaciones									
<b>Procedimiento</b>															
A continuación se le presenta un listado de equipos los cuales se requiere evalúe en base a los criterios definidos															
Item	Descripción de Equipo	TAG	FLUJACION	A LINEA MIENTO	DESGATE	LUBRICACION	LIMPIEZA Y PINTURA	FUGAS	SINCRONISMO	RODAMIENTOS	ACHUMALCERAS	CORREAS / CADENAS DE RODILLO	TUBERIAS Y CONEXIONES	GUARDAS DE SEGURIDAD	OTROS
1	ACTUADOR NEUMÁTICO AIRE PREVIO	ACT 551 007													
2	ACTUADOR NEUMÁTICO AUTOFLUSH	ACT 551 008													
3	ACTUADOR NEUMÁTICO TRABA DE BOTELLAS	ACT 551 006													
4	BOMBA ELECTROBOMBA DE AUTOFLUSH	B 551 012													
5	CAJA REDUCTORA REDUCTOR CAJA DE TRANSMISION	CR 551 002													
6	CAJA REDUCTORA REDUCTOR DE TAZA	CR 551 007													
7	CAJA REDUCTORA REDUCTOR PRINCIPAL	CR 551 006													
8	CILINDRO ELEVADOR ORGANOS ELEVADORES	CIL 551 002													
9	MOTOR ELÉCTRICO MOTOR PRINCIPAL	MT 551 003													
10	MOTOREDUCTOR REGULADOR DE ALTURA DE TAZA	MTR 551 025													
11	PANEL LUBRICACION PANEL DE LUBRICACION	PL 551 003													
12	PANEL NEUMÁTICO PANEL NEUMÁTICO	PN 551 002													
13	TAZON TAZA	TZ 551 001													
14	Transmision TORNILLO SIN FIN	TR 551 001													
15	TRANSPORTADOR TA TRANSPORTADOR INTERNO	TRTB 551 019													
16	TUBERIA TUBERIA INGRESO DE BEBIDA	TUB 551 001													
17	VALVULA DE SEGURIDAD PRESION DE TAZA	VS 551 003													
18	VALVULA NEUMÁTICA AIRE PREVIO	VN 551 002													
19	VALVULA NEUMÁTICA LIMPIEZA DE TUBOS	VN 551 003													
20	VALVULA NEUMÁTICA TRABA DE BOTELLAS	VN 551 004													
<b>Anomalías Levantadas</b>															
<b>Acepte Técnico</b>															
Nombre de Ejecutante					Acepte Técnico										

Ilustración 19. Inspección de ruta mecánica – máquina parada.  
Fuente: Elaboración propia.

**Intervenciones menores**

- Frecuencia (en base a horas de producción o temporal)
- Piezas a reemplazar o inspeccionar
- Tiempo estimado para ejecución de la actividad
- Cantidad de personas necesarias para la ejecución
- Herramientas necesarias
- Procedimiento paso a paso de cómo realizar la actividad

### **Intervenciones mayores**

Todas las intervenciones mayores a ser ejecutados dentro de planta deben contar con la siguiente estructura:

- Listado de sub-actividades contempladas dentro del servicio mayor.
- Frecuencia (en base a horas de producción o temporal)
- Piezas a reemplazar o inspeccionar
- Tiempo estimado para ejecución de cada sub-actividad
- Cantidad de personas necesarias para la ejecución
- Planificación de la ejecución con tiempos de inicio y finalización de cada una de las actividades.

La Ilustración 20 detalla las tareas, sub tareas, área responsable, descripción de actividades, el recurso humano necesario, la fecha y el tiempo empleado para poder realizar el proyecto en salas de llenado, el cual consiste en un overhaul de la mesa de carga y el cambio de piso y zócalo sanitario. En la Ilustración 21 se especifica el Gantt de actividades indicando la fecha de ejecución.

ITEM	Tarea	Subtareas	Área Responsable	Descripción	Recurso	Fecha	Tiempo
Pallets	Retirar pallets de la parte externa de sala de llenado.		Producción	<ul style="list-style-type: none"> <li>Retirar pallets para evitar contaminación y daño de producto.</li> </ul>	Producción	28-jun	
	Desconexión eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Retiro de bandejas.</li> <li>Retiro de cañaleras.</li> <li>Retiro de sistema de Aire.</li> <li>Retiro de tolv</li> </ul>	Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ancalar tablero a transportador.</li> </ul>	Mecánico (2) Eléctrico	29-jun	5 horas
	Retiro de Capsuladora y transportador.		Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Montacarga</li> <li>Para ello debe estar la pared tumbada del lado de nueva puerta.</li> <li>Retirar puerta del drywall.</li> </ul>			
Capsuladora	Instalación de nuevo transportador		Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disminuir peso de Capsuladora.</li> </ul>	Mecánico A Eléctrico A	31/06/17	1 hora
Equipo UV	Retiro de Equipo		Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desamblar de cianes.</li> </ul>	Mecánico (2) Eléctrico C	29-jun	2 horas
	Bomba de Agua de carbocooler		Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Retirar bomba de agua.</li> </ul>	Mecánico (2) Eléctrico C	29-jun	1 hora
Equipo de LAN	Retiro de Equipo		Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Equipo sin operación. Iniciar trabajo el día domingo.</li> </ul>	Mecánico (2) Eléctrico C	29-jun	2 horas
	Desconexión eléctrica de soplador.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Solicitar plano eléctrico para conexionado.</li> </ul>	Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desenergizar Equipo.</li> </ul>	Mecánico B Operador A	30-jun	3 horas
	Retiro de Transportador ingreso a Rinser.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Solicitar plano eléctrico para conexionado.</li> </ul>	Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se debe retirar tramo de transportador entrada de rinsen.</li> </ul>			30-jun
Rinsen	Retiro de tanque Recuperación de agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>Retirar bomba, conexiones de Agua.</li> </ul>	Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dejar aislado todo cable.</li> </ul>	Mecánico A Eléctrico Operador B	30-jun	3 horas
	Subir patas soporte de transportadores.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Quitar sopladores para restar peso a transportador.</li> </ul>	Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se debe identificar posibles patas o soportes que puedan modificar mientras se construye el piso. Ideal verificar posibles puntales temporales.</li> </ul>		30-jun	
Llenadora	Retiro de Panel Carbo - Llenadora	<ul style="list-style-type: none"> <li>Retirar panel de Carbo.</li> </ul>	Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Retirar todo soportado en piso. Retirar panel.</li> </ul>	Mecánico A	30-jun	2 horas
	Retiro de plataformas escaleras	<ul style="list-style-type: none"> <li>Retiro de plataforma, sillas, mesas.</li> </ul>	Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Retirar todo lo concerniente a plataformas y escaleras móviles y otros muebles metálicos.</li> </ul>	Operador A	30-jun	
Sistema de codificado y control de calidad.	Retirar equipos Codificador y soportes.		Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Retirar equipo de línea.</li> </ul>	Mecánico A Eléctrico A	30-jun	1 hora
	Pulmón de Aire de codificador.		Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Retirar equipo de línea.</li> </ul>	Mecánico A	30-jun	1 hora
Muebles metálicos	Subir patas soporte de transportadores.		Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se debe identificar posibles patas o soportes que puedan modificar mientras se construye el piso. Ideal verificar posibles puntales temporales.</li> </ul>	Eléctrico	30-jun	
	Retirar muebles metálicos de soplador.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Retirar portaformatos.</li> <li>Retirar escaleras.</li> <li>Retirar plataformas.</li> </ul>	Producción	<ul style="list-style-type: none"> <li>No debe quedar ningún mueble o tachos.</li> </ul>	Operado B	30-jun	8 hrs
	Cubrir equipamiento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar cobertura de equipos de sala de llenado.</li> </ul>	Producción	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se debe realizar el tapado de los equipos para poder iniciar el proyecto.</li> </ul>	Operado B	30-jun	8 hrs

Ilustración 20. Detalle de actividades de trabajo.  
Fuente: Elaboración propia.



## b. Actividades con activo en funcionamiento

Estas son las actividades de mantenimiento que se realizan con el objetivo de detectar anomalías en los equipos que no podrían ser detectadas fácilmente si el equipo se encuentra en reposo. Entre estas tenemos:

Pais	PE	Planta	SULLANA	Equipo	CAPSULADORA	Revision	
Area	ENVASADO		Tipo de Actividad	INSPECCION DE RUTA MECANICA	Máquina	Rodando	
Linea	LINEA 3						

**Informaciones de Seguridad**

Antes de iniciar con la ejecución de esta actividad evalúe lo siguiente:

- Verifique que cuenta con todo el equipo de protección necesaria para la ejecución de la actividad
- Verifique el estado de la herramienta a utilizar y que la misma se encuentre en condiciones de uso
- Informe al responsable del equipo o área sobre la actividad que realizara y si la misma requiere el paro del equipo o se debe de ejecutar con el equipo en funcionamiento.

**Informaciones de inocuidad**

Al finalizar la tarea, realizar inventario sobre todas las herramientas y componentes utilizados (tornillos, tuercas, paños)

**Informaciones de medio ambiente**

Realizar el descarte de todos los residuos generados de la ejecución de esta tarea, tomando en consideración nuestra política de selección y reciclaje

**Objetivo**

Verificar la integridad y conservación de los componentes enlistados en este documento. Los puntos a evaluar estan definidos en el contenido de este documento

**Herramientas e Insumos**

Las herramientas necesarias para la ejecución de este procedimiento son las siguientes:  
La realización de este servicio no requiere de materiales.



(a) Maleta de Herramientas



(b) Estetoscopio



(c) Pirométrica



(d) Tabla de Anotaciones

**Procedimiento**

A continuación se le presenta un listado de equipos los cuales se requiere evalúe en base a los criterios definidos

Item	Descripcion de Equipo	TAG	FIJACION	ALINEAMIENTO	DESGATE	LUBRICACION	LIMPIEZA Y PINTURA	FLUGAS	SINCRONISMO	RODAMIENTO /CHUMACERA/ PINONES / CORREAS / CADENAS DE RODILLO	TUBERIAS Y CONEXIONES	GUARDAS DE SEGURIDAD	OTROS
1	ACTUADOR ENTREGA TAPAS	ACT 551 009											0
2	CABEZAL CABEZAL CAPSULA	C 551 003											0
3	CAJA REDUC DISCO DE TAPAS	CR 551 010											0
4	CAJA REDUC REDUCTOR PRINCIPAL	CR 551 009											0
5	CAJA REDUC REGULADOR DE ALIMENTACION	CR 551 011											0
6	ELECTROYÁNTICA ENTREGA TAPAS	EY 551 001											0
7	MOTOR ELÉCTRICO DISCO TAPAS- TOLVA	MT 551 004											0
8	MOTOR ELÉCTRICO VIBRADOR - SILO DE TAPAS	MT 551 005											0
9	MOTOR ELÉCTRICO MOTOR PRINCIPAL	MT 551 006											0
10	MOTORELECTRICO REGULADOR DE ALIMENTACION	MTR 551 026											0
11	PANEL LUBRICACION PANEL DE LUBRICACION	PL 551 004											0
12	TOLVA SILO DE TAPAS	TV 551 004											0
13	TOLVA TOLVA DE TAPAS	TV 551 005											0
14	Transmisión TORNILLO SIN FIN	TR 551 002											0
15	TUBERIA MANGUERA SILO - TOLVA	TUB 551 005											0
16	VÁLVULA VÁLVULA REGULADORA	V 551 005											0

**Anomalías Levantadas**

Ilustración 22. Inspección de ruta mecánica – máquina rodando.

Fuente: Elaboración propia.

## Inspecciones de ruta

Una inspección de ruta, busca identificar a través de los sentidos (vista, olfato, tacto, oído), posibles fallas en el funcionamiento de los equipos. Una inspección de ruta consiste en listar los diferentes componentes de un equipo productivo y evaluar características de deterioro y si las mismas se encuentran presentes durante el momento de la evaluación.

Las inspecciones de ruta son la base para la detección temprana de anomalías en los equipos productivos. A continuación, se presenta un ejemplo de las diferentes anomalías que podrían ser encontradas:

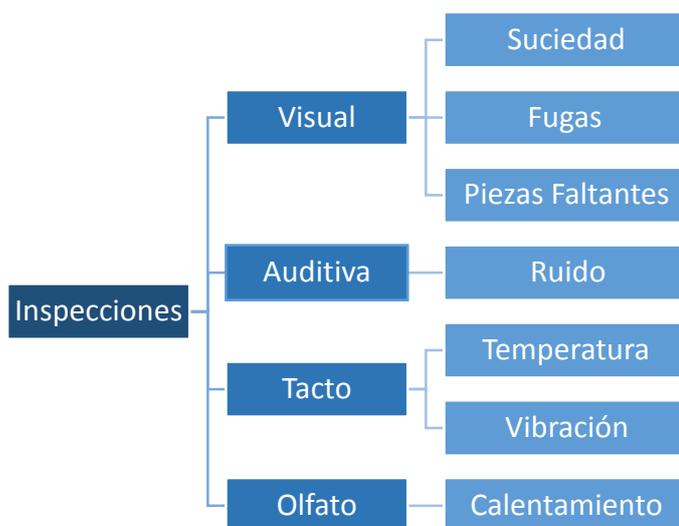


Ilustración 23. Anomalías encontradas en una inspección.  
Fuente: Elaboración propia.

Aun cuando se busca detectar anomalías en los equipos, es posible utilizar esta herramienta para evaluar otros aspectos, por ejemplo:

- Validar la vigencia en la calibración de un sistema o instrumento de medición
- La falta de identificación de un equipo productivo.

Es importante que los dispositivos que se utilicen para la evaluación revelen no solamente los puntos importantes para el área de mantenimiento, sino también, que puedan detectar anomalías en otras áreas como seguridad, calidad, medio ambiente, etc. El listado de los equipos productivos y los subsistemas se le denomina espejo de ruta.

A continuación, se definen herramientas necesarias dentro de las inspecciones de ruta:

Tabla 1. Herramientas necesarias para inspecciones de ruta

Tipo de evaluación	Herramienta	Anomalía a detectar
<b>Auditiva</b>	Estetoscopio	Ruido
<b>Tacto</b>	Piro métrica	Temperatura
<b>Cualitativa</b>	Amperímetro	Desbalance consumo eléctrico
<b>Visual</b>	Vernier	Desgaste, holgura
<b>Cualitativa</b>	Medidor de revoluciones	Sub velocidad

Fuente: Elaboración propia.

Dependiendo del número de sistemas y subsistemas instalados en un área productiva, es posible que el espejo de ruta considere todos los equipos instalados en un área o bien como se mencionó antes, exista un espejo de ruta por equipo productivo.

A continuación, se presenta un gráfico que engloba todo el mantenimiento preventivo básico:

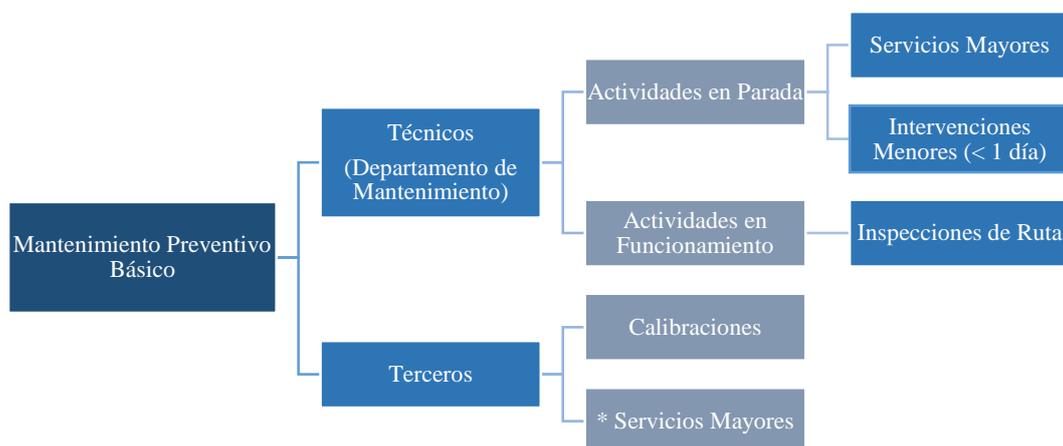


Ilustración 24. Mantenimiento preventivo básico.

Fuente: Elaboración propia.

El área de planificación de mantenimiento cuenta con un archivo en Excel para gestionar el mantenimiento en toda la planta industrial. En este archivo se ingresan todas las actividades de mantenimiento que los equipos necesitan incluyendo frecuencia y la secuencia de tareas, en la ilustración veinticinco se muestra un extracto del plan de mantenimiento preventivo actual.

Numero de Plan	Tipo Plan	SUB AREA	EQUIPO	Clasificación 1	DENOMINACION	SUBCONJUNTO	CODIGO	TIPO DE MANTO	DESCRIPCION DE RUTINA	Estado Instalación	CANT. ELEC	TEMP. POR ELEC	DESCRIPCION TANTEI	IHL	FECHA INICIO PLAN	TIEMPO UNITARIO (min)	FREC.
PLAN00611	Preventivo	LÍNEA 2 PET	CAPSULADORA	SISTEMA DE CAPSULADO	CARTELES/PORCARCABEA	CARTELA DE CAPSULADO 1.A	RP00600102890101-CAI Mant. Preventivo	Preventivo	TURQUE ESTÁTICO Y REVISIÓN DE DISCO	Maquina Parada	1	180	Técnico Mecá	3	05/02/2017	1320	15
PLAN00635	Preventivo	LÍNEA 2 PET	ETIQUETADORA PET	DOSEADORA DE ETIQUETA	PORTABOBINA	PORTABOBINA 2	RP00600103110102-PR Mant. Preventivo	Preventivo	MANTENIMIENTO PORTABOBINA	Maquina Parada	1	240	Técnico Mecá	4	01/02/2017	240	360
PLAN00656	Preventivo	LÍNEA 2 PET	SALA LLENADO	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	MOTOR EXTRACTOR	EXTRACTOR 1	RP00600102780101-M5 Mant. Preventivo	Preventivo	MEGADO DE MOTOR ELÉCTRICO	Maquina Parada	1	90	Técnico Eléct	1.5	01/02/2017	90	360
PLAN00657	Preventivo	LÍNEA 2 PET	SALA LLENADO	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	MOTOR EXTRACTOR	EXTRACTOR 2	RP00600102780102-M5 Mant. Preventivo	Preventivo	MEGADO DE MOTOR ELÉCTRICO	Maquina Parada	1	90	Técnico Eléct	1.5	01/02/2017	90	180
PLAN00638	Preventivo	LÍNEA 2 PET	SALA LLENADO	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	MOTOR EXTRACTOR	EXTRACTOR 3	RP00600102780103-M5 Mant. Preventivo	Preventivo	MEGADO DE MOTOR ELÉCTRICO	Maquina Parada	1	90	Técnico Eléct	1.5	01/02/2017	90	180
PLAN00659	Preventivo	LÍNEA 2 PET	SALA LLENADO	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	MOTOR EXTRACTOR	EXTRACTOR 4	RP00600102780104-M5 Mant. Preventivo	Preventivo	MEGADO DE MOTOR ELÉCTRICO	Maquina Parada	1	90	Técnico Eléct	1.5	01/02/2017	90	180
PLAN00660	Preventivo	LÍNEA 2 PET	EMPAQUETADORA PET	SISTEMA NEUMÁTICO	ACTUADOR NEUMÁTICO	BALUARINA	RP00600102780104-M5 Mant. Preventivo	Preventivo	MANTENIMIENTO CILINDROS Y VALVULA	Maquina Parada	1	390	Técnico Mecá	6.5	01/02/2017	390	360
PLAN00641	Preventivo	LÍNEA 2 PET	LEMOADORA	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	POSTE REGULADOR ALTURA	POSTE REGULADOR ALTURA 1	RP00600102830101-M5 Mant. Preventivo	Preventivo	MANTENIMIENTO A PUESTE 1. ALTURA 1	Maquina Parada	1	420	Técnico Mecá	7	01/02/2017	510	720
PLAN00643	Preventivo	LÍNEA 2 PET	TRANSP. BOTELLAS NEU	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	MOTOR SOPADOR	INGRESO A LLENADORA	RP00600102830104-M5 Mant. Preventivo	Preventivo	MANTENIMIENTO DE MOTOR ELÉCTRICO	Maquina Parada	1	420	Técnico Eléct	7	01/02/2017	420	360
PLAN00644	Preventivo	LÍNEA 2 PET	TRANSP. BOTELLAS NEU	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	MOTOR SOPADOR	SALIDA DEL RINSE	RP00600102830103-M5 Mant. Preventivo	Preventivo	MANTENIMIENTO DE MOTOR ELÉCTRICO	Maquina Parada	1	420	Técnico Eléct	7	01/02/2017	420	360
PLAN00645	Preventivo	LÍNEA 2 PET	LEMOADORA	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	POSTE REGULADOR ALTURA	POSTE REGULADOR ALTURA 2	RP00600102830102-M5 Mant. Preventivo	Preventivo	MANTENIMIENTO A PUESTE 2. ALTURA 2	Maquina Parada	1	420	Técnico Mecá	7	01/02/2017	510	720
PLAN00647	Preventivo	LÍNEA 2 PET	TRANSP. BOTELLAS NEU	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	MOTOR SOPADOR	INGRESO A RINSE	RP00600102830104-M5 Mant. Preventivo	Preventivo	MANTENIMIENTO DE MOTOR ELÉCTRICO	Maquina Parada	1	420	Técnico Eléct	7	01/02/2017	420	360
PLAN00648	Preventivo	LÍNEA 2 PET	TRANSP. BOTELLAS NEU	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	MOTOR SOPADOR	SALIDA ETIQUETADORA	RP00600102830101-M5 Mant. Preventivo	Preventivo	MANTENIMIENTO DE MOTOR ELÉCTRICO	Maquina Parada	1	420	Técnico Eléct	7	01/02/2017	420	360
PLAN00649	Preventivo	LÍNEA 2 PET	LEMOADORA	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	POSTE REGULADOR ALTURA	POSTE REGULADOR ALTURA 3	RP00600102270101-T8F Mant. Preventivo	Preventivo	MANTENIMIENTO A PUESTE 3. ALTURA 3	Maquina Parada	1	420	Técnico Mecá	7	01/02/2017	510	720
PLAN00651	Preventivo	LÍNEA 2 PET	LEMOADORA	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	POSTE REGULADOR ALTURA	POSTE REGULADOR ALTURA 4	RP00600102270104-T8F Mant. Preventivo	Preventivo	MANTENIMIENTO A PUESTE 4. ALTURA 4	Maquina Parada	1	420	Técnico Mecá	7	01/02/2017	510	720
PLAN00653	Preventivo	LÍNEA 2 PET	EMPAQUETADORA PET	SISTEMA DE CONTROL / INSTRU	TRANSPORTADOR	TRANSPORTADOR DE INGRESO	RP00600102270101-T8F Mant. Preventivo	Preventivo	MANTENIMIENTO TRANSPORTE	Maquina Parada	2	510	Técnico Mecá	17	01/02/2017	510	720
PLAN00654	Preventivo	LÍNEA 2 PET	EMPAQUETADORA PET	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	MOTOREDUCTOR	ACOMODADOR DE BOTELLAS	RP00600102200102-MR Mant. Preventivo	Preventivo	MEGADO DE MOTORES ELÉCTRICO	Maquina Parada	1	90	Técnico Eléct	1.5	01/02/2017	90	180
PLAN00655	Preventivo	LÍNEA 2 PET	EMPAQUETADORA PET	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	MOTOREDUCTOR	CABERA SAISE	RP00600102200105-MR Mant. Preventivo	Preventivo	MEGADO DE MOTOR ELÉCTRICO	Maquina Parada	1	90	Técnico Eléct	1.5	01/02/2017	90	180
PLAN00656	Preventivo	LÍNEA 2 PET	EMPAQUETADORA PET	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	MOTOREDUCTOR	TRANSPORTE DE HORING	RP00600102200104-MR Mant. Preventivo	Preventivo	MEGADO DE MOTOR ELÉCTRICO	Maquina Parada	1	30	Técnico Eléct	1.5	01/02/2017	90	180
PLAN00657	Preventivo	LÍNEA 2 PET	EMPAQUETADORA PET	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	MOTOREDUCTOR	PRINCIPAL	RP00600102200103-MR Mant. Preventivo	Preventivo	MANTENIMIENTO DE MOTOR ELÉCTRICO	Maquina Parada	1	420	Técnico Eléct	7	01/02/2017	420	360
PLAN00658	Preventivo	LÍNEA 2 PET	LEMOADORA	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	MOTOREDUCTOR	REGULADOR DE ALTURA DE 1	RP00600102490101-MR Mant. Preventivo	Preventivo	MANTENIMIENTO DE MOTOR ELÉCTRICO	Maquina Parada	1	420	Técnico Eléct	7	01/02/2017	420	360
PLAN00659	Preventivo	LÍNEA 2 PET	LEMOADORA	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	CUBO	CUBO DE ESTRELLA ENTRADA	RP00600102490104-MR Mant. Preventivo	Preventivo	MANTENIMIENTO CUBO DE ESTRELLA INC	Maquina Parada	1	510	Técnico Mecá	8.5	01/02/2017	510	720
PLAN00660	Preventivo	LÍNEA 2 PET	LEMOADORA	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	CUBO	CUBO ESTRELLA INTERMEDIA	RP00600102490101-MR Mant. Preventivo	Preventivo	MANTENIMIENTO CUBO DE ESTRELLA INC	Maquina Parada	1	510	Técnico Mecá	8.5	01/02/2017	510	720
PLAN00661	Preventivo	LÍNEA 2 PET	LEMOADORA	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	CUBO	CUBO ESTRELLA SALIDA	RP00600102490101-MR Mant. Preventivo	Preventivo	MANTENIMIENTO CUBO DE ESTRELLA SAL	Maquina Parada	1	510	Técnico Mecá	8.5	01/02/2017	510	720
PLAN00662	Preventivo	LÍNEA 2 PET	LEMOADORA	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	INGRESO DE AIRE	INGRESO DE AIRE	RP00600102900101-MR Mant. Preventivo	Preventivo	MANTENIMIENTO TUBO CONTROL INGRESO	Maquina Parada	1	510	Técnico Mecá	8.5	01/02/2017	510	720
PLAN00663	Preventivo	LÍNEA 2 PET	LEMOADORA	SISTEMA DE LLENADO	TUBERIA	TUBERIA INGRESO DE BEBIDA	RP00600102490101-TM Mant. Preventivo	Preventivo	MANTENIMIENTO AL INGRESO DE BEBIDA	Maquina Parada	1	90	Técnico Mecá	8.5	01/02/2017	510	720
PLAN00664	Preventivo	LÍNEA 2 PET	EMPAQUETADORA PET	SISTEMA DE CONTROL / INSTRU	MOTOREDUCTOR	TRANSPORTADOR DE INGRESO	RP00600102270102-MR Mant. Preventivo	Preventivo	MEGADO DE MOTOR ELÉCTRICO	Maquina Parada	1	90	Técnico Eléct	1.5	01/02/2017	90	180
PLAN00665	Preventivo	LÍNEA 2 PET	EMPAQUETADORA PET	SISTEMA DE CONTROL / INSTRU	MOTOREDUCTOR	TRANSPORTADOR DE SALIDA	RP00600102270103-MR Mant. Preventivo	Preventivo	MEGADO DE MOTORES ELÉCTRICO	Maquina Parada	1	90	Técnico Eléct	1.5	01/02/2017	90	180

Ilustración 25. Plan preventivo actual.  
Fuente: Elaboración propia.

### 2.3.2. Mantenimiento correctivo

Ese tipo de mantenimiento consiste en efectuar reparaciones orientadas a mejorar las máquinas que presentan fallas intempestivas que hace parar la producción, el objetivo de este tipo de mantenimiento es hacer algún tipo de arreglo para que la falla no vuelva a pasar hasta que el área de mantenimiento tenga tiempo para realizar el mantenimiento correcto. Está enfocado a no dejar que los equipos fallen o paren durante el turno.

Los operadores de las máquinas reportan las paradas que presenta el equipo por medio de un archivo de parada en Excel indicando el formato producido, el equipo afectado, la hora de inicio y fin de falla, el tiempo que duró esta falla y el técnico de mantenimiento responsable de atenderla. Cada vez que ocurre una falla, inmediatamente el operador del equipo afectado se comunica con el técnico de mantenimiento que se encuentra en el turno, su objetivo es atender la falla haciendo las reparaciones correspondientes en el menor tiempo posible ya sea mecánica, eléctrica, de automatización o de instrumentación.

Todas las áreas de planta manejan un archivo Access, en el cual reportan avisos de mantenimiento, los cuales son divididos y seleccionados por clases de avisos:

- Resultante de seguridad
- Resultante de mantenimiento preventivo
- Reparaciones temporales
- Correctivo de calidad
- Resultante de correctivo
- Resultante de medio ambiente

En el archivo de avisos también se encuentra la ubicación o línea productiva, descripción del equipo, subconjunto, prioridad, especialidad del aviso, autor de aviso, fecha de creación y descripción de la anomalía. Después de creado el aviso, el área de planeamiento, programa actividades de mantenimiento correctivo de acuerdo a la prioridad del aviso (alto, medio o bajo) asignando la actividad a los técnicos de mantenimiento de acuerdo a la especialidad.

N° Aviso **120000220**

/

✓

↶

CLASE AVISO	Tarjeta Roja Correctiva	PRIORIDAD	BAJO
UBICACION/LINEA	Linea 2 (Pet) 562	ESPECIALIDAD	Eléctrico
DESCRIPCIÓN DE EQUIPO	Empaquetadora	AUTOR DE AVISO	RAMIREZ DE LA CRUZ ROBERTO
SUBCONJUNTO	Empaquetadora	FECHA DE CREACION	09/09/2016

DESCRIPCIÓN DE ANOMAL Instalar dispositivo de control en salida de Film termocontraible .

N° Aviso	CLASE AV	PR	UBICACION/LINEA	ESPECIALIDAD	DESCRIPCION	AUTOR DE AVISO	SUBCONJUNTO	FECHA	Texto431
120000220	Tarjeta Roja	BAJO	Linea 2 (Pet) 562	Eléctrico	Empaquetadora	RAMIREZ DE LA CRUZ ROBERTO TITO	Empaquetadora	09/09/2016	Instalar dispositivo de control en salida de Film termocontraible .
120001090	Tarjeta Amarill	MEDI O	Linea 3 (Vidrio) 551	Técnico Mecánico	Lavadora Botellas	VINCES ESPINOZA FELIX JHONNY	Lavadora Botellas	12/09/2016	Cambiar valvulas 3/8" de cierre rapido de purga de condensad, esta averiado.
120001316	Tarjeta Amarill	BAJO	Linea 3 (Vidrio) 551	Técnico Mecánico	CARBOCOOLER	VINCES ESPINOZA FELIX JHONNY	Tuberia de CO2	12/09/2016	Cambio de tuberia de 1/2 de CO2 por encontrarse corroida.
120000475	Tarjeta Roja	BAJO	Linea 3 (Vidrio) 551	Técnico Mecánico	LLENADORA	MENDOZA CRUZ ALDO ORLANDO	Llenadora	15/09/2016	Mantenimiento a piston limpia mariposas.
120000476	Tarjeta Roja	MEDI O	Linea 3 (Vidrio) 551	Técnico Mecánico	LLENADORA	MENDOZA CRUZ ALDO ORLANDO	Llenadora	16/09/2016	mantenimiento a piston aperturas de mariposas.
120001487	SEGURIDAD	BAJO	Operaciones y servicios	Técnico Mecánico	OPERACIONES & SERVICIOS	Javier Aslu	Rejillas de canaletas	21/09/2016	Falta de rejillas o tapas en zona de canaleta de almacén de producto terminado
120001596	SEGURIDAD	BAJO	Elaboracion.	Técnico Mecánico	JARABE	Ausberto Tume	Sala Jarabe Compuesto	25/09/2016	Plataforma entre tanques 7 y 8 se encuentra corroido

Ilustración 26. Archivo de avisos del área de mantenimiento.  
Fuente: Elaboración propia.

### 2.3.3. Mantenimiento predictivo

Como su nombre lo indica, este tipo de mantenimiento predice las fallas que ocurrirían si no se atiende al equipo analizado. Actualmente solo se realizan inspecciones termográficas con el equipo de mantenimiento, el análisis vibracional y de aceites se terceriza con una empresa experta en este tipo de pruebas.

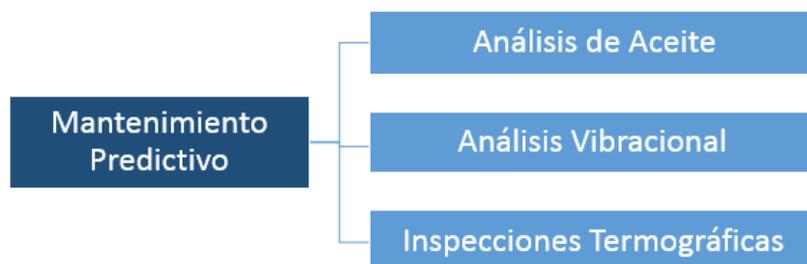


Ilustración 27. Plan de mantenimiento preventivo actual en planta.  
Fuente: Elaboración propia.

#### **ANÁLISIS PREDICTIVO - ANÁLISIS DE ACEITE**

	MÁQUINA	EQUIPO	ANÁLISIS	
			Aceite	Periodicidad
LÍNEA 1	LLENADORA	Motor principal		
	CAPSULADORA	Motor principal		
		Reductor Principal	x	90
	ENVOLVEDORA	Motorreductor principal	x	90
		Motorreductor de cadena Raise	x	90
		Motorreductor - Horno de termocontracción	x	90
	DESPALETIZADORA	Motorreductor - Carro elevador lado A	x	90
Motorreductor - Carro elevador lado B		x	90	
ETIQUETADORA	Motorreductor principal	x	90	
LÍNEA 2	LLENADORA	Motor principal		
		Reductor principal	x	120
		Reductor accionamiento de taza	x	120
	ENVOLVEDORA	Motorreductor principal	x	120
		Motorreductor cinta Raise	x	120
		Motorreductor Horno Termocontracción	x	120
ETIQUETADORA	Motorreductor principal	x	120	
LÍNEA 3	LLENADORA	Motor principal		
		Reductor principal	x	180
	CAPSULADORA	Reductor accionamiento de taza	x	180
		Motor principal		
PTAR	Captación de efluente	Motor electrico de bomba		
	Espesador	Motoreductor de bomba	x	180
PTA	COMPRESOR	Motor		
JARABES	ELEVADOR DE AZUCAR	Motorreductor 01	x	120
		Motorreductor 02	x	120

Ilustración 28. Análisis de aceite.  
Fuente: Elaboración propia.

En la Ilustración 28 e Ilustración 29 se observa el equipo y la periodicidad del análisis de aceite y análisis vibracional realizado en el mes de febrero del presente año.

## PLAN PREDICTIVO: ANÁLISIS DE ACEITE

ITEM	SUB ÁREA	EQUIPO	SISTEMA	DENOMINACIÓN	SUBCONJUNTO	CÓDIGO	TIPO DE MANTTO	DESCRIPCIÓN DE RUTINA
1	LÍNEA 1 PET	CAPSULADORA	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	VARIADOR DE VELOCIDAD	MOTOR PRINCIPAL	RP00300101890101-W	Mantenimiento Predictivo	Análisis de Aceite
2	LÍNEA 1 PET	EMPAQUETADORA-PET	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	VARIADOR DE VELOCIDAD	MOTOR DE CADENA DE HORNO	RP00300101200102-W	Mantenimiento Predictivo	Análisis de Aceite
3	LÍNEA 1 PET	EMPAQUETADORA-PET	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	VARIADOR DE VELOCIDAD	MOTOR CADENA RAIS	RP00300101200103-W	Mantenimiento Predictivo	Análisis de Aceite
4	LÍNEA 1 PET	EMPAQUETADORA-PET	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	VARIADOR DE VELOCIDAD	MOTOR PRINCIPAL	RP00300101200101-W	Mantenimiento Predictivo	Análisis de Aceite
5	LÍNEA 1 PET	DESPALETIZADORA	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	MOTOREDUCTOR	CARRO ELEVADOR LADO A	RP00300101130105-MR	Mantenimiento Predictivo	Análisis de Aceite
6	LÍNEA 1 PET	DESPALETIZADORA	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	MOTOREDUCTOR	CARRO ELEVADOR LADO B	RP00300101130106-MR	Mantenimiento Predictivo	Análisis de Aceite
7	LÍNEA 1 PET	ETIQUETADORA PET	COMANDO / TABLERO DE FUERZA	VARIADOR DE VELOCIDAD	MOTOR PRINCIPAL	RP00300101310101-W	Mantenimiento Predictivo	Análisis de Aceite
8	LÍNEA 2 PET	LLENADORA	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	VARIADOR DE VELOCIDAD	MOTOR PRINCIPAL	RP00300102490101-W	Mantenimiento Predictivo	Análisis de Aceite
9	LÍNEA 2 PET	LLENADORA	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	MOTOREDUCTOR	REGULADOR DE ALTURA DE TAZA	RP00300102490101-MR	Mantenimiento Predictivo	Análisis de Aceite
10	LÍNEA 2 PET	CAPSULADORA	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	VARIADOR DE VELOCIDAD	MOTOR PRINCIPAL	RP00300102890101-W	Mantenimiento Predictivo	Análisis de Aceite
11	LÍNEA 2 PET	EMPAQUETADORA-PET	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	VARIADOR DE VELOCIDAD	CADENA RAISE	RP00300102200101-W	Mantenimiento Predictivo	Análisis de Aceite
12	LÍNEA 2 PET	EMPAQUETADORA-PET	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	VARIADOR DE VELOCIDAD	MOTOR PRINCIPAL	RP00300102200102-W	Mantenimiento Predictivo	Análisis de Aceite
13	LÍNEA 2 PET	EMPAQUETADORA-PET	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	VARIADOR DE VELOCIDAD	CADENA DEL HORNO	RP00300102200103-W	Mantenimiento Predictivo	Análisis de Aceite
14	LÍNEA 2 PET	ETIQUETADORA PET	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	VARIADOR DE VELOCIDAD	MOTOR PRINCIPAL	RP00300102310101-W	Mantenimiento Predictivo	Análisis de Aceite
15	LÍNEA 3 VIDRIO	LLENADORA	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	VARIADOR DE VELOCIDAD	VARIADOR DE VELOCIDAD	RP00300103490101-W	Mantenimiento Predictivo	Análisis de Aceite
16	LÍNEA 3 VIDRIO	LLENADORA	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	MOTOREDUCTOR	REGULADOR DE ALTURA DE TAZA	RP00300103490101-MR	Mantenimiento Predictivo	Análisis de Aceite
17	LÍNEA 3 VIDRIO	CAPSULADORA	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	MOTOREDUCTOR	REGULADOR DE ALTURA	RP00300103890101-MR	Mantenimiento Predictivo	Análisis de Aceite
18	PTAR	ESPESADOR	ESPESADOR	MOTOREDUCTOR	MOTOREDUCTOR BOMBA NEMO	RP003893901080101-MR	Mantenimiento Predictivo	Análisis de Aceite

Ilustración 29. Plan predictivo – Análisis de aceite.

Fuente: Elaboración propia.

En la Ilustración 30 se observa el equipo y la periodicidad del análisis de vibracional realizado en el mes de febrero del presente año. En la Ilustración 31 se observa el análisis vibracional correspondiente a las líneas de producción y áreas auxiliares. Se especifica los motores y variadores.

## ANÁLISIS PREDICTIVO - ANÁLISIS VIBRACIONAL

	MÁQUINA	EQUIPO	ANÁLISIS	
			Vibración	Periodicidad
LÍNEA 1	LLENADORA	Motor principal	x	90
	CAPSULADORA	Motor principal	x	90
		Reductor Principal	x	90
	ENVOLVEDORA	Motorreductor principal	x	90
		Motorreductor de cadena Raise	x	90
		Motorreductor - Horno de termocontracción	x	90
	DESPALETIZADORA	Motorreductor - Carro elevador lado A	x	90
Motorreductor - Carro elevador lado B		x	90	
ETIQUETADORA	Motorreductor principal	x	90	

LÍNEA 2	LLENADORA	Motor principal	x	90
		Reductor principal	x	90
		Reductor accionamiento de taza	x	90
	ENVOLVEDORA	Motorreductor principal	x	90
		Motorreductor cinta Raise	x	90
		Motorreductor Horno Termocontracción	x	90
	ETIQUETADORA	Motorreductor principal	x	90

LÍNEA 3	LLENADORA	Motor principal	x	120
		Reductor principal	x	120
	CAPSULADORA	Motor principal	x	120
		Reductor principal	x	120

PTAR	Captación de efluente	Motor electrico de bomba	x	120
	Espesador	Motoreductor de bomba	x	120

PTA	COMPRESOR	Motor	x	120
-----	-----------	-------	---	-----

JARABES	ELEVADOR DE AZUCAR	Motorreductor 01	x	120
		Motorreductor 02	x	120

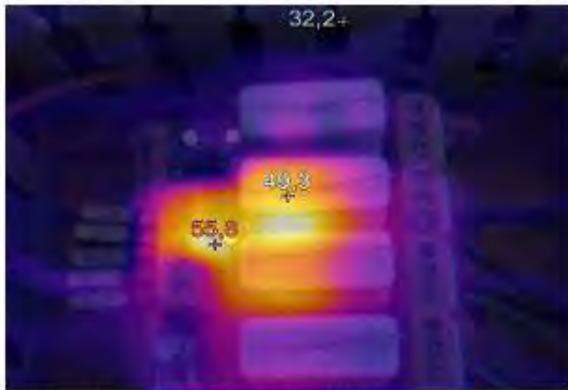
Ilustración 30. Análisis vibracional.  
Fuente: Elaboración propia.

## PLAN PREDICTIVO - ANÁLISIS VIBRACIONAL

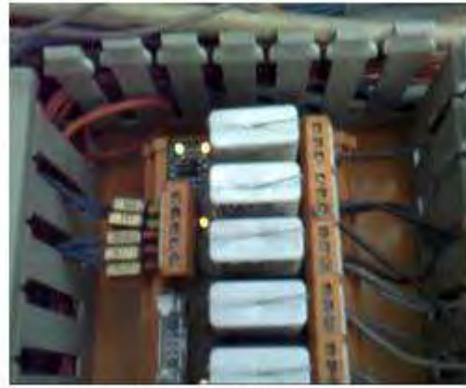
TEM	SUB ÁREA	EQUIPO	SISTEMA	DENOMINACIÓN	SUBCONJUNTO	CÓDIGO	TIPO DE MANTITO	DESCRIPCIÓN DE RUTINA
1	LÍNEA 1 PET	LLENADORA	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	MOTOR ELÉCTRICO	MOTOR PRINCIPAL	RP00300101490101-M	Mantenimiento Predictivo	Análisis Vibracional
2	LÍNEA 1 PET	CAPSULADORA	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	MOTOR ELÉCTRICO	MOTOR PRINCIPAL	RP00300101890101-M	Mantenimiento Predictivo	Análisis Vibracional
3	LÍNEA 1 PET	EMPAQUETADORA-PET	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	VARIADOR DE VELOCIDAD	MOTOR DE CADENA DE HORNO	RP00300101200102-W	Mantenimiento Predictivo	Análisis Vibracional
4	LÍNEA 1 PET	EMPAQUETADORA-PET	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	VARIADOR DE VELOCIDAD	MOTOR CADENA RAIS	RP00300101200103-W	Mantenimiento Predictivo	Análisis Vibracional
5	LÍNEA 1 PET	EMPAQUETADORA-PET	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	VARIADOR DE VELOCIDAD	MOTOR PRINCIPAL	RP00300101200101-W	Mantenimiento Predictivo	Análisis Vibracional
6	LÍNEA 1 PET	DESPALETIZADORA	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	MOTOREDUCTOR	CARRO ELEVADOR LADO A	RP00300101130105-MR	Mantenimiento Predictivo	Análisis Vibracional
7	LÍNEA 1 PET	DESPALETIZADORA	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	MOTOREDUCTOR	CARRO ELEVADOR LADO B	RP00300101130106-MR	Mantenimiento Predictivo	Análisis Vibracional
8	LÍNEA 1 PET	ETIQUETADORA PET	COMANDO / TABLERO DE FUERZA	VARIADOR DE VELOCIDAD	MOTOR PRINCIPAL	RP00300101310101-W	Mantenimiento Predictivo	Análisis Vibracional
9	LÍNEA 2 PET	LLENADORA	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	MOTOR ELÉCTRICO	MOTOR PRINCIPAL	RP00300102490101-M	Mantenimiento Predictivo	Análisis Vibracional
10	LÍNEA 2 PET	CAPSULADORA	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	MOTOR ELÉCTRICO	MOTOR PRINCIPAL	RP00300102890101-M	Mantenimiento Predictivo	Análisis Vibracional
11	LÍNEA 2 PET	EMPAQUETADORA-PET	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	VARIADOR DE VELOCIDAD	CADENA RAISE	RP00300102200101-W	Mantenimiento Predictivo	Análisis Vibracional
12	LÍNEA 2 PET	EMPAQUETADORA-PET	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	VARIADOR DE VELOCIDAD	MOTOR PRINCIPAL	RP00300102200102-W	Mantenimiento Predictivo	Análisis Vibracional
13	LÍNEA 2 PET	EMPAQUETADORA-PET	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	VARIADOR DE VELOCIDAD	CADENA DEL HORNO	RP00300102200103-W	Mantenimiento Predictivo	Análisis Vibracional
14	LÍNEA 2 PET	ETIQUETADORA PET	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	VARIADOR DE VELOCIDAD	MOTOR PRINCIPAL	RP00300102310101-W	Mantenimiento Predictivo	Análisis Vibracional
15	LÍNEA 3 VIDRIO	LLENADORA	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	MOTOR ELÉCTRICO	MOTOR PRINCIPAL	RP00300103490101-M	Mantenimiento Predictivo	Análisis Vibracional
16	LÍNEA 3 VIDRIO	CAPSULADORA	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	MOTOR ELÉCTRICO	MOTOR PRINCIPAL	RP00300103890101-M	Mantenimiento Predictivo	Análisis Vibracional
17	PTAR	TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES	CAPTACIÓN - INGRESO EFLENTE	MOTOR ELÉCTRICO DE BOMBA	MOTOR DE BOMBA CAPTACIÓN 01	RP003883901110101-MB	Mantenimiento Predictivo	Análisis Vibracional
18	PTAR	TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES	CAPTACIÓN - INGRESO EFLENTE	MOTOR ELÉCTRICO DE BOMBA	MOTOR DE BOMBA CAPTACIÓN 02	RP003883901110102-MB	Mantenimiento Predictivo	Análisis Vibracional
19	PTAR	TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES	ESPESADOR	MOTOREDUCTOR	MOTOREDUCTOR BOMBA NEMO	RP003883901080101-MR	Mantenimiento Predictivo	Análisis Vibracional
20	PTAR	TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES	REACTOR AEROBIO	MOTOR ELÉCTRICO	MOTOR ELÉCTRICO S. ROBUSHI 01	RP003883901260101-MSP	Mantenimiento Predictivo	Análisis Vibracional
21	PTDA	TRATAMIENTO DE AGUA	COMPRESOR AIRE	MOTOR	MOTOR COMPRESOR	RP003882101640101-MC	Mantenimiento Predictivo	Análisis Vibracional

Ilustración 31. Plan predictivo – Análisis vibracional.  
Fuente: Elaboración propia.

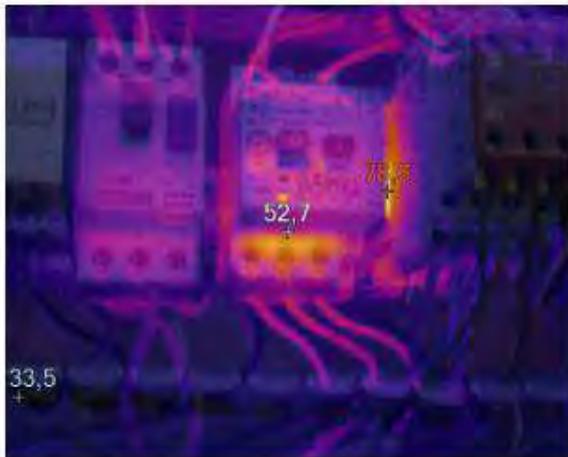
En la Ilustración 32 se observa un extracto del informe resultante del análisis termográfico realizado por algún técnico electricista con una frecuencia de treinta días. El informe debe presentar en la primera columna las imágenes capturadas por la cámara termográfica, y en la segunda columna, la imagen de luz visible perteneciente al área evaluada.



**Despaletizadora L-1-1.IS2**  
22/07/2015 0:52:41



**Imagen de luz visible**



**Despaletizadora L-1-2.IS2**  
22/07/2015 1:05:28



**Imagen de luz visible**

Ilustración 32. Informe de análisis termográfico realizado por un técnico electricista.  
Fuente: Elaboración propia.

## PLAN PREDICTIVO - TERMOGRAFÍA

ITEM	SUB-ÁREA	EQUIPO	SISTEMA	DENOMINACIÓN	SUBCONJUNTO	CODIGO	TIPO DE MANTO	DESCRIPCIÓN DE RUTINA	Nº DE ELEC.	TIEMPO POR ELEC.	ESPECIAL DE ELEC.	IHH
1	LÍNEA 1 PET	TRANSP. BOTELLAS LLENA-EMPA.	COMANDO / TABLERO DE FUERZA	TABLERO DE FUERZA	TABLERO DE FUERZA	RP00300101820201-PNFC	Mantenimiento Predictivo	Inspección Termográfica	1	10	ELECTRISTA	10
2	LÍNEA 1 PET	TRANSP. BOTELLAS NEUMÁTICO	COMANDO / TABLERO DE FUERZA	TABLERO DE FUERZA	TABLERO DE FUERZA	RP00300101880101-PNFC	Mantenimiento Predictivo	Inspección Termográfica	1	10	ELECTRISTA	10
3	LÍNEA 1 PET	CAPSLIADORA	COMANDO / TABLERO DE FUERZA	TABLERO DE FUERZA	TABLERO DE FUERZA	RP00300101890101-PNFC	Mantenimiento Predictivo	Inspección Termográfica	1	10	ELECTRISTA	11
4	LÍNEA 1 PET	CARBOCOOLER	COMANDO / TABLERO DE FUERZA	TABLERO DE FUERZA	TABLERO DE FUERZA	RP00300101860101-PNFC	Mantenimiento Predictivo	Inspección Termográfica	1	10	ELECTRISTA	12
5	LÍNEA 1 PET	DESPALETIZADORA	COMANDO / TABLERO DE FUERZA	TABLERO DE FUERZA	TABLERO DE FUERZA	RP00300101130101-PNFC	Mantenimiento Predictivo	Inspección Termográfica	1	10	ELECTRISTA	13
6	LÍNEA 1 PET	EMPAQUETADORA-PET	COMANDO / TABLERO DE FUERZA	TABLERO DE FUERZA	TABLERO DE FUERZA	RP00300101200101-PNFC	Mantenimiento Predictivo	Inspección Termográfica	1	10	ELECTRISTA	14
7	LÍNEA 1 PET	EMPAQUETADORA-PET	COMANDO / TABLERO DE FUERZA	TABLERO DE FUERZA	TABLERO DE FUERZA	RP00300101200102-PNFC	Mantenimiento Predictivo	Inspección Termográfica	1	10	ELECTRISTA	15
8	LÍNEA 1 PET	EQUIPO Ultra Violeta	COMANDO / TABLERO DE FUERZA	TABLERO DE FUERZA	TABLERO DE FUERZA	RP00300101530101-PNFC	Mantenimiento Predictivo	Inspección Termográfica	1	10	ELECTRISTA	16
9	LÍNEA 1 PET	EQUIPO Ultra Violeta	COMANDO / TABLERO DE FUERZA	TABLERO DE FUERZA	TABLERO DE FUERZA	RP00300101530201-PNFC	Mantenimiento Predictivo	Inspección Termográfica	1	10	ELECTRISTA	17
10	LÍNEA 1 PET	ETIQUETADORA PET	COMANDO / TABLERO DE FUERZA	TABLERO DE FUERZA	TABLERO DE FUERZA	RP00300101510101-PNFC	Mantenimiento Predictivo	Inspección Termográfica	1	10	ELECTRISTA	18
11	LÍNEA 1 PET	LLENADORA	COMANDO / TABLERO DE FUERZA	TABLERO DE FUERZA	TABLERO DE FUERZA	RP00300101490101-PNFC	Mantenimiento Predictivo	Inspección Termográfica	1	10	ELECTRISTA	19
12	LÍNEA 1 PET	OSMOSIS INVERSA	COMANDO / TABLERO DE FUERZA	TABLERO DE FUERZA	TABLERO DE FUERZA	RP00300101100101-PNFC	Mantenimiento Predictivo	Inspección Termográfica	1	10	ELECTRISTA	20
13	LÍNEA 1 PET	OZONIZADOR	COMANDO / TABLERO DE FUERZA	TABLERO DE FUERZA	TABLERO DE FUERZA TANQUE 3	RP00300101090101-PNFC	Mantenimiento Predictivo	Inspección Termográfica	1	10	ELECTRISTA	21
14	LÍNEA 1 PET	OZONIZADOR	COMANDO / TABLERO DE FUERZA	TABLERO DE FUERZA	TABLERO DE FUERZA TANQUE 1	RP00300101090102-PNFC	Mantenimiento Predictivo	Inspección Termográfica	1	10	ELECTRISTA	22
15	LÍNEA 1 PET	EDIFICIO	SISTEMA ELÉCTRICO	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA	RP00300101780101-PNFC	Mantenimiento Predictivo	Inspección Termográfica	1	10	ELECTRISTA	23
16	LÍNEA 2 PET	TRANSP. BOTELLAS LLENA-EMPA.	COMANDO / TABLERO DE FUERZA	TABLERO DE FUERZA	TABLERO DE FUERZA SALA LLENADO	RP00300102820201-PNFC	Mantenimiento Predictivo	Inspección Termográfica	1	10	ELECTRISTA	24
17	LÍNEA 2 PET	CARBOCOOLER	COMANDO / TABLERO DE FUERZA	TABLERO DE FUERZA	TABLERO DE FUERZA	RP00300102860101-PNFC	Mantenimiento Predictivo	Inspección Termográfica	1	10	ELECTRISTA	25
18	LÍNEA 2 PET	EMPAQUETADORA-PET	COMANDO / TABLERO DE FUERZA	TABLERO DE FUERZA	TABLERO DE FUERZA MORINO	RP00300102200101-PNFC	Mantenimiento Predictivo	Inspección Termográfica	1	10	ELECTRISTA	26
19	LÍNEA 2 PET	EMPAQUETADORA-PET	COMANDO / TABLERO DE FUERZA	TABLERO DE FUERZA	TABLERO DE FUERZA	RP00300102200102-PNFC	Mantenimiento Predictivo	Inspección Termográfica	1	10	ELECTRISTA	27
20	LÍNEA 2 PET	EQUIPO Ultra Violeta	COMANDO / TABLERO DE FUERZA	TABLERO DE FUERZA	TABLERO DE FUERZA	RP00300102530101-PNFC	Mantenimiento Predictivo	Inspección Termográfica	1	10	ELECTRISTA	28
21	LÍNEA 2 PET	EQUIPO Ultra Violeta	COMANDO / TABLERO DE FUERZA	TABLERO DE FUERZA	TABLERO DE FUERZA	RP00300102530102-PNFC	Mantenimiento Predictivo	Inspección Termográfica	1	10	ELECTRISTA	29
22	LÍNEA 2 PET	LLENADORA	COMANDO / TABLERO DE FUERZA	TABLERO DE FUERZA	TABLERO DE FUERZA	RP00300102400101-PNFC	Mantenimiento Predictivo	Inspección Termográfica	1	10	ELECTRISTA	30
23	LÍNEA 2 PET	TRANSP. BOTELLAS LLENA-EMPA.	COMANDO / TABLERO DE FUERZA	TABLERO DE FUERZA	TABLERO DE FUERZA SALA ENVASADO	RP00300102820202-PNFC	Mantenimiento Predictivo	Inspección Termográfica	1	10	ELECTRISTA	31
24	LÍNEA 2 PET	EDIFICIO	SISTEMA ELÉCTRICO	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA	RP00300101780101-PNFC	Mantenimiento Predictivo	Inspección Termográfica	1	10	ELECTRISTA	32
25	LÍNEA 3 VIDRIO	MEZZANINE	COMANDO / TABLERO DE FUERZA	TABLERO DE FUERZA	DESANGUINADORA - VIDRIO	RP00300103780103-PNFC	Mantenimiento Predictivo	Inspección Termográfica	1	10	ELECTRISTA	33
26	LÍNEA 3 VIDRIO	MEZZANINE	COMANDO / TABLERO DE FUERZA	TABLERO DE FUERZA	ENCALONADORA - V DRO	RP00300103780102-PNFC	Mantenimiento Predictivo	Inspección Termográfica	1	10	ELECTRISTA	34
27	LÍNEA 3 VIDRIO	MEZZANINE	COMANDO / TABLERO DE FUERZA	TABLERO DE FUERZA	LAVADORA DE BOTELLA-VIDRIO	RP00300103780101-PNFC	Mantenimiento Predictivo	Inspección Termográfica	1	10	ELECTRISTA	35

Ilustración 33. Plan predictivo – Análisis Termográfico.  
Fuente: Elaboración propia.



## **Capítulo 3**

### **Método de identificación de equipos críticos**

Para iniciar un estudio de PMO es preciso jerarquizar los equipos, estableciendo un ranking de mayor a menor criticidad. La identificación de equipos críticos se hará en base al análisis de la ineficiencia mecánica operacional lo que nos ayudará a determinar la línea con mayor criticidad y determinar los equipos críticos.

#### **3.1. Análisis de ineficiencia mecánica operacional**

En el presente análisis diferenciaremos tres diferentes tipos de eficiencias relacionadas con las paradas internas, las paradas externas y las paradas programadas. A continuación, se explicará la diferencia entre cada una de ellas:

##### **a. Eficiencia de línea**

La eficiencia de línea ( $E_{línea}$ ), es el resultado obtenido al sustraer del total de tiempo operativo ( $t_{oper}$ ), el tiempo atribuido como paradas internas ( $t_{p.int}$ ), entendiéndose por paradas internas aquellas que están imputadas en el sistema como paradas no operacionales ( $t_{p.no oper}$ ), y paradas operacionales ( $t_{p.oper}$ ).

$$E_{línea} = t_{oper} - t_{p.int} \quad (3.1)$$

El tiempo atribuible como paradas no operacionales sumado con el tiempo que se imputa como parada operacional se conoce como paradas internas.

$$t_{p.int} = t_{p.no oper} + t_{p.oper} \quad (3.2)$$

Se conoce como paradas no operacionales aquellas que son consecuencia de fallas relacionadas a problemas eléctricos, mecánicos, de automatización e instrumentación los cuales deben ser resueltos por especialistas en mantenimiento. Se conoce como paradas operacionales aquellas debidas a las regulaciones hechas por los operadores, a las posibles caídas de botella ocasionadas por envase defectuoso, algunos cortes de producción por falta de personal entre otras.

### b. Eficiencia de producción

La eficiencia de producción ( $E_{producción}$ ), es el resultado obtenido al sustraer de la eficiencia de línea ( $E_{línea}$ ), explicada anteriormente, los tiempos de paradas externas ( $t_{p.ext}$ ), entendiéndose como tal a aquellos imputados en el sistema como tiempos de parada por culpa de fallas en el sistema de generación de frío, de vapor, de amoniaco o hablando en términos generales, las fallas atribuidas al área de sala de máquinas ( $t_{p.sala\ de\ maquinas}$ ), también aquí están incluidas los tiempos de paradas por desabastecimiento de insumos o conocidas como fallas imputadas al área de materia prima ( $t_{p.materia\ prima}$ ), o al área de operaciones y servicios ( $t_{p.operac.y\ serv.}$ ), por último tenemos las fallas imputadas a la calidad ( $t_{p.calidad}$ ).

$$E_{producción} = E_{línea} - t_{p.ext} \quad (3.2)$$

Si sumamos los tiempos de estas fallas que implicaron parada de producción encontramos el total de paradas externas.

$$t_{p.ext} = t_{p.sala\ de\ maquinas} + t_{p.materia\ prima} + t_{p.operac.y\ serv.} + t_{p.calidad} \quad (3.3)$$

### c. Eficiencia pagada

La eficiencia pagada ( $E_{pagada}$ ), es el resultado obtenido al sustraer de la eficiencia de producción ( $E_{producción}$ ), los tiempos de parada programados ( $t_{p.programadas}$ ), entendiéndose como tal a aquellos que están imputadas en el sistema como tiempo parado debido a cambio de sabor, cambio de formatos, saneamiento (limpieza regida por un procedimiento para cada parte de los equipos), CIP (limpieza de cinco pasos), scrubbing (limpieza manual), PCM (mantenimiento con frecuencia semanal y duración de ocho o dieciséis horas), entre otras paradas programadas que mensualmente se programan con fechas fijas.

$$E_{pagada} = E_{producción} - t_{p.programadas} \quad (3.4)$$

Tabla 2. Eficiencias de planta

Eficiencias de planta	Ecuación
$E_{línea}$	$t_{oper} - t_{p.int}$
$E_{producción}$	$E_{línea} - t_{p.ext}$
$E_{pagada}$	$E_{producción} - t_{p.programadas}$

Las paradas programadas son expuestas en el programa de producción semanal, el cual es realizado por el área de planificación. A continuación, se observa las paradas programadas presentes en el programa de producción de la semana treinta y uno, como, por ejemplo: PCM, scrubbing, CIP cinco pasos y saneamiento.

<b>LÍNEA 2 PET</b>									
P. INICIAL	PROGRAMA AJUSTADO		CIP	Variedad	Emp	Descripción	Cod	Fin	Inicio
	HL. PROG	HL. EJEJ.							
20,441	18,170	-	SETUP						
Uni	Programado	Ejecutado	Observación						
12.00	9,085	-		2.25PQ	XXXXXXXXXXXXXXXXX 2.250 P/	BA003743	lun 31/07 17:27	lun 31/07 08:00	
-	-	-		-	Scrubbing	SCR	lun 31/07 19:27	lun 31/07 17:27	
-	-	-		-	CIP cinco pasos	CIP	lun 31/07 21:27	lun 31/07 19:27	
-	-	-		-	Parada Programada	PCMI	mar 01/08 08:00	lun 31/07 21:27	
5.00	5,678	-		0,750PQ	XXXXXXXX 750ML CAJA C/12	BA003709	mar 01/08 15:06	mar 01/08 08:00	
-	-	-		-	SANEAMIENTO	SAN	mié 02/08 08:00	mar 01/08 15:06	
3.00	3,407	-	<b>AGOTAR ETIQUETA</b>	0,750PQ	XXXXXXXX 750ML CAJA C/12	BA003709	mié 02/08 12:16	mié 02/08 08:00	
-	-	-		-	Parada Programada	PP	lun 07/08 05:10	mié 02/08 12:16	

Ilustración 34. Programa de producción semanal Línea 2 PET  
Fuente: Elaboración propia

Uno de los KPI mensuales más importantes para el equipo de mantenimiento es la ineficiencia mecánica operacional ( $I_{mo}$ ), ésta sirve como un indicador de ineficiencia total cada mes y aclara el panorama así identificar en qué puntos está fallando el equipo de especialistas de mantenimiento y en cuales está fallando el equipo operativo de producción.

Para hacer la evaluación de la línea productiva con mayor ineficiencia de la planta se tomó el histórico de fallas del año 2016 y los meses de enero, febrero y marzo del 2017.

La evaluación se inicia tomando el tiempo operativo total de cada una de las líneas de producción ( $t_{oper}$ ), paso seguido se obtiene el tiempo total imputado como paradas no operacionales ( $t_{p.no oper}$ ), y paradas operacionales ( $t_{p.oper}$ ), dividiendo este tiempo de paradas con el tiempo operativo total tenemos el porcentaje de ineficiencia mecánica operacional.

$$I_{mo} = \frac{(t_{p.no oper} + t_{p.oper})}{t_{oper}} \quad (3.5)$$

### 3.1.1. Selección de línea productiva con mayor ineficiencia

En base a los resultados anteriores y a un histórico de datos extraídos desde el año 2016 y los primeros meses del año dos mil diecisiete, se seleccionará la línea productiva con mayor ineficiencia mecánica. Cuando la selección sea definitiva, se analizará con detalle cada uno de los equipos de esta línea productiva para luego determinar los motivos de dicha ineficiencia basándonos en los detalles de las fallas encontrados en el histórico de fallas.

En las primeras filas de las tablas que se muestran a continuación, se presenta el tiempo operativo (minutos), el cual es obtenido verificando las horas totales de producción del mes en mención, en la segunda fila se observa el tiempo total de paradas no operacionales y operacionales (minutos) y en la tercera fila de observa el tiempo de paradas no operacionales (minutos).

Así como la ineficiencia mecánica operacional es el resultado porcentual de dividir el tiempo de paradas no operacionales y operacionales antes mencionado entre el tiempo operativo y la ineficiencia mecánica ( $I_m$ ), es el resultado porcentual de dividir el tiempo de solo paradas no operacionales ( $t_{p.no oper}$ ) entre el tiempo operativo ( $t_{oper}$ ).

$$I_m = \frac{t_{p.no oper}}{t_{oper}} \quad (3.6)$$

Cada línea productiva tiene valores de meta en cuanto a la ineficiencia mecánica operacional e ineficiencia mecánica, los cuales fueron calculados extrayendo datos del histórico de fallas para luego modelarlos mediante una distribución estadística denominada distribución normal. Mediante este

procedimiento se calculó la media para cada una de las líneas productivas, este valor fue tomado como meta.

Se observa en la Ilustración 35 que los valores de ineficiencia mecánica operacional de la línea 1 PET sobrepasan el valor de la meta que en este caso es quince por ciento llegando a unos picos de casi veinticuatro por ciento en los meses de enero y septiembre, sin embargo, en el resto de meses finales se observa una tendencia descendente lo que se ve reflejado en el porcentaje acumulado que está muy cerca de posicionarse dentro de la meta.

Tabla 3. Ineficiencia mecánica operacional línea 1 PET

		Línea 1 PET												Acumulado			
		ene-16	feb-16	mar-16	abr-16	may-16	jun-16	jul-16	ago-16	sep-16	oct-16	nov-16	dic-16	ene-17	feb-17	mar-17	
Tiempo Operativo (min)		36067.8	34224	30633	32924.4	31760.4	19581	33739.2	24731	32172.6	31731	29356.2	34876.8	32125.2	32043.6	32172.6	468138.78
Tiempo paradas no operacionales y operacionales (min)		8605	5937	5012	4859	4976	3829	5108	4537	7631	3082	4944	3192	3819	3378	3984	72893
Tiempo paradas mecánicas (min)		1398	1459	1108	1042	1150	1204	1369	1108	2555	1212	888	890	1868	1100	1622	19973
Ineficiencia mecánica operacional (%)		23.86%	17.35%	16.36%	14.76%	15.67%	19.55%	15.14%	18.35%	23.72%	9.71%	16.84%	9.15%	11.89%	10.54%	12.38%	15.57%
Ineficiencia mecánica (%)		3.88%	4.26%	3.62%	3.16%	3.62%	6.15%	4.06%	4.48%	7.94%	3.82%	3.02%	2.55%	5.81%	3.43%	5.04%	4.27%
Ineficiencia operacional (%)		19.98%	13.08%	12.74%	11.59%	12.05%	13.41%	11.08%	13.87%	15.78%	5.89%	13.82%	6.60%	6.07%	7.11%	7.34%	11.30%

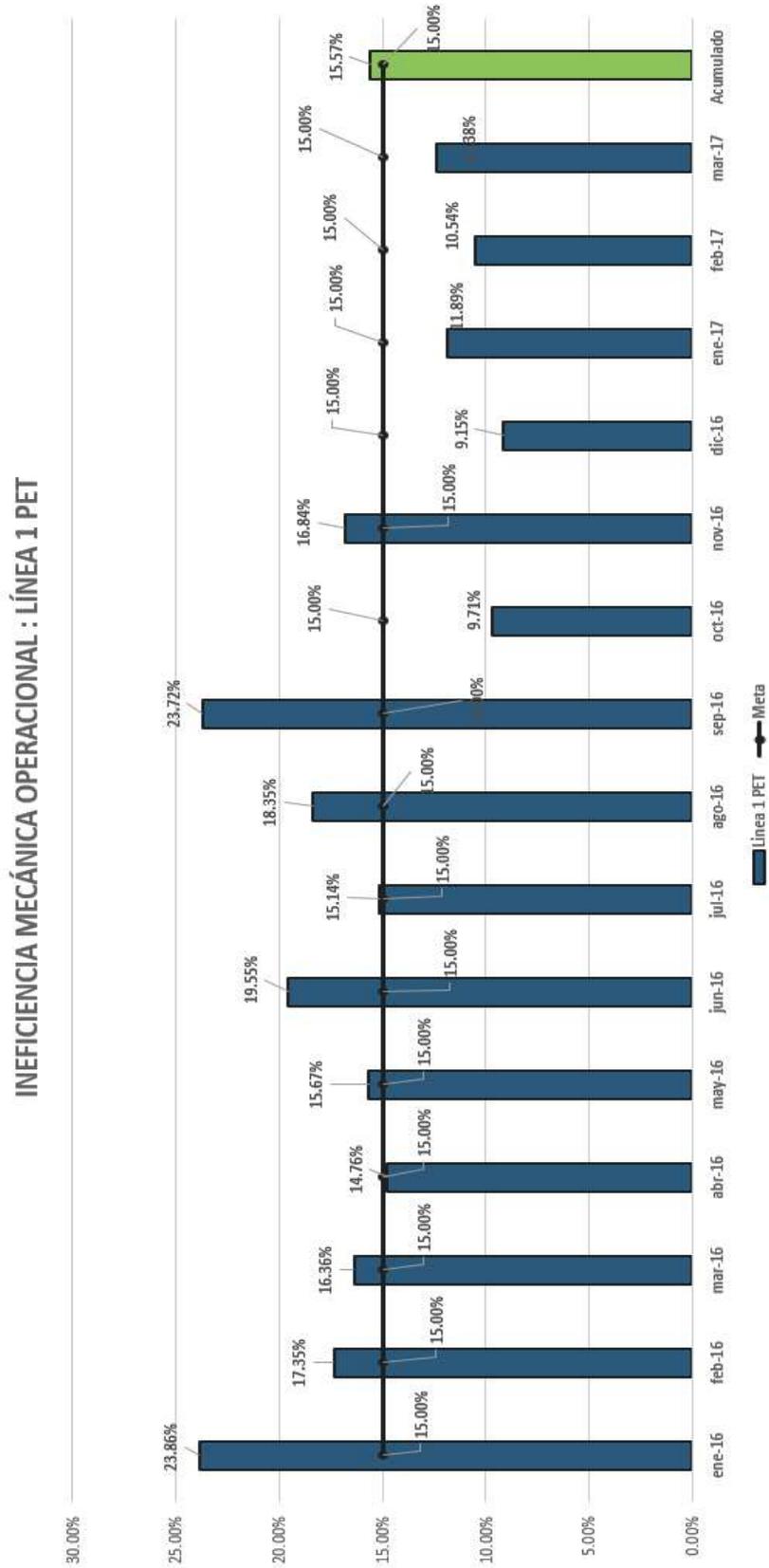


Ilustración 35. Diagrama de barras de ineficiencia mecánica operacional línea 1 PET  
 Fuente: Elaboración propia

Un panorama muy diferente observamos en la Ilustración 36 en los valores de ineficiencia mecánica operacional de la línea 2 PET, los cuales sobrepasan el valor de la meta que en este caso es dieciocho por ciento llegando a picos de veintiséis por ciento en el mes de febrero del año dos mil dieciséis.

Tabla 4. Ineficiencia mecánica operacional línea 2 PET

Línea 2 PET																
	ene-16	feb-16	mar-16	abr-16	may-16	jun-16	jul-16	ago-16	sep-16	oct-16	nov-16	dic-16	ene-17	feb-17	mar-17	Acumulado
Tiempo Operativo (min)	20370	20450.4	26832.6	19300.2	10388.4	9763.8	12084.6	10753.8	17155.2	21385.8	19219.2	27101.4	25160.4	26311.2	21315	287592
Tiempo paradas no operacionales y operacionales (min)	3053	5354	5538	3533	1194	1932	1858	1978	3857	5114	4253	4516	4863	6226	5010	58279
Tiempo paradas mecánicas (min)	1025	2408	1691	1605	629	1253	601	887	1235	2712	1368	893	1751	1801	1031	20890
Ineficiencia mecánica operacional (%)	14.99%	26.18%	20.64%	18.31%	11.49%	19.79%	15.37%	18.39%	22.48%	23.91%	22.13%	16.66%	19.33%	23.66%	23.50%	20.26%
Ineficiencia mecánica (%)	5.03%	11.77%	6.30%	8.32%	6.05%	12.83%	4.97%	8.25%	7.20%	12.68%	7.12%	3.30%	6.96%	6.84%	4.84%	7.26%
Ineficiencia operacional (%)	9.96%	14.41%	14.34%	9.99%	5.44%	6.95%	10.40%	10.15%	15.28%	11.23%	15.01%	13.37%	12.37%	16.82%	18.67%	13.00%

A diferencia de la línea 1 PET, la línea 2 PET presenta una tendencia ascendente los últimos meses de análisis lo que hace casi imposible que el porcentaje acumulado de ineficiencia mecánica operacional se acerque al menos al valor de la meta, superándolo en dos puntos porcentuales.

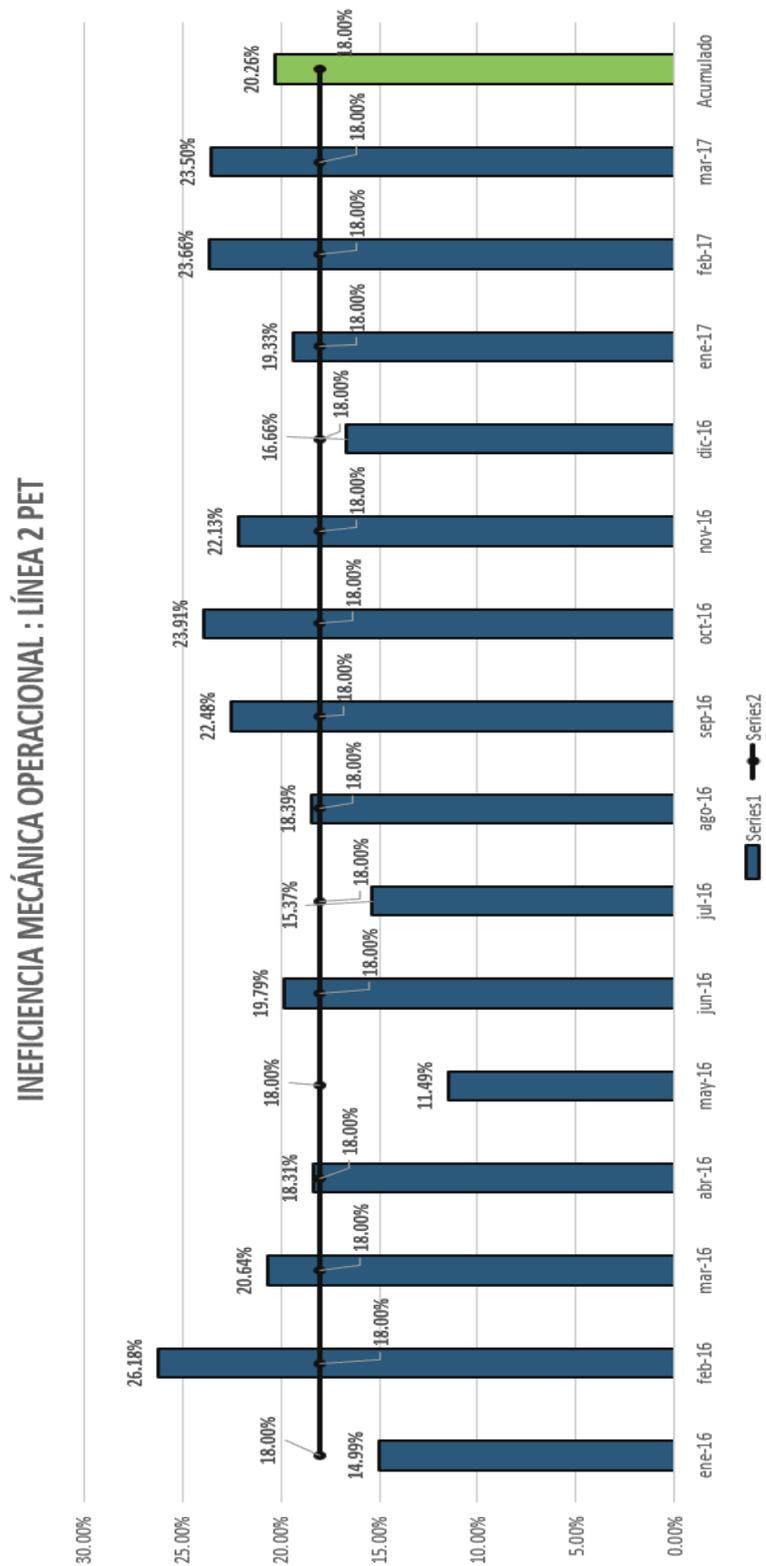


Ilustración 36. Diagrama de barras de ineficiencia mecánica operacional línea 2 PET  
 Fuente: Elaboración propia

Con los valores de ambos porcentajes acumulados se observa que la línea 2 PET tiene el mayor porcentaje de ineficiencia mecánica operacional, lo que lleva a elegirla como línea para ser analizada. La línea más ineficiente, se reafirma y se muestra en la ilustración treinta y siete donde los valores de ineficiencia mecánica de la línea 2 PET en algunos meses llegan a picos de trece por ciento sobrepasando el valor de la meta que en este caso es 7,58.

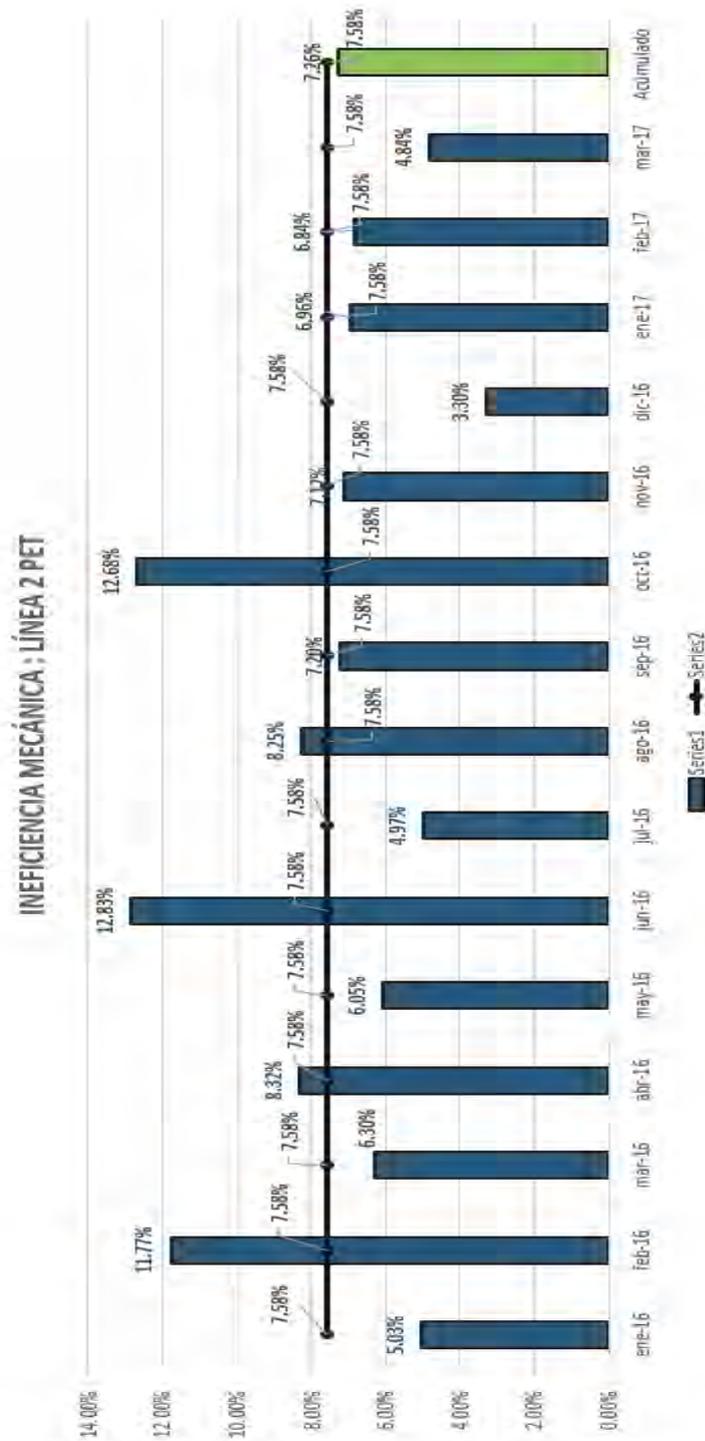


Ilustración 37. Diagrama de barras de ineficiencia mecánica línea 2 PET  
Fuente: Elaboración propia

El fin de esta investigación es analizar cada una de las fallas que originaron estos valores altos de ineficiencia y encontrar la causa raíz de cada una de ellas para luego realizar un plan de mantenimiento que contenga las actividades necesarias y suficientes para erradicar las fallas y así mantener el porcentaje acumulado de ineficiencia mecánica por debajo del valor de meta y con tendencia decreciente.

En la Ilustración 38 se muestra el layout de la línea 2 PET, mostrándose cada uno de los equipos principales pertenecientes a la línea de producción con mayor ineficiencia mecánica.

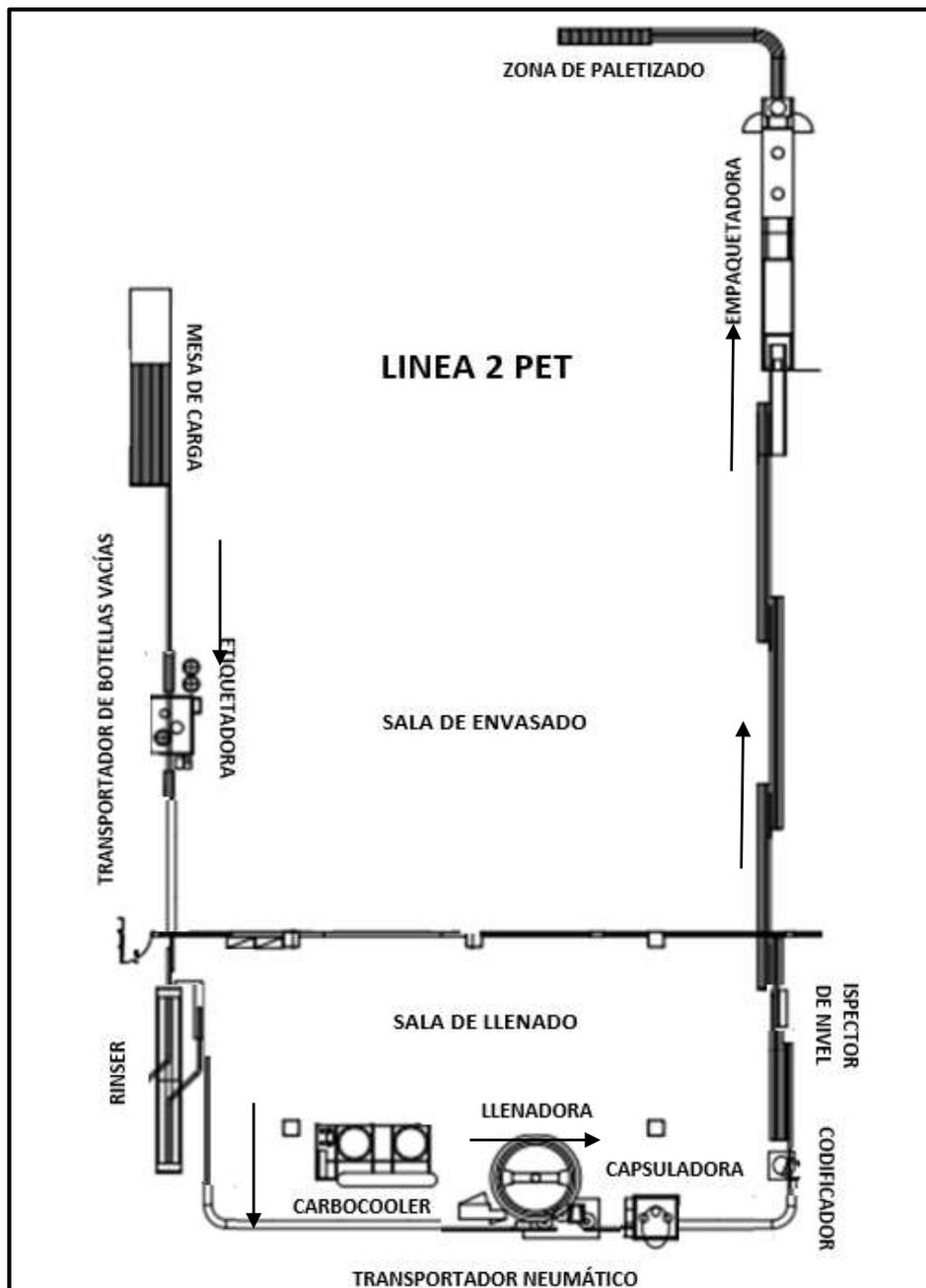


Ilustración 38. Layout de Línea 2 PET

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que la línea en estudio inicia con la mesa de carga, lugar donde se despaletiza manualmente la botella, la cual continúa por un transportador de tablillas que la lleva hasta la etiquetadora. A la salida de la etiquetadora empieza un transportador neumático que la traslada al rinser o enjuagador de botellas, el proceso continúa con un transportador neumático que la llevará a la llenadora, paralelamente a esto, el proceso de mezclado ocurre en el carbocooler, el cual envía el contenido mezclado a la llenadora.

Inmediatamente después que la botella es llenada, ingresa a la capsuladora, la cual es la encargada de taptarla herméticamente. A la salida de la capsuladora, es trasladada mediante un transportador de tablillas y en su camino se encuentra con el codificador, el cual es el encargado de imprimir en el lomo de la botella el código y la fecha de vencimiento, más adelante pasa por un control de calidad hecho por el inspector de nivel, el cual si detecta algún desnivel empuja a la botella fuera del transportador mediante el pusher a una bandeja metálica.

El proceso continúa trasladando la botella hacia la empaquetadora mediante un transportador de tablillas, en la empaquetadora se forman los paquetes de producto terminado envueltos con un film termocontraible que, al ser calentado mediante resistencias que se encuentran en el horno de la empaquetadora, se adhiere. El final del proceso productivo ocurre en la zona de paletizado, lugar donde los operadores paletizan todos los paquetes de producto terminado listo su almacenamiento.

### **3.2. Identificación de equipos críticos**

El análisis de criticidad es una metodología que permite la jerarquización de los sistemas en función de su impacto, también ayuda a establecer método de ayuda en la determinación de la jerarquía de procesos de una planta productiva para poder subdividir los activos en grupos que puedan ser manejados de manera más ordenada y controlada. Para realizar un análisis de criticidad se debe definir un alcance y establecer criterios de evaluación para jerarquizar la selección de los sistemas.

Matemáticamente la criticidad se puede expresar como frecuencia por consecuencia; la frecuencia está asociada al número de eventos o fallas que presentan el sistema evaluado y la consecuencia está referida con el impacto y flexibilidad operacional, costos de reparación y los impactos de seguridad y medio ambiente.

#### **3.2.1. Descripción de la metodología de análisis de criticidad**

Para determinar la criticidad de una unidad o equipo se utiliza una matriz de doble entrada, una que representa la frecuencia de fallas y la otra las consecuencias o impactos debidos a la falla.

La matriz de criticidad permite identificar la menor o mayor intensidad de riesgo relacionado con el valor de criticidad del equipo mediante un código de colores, donde el blanco indica un equipo no crítico, es decir una criticidad baja, el

amarillo indica una criticidad media o también denominados equipos semi críticos y el rojo nos da a entender una criticidad alta o equipos críticos.

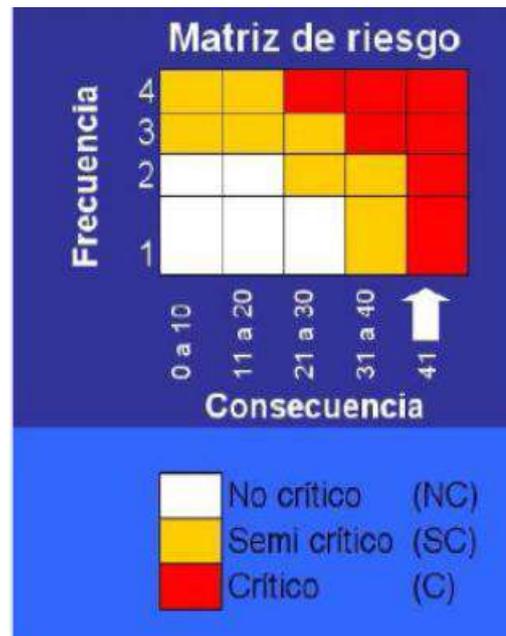


Ilustración 39. Matriz de riesgo  
Fuente: Elaboración propia

La criticidad se determina cuantitativamente multiplicando la probabilidad o frecuencia de ocurrencia de una falla por la suma de las consecuencias de la misma estableciendo rangos de valores para convalidar los criterios de evaluación.

$$\text{Nivel de criticidad} = \text{Frecuencia} * \text{Consecuencia} \quad (3.7)$$

### 3.2.2. Pasos para realizar un análisis de criticidad

Para poder realizar un análisis de criticidad ordenado se debe definir unos pasos a seguir:

- **Definir el nivel de análisis**

El primer paso es definir los niveles donde se efectuará el análisis, es decir identificar los equipos y sub equipos de acuerdo con los requerimientos o necesidades de jerarquización de activos.

Luego de identificar equipos y sub equipos es importante contar con cierta información necesaria para realizar el análisis como por ejemplo la frecuencia de ocurrencia de los eventos no deseados, registros de los impactos en producción debido a las fallas, registros de los impactos en la seguridad y calidad y costo de mantenimiento, el cual es uno de nuestros principales indicadores mensuales.

- **Definir criticidad**

La estimación de la frecuencia de falla y el impacto total o consecuencia de las fallas se realiza utilizando criterios y rangos de valores ya establecidos, los cuales se muestran a continuación:

Tabla 5. Frecuencia de fallas

Frecuencia de fallas	
4	Alta: >5 fallas/año
3	Promedio: 2-4 fallas/año
2	Baja: 1-2 fallas/año
1	Excelente: <1 falla/año

Fuente: la empresa

Tabla 6. Impacto Operacional

Impacto Operacional	
10	Parada inmediata toda la planta
6	Parada inmediata un sector o línea
4	Impacta nivel producción o calidad
2	Repercute costos operacionales asociados a disponibilidad de equipos
1	No genera efecto significativo sobre operaciones y producción

Fuente: la empresa

Tabla 7. Flexibilidad Operacional

Flexibilidad Operacional	
4	No existe opción de producción y no backup
2	Existe opción respaldo compartido
1	Existe opción respaldo disponible

Fuente: la empresa

Tabla 8. Costo de Mantenimiento

Costos de mantenimiento	
1	< \$1000
5	1000 <\$< 5000
10	5000 <\$< 10000
20	>\$ 10000

Fuente: la empresa

Tabla 9. Impacto en la seguridad

Impacto en la seguridad	
40	Afecta seguridad interna y externa
32	Afecta inocuidad y calidad del producto
24	Afecta medio ambiente
16	Provoca daños menores (incidentes)
8	Provoca impacto ambiental que no afecta normas
0	No Provoca daño

Fuente: la empresa

- **Cálculo de nivel de criticidad**

Para determinar el nivel de criticidad de un equipo se debe emplear la fórmula antes vista: frecuencia por consecuencia. Luego de hallar los valores de criticidad, se elabora la matriz de criticidad, la cual ayuda a determinar el nivel de criticidad de acuerdo a los valores y la jerarquización establecidos.

- **Análisis y validación de resultados**

Los resultados obtenidos tienen que ser analizados a fin de definir acciones para minimizar impactos ya sea de seguridad, ambientales u operacionales asociados a la falla funcional.

### 3.2.3. Matriz de criticidad

De acuerdo a los pasos descritos anteriormente, se ejecutó la evaluación de cada uno de los equipos y subequipos pertenecientes a la línea 2 PET y así se creó la matriz de criticidad considerando cada uno de los criterios y rangos establecidos líneas arriba.

En la Ilustración 42 se puede observar la matriz de criticidad específica resultante de la evaluación de doce equipos, seis son críticos, tres semi críticos y tres no críticos, dentro de los equipos críticos generales se encuentran la etiquetadora, el rinser o enjuagador de botellas, el transportador de botellas vacías, empaquetadora, llenadora y capsuladora.

En la Ilustración 43 se puede observar la matriz de criticidad general de la línea 2 PET, de un total de doscientos ochenta y nueve subequipos, tenemos ciento tres críticos.

Para comprobar la matriz de criticidad elaborada por los expertos del área de mantenimiento se analizaron los tiempos de falla de cada uno de los equipos pertenecientes a la línea 2 PET durante un intervalo de quince meses. En la Ilustración 40 se muestra el consolidado de todos los tiempos de falla de cada uno de los equipos de la línea productiva en estudio extraídos de un histórico mostrado en la ilustración cuarenta y uno, y se comprueba que el equipo más crítico de acuerdo al tiempo de falla es la etiquetadora con doce mil quinientos sesenta y dos minutos de parada seguida por el transportador de botellas vacías con ocho mil seiscientos cuarenta y seis minutos, el enjuagador de botellas o rinser con ocho mil trescientos veinte tres minutos, la empaquetadora con siete mil cuatrocientos veintitrés, la llenadora con cinco mil doscientos sesenta y tres, y por último la capsuladora con cuatro mil ochocientos ochenta y cinco minutos de fallas.

Estos mismos equipos resultaron críticos en la matriz y serán motivo de análisis en esta investigación.

EQUIPOS LÍNEA 2 PET	2016												2017	TOTAL		
	ene-16	feb-16	mar-16	abr-16	may-16	jun-16	jul-16	ago-16	sep-16	oct-16	nov-16	dic-16	ene-17		feb-17	mar-17
ETIQUETADORA	530	549	1050	647	521	266	411	295	600	1081	1286	1678	1052	1546	1050	12562
TRANSPORTADOR DE BOTELLAS VACÍAS	454	1210	512	701	199	212	465	263	613	1086	663	674	516	566	512	8646
ENJUAGADOR DE BOTELLAS (RINSER)	356	805	1034	325	165	418	75	195	596	463	779	757	777	544	1034	8323
EMPAQUETADORA	897	608	482	1406	75	564	154	247	0	0	190	233	996	1089	482	7423
LLENADORA	249	503	829	140	60	57	283	102	179	201	332	481	332	686	829	5263
CAPSULADORA	255	1084	359	220	90	339	101	283	120	192	440	143	403	497	359	4885
CARBOCOOLER	29	35	32	42	0	33	0	69	516	360	11	69	79	656	32	1963
CODIFICADOR DE BOTELLAS	0	38	91	0	0	0	260	153	28	25	201	172	407	158	91	1624
TRANSPORTADOR DE BOTELLAS LLENAS	124	232	82	0	0	33	2	76	38	96	202	211	72	213	82	1463
REFRIGERACIÓN	0	0	20	0	0	10	0	252	294	217	0	0	0	0	20	813
OZONIZADOR	0	0	180	0	18	0	0	5	3	10	139	0	0	63	180	598

Ilustración 40. Consolidado de tiempo de fallas  
Fuente: Elaboración propia

ene-16				feb-16				mar-16						
Línea 2 PET		Mec.	Ope.	Total	Línea 2 PET		Mec.	Ope.	Total	Línea 2 PET		Mec.	Ope.	Total
Empaquetadora	260	637	897		Transp. Botell. Vacía	466	744	1210		Etiquetadora	32	1018	1050	
Etiquetadora	84	446	530		Roscadora	525	559	1084		Enjuagador (rinser)	181	853	1034	
Transp. Botell. Vacía	196	258	454		Enjuagador (rinser)	502	303	805		Llenadora	0	829	829	
Enjuagador (rinser)	76	280	356		Empaquetadora	343	265	608		Transp. Botell. Vacía	13	499	512	
Roscadora	53	202	255		Etiquetadora	59	490	549		Empaquetadora	204	278	482	
Llenadora	149	100	249		Llenadora	248	255	503		Roscadora	88	271	359	
Transp. Botell. Llena	106	18	124		Transp. Botell. Llena	128	104	232		Ozonizador	45	135	180	
Despaletizadora	0	76	76		Despaletizadora	0	160	160		Codificador de Botella	77	14	91	
Inspec. Nivel Llenado	30	0	30		Inspec. Nivel Llenado	75	0	75		Transp. Botell. Llena	14	68	82	
Pipas CO2	30	0	30		Paletizadora	40	0	40		Equipo de Mezcla	32	0	32	
Equipo de Mezcla	18	11	29		Codificador de Botella	22	16	38		Refrigeración	20	0	20	
Transp. Paquetes	23	0	23		Equipo de Mezcla	0	35	35		Inspec. Nivel Llenado	19	0	19	
Refrigeración	0	0	0		Refrigeración	0	0	0		Transp. Paquetes	14	0	14	
Alimentador Tapas	0	0	0		Alimentador Tapas	0	0	0		Aire Comprimido	13	0	13	
Codificador de Botella	0	0	0		Ozonizador	0	0	0		Pipas CO2	9	0	9	
Ozonizador	0	0	0		Transp. Paquetes	0	0	0		Despaletizadora	0	0	0	
Paletizadora	0	0	0		Aire Comprimido	0	0	0		Alimentador Tapas	0	0	0	
Lavadora de botellas	0	0	0		Pipas CO2	0	0	0		Paletizadora	0	0	0	
					Lavadora de botellas	0	0	0		Lavadora de botellas	0	0	0	

abr-16				may-16				jun-16						
Línea 2 PET		Mec.	Ope.	Total	Línea 2 PET		Mec.	Ope.	Total	Línea 2 PET		Mec.	Ope.	Total
Empaquetadora	965	441	1406		Etiquetadora	353	168	521		Empaquetadora	454	110	564	
Transp. Botell. Vacía	74	627	701		Transp. Botell. Vacía	53	146	199		Enjuagador (rinser)	278	140	418	
Etiquetadora	218	429	647		Enjuagador (rinser)	103	62	165		Roscadora	235	104	339	
Enjuagador (rinser)	119	206	325		Roscadora	65	25	90		Etiquetadora	161	105	266	
Roscadora	148	72	220		Empaquetadora	0	75	75		Transp. Botell. Vacía	43	169	212	
Llenadora	34	106	140		Llenadora	19	41	60		Llenadora	10	47	57	
Equipo de Mezcla	10	32	42		Despaletizadora	0	30	30		Equipo de Mezcla	33	0	33	
Alimentador Tapas	16	0	16		Pipas CO2	21	0	21		Transp. Botell. Llena	29	4	33	
Despaletizadora	0	15	15		Ozonizador	0	18	18		Refrigeración	10	0	10	
Refrigeración	0	0	0		Inspec. Nivel Llenado	15	0	15		Despaletizadora	0	0	0	
Transp. Botell. Llena	0	0	0		Equipo de Mezcla	0	0	0		Alimentador Tapas	0	0	0	
Codificador de Botella	0	0	0		Refrigeración	0	0	0		Codificador de Botella	0	0	0	
Inspec. Nivel Llenado	0	0	0		Alimentador Tapas	0	0	0		Inspec. Nivel Llenado	0	0	0	
Ozonizador	0	0	0		Transp. Botell. Llena	0	0	0		Ozonizador	0	0	0	
Transp. Paquetes	0	0	0		Codificador de Botella	0	0	0		Transp. Paquetes	0	0	0	
Paletizadora	0	0	0		Transp. Paquetes	0	0	0		Paletizadora	0	0	0	
Aire Comprimido	0	0	0		Paletizadora	0	0	0		Aire Comprimido	0	0	0	
Pipas CO2	0	0	0		Aire Comprimido	0	0	0		Pipas CO2	0	0	0	
Lavadora de botellas	0	0	0		Lavadora de botellas	0	0	0		Lavadora de botellas	0	0	0	

jul-16				ago-16				sep-16						
Línea 2 PET		Mec.	Ope.	Total	Línea 2 PET		Mec.	Ope.	Total	Línea 2 PET		Mec.	Ope.	Total
Transp. Botell. Vacía	93	372	465		Etiquetadora	25	270	295		Despaletizadora	204	421	625	
Etiquetadora	66	345	411		Roscadora	175	108	283		Transp. Botell. Vacía	274	339	613	
Llenadora	0	283	283		Transp. Botell. Vacía	49	214	263		Etiquetadora	68	532	600	
Codificador de Botella	260	0	260		Refrigeración	252	0	252		Enjuagador (rinser)	55	541	596	
Empaquetadora	41	113	154		Empaquetadora	100	147	247		Equipo de Mezcla	49	467	516	
Roscadora	59	42	101		Enjuagador (rinser)	26	169	195		Refrigeración	267	27	294	
Enjuagador (rinser)	0	75	75		Codificador de Botella	150	3	153		Llenadora	65	114	179	
Inspec. Nivel Llenado	52	0	52		Llenadora	15	87	102		Roscadora	120	0	120	
Ozonizador	0	25	25		Transp. Botell. Llena	0	76	76		Alimentador Tapas	0	111	111	
Pipas CO2	25	0	25		Equipo de Mezcla	67	2	69		Transp. Botell. Llena	38	0	38	
Paletizadora	5	0	5		Paletizadora	28	0	28		Codificador de Botella	28	0	28	
Transp. Botell. Llena	0	2	2		Despaletizadora	0	8	8		Inspec. Nivel Llenado	18	6	24	
Despaletizadora	0	0	0		Ozonizador	0	5	5		Ozonizador	0	3	3	
Equipo de Mezcla	0	0	0		Transp. Paquetes	0	2	2		Empaquetadora	0	0	0	
Refrigeración	0	0	0		Alimentador Tapas	0	0	0		Transp. Paquetes	0	0	0	
Alimentador Tapas	0	0	0		Inspec. Nivel Llenado	0	0	0		Paletizadora	0	0	0	
Transp. Paquetes	0	0	0		Aire Comprimido	0	0	0		Aire Comprimido	0	0	0	
Aire Comprimido	0	0	0		Pipas CO2	0	0	0		Pipas CO2	0	0	0	
Lavadora de botellas	0	0	0		Lavadora de botellas	0	0	0		Lavadora de botellas	0	0	0	

oct-16				nov-16				dic-16						
Línea 2 PET		Mec.	Ope.	Total	Línea 2 PET		Mec.	Ope.	Total	Línea 2 PET		Mec.	Ope.	Total
Despaletizadora	1009	158	1167		Etiquetadora	448	838	1286		Etiquetadora	162	1516	1678	
Transp. Botell. Vacía	339	747	1086		Enjuagador (rinser)	274	505	779		Enjuagador (rinser)	152	605	757	
Etiquetadora	488	593	1081		Transp. Botell. Vacía	123	540	663		Transp. Botell. Vacía	88	586	674	
Enjuagador (rinser)	85	378	463		Roscadora	104	336	440		Llenadora	145	336	481	
Equipo de Mezcla	93	267	360		Llenadora	105	227	332		Empaquetadora	24	209	233	
Refrigeración	217	0	217		Transp. Botell. Llena	66	136	202		Transp. Botell. Llena	39	172	211	
Llenadora	189	12	201		Codificador de Botella	201	0	201		Codificador de Botella	162	10	172	
Roscadora	126	66	192		Empaquetadora	47	143	190		Roscadora	28	115	143	
Alimentador Tapas	38	73	111		Ozonizador	0	139	139		Transp. Paquetes	42	37	79	
Transp. Botell. Llena	9	87	96		Equipo de Mezcla	0	11	11		Equipo de Mezcla	37	32	69	
Codificador de Botella	25	0	25		Despaletizadora	0	0	0		Pipas CO2	6	0	6	
Inspec. Nivel Llenado	0	21	21		Refrigeración	0	0	0		Despaletizadora	0	5	5	
Ozonizador	10	0	10		Alimentador Tapas	0	0	0		Refrigeración	0	0	0	
Empaquetadora	0	0	0		Inspec. Nivel Llenado	0	0	0		Alimentador Tapas	0	0	0	
Transp. Paquetes	0	0	0		Transp. Paquetes	0	0	0		Inspec. Nivel Llenado	0	0	0	
Paletizadora	0	0	0		Paletizadora	0	0	0		Ozonizador	0	0	0	
Aire Comprimido	0	0	0		Aire Comprimido	0	0	0		Paletizadora	0	0	0	
Pipas CO2	0	0	0		Pipas CO2	0	0	0		Aire Comprimido	0	0	0	
Lavadora de botellas	0	0	0		Lavadora de botellas	0	0	0		Lavadora de botellas	0	0	0	

ene-17				feb-17				mar-17						
Línea 2 PET		Mec.	Ope.	Total	Línea 2 PET		Mec.	Ope.	Total	Línea 2 PET		Mec.	Ope.	Total
Etiquetadora	309	743	1052		Etiquetadora	300	1246	1546		Etiquetadora	32	1018	1050	
Empaquetadora	522	474	996		Empaquetadora	242	847	1089		Enjuagador (rinser)	181	853	1034	
Enjuagador (rinser)	15	762	777		Llenadora	0	686	686		Llenadora	0	829	829	
Transp. Botell. Vacía	237	279	516		Equipo de Mezcla	620	36	656		Transp. Botell. Vacía	13	499	512	
Codificador de Botella	394	13	407		Transp. Botell. Vacía	0	566	566		Empaquetadora	204	278	482	
Roscadora	86	317	403		Enjuagador (rinser)	28	516	544		Roscadora	88	271	359	
Llenadora	0	332	332		Roscadora	273	224	497		Ozonizador	45	135	180	
Equipo de Mezcla	75	4	79		Transp. Botell. Llena	0	213	213		Codificador de Botella	77	14	91	
Transp. Botell. Llena	0	72	72		Codificador de Botella	158	0	158		Transp. Botell. Llena	14	68	82	
Alimentador Tapas	10	23	33		Inspec. Nivel Llenado	99	16	115		Equipo de Mezcla	32	0	32	
Transp. Paquetes	23	3	26		Ozonizador	0	63	63		Refrigeración	20	0	20	
Inspec. Nivel Llenado	15	0	15		Despaletizadora	0	10	10		Inspec. Nivel Llenado	19	0	19	
Paletizadora	0	6	6		Alimentador Tapas	0	2	2		Transp. Paquetes	14	0	14	
Despaletizadora	0	0	0		Refrigeración	0	0	0		Aire Comprimido	13	0	13	
Refrigeración	0	0	0		Transp. Paquetes	0	0	0		Pipas CO2	9	0	9	
Ozonizador	0	0	0		Paletizadora	0	0	0		Despaletizadora	0	0	0	
Aire Comprimido	0	0	0		Aire Comprimido	0	0	0		Alimentador Tapas	0	0	0	
Pipas CO2	0	0	0		Pipas CO2	0	0	0		Paletizadora	0	0	0	
Lavadora de botellas	0	0	0		Lavadora de botellas	0	0	0		Lavadora de botellas	0	0	0	

Ilustración 41. Histórico de tiempos de falla  
Fuente: Elaboración propia

**MANTENIMIENTO**  
**TABLA DE EVALUACION DE CRITERIOS PARA EQUIPOS**

**Criticidad**

Críticos

Semi-críticos

No críticos

DEFINICION DE CRITICIDAD													
Sub-Are	Equipo	Clasificación 1	Denominación	Subconjunto	Código	FRECUENCIA A DE	IMPACTO OPERACION	FLEXIBILIDAD OPERACION	COSTOS MTO	IMPACTO SEGURIDAD	CONSECUEN CIA	CRITICIDAD	CLASIFICACION
LÍNEA 2 PET	ETIQUETADORA PET	MAQUINA ETIQUETADORA	ETIQUETADORA	ETIQUETADORA 58H	RP039010231010U-ETQ	2	6	4	5	0	29	58	CRITICO
LÍNEA 2 PET	TRANSP.BOT. VACÍAS- MESA DE CARGA	ELEMENTO DE TRANSPORTE	TRANSPORTADOR	INGRESO ETIQUETADORA	RP0390102820102-TRP	2	6	4	1	0	25	50	CRITICO
LÍNEA 2 PET	ENJUAGADOR / RINSER	MAQUINA RINSER	RINSER / ENJUAGADOR	RINSER	RP039010227010U-RIN	2	6	4	1	0	25	50	CRITICO
LÍNEA 2 PET	EMPAQUETADORA-PET	MAQUINA EMPAQUETADORA	EMPAQUETADORA	EMPAQUETADORA	RP039010229010U-EMP	2	6	4	5	0	29	58	CRITICO
LÍNEA 2 PET	LLENADORA	MAQUINA LLENADORA	LLENADORA	LLENADORA-PET	RP039010249010U-LLEN	2	6	4	1	0	25	50	CRITICO
LÍNEA 2 PET	CAPSULADORA	MAQUINA CAPSULADORA	CAPSULADORA	CAPSULADORA CAP-05	RP039010289010U-CAP	2	6	4	1	0	25	50	CRITICO
LÍNEA 2 PET	CARBOCOOLER	EQUIPO CARBOCOOLER	CARBOCOOLER	CARBOCOOLER	RP039010286010U-CARB	2	6	2	5	0	17	34	SEMI CRITICO
LÍNEA 2 PET	CODIFICADOR VIDEOJET	EQUIPO CODIFICADOR	CODIFICADOR / NOTIFICADOR	CODIFICADOR	RP039010207010U-COD	2	4	4	1	0	17	34	SEMI CRITICO
LÍNEA 2 PET	INSPECTOR DE NIVEL	EQUIPO INSP. DE NIVEL	INSPECTOR DE NIVEL	INSPECTOR DE NIVEL	RP039010244010U-UN	1	3	2	1	32	59	39	SEMI CRITICO
LÍNEA 2 PET	TRANSP.BOT. LLENADORA- EMPAQUETADORA	ELEMENTO DE TRANSPORTE	TRANSPORTADOR	TRANSPORTADOR	RP03901028202013-TRP	1	6	4	1	0	25	25	NO CRITICO
LÍNEA 2 PET	TRANSP.BOT. NEUMATICO	ELEMENTO DE TRANSPORTE	TRANSPORTADOR NEUMATICO	TRANSPORTADOR	RP0390102830101-TRP	2	6	4	1	0	25	50	NO CRITICO
LÍNEA 2 PET	TRANSP.BOT.EMPAQUETADORA-PALETIZADORA	ELEMENTO DE TRANSPORTE	TRANSPORTADOR	TRANSPORTADOR	RP03901028203013-TRP	1	6	4	1	0	25	25	NO CRITICO

Ilustración 42. Matriz de criticidad específica  
Fuente: Elaboración propia

MANTENIMIENTO  
TABLA DE EVALUACION DE CRITERIOS PARA EQUIPOS

Criticidad  Críticos  Semi-críticos  No críticos

SubArea	Equipo	Clasificación 1	Denominación	Subconjunto	Código	FRECUENCIA DE FALLAS	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	COSTOS OPERACIONAL	IMPACTO SEGURIDAD	CONSECUENCIA	CRITICIDAD	CLASIFICACION
LINEA 2	ETIQUETADORA	MAQUINA ETIQUETADORA	ETIQUETADORA	ETIQUETADORA B&H	RPW030010231000-ETQ	4	6	4	1	32	57	228	CRITICO
LINEA 2	ETIQUETADORA	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	MOTORREDUCTOR	PRINCIPAL	RPW030010231000-MIR	5	6	4	1	0	25	75	SEMI CRITICO
LINEA 2	ETIQUETADORA	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	REDUCTOR	REDUCTOR PRINCIPAL	RPW030010231000-R	2	6	4	1	0	25	50	SEMI CRITICO
LINEA 2	ETIQUETADORA	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	REDUCTOR	CAJA DE TRANSMISION A 90°	RPW030010231000-R	1	2	2	1	15	21	21	NO CRITICO
LINEA 2	ETIQUETADORA	COMANDO / TABLERO DE FUERZA Y MANDO	PANEL DE CONTROL	PANEL DE CONTROL OPERADOR	RPW030010231000-PNC	2	6	4	1	0	25	50	SEMI CRITICO
LINEA 2	ETIQUETADORA	COMANDO / TABLERO DE FUERZA Y MANDO	PANEL DE VELOCIDAD	MOTOR PRINCIPAL	RPW030010231000-VV	2	6	4	1	0	25	50	SEMI CRITICO
LINEA 2	ETIQUETADORA	COMANDO / TABLERO DE FUERZA Y MANDO	TABLERO DE FUERZA Y COMANDO	TABLERO DE FUERZA Y MANDO	RPW030010231000-PNFC	3	6	4	1	0	25	75	SEMI CRITICO
LINEA 2	ETIQUETADORA	DOSIFICADOR DE COLA	MANGUERA	CARGA COLA	RPW030010231000-MAJU	1	2	2	1	15	21	21	NO CRITICO
LINEA 2	ETIQUETADORA	DOSIFICADOR DE COLA	MANGUERA	TANQUE DE COLA	RPW030010231000-TQ	1	2	2	1	15	21	21	NO CRITICO
LINEA 2	ETIQUETADORA	DOSIFICADOR DE COLA	MANGUERA	RETORNO DE COLA	RPW030010231000-MAM	1	2	2	1	15	21	21	NO CRITICO
LINEA 2	ETIQUETADORA	DOSIFICADOR DE COLA	PANEL DE CONTROL	PANEL DE CONTROL OPERADOR	RPW030010231000-PNC	2	6	4	1	0	25	50	SEMI CRITICO
LINEA 2	ETIQUETADORA	DOSIFICADOR DE ETIQUETA	ALINEADOR DE ETIQUETA	ALINEADOR DE ETIQUETA	RPW030010231000-AL	1	2	2	1	15	21	21	NO CRITICO
LINEA 2	ETIQUETADORA	DOSIFICADOR DE ETIQUETA	PORTABOBINA	PORTA BOBINA 1	RPW030010231000-PB	1	2	2	1	15	21	21	NO CRITICO
LINEA 2	ETIQUETADORA	DOSIFICADOR DE ETIQUETA	ALIMENTADOR DE ETIQUETA	ALIMENTADOR DE ETIQUETA	RPW030010231000-SYM	1	2	2	1	15	21	21	NO CRITICO
LINEA 2	ETIQUETADORA	DOSIFICADOR DE ETIQUETA	PORTABOBINA	PORTA BOBINA 2	RPW030010231000-PB	1	2	2	1	15	21	21	NO CRITICO
LINEA 2	ETIQUETADORA	ELEMENTO DE TRANSPORTE	TRANSPORTADORA	FAJA BLANCA	RPW030010231000-LT	1	2	2	1	15	21	21	NO CRITICO
LINEA 2	ETIQUETADORA	ELEMENTO DE TRANSPORTE	TRANSPORTADOR	CADENA TERMOPLASTICA	RPW030010231000-TTP	2	6	4	1	0	25	50	SEMI CRITICO
LINEA 2	ETIQUETADORA	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACION	INDICADOR DE VACIO	BOMBA VACIO	RPW030010231000-MAM	2	6	2	1	57	45	90	CRITICO
LINEA 2	ETIQUETADORA	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACION	INDICADOR DE PRESION / MANOMETRO	INGRESO AIRE	RPW030010231000-PI	2	4	2	2	8	18	36	SEMI CRITICO
LINEA 2	ETIQUETADORA	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACION	INDICADOR DE PRESION / MANOMETRO	FRENOS NEUMATICOS	RPW030010231000-PI	1	2	2	1	15	21	21	NO CRITICO
LINEA 2	ETIQUETADORA	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACION	INDICADOR DE PRESION / MANOMETRO	TANQUE DE COLA	RPW030010231000-PI	2	4	2	2	8	18	36	SEMI CRITICO
LINEA 2	ETIQUETADORA	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACION	INDICADOR DE PRESION / MANOMETRO	TRANSMISOR DE TEMPERATURA	RPW030010231000-TT	2	6	2	1	32	45	90	CRITICO
LINEA 2	ETIQUETADORA	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACION	ENCODER	ENCODER	RPW030010231000-ECO	1	2	2	1	15	21	21	NO CRITICO
LINEA 2	ETIQUETADORA	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACION	INTERFACE HOMBRE MAQUINA	INTERFACE HOMBRE MAQUINA	RPW030010231000-HM	2	4	2	2	8	18	36	SEMI CRITICO
LINEA 2	ETIQUETADORA	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACION	PLACA ELECTRONICA	PLACA ELECTRONICA DE CONTROL	RPW030010231000-PEC	2	4	2	2	8	18	36	SEMI CRITICO
LINEA 2	ETIQUETADORA	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACION	ALIMENTADOR DE ETIQUETA	ALIMENTADOR DE ETIQUETA	RPW030010231000-SYDV	1	2	2	1	15	21	21	NO CRITICO
LINEA 2	ETIQUETADORA	SISTEMA DE CORTE	TAMBOR	TAMBOR DE VACIO	RPW030010231000-TBM	1	2	2	1	15	21	21	NO CRITICO
LINEA 2	ETIQUETADORA	SISTEMA DE CORTE	TRANSDUCTOR DE POSICION	BRAZO DANZANTE	RPW030010231000-TP	1	4	2	2	8	18	36	SEMI CRITICO

Ilustración 43. Matriz de criticidad general  
Fuente: Elaboración propia

DEFINICION DE CRITICIDAD													
Sub-Area	Equipo	Clasificación 1	Denominación	Subsistema	Código	FRECUENCIA DE FALLOS	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	COSTOS MTTD	IMPACTO SEGURIDAD	CONSECUENCIA	CRITICIDAD	CLASIFICACION
LINEA 2	ETIQUETADORA	SISTEMA DE CORTE	RODILLO	RODILLO DE CORTE	RP0000002270002-RDL	2	4	2	2	8	18	36	SEMI CRITICO
LINEA 2	ETIQUETADORA	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	CLIMATIZADOR	CLIMATIZADOR	RP0000002310005-COO	1	2	1	1	16	21	21	NO CRITICO
LINEA 2	ETIQUETADORA	SISTEMA DE FILTRADO	FILTRO	BOMBA DE VACIO	RP0000002310005-F	1	2	1	1	15	21	21	NO CRITICO
LINEA 2	ETIQUETADORA	SISTEMA DE FILTRADO	FILTRO	TANQUE DE COLA	RP0000002310002-F	1	2	2	1	16	21	21	NO CRITICO
LINEA 2	ETIQUETADORA	SISTEMA DE SEGURIDAD	GUARDAS Y PUERTAS	GUARDAS Y PUERTAS	RP0000002310005-GUA	2	6	2	1	32	45	90	CRITICO
LINEA 2	ETIQUETADORA	SISTEMA DE SEGURIDAD	MANDOS A DOS MANOS	JOGGING	RP0000002310005-JOG	2	6	2	1	32	45	90	CRITICO
LINEA 2	ETIQUETADORA	SISTEMA DE VACIO	MOTOR ASPIRADOR	BOMBA DE VACIO	RP0000002310005-SP	2	4	2	2	8	18	36	SEMI CRITICO
LINEA 2	ETIQUETADORA	SISTEMA ENCLAJADOR	SISTEMA ENCLAJADOR	SISTEMA ENCLAJADOR	RP0000002310005-ND	2	6	2	1	32	45	90	CRITICO
LINEA 2	ETIQUETADORA	SISTEMA ENCLAJADOR	RODILLO	RODILLO ENCLAJADOR	RP0000002310005-RDL	2	6	2	1	32	45	90	CRITICO
LINEA 2	ETIQUETADORA	SISTEMA NEUMÁTICO	PANEL NEUMÁTICO	PANEL NEUMÁTICO	RP0000002310005-PN	2	6	2	1	8	21	42	SEMI CRITICO
LINEA 2	ETIQUETADORA	SISTEMA NEUMÁTICO	UNIDAD DE MANTENIMIENTO	UNIDAD DE MANTENIMIENTO	RP0000002310005-LMI	1	4	2	1	16	25	25	NO CRITICO
LINEA 2	ETIQUETADORA	SISTEMA NEUMÁTICO	ACTUADOR NEUMÁTICO	TRABAJO DE BOTELLAS	RP0000002310005-LV	1	4	2	1	16	25	25	NO CRITICO
LINEA 2	ETIQUETADORA	ELEMENTO DE TRANSPORTE	TRANSPORTADOR	INGRESO ETIQUETADORA	RP0000002320002-TTP	4	6	4	1	0	25	25	CRITICO
LINEA 2	TRANSP. BOT. VACÍAS - MESA CARG	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	MOTOREDUCOR	MESA DE DESPALETIZADO	RP0000002320005-MR	3	6	4	1	0	25	25	SEMI CRITICO
LINEA 2	TRANSP. BOT. VACÍAS - MESA CARG	ELEMENTO DE TRANSPORTE	MOTOREDUCOR	MESA DE CARGA	RP0000002320005-TP	1	6	2	1	8	21	21	NO CRITICO
LINEA 2	TRANSP. BOT. VACÍAS - MESA CARG	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	MOTOREDUCOR	INGRESO ETIQUETADORA	RP0000002320005-MR	3	6	4	1	0	25	25	SEMI CRITICO
LINEA 2	TRANSP. BOT. VACÍAS - MESA CARG	COMANDO / TABLERO DE FUERZA Y MANDO	VARIADOR DE VELOCIDAD	MESA DE DESPALETIZADO	RP0000002320005-VV	2	6	2	1	8	21	42	CRITICO
LINEA 2	TRANSP. BOT. VACÍAS - MESA CARG	COMANDO / TABLERO DE FUERZA Y MANDO	VARIADOR DE VELOCIDAD	INGRESO ETIQUETADORA	RP0000002320005-VV	2	6	2	1	8	21	42	CRITICO
LINEA 2	ENJUAGADOR / RINSER	MAQUINA RINSER	RINSER / ENJUAGADOR	RINSER	RP0000002270005-RIN	4	6	4	1	0	25	25	SEMI CRITICO
LINEA 2	ENJUAGADOR / RINSER	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	MOTOREDUCOR	PRINCIPAL	RP0000002270005-MR	3	6	4	1	0	25	25	SEMI CRITICO
LINEA 2	ENJUAGADOR / RINSER	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	TRANSMISION CARDAN	TRANSMISION CARDAN 1	RP0000002270005-R	2	6	4	1	0	25	25	SEMI CRITICO
LINEA 2	ENJUAGADOR / RINSER	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	TRANSMISION CARDAN	TRANSMISION CARDAN 2	RP0000002270005-R	2	6	4	1	0	25	25	SEMI CRITICO
LINEA 2	ENJUAGADOR / RINSER	COMANDO / TABLERO DE FUERZA Y MANDO	VARIADOR DE VELOCIDAD	PRINCIPAL	RP0000002270005-VV	2	6	2	1	8	21	21	SEMI CRITICO
LINEA 2	ENJUAGADOR / RINSER	COMANDO / TABLERO DE FUERZA Y MANDO	VARIADOR DE VELOCIDAD	VARIADOR DE MOTOR TRANSP. INGRESO	RP0000002270005-VV	2	6	4	1	0	25	25	SEMI CRITICO
LINEA 2	ENJUAGADOR / RINSER	COMANDO / TABLERO DE FUERZA Y MANDO	VARIADOR DE VELOCIDAD	VARIADOR DE MOTOR TRANSP. SALIDA	RP0000002270005-VV	2	6	4	1	0	25	25	SEMI CRITICO
LINEA 2	ENJUAGADOR / RINSER	ELEMENTO DE TRANSPORTE	CADENA Y PINONES	CADENA PORTA GRIPER	RP0000002270005-CAD	2	6	4	1	0	25	25	SEMI CRITICO
LINEA 2	ENJUAGADOR / RINSER	ELEMENTO DE TRANSPORTE	TAMBOR	INGRESO	RP0000002270005-TBG	1	6	2	1	8	21	21	NO CRITICO
LINEA 2	ENJUAGADOR / RINSER	ELEMENTO DE TRANSPORTE	TAMBOR	SALIDA	RP0000002270005-TBG	1	6	2	1	8	21	21	NO CRITICO
LINEA 2	ENJUAGADOR / RINSER	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACION	TRANSMISOR DE FLUJO	TRANSMISOR DE FLUJO	RP0000002270005-FT	1	2	1	1	16	21	21	NO CRITICO
LINEA 2	ENJUAGADOR / RINSER	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACION	INDICADOR DE PRESION / MANOMETRO	TEMPERADOR DE CADENA	RP0000002270005-PI	1	2	2	1	15	21	21	NO CRITICO
LINEA 2	ENJUAGADOR / RINSER	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACION	INDICADOR DE PRESION / MANOMETRO	INGRESO DE AIRE	RP0000002270005-PI	1	2	2	1	16	21	21	NO CRITICO
LINEA 2	ENJUAGADOR / RINSER	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACION	INDICADOR DE PRESION / MANOMETRO	MANOMETRO	RP0000002270005-PI	1	2	2	1	16	21	21	NO CRITICO
LINEA 2	ENJUAGADOR / RINSER	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACION	PRESTATATO	PRESTATATO BAJA PRESION DE AGUA	RP0000002270005-PSL	2	6	4	1	32	45	90	CRITICO
LINEA 2	ENJUAGADOR / RINSER	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACION	PRESTATATO	PRESTATATO BAJA PRESION DE AIRE	RP0000002270005-PSL	2	6	4	1	32	45	90	CRITICO
LINEA 2	ENJUAGADOR / RINSER	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACION	TRANSPORTADOR	TRANSPORTADOR DE INGRESO	RP0000002270005-TTP	2	6	4	1	8	33	66	CRITICO
LINEA 2	ENJUAGADOR / RINSER	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACION	MOTOREDUCOR	TRANSPORTADOR DE INGRESO	RP0000002270005-TTP	2	6	4	1	8	33	66	CRITICO
LINEA 2	ENJUAGADOR / RINSER	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACION	MOTOREDUCOR	TRANSPORTADOR DE INGRESO	RP0000002270005-MR	3	6	4	1	0	25	25	SEMI CRITICO

Ilustración 44. Matriz de criticidad general continuación

Fuente: Elaboración propia

DEFINICION DE CRITICIDAD													
Sub Area	Equipo	Clasificación 1	Determinación	Subcomponento	Código	FRECUENCIA DE FALLOS	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	COSTOS MTTO	IMPACTO SEGURIDAD	CONSECUENCIA	CRITICIDAD	CLASIFICACION
LINEA 2	ENJUAGADOR / RINSER	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACIÓN	TRANSPORTADOR	TRANSPORTADOR DE SALIDA	RP0080060227002-TRP	1	2	2	1	16	21	21	NO CRITICO
LINEA 2	ENJUAGADOR / RINSER	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACIÓN	MOTOREDUCTOR	TRANSPORTADOR DE SALIDA	RP0080060227003-MR	3	6	4	1	0	25	75	CRITICO
LINEA 2	ENJUAGADOR / RINSER	SISTEMA DE FILTRADO	FILTRO	INGRESO AGUA BLANDA	RP0080060227004-F	1	2	2	1	16	21	21	NO CRITICO
LINEA 2	ENJUAGADOR / RINSER	SISTEMA DE LAVADO	VALVULA SOLENODE	INGRESO AGUA	RP0080060227005-F	1	2	2	1	16	21	21	NO CRITICO
LINEA 2	ENJUAGADOR / RINSER	SISTEMA DE LAVADO	VALVULA SOLENODE	INGRESO DE AIRE	RP0080060227006-XY	2	6	4	1	0	25	50	SEMI CRITICO
LINEA 2	ENJUAGADOR / RINSER	SISTEMA DE LAVADO	TOBERAS	INGRESO DE AGUA	RP0080060227007-XV	2	6	4	1	0	25	50	SEMI CRITICO
LINEA 2	ENJUAGADOR / RINSER	SISTEMA DE LUBRICACIÓN	PANEL LUBRICACIÓN	INGRESO AGUA	RP0080060227008-TPH	1	2	2	1	16	21	21	NO CRITICO
LINEA 2	ENJUAGADOR / RINSER	SISTEMA DE SEGURIDAD	GUARDAS Y PUERTAS	PANEL DE LUBRICACIÓN	RP0080060227009-PR	2	6	4	1	0	25	50	SEMI CRITICO
LINEA 2	ENJUAGADOR / RINSER	SISTEMA DE SEGURIDAD	GUARDAS Y PUERTAS	GUARDAS Y PUERTAS ENTRADA	RP0080060227009-GUA	2	6	2	1	32	45	90	CRITICO
LINEA 2	ENJUAGADOR / RINSER	SISTEMA NEUMÁTICO	VALVULA REGULADORA DE PRESION	GUARDAS Y PUERTAS SALIDA	RP0080060227010-GUA	2	6	2	1	8	21	42	SEMI CRITICO
LINEA 2	ENJUAGADOR / RINSER	SISTEMA NEUMÁTICO	ACTUADOR NEUMÁTICO	TEMPERADOR CL	RP0080060227011-EOP	1	4	2	1	16	25	25	NO CRITICO
LINEA 2	ENJUAGADOR / RINSER	SISTEMA NEUMÁTICO	VALVULA REGULADORA DE PRESION	TEMPERADOR C2	RP0080060227012-XV	1	4	2	1	16	25	25	NO CRITICO
LINEA 2	ENJUAGADOR / RINSER	SISTEMA RECUPERACIÓN DE AGUA	MACQUINA EMPAQUETADORA	TOBERAS ASPERSOR	RP0080060227013-RBP	1	4	2	1	16	25	25	NO CRITICO
LINEA 2	ENJUAGADOR / RINSER	SISTEMA RECUPERACIÓN DE AGUA	MACQUINA EMPAQUETADORA	TANQUE	RP0080060227014-TQ	1	2	2	1	8	13	13	NO CRITICO
LINEA 2	ENJUAGADOR / RINSER	SISTEMA RECUPERACIÓN DE AGUA	MACQUINA EMPAQUETADORA	ELECTROBOMBA RECUPERACIÓN	RP0080060227015-MR	1	2	2	1	8	13	13	NO CRITICO
LINEA 2	EMPAQUETADORA	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	EMPAQUETADORA	EMPAQUETADORA	RP0080060228006-FHP	4	6	4	1	0	25	108	CRITICO
LINEA 2	EMPAQUETADORA	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	MOTOREDUCTOR	ACOMODADOR DE BOTELLAS	RP0080060228005-MR	3	6	4	1	0	25	75	CRITICO
LINEA 2	EMPAQUETADORA	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	MOTOREDUCTOR	CADENA RAISE	RP0080060228004-MR	3	6	4	1	0	25	75	CRITICO
LINEA 2	EMPAQUETADORA	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	MOTOREDUCTOR	PRINCIPAL	RP0080060228003-MR	3	6	4	1	0	25	75	CRITICO
LINEA 2	EMPAQUETADORA	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	MOTOREDUCTOR	TRANSPORTE DE HORNO	RP0080060228004-MR	3	6	4	1	0	25	75	CRITICO
LINEA 2	EMPAQUETADORA	COMANDO / TABLERO DE FUERZA Y MANDO	PANEL DE CONTROL	PANEL DE CONTROL OPERADOR	RP0080060228002-PHC	2	6	4	1	0	25	50	SEMI CRITICO
LINEA 2	EMPAQUETADORA	COMANDO / TABLERO DE FUERZA Y MANDO	TABLERO DE FUERZA Y COMANDO	TABLERO DE FUERZA Y MANDO	RP0080060228003-VV	2	6	4	1	0	25	50	SEMI CRITICO
LINEA 2	EMPAQUETADORA	COMANDO / TABLERO DE FUERZA Y MANDO	VARIADOR DE VELOCIDAD	MOTOR CADENA RAIS	RP0080060228004-VV	2	6	4	1	0	25	50	SEMI CRITICO
LINEA 2	EMPAQUETADORA	COMANDO / TABLERO DE FUERZA Y MANDO	VARIADOR DE VELOCIDAD	MOTOR DE CADENA DE HORNO	RP0080060228002-VV	2	6	4	1	0	25	50	SEMI CRITICO
LINEA 2	EMPAQUETADORA	COMANDO / TABLERO DE FUERZA Y MANDO	TABLERO DE FUERZA Y COMANDO	MOTOR PRINCIPAL	RP0080060228002-VV	2	6	4	1	0	25	50	SEMI CRITICO
LINEA 2	EMPAQUETADORA	ELEMENTO DE TRANSPORTE	TRANSPORTADOR	TABLERO DE FUERZA Y MANDO HORNO	RP0080060228005-PHC	3	6	4	1	0	25	75	CRITICO
LINEA 2	EMPAQUETADORA	ELEMENTO DE TRANSPORTE	TRANSPORTADOR	CADENA RAISE	RP0080060228006-TRP	1	2	2	1	8	13	13	NO CRITICO
LINEA 2	EMPAQUETADORA	ELEMENTO DE TRANSPORTE	TRANSPORTADOR	CADENA TABLILLA - JUNIFILARES	RP0080060228002-TRP	3	6	4	1	0	25	75	CRITICO
LINEA 2	EMPAQUETADORA	SISTEMA DE CALENTAMIENTO	HORNO	DE HORNO	RP0080060228003-TRP	2	4	2	2	8	18	36	SEMI CRITICO
LINEA 2	EMPAQUETADORA	SISTEMA DE CALENTAMIENTO	MOTOR SOPLADOR	HORNO	RP0080060228003-FK	3	6	4	1	0	25	75	CRITICO
LINEA 2	EMPAQUETADORA	SISTEMA DE CALENTAMIENTO	MOTOR SOPLADOR	MEJOR INGRESO	RP0080060228002-VSP	2	4	2	2	8	18	36	SEMI CRITICO
LINEA 2	EMPAQUETADORA	SISTEMA DE CALENTAMIENTO	MOTOR SOPLADOR	PAQUETES - SALIDA HORNO	RP0080060228004-VSP	3	6	4	1	0	25	75	CRITICO
LINEA 2	EMPAQUETADORA	SISTEMA DE CALENTAMIENTO	MOTOR SOPLADOR	SUPERIOR - INGRESO HORNO	RP0080060228002-VSP	3	6	4	1	0	25	75	CRITICO
LINEA 2	EMPAQUETADORA	SISTEMA DE CALENTAMIENTO	MOTOR SOPLADOR	SUPERIOR - SALIDA HORNO	RP0080060228005-VSP	1	2	2	1	8	13	13	NO CRITICO
LINEA 2	EMPAQUETADORA	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACIÓN	INDICADOR DE PRESIÓN / MANÓMETRO	INGRESO DE AIRE	RP0080060228003-PI	1	2	2	1	8	13	13	NO CRITICO

Ilustración 45. Matriz de criticidad general continuación  
Fuente: Elaboración propia

DEFINICION DE CRITICIDAD													
Sub Area	Equipo	Clasificación 1	Denominación	Subconjunto	Código	FRECUENCIA DE FALLOS	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	COSTOS MITO	IMPACTO SEGURIDAD	CONSECUENCIA	CRITICIDAD	CLASIFICACIÓN
LINEA 2	EMPAQUETADORA	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACIÓN	INDICADOR DE PRESIÓN / MANÓMETRO	PRESION DE ACEITE	RP003900102200103-PI	1	2	2	1	8	13	13	NO CRÍTICO
LINEA 2	EMPAQUETADORA	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACIÓN	INDICADOR DE PRESIÓN / MANÓMETRO	SAIDA DE AIRE/REGULADORA	RP003900102200102-PI	1	2	2	1	8	13	13	NO CRÍTICO
LINEA 2	EMPAQUETADORA	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACIÓN	TRANSMISOR DE TEMPERATURA	Transmisor de temperatura lado A	RP003900102200101-TT	3	6	4	1	0	25	75	CRÍTICO
LINEA 2	EMPAQUETADORA	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACIÓN	TRANSMISOR DE TEMPERATURA	Transmisor de temperatura lado B	RP003900102200102-TT	3	6	4	1	0	25	75	CRÍTICO
LINEA 2	EMPAQUETADORA	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACIÓN	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACIÓN	CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE	RP003900102200101-PLC	2	4	2	2	8	18	36	SEMI CRÍTICO
LINEA 2	EMPAQUETADORA	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACIÓN	ENCODER	ENCODER	RP003900102200101-ECD	2	4	2	2	8	18	36	SEMI CRÍTICO
LINEA 2	EMPAQUETADORA	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACIÓN	INTERFACE HOMBRE MAQUINA	INTERFACE HOMBRE MAQUINA	RP003900102200101-HHM	1	2	2	1	8	13	13	NO CRÍTICO
LINEA 2	EMPAQUETADORA	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACIÓN	SEPARADOR	SEPARADOR DE DEDOS 1	RP003900102200102-SVDV	1	2	2	1	8	13	13	NO CRÍTICO
LINEA 2	EMPAQUETADORA	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACIÓN	SEPARADOR	SEPARADOR DE DEDOS 2	RP003900102200103-SVDV	1	2	2	1	8	13	13	NO CRÍTICO
LINEA 2	EMPAQUETADORA	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACIÓN	TRANSPORTE FILM	TRANSPORTE FILM	RP003900102200101-CT	2	4	2	2	8	18	36	SEMI CRÍTICO
LINEA 2	EMPAQUETADORA	SISTEMA DE CORTE	CINTA DE TRANSPORTE	SUBIDA DE FILM	RP003900102200104-CT	3	6	4	1	0	25	75	CRÍTICO
LINEA 2	EMPAQUETADORA	SISTEMA DE CORTE	INSERTO	INSERTO PUNTO FIO	RP003900102200101-INC	3	6	4	1	0	25	75	CRÍTICO
LINEA 2	EMPAQUETADORA	SISTEMA DE CORTE	SISTEMA DE CORTE	SISTEMA DE CORTE	RP003900102200101-CCH	3	6	4	1	0	25	75	CRÍTICO
LINEA 2	EMPAQUETADORA	SISTEMA DE CORTE	TRANSPORTE FILM	TRANSPORTE FILM	RP003900102200101-SVM	3	6	4	1	0	25	75	CRÍTICO
LINEA 2	EMPAQUETADORA	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	MOTOR ASPIRADOR	BOMBA DE VACIO	RP003900102200101-COO	3	6	4	1	0	25	75	CRÍTICO
LINEA 2	EMPAQUETADORA	SISTEMA DE LUBRICACIÓN	CLIMATIZADOR	CLIMATIZADOR	RP003900102200101-MSP	2	4	2	1	8	13	13	NO CRÍTICO
LINEA 2	EMPAQUETADORA	SISTEMA DE SEGURIDAD	ELECTROBOMBA	ELECTROBOMBA	RP003900102200101-MB	2	4	2	1	8	13	13	NO CRÍTICO
LINEA 2	EMPAQUETADORA	SISTEMA DE SEGURIDAD	ENGROCHE	BARRAS ENVOLVENTES	RP003900102200101-ECC	2	6	2	1	32	45	90	SEMI CRÍTICO
LINEA 2	EMPAQUETADORA	SISTEMA DE SEGURIDAD	ENGROCHE	SEPARADOR	RP003900102200101-ECC	2	6	2	1	32	45	90	CRÍTICO
LINEA 2	EMPAQUETADORA	SISTEMA DE SEGURIDAD	GUARDAS Y PUERTAS	GUARDAS Y PUERTAS	RP003900102200101-GUA	2	6	2	1	32	45	90	CRÍTICO
LINEA 2	EMPAQUETADORA	SISTEMA DOSIFICADOR DE FILM	MANDO A DOS MANOS	JOGGING	RP003900102200101-JOG	2	6	2	1	32	45	90	CRÍTICO
LINEA 2	EMPAQUETADORA	SISTEMA ENVOLVEDOR	PORTABOBINA	PORTABOBINA 1	RP003900102200101-PB	1	2	2	1	8	13	13	NO CRÍTICO
LINEA 2	EMPAQUETADORA	SISTEMA ENVOLVEDOR	PORTABOBINA	PORTABOBINA 2	RP003900102200102-PB	1	2	2	1	8	13	13	NO CRÍTICO
LINEA 2	EMPAQUETADORA	SISTEMA ENVOLVEDOR	CINTA DE TRANSPORTE	FORMADOR DE PAQUETES	RP003900102200101-CT	1	2	2	1	8	13	13	NO CRÍTICO
LINEA 2	EMPAQUETADORA	SISTEMA ENVOLVEDOR	CINTA DE TRANSPORTE	CINTA DE TRANSPORTE 2	RP003900102200102-CT	1	2	2	1	8	13	13	NO CRÍTICO
LINEA 2	EMPAQUETADORA	SISTEMA ENVOLVEDOR	CINTA DE TRANSPORTE	INGRESO AL HORNO	RP003900102200103-CT	1	2	2	1	8	13	13	NO CRÍTICO
LINEA 2	EMPAQUETADORA	SISTEMA NEUMÁTICO	SISTEMA DE TRANSMISIÓN	SISTEMA DE TRANSMISIÓN	RP003900102200101-TX	1	2	2	1	8	13	13	NO CRÍTICO
LINEA 2	EMPAQUETADORA	SISTEMA NEUMÁTICO	ACTUADOR NEUMÁTICO	BALLARINA	RP003900102200101-XV	1	4	2	1	16	25	25	NO CRÍTICO
LINEA 2	EMPAQUETADORA	SISTEMA NEUMÁTICO	PANEL NEUMÁTICO	PANEL NEUMÁTICO	RP003900102200101-PN	1	4	2	1	16	25	25	NO CRÍTICO
LINEA 2	EMPAQUETADORA	SISTEMA NEUMÁTICO	UNIDAD DE MANTENIMIENTO	UNIDAD DE MANTENIMIENTO	RP003900102200101-UHM	1	4	2	1	16	25	25	NO CRÍTICO
LINEA 2	EMPAQUETADORA	SISTEMA SEPARADOR	SEPARADOR	SEPARADOR 01	RP003900102200102-SVM	2	6	2	1	32	45	90	CRÍTICO
LINEA 2	EMPAQUETADORA	SISTEMA SEPARADOR	SEPARADOR	SEPARADOR 02	RP003900102200103-SVM	2	6	2	1	32	45	90	CRÍTICO
LINEA 2	LLENADORA	MAQUINA LLENADORA	LLENADORA	LLENADORA PET	RP003900102490104-LLEN	4	6	4	1	0	25	100	CRÍTICO
LINEA 2	LLENADORA	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	MOTOR ELÉCTRICO	MOTOR PRINCIPAL	RP003900102490101-M	3	6	4	1	0	25	75	CRÍTICO
LINEA 2	LLENADORA	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	MOTOR ELÉCTRICO	REGULADOR DE ALTURA DE TAZA	RP003900102490101-MR	3	6	4	1	0	25	75	CRÍTICO
LINEA 2	LLENADORA	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	REDUCTOR	REDUCTOR PRINCIPAL	RP003900102490101-R	1	6	2	1	8	21	21	NO CRÍTICO

Ilustración 46. Matriz de criticidad general continuación

Fuente: Elaboración propia



DEFINICION DE CRITICIDAD													
Sub Area	Equipo	Clasificación 1	De nominación	Subconjunto	Código	FRECUENCIA DE FALLOS	IMPACTO OPERACIONAL	EXPOSICIÓN OPERACIONAL	COSTOS HTTO	IMPACTO SEGURIDAD	CONSECUENCIA	CRITICIDAD	CLASIFICACION
LINEA 2	CAPSULADORA	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	TORNILLO SIN FIN	TORNILLO SIN FIN	RP0030002860101-MR	3	6	4	1	0	25	75	NO CRITICO
LINEA 2	CAPSULADORA	SISTEMA DE CAPSULADO	TOLVA	TOLVA DE TAPAS	RP0030002860101-TOL	1	4	2	1	15	25	25	NO CRITICO
LINEA 2	CAPSULADORA	DOSIFICADOR TAPAS	VIBRADOR	VIBRADOR	RP0030002860101-VBD	2	4	2	1	8	18	35	SEMI CRITICO
LINEA 2	CAPSULADORA	SISTEMA NEUMATICO	ACTUADOR NEUMATICO	ENTREGA TAPAS	RP0030002860101-NV	1	4	2	1	15	25	25	NO CRITICO
LINEA 2	CAPSULADORA	DOSIFICADOR TAPAS	ELECTROVALVULA	ENTREGA TAPAS	RP0030002860102-EV	2	4	2	2	8	18	36	SEMI CRITICO
LINEA 2	CAPSULADORA	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	MOTOR ELECTRICO	MOTOR ELECTRICO	RP0030002860102-M	3	6	4	3	0	25	75	NO CRITICO
LINEA 2	CAPSULADORA	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	REDUCTOR	DISCO DE TAPAS	RP0030002860102-R	1	4	2	1	15	25	25	NO CRITICO
LINEA 2	CAPSULADORA	DOSIFICADOR TAPAS	SILLO	SILLO DE TAPAS	RP0030002860102-SU	1	4	2	1	15	25	25	NO CRITICO
LINEA 2	CAPSULADORA	DOSIFICADOR TAPAS	TOLVA	SILLO DE TAPAS	RP0030002860102-TOL	1	4	2	1	15	25	25	NO CRITICO
LINEA 2	CAPSULADORA	COMANDO / TABLERO DE FUERZA Y MANDO	PANEL DE CONTROL	PANEL DE CONTROL OPERADOR	RP0030002860101-PNC	2	6	4	1	0	25	50	SEMI CRITICO
LINEA 2	CAPSULADORA	SISTEMA DE LUBRICACION	PANEL LUBRICACION	PANEL DE LUBRICACION	RP0030002860101-PN	2	6	2	5	0	17	34	SEMI CRITICO
LINEA 2	CAPSULADORA	SISTEMA DE SEGURIDAD	GUARDAS Y PUERTAS	GUARDAS Y PUERTAS	RP0030002860101-GUA	2	6	2	1	32	45	90	CRITICO
LINEA 2	CAPSULADORA	SISTEMA DE SEGURIDAD	MANDO A DOS MANOS	JOGGING	RP0030002860101-JOB	2	6	2	1	32	45	90	CRITICO
LINEA 2	CAPSULADORA	EQUIPO UV TAPAS	EQUIPO UV TAPAS	CARRIL DE TAPAS	RP0030002860101-UV	1	4	2	1	38	25	25	NO CRITICO
LINEA 2	CAPSULADORA	COMANDO / TABLERO DE FUERZA Y MANDO	VARIADOR DE VELOCIDAD	MOTOR PRINCIPAL	RP0030002860101-VV	3	6	4	1	0	25	75	NO CRITICO
LINEA 2	CAPSULADORA	COMANDO / TABLERO DE FUERZA Y MANDO	VARIADOR DE VELOCIDAD	MOTOR DISCO TAPAS	RP0030002860102-VV	3	6	4	1	0	25	75	NO CRITICO
LINEA 2	CARBODCOOLER	EQUIPO CARBODCOOLER	CARBODCOOLER	CARBODCOOLER	RP0030002860101-CARB	2	6	2	5	0	17	34	SEMI CRITICO
LINEA 2	CARBODCOOLER	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	ELECTROBOMBA	ELECTROBOMBA DE AGUA	RP0030002860102-MB	3	6	4	1	0	25	75	NO CRITICO
LINEA 2	CARBODCOOLER	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	CARBODCOOLER	ELECTROBOMBA DE MIXTURA	RP0030002860101-MB	3	6	4	1	0	25	75	NO CRITICO
LINEA 2	CARBODCOOLER	CARBODCOOLER	CARBODCOOLER	Indicador de temperatura de producto	RP00300028601013-TT	3	6	4	1	0	25	75	NO CRITICO
LINEA 2	CARBODCOOLER	COMANDO / TABLERO DE FUERZA Y MANDO	TABLERO DE FUERZA Y COMANDO	TABLERO DE FUERZA Y MANDO	RP0030002860101-PNC	3	6	4	3	0	25	75	NO CRITICO
LINEA 2	CARBODCOOLER	SISTEMA DE CARBONATACION	INTERCOMBIADOR	PLACAS CARBONATACION	RP0030002860101-PAS	1	4	2	1	15	25	25	NO CRITICO
LINEA 2	CARBODCOOLER	SISTEMA DE CARBONATACION	VALVULA SOLENOIDE	INGRESO TK CO2	RP0030002860101-XV	3	6	4	1	0	25	75	NO CRITICO
LINEA 2	CARBODCOOLER	SISTEMA DE CARBONATACION	VALVULA SOLENOIDE	REFLUJO CO2	RP0030002860103-XV	1	4	2	1	15	25	25	NO CRITICO
LINEA 2	CARBODCOOLER	SISTEMA DE CARBONATACION	VALVULA NEUMATICA	INGR. BEBIDA TK CARBONAT. PM2-2.1J2"	RP0030002860101-VP	1	4	2	1	15	25	25	NO CRITICO
LINEA 2	CARBODCOOLER	SISTEMA DE CARBONATACION	VALVULA NEUMATICA	TK CARBO-LENADORA PM2-4"	RP0030002860107-VP	1	4	2	1	15	25	25	NO CRITICO
LINEA 2	CARBODCOOLER	SISTEMA DE CARBONATACION	VALVULA NEUMATICA	TK CARBO-LENADORA PM2-4"	RP0030002860108-VP	1	4	2	1	15	25	25	NO CRITICO
LINEA 2	CARBODCOOLER	SISTEMA DE CARBONATACION	TANQUE	CARBONATADOR	RP0030002860101-TQ	3	6	4	1	0	25	75	NO CRITICO
LINEA 2	CARBODCOOLER	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACION	ROTAMETRO	ROTAMETRO CO2	RP0030002860101-ROT	1	2	2	1	15	21	21	NO CRITICO
LINEA 2	CARBODCOOLER	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACION	TRANSMISOR DE TEMPERATURA	PRODUCTO	RP0030002860101-TT	2	4	2	2	8	18	36	SEMI CRITICO
LINEA 2	CARBODCOOLER	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACION	INDICADOR DE PRESION / MANOMETRO	INGRESO VASO DE ARABE	RP0030002860105-PI	1	2	2	1	15	21	21	NO CRITICO
LINEA 2	CARBODCOOLER	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACION	INDICADOR DE PRESION / MANOMETRO	TANQUE CARBONATADOR/PANEL NEUMATICA	RP0030002860106-PI	1	2	2	1	15	21	21	NO CRITICO
LINEA 2	CARBODCOOLER	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACION	CONTROL DE NIVEL	BOYA VASO AGUA	RP0030002860107-CNV	1	2	2	1	15	21	21	NO CRITICO
LINEA 2	CARBODCOOLER	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACION	CONTROL DE NIVEL	BOYA VASO ARABE	RP0030002860108-CNV	1	2	2	1	15	21	21	NO CRITICO
LINEA 2	CARBODCOOLER	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACION	INDICADOR DE PRESION / MANOMETRO	PRE ENRIADOR	RP0030002860107-PI	1	2	2	1	15	21	21	NO CRITICO

Ilustración 48. Matriz de criticidad general continuación

Fuente: Elaboración propia

DEFINICION DE CRITICIDAD													
Sub Area	Equipo	Clasificación 1	Designación	Subconjunto	Código	Frecuencia de Fallos	Impacto Operacional	Flexibilidad Operacional	Exposición a Peligros	Impacto Seguridad	Consecuencia	Criticidad	Clasificación
LINEA 2	CARBOCOOLER	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACION	CONTROL DE NIVEL	Subconjunto	VP0050002860108-OMV	1	2	1	1	1	21	21	NO CRITICO
LINEA 2	CARBOCOOLER	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACION	INDICADOR DE PRESION / MANOMETRO	BEBIDA SALIBA CARBOCOOLER	VP0050002860108-PI	1	2	2	1	1	21	21	NO CRITICO
LINEA 2	CARBOCOOLER	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACION	INDICADOR DE PRESION / MANOMETRO	CARBOTROL	VP0050002860108-PI	1	2	2	1	1	21	21	NO CRITICO
LINEA 2	CARBOCOOLER	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACION	INDICADOR DE PRESION / MANOMETRO	INGRESO PRINCIPAL DE AIRE	VP0050002860108-PI	1	2	2	1	1	21	21	NO CRITICO
LINEA 2	CARBOCOOLER	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACION	INDICADOR DE PRESION / MANOMETRO	Manómetro de presión CO2 línea principal	VP0050002860108-PI	3	4	4	2	0	25	75	CRITICO
LINEA 2	CARBOCOOLER	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACION	CONTROLADOR DE TEMPERATURA	CONTROLADOR DE TEMPERATURA	VP0050002860108-CT	2	4	2	2	8	8	36	SEMI CRITICO
LINEA 2	CARBOCOOLER	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACION	INDICADOR DE PRESION / MANOMETRO	Manómetro de presión CO2 entada regular	VP0050002860108-PI	1	2	2	1	1	21	21	NO CRITICO
LINEA 2	CARBOCOOLER	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACION	INDICADOR DE PRESION / MANOMETRO	Manómetro de presión de Ancho de	VP0050002860108-PI	1	2	2	1	1	21	21	NO CRITICO
LINEA 2	CARBOCOOLER	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACION	INDICADOR DE PRESION / MANOMETRO	Manómetro tanque carbonatador	VP0050002860108-PI	1	2	2	1	1	21	21	NO CRITICO
LINEA 2	CARBOCOOLER	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACION	TRANSMISOR DE TEMPERATURA	PRODUCTO	VP0050002860108-TT	3	6	4	1	0	25	75	CRITICO
LINEA 2	CARBOCOOLER	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACION	FILTRO	UNIDAD DE MANTENIMIENTO	VP0050002860108-F	1	2	2	1	1	21	21	NO CRITICO
LINEA 2	CARBOCOOLER	SISTEMA DE FILTRADO	FILTRO	INGRESO LIQUIDO NH3	VP0050002860108-F	1	2	2	1	1	21	21	NO CRITICO
LINEA 2	CARBOCOOLER	SISTEMA DE FILTRADO	FILTRO	SALIDA CARBO INGRESO A LLENADORA	VP0050002860108-F	1	2	2	1	1	21	21	NO CRITICO
LINEA 2	CARBOCOOLER	SISTEMA DE FILTRADO	FILTRO	INGRESO CO2	VP0050002860108-F	3	6	4	1	0	25	75	CRITICO
LINEA 2	CARBOCOOLER	SISTEMA DE MEZCLA	VALVULA SOLENOIDE	EMBOLOS	VP0050002860108-XYV	1	2	2	1	1	21	21	NO CRITICO
LINEA 2	CARBOCOOLER	SISTEMA DE MEZCLA	VALVULA SOLENOIDE	SALIDA MIXER	VP0050002860108-XYV	1	2	2	1	1	21	21	NO CRITICO
LINEA 2	CARBOCOOLER	SISTEMA DE MEZCLA	VALVULA NEUMÁTICA	INGR. VASO AGUA PMS-1,1/2"	VP0050002860108-VP	1	2	2	1	1	21	21	NO CRITICO
LINEA 2	CARBOCOOLER	SISTEMA DE MEZCLA	VALVULA NEUMÁTICA	INGR. VASO JARABE PMS-1,1/2"	VP0050002860108-VP	1	2	2	1	1	21	21	NO CRITICO
LINEA 2	CARBOCOOLER	SISTEMA DE MEZCLA	ACTUADOR NEUMÁTICO	EMBOLOS	VP0050002860108-XYV	1	2	2	1	1	21	21	NO CRITICO
LINEA 2	CARBOCOOLER	SISTEMA DE PRE CARBONATACION	VALVULA NEUMÁTICA	INGRESO AGUA PRE CARBONATADOR PMS	VP0050002860108-VP	1	2	2	1	1	21	21	NO CRITICO
LINEA 2	CARBOCOOLER	SISTEMA DE PRE CARBONATACION	INTERCAMBIADOR	PLACAS CARBONATACION	VP0050002860108-PMS	1	2	2	1	1	21	21	NO CRITICO
LINEA 2	CARBOCOOLER	SISTEMA DE PRE CARBONATACION	TANQUE	PRE CARBONATADOR	VP0050002860108-TQ	3	6	4	1	0	25	75	CRITICO
LINEA 2	CARBOCOOLER	SISTEMA DE SEGURIDAD	VALVULA DE SEGURIDAD	TANQUE CARBONATADOR	VP0050002860108-PSV	2	6	2	1	3	45	60	CRITICO
LINEA 2	CARBOCOOLER	SISTEMA DE SEGURIDAD	VALVULA DE SEGURIDAD	TR. O2 NH3	VP0050002860108-PSV	2	6	2	1	3	45	60	CRITICO
LINEA 2	CARBOCOOLER	SISTEMA DE SEGURIDAD	VALVULA DE SEGURIDAD	TR. O2 NH3	VP0050002860108-PSV	2	6	2	1	3	45	60	CRITICO
LINEA 2	CARBOCOOLER	SISTEMA NEUMÁTICO	PANEL NEUMÁTICO	PANEL NEUMÁTICO	VP0050002860108-PMU	5	4	2	1	1	25	25	NO CRITICO
LINEA 2	CARBOCOOLER	SISTEMA NEUMÁTICO	VALVULA NEUMÁTICA	REGULACION DE AGUA PMS-1,1/2"	VP0050002860108-VP	1	4	2	1	1	25	25	NO CRITICO
LINEA 2	CODIFICADOR VIDEOJET	EQUIPO CODIFICADOR	CODIFICADOR / NOTIFICADOR	CODIFICADOR	VP0050002070108-COD	2	4	4	1	0	17	34	SEMI CRITICO
LINEA 2	CODIFICADOR VIDEOJET	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACION	ENCODER	ENCODER	VP0050002070108-ECD	3	6	4	1	0	25	75	CRITICO
LINEA 2	CODIFICADOR VIDEOJET	SISTEMA DE FILTRADO	FILTRO	FILTRO TINTA	VP0050002070108-F	5	6	4	1	0	25	75	CRITICO
LINEA 2	CODIFICADOR VIDEOJET	SISTEMA DE FILTRADO	FILTRO	FILTRO VACIO	VP0050002070108-F	5	6	4	1	0	25	75	CRITICO
LINEA 2	CODIFICADOR VIDEOJET	SISTEMA DE FILTRADO	FILTRO	FILTRO BOTELLA	VP0050002070108-F	5	6	4	1	0	25	75	CRITICO
LINEA 2	CODIFICADOR VIDEOJET	SISTEMA DE FILTRADO	FILTRO	FILTRO AIRE	VP0050002070108-F	5	6	4	1	0	25	75	CRITICO
LINEA 2	CODIFICADOR VIDEOJET	SISTEMA NEUMÁTICO	TANQUE	ACUMULADOR DE AIRE	VP0050002070108-TQ	1	4	4	1	1	16	25	NO CRITICO
LINEA 2	CODIFICADOR VIDEOJET	SISTEMA NEUMÁTICO	UNIDAD DE MANTENIMIENTO	UNIDAD DE MANTENIMIENTO	VP0050002070108-AMU	1	4	2	1	1	16	25	NO CRITICO
LINEA 2	INSPECTOR DE NIVEL	EQUIPO INSP. DE NIVEL	INSPECTOR DE NIVEL	INSPECTOR DE NIVEL	VP0050002090108-LIN	1	3	1	1	1	5	38	SEMI CRITICO

Ilustración 49. Matriz de criticidad general continuación

Fuente: Elaboración propia

DEFINICIÓN DE CRITICIDAD														
Sub Área	Equipo	Clasificación 1	Denominación	Salvo original	Código	FRECUENCIA DE FALLOS	IMPACTO OPERACIONAL	EFECTIVIDAD OPERACIONAL	COSTOS OPERACIONAL	IMPACTO SEGURIDAD	CONSECUENCIA	SEVERIDAD	CRITICIDAD	CLASIFICACIÓN
LINEA 2	CARBOCOOLER	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACIÓN	CONTROL DE NIVEL	VASO MIXTURA, BOYA	HP00500002860003-00W	1	2	2	1	1	15	21	21	NO CRÍTICO
LINEA 2	CARBOCOOLER	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACIÓN	INDICADOR DE PRESIÓN / MANÓMETRO	BEBIDA, SALIDA CARBOCOOLER	HP00500002860003-00P	1	2	2	1	1	15	21	21	NO CRÍTICO
LINEA 2	CARBOCOOLER	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACIÓN	INDICADOR DE PRESIÓN / MANÓMETRO	CONTROL	HP00500002860003-00P	1	2	2	1	1	15	21	21	NO CRÍTICO
LINEA 2	CARBOCOOLER	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACIÓN	INDICADOR DE PRESIÓN / MANÓMETRO	INGRESO PRINCIPAL DE AIRE	HP00500002860003-00P	3	6	4	1	1	0	25	75	NO CRÍTICO
LINEA 2	CARBOCOOLER	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACIÓN	CONTROLADOR DE TEMPERATURA	Manómetro de presión, CO2 línea principal	HP00500002860003-00CT	2	4	2	2	2	8	18	36	SEMI CRÍTICO
LINEA 2	CARBOCOOLER	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACIÓN	INDICADOR DE PRESIÓN / MANÓMETRO	Manómetro de presión, CO2 entubado regular	HP00500002860003-00P	1	2	2	1	1	15	21	21	NO CRÍTICO
LINEA 2	CARBOCOOLER	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACIÓN	INDICADOR DE PRESIÓN / MANÓMETRO	Manómetro de presión, de Amoniaco.	HP00500002860003-00P	1	2	2	1	1	15	21	21	NO CRÍTICO
LINEA 2	CARBOCOOLER	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACIÓN	INDICADOR DE PRESIÓN / MANÓMETRO	Manómetro (tanque, carbatañador)	HP00500002860003-00TT	3	6	4	1	1	0	25	75	NO CRÍTICO
LINEA 2	CARBOCOOLER	SISTEMA DE FILTRADO	TRANSMISOR DE TEMPERATURA	PRODUCTO	HP00500002860003-00F	1	2	2	1	1	15	21	21	NO CRÍTICO
LINEA 2	CARBOCOOLER	SISTEMA DE FILTRADO	FILTRO	UNIDAD DE MANTENIMIENTO	HP00500002860003-00F	1	2	2	1	1	15	21	21	NO CRÍTICO
LINEA 2	CARBOCOOLER	SISTEMA DE FILTRADO	FILTRO	INGRESO LIQUIDO NH3	HP00500002860003-00F	1	2	2	1	1	15	21	21	NO CRÍTICO
LINEA 2	CARBOCOOLER	SISTEMA DE FILTRADO	FILTRO	SALIDA CARBO INGRESO A LLENADORA	HP00500002860003-00F	1	2	2	1	1	15	21	21	NO CRÍTICO
LINEA 2	CARBOCOOLER	SISTEMA DE FILTRADO	FILTRO	INGRESO CO2	HP00500002860003-00F	3	6	4	1	1	0	25	75	NO CRÍTICO
LINEA 2	CARBOCOOLER	SISTEMA DE MEZCLA	VALVULA SOLENOIDE	EMBOLOS	HP00500002860003-00YV	1	2	2	1	1	15	21	21	NO CRÍTICO
LINEA 2	CARBOCOOLER	SISTEMA DE MEZCLA	VALVULA SOLENOIDE	SALIDA MIXER	HP00500002860003-00YV	1	2	2	1	1	15	21	21	NO CRÍTICO
LINEA 2	CARBOCOOLER	SISTEMA DE MEZCLA	VALVULA NEUMÁTICA	INGR. VASO AGUA PMI-L1/2"	HP00500002860003-00VP	1	2	2	1	1	15	21	21	NO CRÍTICO
LINEA 2	CARBOCOOLER	SISTEMA DE MEZCLA	VALVULA NEUMÁTICA	INGR. VASO ARABE PMI-L1/2"	HP00500002860003-00VP	1	2	2	1	1	15	21	21	NO CRÍTICO
LINEA 2	CARBOCOOLER	SISTEMA DE MEZCLA	ACTUADOR NEUMÁTICO	EMBOLOS	HP00500002860003-00XV	1	2	2	1	1	15	21	21	NO CRÍTICO
LINEA 2	CARBOCOOLER	SISTEMA DE MEZCLA	VALVULA NEUMÁTICA	INGRESO AGUA PRE CARBONATACION	HP00500002860003-00YP	1	2	2	1	1	15	21	21	NO CRÍTICO
LINEA 2	CARBOCOOLER	SISTEMA DE PRE CARBONATACION	INTERCAMBIADOR	PLACAS CARBONATACION	HP00500002860003-00PAS	1	2	2	1	1	15	21	21	NO CRÍTICO
LINEA 2	CARBOCOOLER	SISTEMA DE PRE CARBONATACION	TANQUE	PRE CARBONATADOR	HP00500002860003-00TQ	3	6	4	1	1	0	25	75	NO CRÍTICO
LINEA 2	CARBOCOOLER	SISTEMA DE SEGURIDAD	VALVULA DE SEGURIDAD	TANQUE CARBONATADOR	HP00500002860003-00PSV	2	6	2	1	1	32	45	90	SEMI CRÍTICO
LINEA 2	CARBOCOOLER	SISTEMA DE SEGURIDAD	VALVULA DE SEGURIDAD	TK-01 NH3	HP00500002860003-00PSV	2	6	2	1	1	32	45	90	SEMI CRÍTICO
LINEA 2	CARBOCOOLER	SISTEMA DE SEGURIDAD	VALVULA DE SEGURIDAD	TK-02 NH3	HP00500002860003-00PSV	2	6	2	1	1	32	45	90	SEMI CRÍTICO
LINEA 2	CARBOCOOLER	SISTEMA NEUMÁTICO	PANEL NEUMÁTICO	PANEL NEUMÁTICO	HP00500002860003-00PNI	5	4	2	1	1	15	25	25	NO CRÍTICO
LINEA 2	CARBOCOOLER	SISTEMA NEUMÁTICO	VALVULA NEUMÁTICA	RECIRCULACION DE AGUA PMI-L1/2"	HP00500002860003-002-VP	1	4	2	1	1	15	25	25	NO CRÍTICO
LINEA 2	CARBOCOOLER	EQUIPO CODIFICADOR	CODIFICADOR / NOTIFICADOR	CODIFICADOR	HP00500002700003-000	2	4	4	1	1	0	17	34	SEMI CRÍTICO
LINEA 2	CODIFICADOR VIDEOJET	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACIÓN	ENCODER	ENCODER	HP00500002700003-000	3	6	4	1	1	0	25	75	SEMI CRÍTICO
LINEA 2	CODIFICADOR VIDEOJET	SISTEMA DE FILTRADO	FILTRO	FILTRO TINTA	HP00500002700003-000	5	6	4	1	1	0	25	75	SEMI CRÍTICO
LINEA 2	CODIFICADOR VIDEOJET	SISTEMA DE FILTRADO	FILTRO	FILTRO VACIO	HP00500002700003-000	5	6	4	1	1	0	25	75	SEMI CRÍTICO
LINEA 2	CODIFICADOR VIDEOJET	SISTEMA DE FILTRADO	FILTRO	FILTRO BOTELLA	HP00500002700003-000	5	6	4	1	1	0	25	75	SEMI CRÍTICO
LINEA 2	CODIFICADOR VIDEOJET	SISTEMA DE FILTRADO	FILTRO	FILTRO AIRE	HP00500002700003-000	5	6	4	1	1	0	25	75	SEMI CRÍTICO
LINEA 2	CODIFICADOR VIDEOJET	SISTEMA NEUMÁTICO	TANQUE	ACUMULADOR DE AIRE	HP00500002700003-000	1	4	2	1	1	15	25	25	NO CRÍTICO
LINEA 2	CODIFICADOR VIDEOJET	SISTEMA NEUMÁTICO	UNIDAD DE MANTENIMIENTO	UNIDAD DE MANTENIMIENTO	HP00500002700003-000MU	1	4	2	1	1	15	25	25	NO CRÍTICO
LINEA 2	INSPECTOR DE NIVEL	EQUIPO INS. DE NIVEL	INSPECTOR DE NIVEL	INSPECTOR DE NIVEL	HP00500002860003-000	1	3	1	1	1	1	52	59	SEMI CRÍTICO

Ilustración 50. Matriz de criticidad general continuación

Fuente: Elaboración propia

DEFINICION DE CRITICIDAD													
Sub Alínea	Equipo	Clasificación 1	Denominación	Subconjunto	Código	Frecuencia de Fallos	Impacto Operacional	Flexibilidad Operacional	Costos MTTO	Impacto Seguridad	Consecuencia	Criticidad	Clasificación
LINEA 2	TRANSP.BOT.LLENADORA-EMPA	ELEMENTO DE TRANSPORTE	TRANSPORTADOR	PRE INGRESO CELULA C	RP0030010282093-TRP	1	6	2	1	8	21	21	NO CRÍTICO
LINEA 2	TRANSP.BOT.LLENADORA-EMPA	ELEMENTO DE TRANSPORTE	TRANSPORTADOR	INGRESO CELULA C	RP0030010282094-TTP	1	6	2	1	8	21	21	NO CRÍTICO
LINEA 2	TRANSP.BOT.LLENADORA-EMPA	ELEMENTO DE TRANSPORTE	TRANSPORTADOR	PRE INGRESO EMPAQUETADORA	RP0030010282095-TRP	1	6	2	1	8	21	21	NO CRÍTICO
LINEA 2	TRANSP.BOT.LLENADORA-EMPA	ELEMENTO DE TRANSPORTE	TRANSPORTADOR	INGRESO EMPAQUETADORA	RP0030010282096-TRP	1	6	2	1	8	21	21	NO CRÍTICO
LINEA 2	TRANSP.BOT.LLENADORA-EMPA	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACIÓN	INTERFACE HOMBRE MAQUINA	INTERFACE HOMBRE MAQUINA	RP0030010282091-HIM	2	6	2	1	8	21	42	CRÍTICO
LINEA 2	TRANSP.BOT.LLENADORA-EMPA	SISTEMA DE CONTROL / INSTRUMENTACIÓN	CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE	CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE	RP0030010282091-PLC	2	6	2	1	8	21	42	CRÍTICO
LINEA 2	TRANSP.BOT.EMPA-PALET	ELEMENTO DE TRANSPORTE	TRANSPORTADOR	TRANSPORTADOR	RP0030010282091-TTP	1	6	4	1	0	25	25	NO CRÍTICO
LINEA 2	TRANSP.BOT.EMPA-PALET	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	MOTOREDUCTOR	SAIDA DE EMPAQUETADORA	RP0030010282091-MR	3	6	4	1	0	25	25	NO CRÍTICO
LINEA 2	TRANSP.BOT.EMPA-PALET	ELEMENTO DE TRANSPORTE	TRANSPORTADOR	SAIDA EMPAQUETADORA	RP0030010282091-TRP	1	6	2	1	8	21	21	NO CRÍTICO
LINEA 2	TRANSP.BOT.EMPA-PALET	ELEMENTO DE TRANSPORTE	TRANSPORTADOR	TRANSPORTADOR DE POLINES	RP0030010282092-TRP	1	6	2	1	8	21	21	NO CRÍTICO

Ilustración 51. Matriz de criticidad general continuación  
Fuente: Elaboración propia



## **Capítulo 4**

### **Método de identificación de fallas funcionales**

#### **4.1. Funciones y parámetros de funcionamiento**

##### **4.1.1. Definición**

La definición de la función de un activo contiene: un verbo, un objeto y el estándar del funcionamiento deseado por el usuario (Moubray, 1991)

Según J. Moubray, una función explica la misión que debe cumplir el activo físico dentro de algún proceso industrial y el mantenimiento tiene como objetivo asegurarse que los activos físicos continúen haciendo lo que sus usuarios quieren que haga. (Moubray, 1991)

Cuando un activo físico es puesto en funcionamiento debe presentar la capacidad inicial de rendir más que el estándar mínimo de funcionamiento deseado por el usuario, el cual puede ser definido como: las funciones que el usuario quiere que haga (funcionamiento deseado) y lo que puede hacer (capacidad propia), la cual está establecida por su diseño inicial.

Para que un activo físico sea mantenible, el funcionamiento deseado debe de estar dentro del margen de su capacidad inicial y para determinar esto no solo debemos conocer la capacidad inicial del activo si no también cuál es el funcionamiento mínimo que el usuario está dispuesto a aceptar dentro del contexto operacional en que será utilizado.

El contexto operacional es un conjunto de factores que afectan las funciones del activo y la naturaleza de los modos de falla, sus efectos y consecuencias, la periodicidad y la solución a estas. Algunos de esos factores son: el tipo de proceso, redundancia, estándares de calidad, estándares de medio ambiente, riesgos para la seguridad, turnos de trabajo, productos en proceso, tiempo de reparación, repuestos, demanda del mercado y abastecimiento de materias primas.

## 4.1.2. Tipos de funciones

### 4.1.2.1. Funciones primarias

Las funciones primarias son aquellas que son la razón principal por la que es adquirido el activo físico. Los parámetros de funcionamiento asociados a las funciones primarias tienen que ver con velocidad, volumen y capacidad de almacenamiento.

Las funciones primarias explican la misión que debe cumplir el activo dentro del proceso productivo.

### 4.1.2.2. Funciones secundarias

Las funciones adicionales a la función primaria se conocen como funciones secundarias. Son aquellas otras funciones que el activo está en capacidad de cumplir en forma adicional a la función primaria.

Equipo	Descripción de la Función	Parámetros Funcionales
LLENADORA	Introducir la bebida carbonatada y no carbonatada dentro del envase PET tan rápido como sea posible (entre 3 y 4 segundos aproximadamente) sin originar ningún daño al envase o a la bebida.	*Numero de válvulas de llenado = 60 *Capacidad de llenado= 6000 - 13800 BPH *Contrapresión = min: 4.9 bar - max: 5.3 bar *P organos elevadores = min: 2.5 bar - max: 3 bar *P trabajo = 4 bar  *Formatos de botella = 500 ml, 625 ml, 1 1/2 L, 2 L, 3L, 750 ml, 225 ml

Ilustración 52. Función y parámetros funcionales de llenadora.  
Fuente: Elaboración propia.

## 4.2. Análisis de modos y efectos de falla (AMEF)

El análisis de modo y efectos de falla es una herramienta de calidad que tiene un gran potencial de utilización y aplicación en el mantenimiento especialmente si lo enfocamos en la evaluación de modos de fallas. Es una técnica utilizada para cuantificar y clasificar las fallas en el diseño, operación y mantenimiento del activo físico. Comprende la identificación de las características funcionales, identifica una lista de fallas y su impacto en el desempeño global de un activo, también permite estimar la probabilidad y severidad de la falla.

Para A. Mora la metodología del AMEF es un instrumento avanzado de mantenimiento que permite conocer completamente el activo físico, mediante la

identificación de los sistemas y de los componentes que lo conforman, el diseño, los procesos, los elementos y materiales de fabricación, los ensambles y sub-ensambles.

El AMEF de fallas se pueden detectar en forma preventiva y predictiva cualquier anomalía que pudiera ocurrir en la funcionalidad del equipo. Es un proceso sistémico que permite identificar las fallas potenciales o reales de diseño, de funcionamiento y de proceso antes de que ocurran, para eliminarlas o controlarlas y así erradicar o minimizar los riesgos asociados con ella.

La metodología del AMEF parte de la base de la presencia o detección de una situación fuera del estándar de funcionamiento que manifiesta de alguna forma la falta de funcionalidad total o parcial de una máquina o elemento. Como problema o efecto causante se describe una falla que aún no se soluciona. Como modo de falla se pueden enunciar las deficiencias que tienen el sistema o el activo físico en el momento de reportar la falla.

El análisis de fallas es un proceso sistémico que perdura en el tiempo y es de acción permanente por eso que se debe mantener un registro activo en tiempo real de todos los datos.

### **4.3. Fallas**

La falla es la incapacidad de cualquier elemento físico de satisfacer un estándar de funcionamiento establecido, es la disminución o pérdida parcial o total de la función específica del componente con respecto a las necesidades de operación que se requieren para un momento determinado, también abarca situaciones en las que el activo aún funciona, pero fuera de sus límites admisibles (arriba del límite superior o abajo del límite inferior).

Las causas de cualquier falla pueden ser por defectos de diseño, defectos de materiales, manufactura o procesos de fabricación defectuosos, en samblaje mal hecho, imprevistos en las condiciones de servicio, malas practica de operación y mantenimiento deficiente

#### **4.3.1. Tipos de fallas**

Falla funcional, una falla funcional se define como la incapacidad de cualquier activo físico de cumplir una función según un parámetro de funcionamiento aceptable para el usuario. Fallas potenciales, se definen como las condiciones físicas identificables que indica que puede desencadenar en una falla funcional.

#### **4.3.2. Modos de fallas**

Un modo de falla es cualquier evento que causa una falla funcional (Moubray, 1991). La descripción de un modo de falla debe consistir de un sustantivo y un verbo, debe ser explícita para no perder mucho tiempo en el proceso de análisis.

Los modos de falla deben ser definidos con suficiente detalle como para posibilitar la selección de una adecuada política de manejo de falla. (Moubray, 1991).

La identificación de los modos de falla consiste en establecer todas las fallas reales o potenciales o similares en activos físicos. Cuando el modo de falla ha sido identificado se facilita el trabajo para considerar qué sucede cuando ocurre, evaluar las consecuencias y decidir si debiera hacerse algo para anticipar, prever, detectar, corregir o rediseñar.

Según John Moubray existen tres categorías de modos de falla:

- Desempeño decreciente: cuando el desempeño del activo cae por debajo del funcionamiento deseado, las principales causas de pérdida de capacidad abarcan conceptos como deterioro, fallas de lubricación, falta de limpieza, falta de ajuste o reapriete, que se traduce como una mala implementación de mantenimiento autónomo.
- Aumento de la carga: cuando la carga del activo se eleva por encima de su capacidad. Este fenómeno ocurre en la mayoría de los casos por un error humano como es una sobrecarga deliberada constante, una sobrecarga no intencional repentina o un procesamiento o material de empaque incorrecto, todo eso genera un aumento del esfuerzo lo cual causa un deterioro acelerado hasta el punto que el activo físico se torna tan poco confiable que deja de ser útil.
- Capacidad Inicial insuficiente: cuando desde el comienzo el activo físico no es capaz de hacer lo que se quiere, es decir, existen situaciones en las que el funcionamiento deseado está fuera del rango de capacidad inicial del activo físico.

### **4.3.3. Efectos de fallas**

Los efectos de la falla describen qué pasa cuando se materializa un modo de falla (Moubray, 1991).

Según J. Moubray, la descripción de los efectos de falla debe incluir toda la información necesaria para ayudar en la evaluación de consecuencias de las fallas, por eso al describir un efecto de falla se debe tener en cuenta las evidencias de que se ha producido una falla, las maneras en que la falla supone una amenaza para la seguridad y el medio ambiente, los daños físicos causados por la falla y las maneras en la que la falla afecta a la producción o a las operaciones.

Los efectos de falla se miden mediante la evaluación de su impacto sobre la organización y los activos físicos y la función principal de mantenimiento es atenuar o eliminar estos efectos mediante la utilización de herramientas básicas o avanzadas, con las operaciones, las tácticas y la estrategia integral de mantenimiento.

#### 4.3.4. Consecuencias de falla

Los efectos de falla describen qué sucede cuando se materializa un modo de falla, mientras que las consecuencias describen cómo y cuánto importa. (Moubray, 1991).

La naturaleza y gravedad de los efectos de falla definen las consecuencias de falla, las cuales deben ser reducidas por tareas de mantenimiento. La tarea merece la pena si reduce las consecuencias del modo de falla asociado a un grado tal que justifique los costos directos e indirectos de hacerla. Existen ciertos criterios utilizados para evaluar las consecuencias de la falla y así decidir si es factible realizar alguna tarea de mantenimiento. Moubray divide a estas consecuencias en cuatro categorías:

##### 4.3.4.1. Consecuencias de fallas ocultas

Una función oculta es aquella cuya falla no se hará evidente a los operarios bajo circunstancias normales, si se produce por sí sola (Moubray, 1991).

El objetivo de un plan de mantenimiento para una función oculta es prevenir la falla múltiple asociada, o al menos reducir las probabilidades de que ocurra. Para modos de fallas ocultas es factible realizar una tarea de mantenimiento si asegura la disponibilidad necesaria para reducir la probabilidad de una falla múltiple a un nivel tolerable.

Tabla 10. Ejemplo de consecuencia de fallas ocultas

Equipo	Detalle
Empaquetadora	- Falla control de temperatura en empaquetadora, alarma dada por el sensor de temperatura

Fuente: Elaboración propia.

##### 4.3.4.2. Consecuencias ambientales y para la seguridad

Un modo de falla tiene consecuencias ambientales si causa una pérdida de función u otros daños que pudieran conducir a la infracción de cualquier normativa o reglamento ambiental conocido, para estos modos de falla solo es factible realizar tareas de mantenimiento si reduce la probabilidad de falla a un nivel bajo.

Tabla 11. Ejemplo de consecuencias para la seguridad

Equipo	Detalle
--------	---------

Llenadora	- Falla en sensores de seguridad de puerta generan que equipo no pare cuando tenga las puertas abiertas.
-----------	--

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.4.3. Consecuencias operacionales

Un modo de falla tiene consecuencias operacionales si tiene un efecto adverso sobre la capacidad operacional. Para estos modos de falla vale la pena realizar tareas de mantenimiento si a lo largo de un periodo de tiempo, cuesta menos que el costo de las consecuencias operacionales más el costo de reparar la falla que pretende evitar.

Tabla 12. Ejemplo de consecuencias operacionales

Equipo	Detalle
Enjuagador de botellas o Rinser	- Se rompe cadena porta gripers de rinser

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.4.4. Consecuencias no operacionales

Las consecuencias de una falla evidente que no ejerce ningún efecto para la seguridad, medio ambiente o la capacidad operacional son clasificadas como no operacionales. Para modos de falla con consecuencias no operacionales es posible realizar tareas de mantenimiento, si en un periodo de tiempo, cuesta menos que el costo de reparar las fallas que pretende prevenir.

Tabla 13. Ejemplo de consecuencias no operacionales

Equipo	Detalle
Tablero Neumático	- Falla bombilla de torreta de control neumático

Fuente: Elaboración propia

## **Capítulo 5**

### **Implantación del PMO en Planta Industrial**

#### **5.1. Desarrollo de la implantación del PMO**

Implantar el PMO en el área de mantenimiento implicó formar un equipo multidisciplinario de trabajo, el cual se seleccionó observando una matriz denominada matriz de multifuncionalidad básica, ésta se elaboró evaluando a cada uno de los técnicos del área, separándolos en grupos por especialidad:

- Técnicos Mecánicos
- Técnicos Electricistas
- Técnico de automatización
- Técnico de refrigeración
- Técnico de instrumentación

La evaluación continuó identificando las funciones significativas de los equipos críticos pertenecientes a la línea 2 PET como lo indica la tabla catorce.

Tabla 14. Funciones significativas de llenadora – línea 2 PET

<b>LLENADORA</b>	
<b>1</b>	<b>Conocer sistema de transmisión de llenadora</b>
<b>2</b>	<b>Conocer el ciclo de llenado</b>
<b>3</b>	<b>Verificación de pista de elevación de órganos elevadores</b>
<b>4</b>	<b>Verificación de pista de bajada de órganos elevadores</b>
<b>5</b>	<b>Verificación de pista de apertura y cierre de válvulas</b>
<b>6</b>	<b>Calibración de boyas</b>

Fuente: Elaboración propia

El paso final de la elaboración de dicha matriz fue la preparación de un archivo Excel que se muestra en la tabla dieciséis, en donde se observa las funciones significativas de los equipos críticos, actividades rutinarias de taller y principales actividades de refrigeración versus los integrantes del equipo de mantenimiento, especificando su antigüedad en la compañía.

La evaluación finaliza asignándole a cada miembro del equipo un número perteneciente a la siguiente ponderación:

Tabla 15. Ponderación para matriz de multifuncionalidad básica

4	Ejecuta con competencia y a su vez tiene la capacidad de transmitir conocimiento y entrenar a otras personas sobre como ejecutar dicha actividad
3	Puede ejecutar sin supervision, se considera competente en la ejecución
2	Puede ejecutar dicha actividad con apoyo de personal de mayor experiencia o bajo supervision
1	Cuenta con el conocimiento teorico, pero no ejecuta la actividad
NA	Funcionario no tiene conocimiento o dicha tarea no es aplicable por su especialidad

Fuente: Elaboración propia

De esa manera se logró obtener a los técnicos calificados para designar roles y actividades específicas en el desarrollo de la implantación del PMO.

### 5.1.1. Paso 1: Recopilación de tareas

En este primer paso se recopiló la información del programa de mantenimiento existente, y se encontró con un plan de mantenimiento informal es decir presentaba inspecciones de ruta incompletas y planes de mantenimiento preventivos no actualizados.

El área de planificación maneja un archivo Excel en el cual programa las actividades preventivas mensuales, pero se encontró con tareas repetitivas o tareas inexistentes que hacían del plan un plan deficiente. La ilustración 51 muestra una falla mecánica de llenadora extraída del histórico de fallas ubicado en el anexo A, el detalle de la falla hace referencia a problemas con válvulas de llenado, las cuales siendo nuevas fallan. Al revisar el plan de mantenimiento, no existía actividad preventiva alguna para dicha actividad.

Naturaleza	Máquina	Inicio de Paro	Fin de Paro	Tiempo Paro en minutos	Tip	Descripción	Detalle
MECANICOS	Llenadora	08:45	09:05	20	Falla	Falla Mecánica	Problemas con valvulas de llenado, no llenan nada de bebida, estas valvulas de llenado son nuevas. Se seca taza de llenadora para cambiar valvulas Nº02,06,11.

Ilustración 53. Extracto de histórico de fallas.

Fuente: Datos de la empresa.



Tabla 17. Matriz de multifuncionalidad básica para técnicos mecánicos continuación

		Técnicos Mecánicos										Téc. Refrigeración	
Nombre		Técnico 1	Técnico 2	Técnico 3	Técnico 4	Técnico 5	Técnico 6	Técnico 7	Técnico 8	Técnico 10			
Objetivo		21 años	14 años	12 años	21 años	21 años	19 años	14 años	1 año	4 años	Actual	Esperado	
4	Ejecuta con competencia y a su vez tiene la capacidad de transmitir conocimiento y entrenar a otras personas sobre como puede ejecutar sin supervisión, se considera competente en la ejecución	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	
3	Puede ejecutar dicha actividad con apoyo de personal de mayor experiencia o bajo supervisión	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	
2	Cuenta con el conocimiento teórico, pero no ejecuta la actividad	2	2	2	2	2	2	2	2	2	NA	NA	
1	Funcionario no tiene conocimiento o dicha tarea no es aplicable por su especialidad	4	4	4	4	4	4	4	4	4	NA	NA	
NA													
<b>EMPAQUETADORA</b>													
1	Mantenimiento de sistema de corte de film	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
2	Sistema neumático de templado de film	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
3	Mantenimiento de sistema de cadenas unifilares	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
4	Mantenimiento de pantógrafo de entrada y salida	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
5	Mantenimiento de sistema de distribución de aire en el horno	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
<b>REFRIGERACIÓN</b>													
<b>EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO</b>													
1	Mantenimiento preventivo de aire acondicionado	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
2	Inspección de ruta de aire acondicionado	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
<b>EQUIPOS DE ENFRIAMIENTO</b>													
1	Inspección de contenedores (reefers)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
2	Mantenimiento de chillers	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
3	Mantenimiento de torres de enfriamiento	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
4	Mantenimiento de condensadores evaporativos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
<b>TRABAJOS DETALLER</b>													
<b>SOLDADURA</b>													
1	Oxicorte	NA	NA	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
2	Corte con plasma	NA	NA	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
3	Trabajos en torno	NA	NA	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
4	Trabajos en esmeril	NA	NA	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
5	Soldadura oxiacetilénica	NA	NA	4	4	3	3	2	2	2	2	2	
6	Soldadura acero inoxidable	NA	NA	4	4	3	3	2	2	2	2	2	

### 5.1.2. Paso 2: AMEF

Para realizar la matriz de análisis de modos de falla (AMEF), primero se identifica las fallas más repetitivas en el tiempo analizado, desde enero del año dos mil dieciséis hasta marzo del año dos mil diecisiete, y también aquellas fallas que significaron un tiempo de parada muy grande en la línea 2 PET que es la seleccionada para realizar el estudio.

A continuación, se muestran los subsistemas donde se presentan las fallas de cada una de las seis máquinas críticas pertenecientes a la línea 2 PET, es decir:

- Etiquetadora
- Transportador de botellas vacías
- Rinser
- Llenadora
- Capsuladora
- Empaquetadora

Se utiliza el principio de Pareto, el cual nos permite organizar los datos de forma descendente de izquierda a derecha y separados por barras. Las fallas fueron divididas para un mejor análisis en mecánicas y eléctricas; posteriormente se analizarán los:

- Modos de falla
- Efectos de falla
- Consecuencias de falla

### Fallas Mecánicas

#### a. Etiquetadora

Tabla 18. Histórico de fallas mecánicas de etiquetadora

<b>ETIQUETADORA</b>			
<b>Detalle</b>	<b>Tiempo (min)</b>	<b>%</b>	<b>%Acumulado</b>
<b>Tambor de vacío</b>	766	42%	42%
<b>Rodillo encolador</b>	284	15%	57%
<b>Regulación de parámetros</b>	225	12%	70%
<b>Tubería superior de máquina</b>	139	8%	77%
<b>Raspador de cola</b>	129	7%	84%
<b>Tornamesa</b>	120	7%	91%
<b>Sistema de vacío</b>	111	6%	97%
<b>Faja de transmisión</b>	43	2%	99%
<b>Brazo danzante</b>	12	1%	100%
<b>Filtro de cola</b>	5	0%	100%

Fuente: Elaboración propia

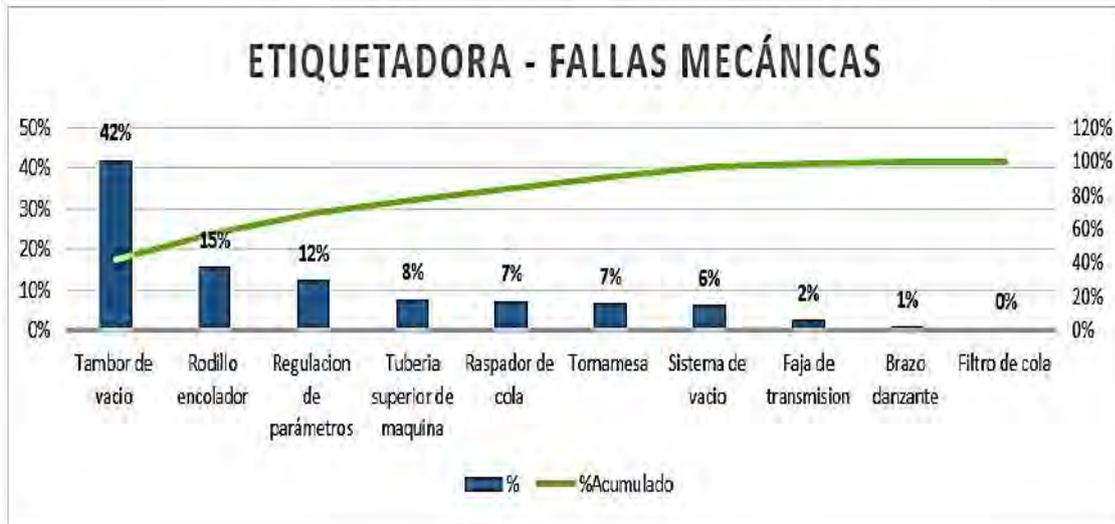


Ilustración 54. Fallas mecánicas de etiquetadora.  
Fuente: Datos de la empresa.

**b. Transportador de botellas vacías**

Tabla 19. Histórico de fallas mecánicas de transportador de botellas vacías

TRANSPORTADOR DE BOTELLAS VACÍAS			
Detalle	Tiempo (min)	%	%Acumulado
Desnivel de trp de ingreso a rinser	79	55%	55%
Regulación de altura	30	21%	76%
Chumacera de trp de ingreso a rinser	18	13%	89%
Cadena de trp de ingreso a rinser	16	11%	100%

Fuente: Elaboración propia.

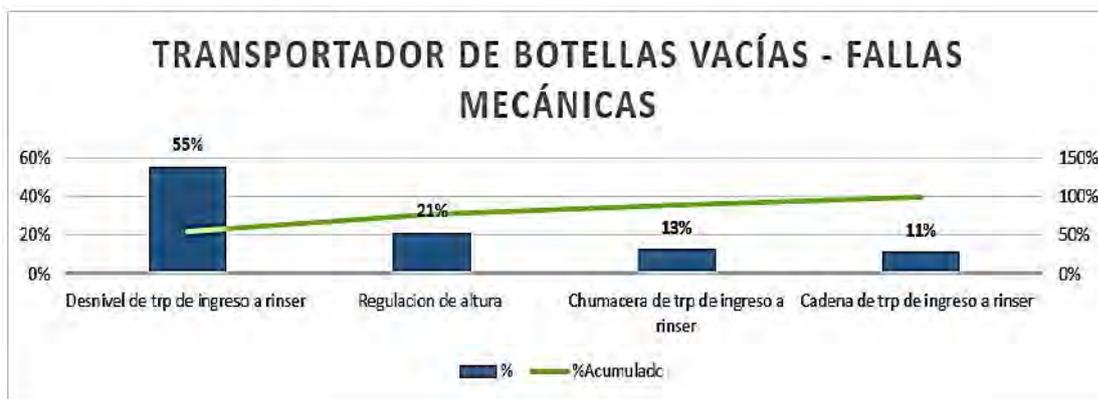


Ilustración 55. Fallas mecánicas de transportador de botellas vacías.  
Fuente: Datos de la empresa.

### c. Rinser o enjuagador de botellas

Tabla 20. Histórico de fallas mecánicas de rinser

RINSER / ENJUAGADOR DE BOTELLAS			
Detalle	Tiempo (min)	%	%Acumulado
Cadena porta gripers	465	67%	67%
Tambores	106	15%	82%
Guías laterales de salida de rinser	55	8%	90%
Regulaciones de sincronismo de rinser	32	5%	95%
Motoreductor	28	4%	99%
Platos giratorios	8	1%	100%

Fuente: Elaboración propia.

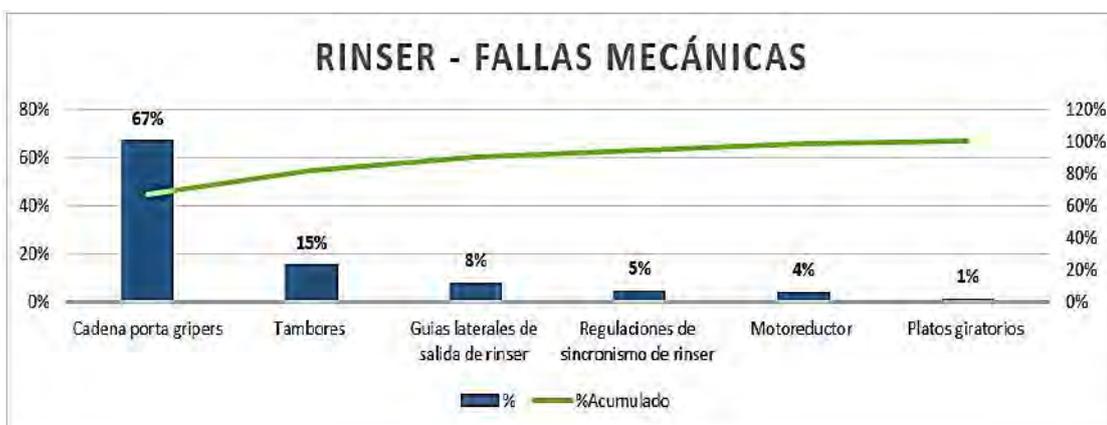


Ilustración 56. Fallas mecánicas de rinser.

Fuente: Datos de la empresa.

### d. Llenadora

Tabla 21. Histórico de fallas mecánicas de llenadora

LLENADORA			
Detalle	Tiempo (min)	%	%Acumulado
Valvula reguladora de aire	224	32%	32%
Panel neumatico	192	27%	59%
Organos elevadores	84	12%	71%
Boyas de desaireacion	79	11%	82%
Taza llenadora	56	8%	90%
Dosificador de tapa	36	5%	95%
Valvula de desaireacion	15	2%	98%
Motor principal	10	1%	99%
Mariposas	7	1%	100%

Fuente: Elaboración propia.

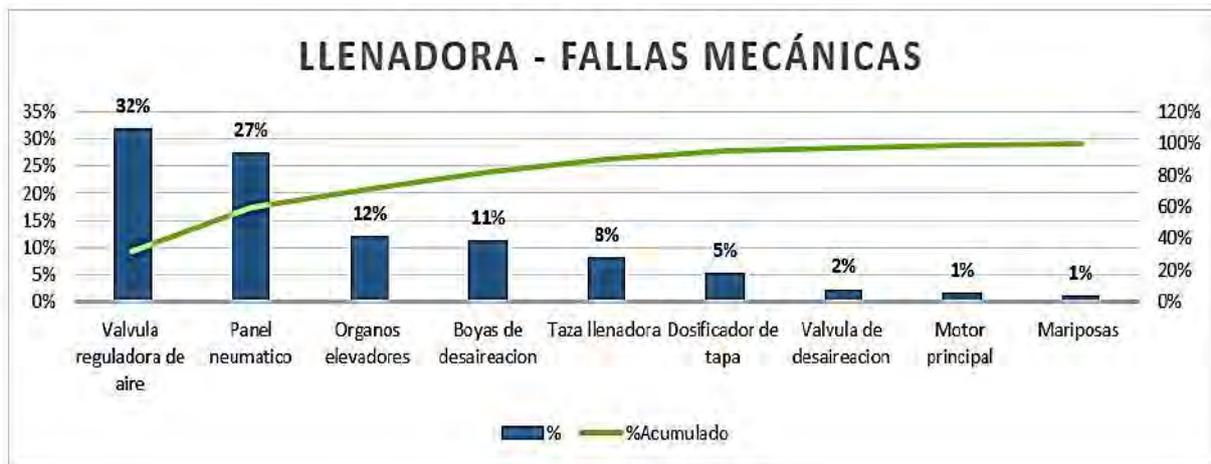


Ilustración 57. Fallas mecánicas de llenadora.

Fuente: Datos de la empresa.

### e. Capsuladora

Tabla 22. Histórico de fallas mecánicas de capsuladora

<b>CAPSULADORA</b>			
Detalle	Tiempo (min)	%	%Acumulado
Tornillo sin fin	644	30%	30%
Cabezales	320	15%	44%
Disco repartidor de tapas	319	15%	59%
Carril de tapas	273	13%	72%
Valvula neumática	232	11%	82%
Palanca dosificadora	174	8%	90%
Plato porta griper	85	4%	94%
Resorte activador de tapa	54	2%	97%
Sensor actuador de tapa	27	1%	98%
Eje central de capsuladora	26	1%	99%
Estrella de ingreso	14	1%	100%
Guia periferica	8	0%	100%

Fuente: Elaboración propia.

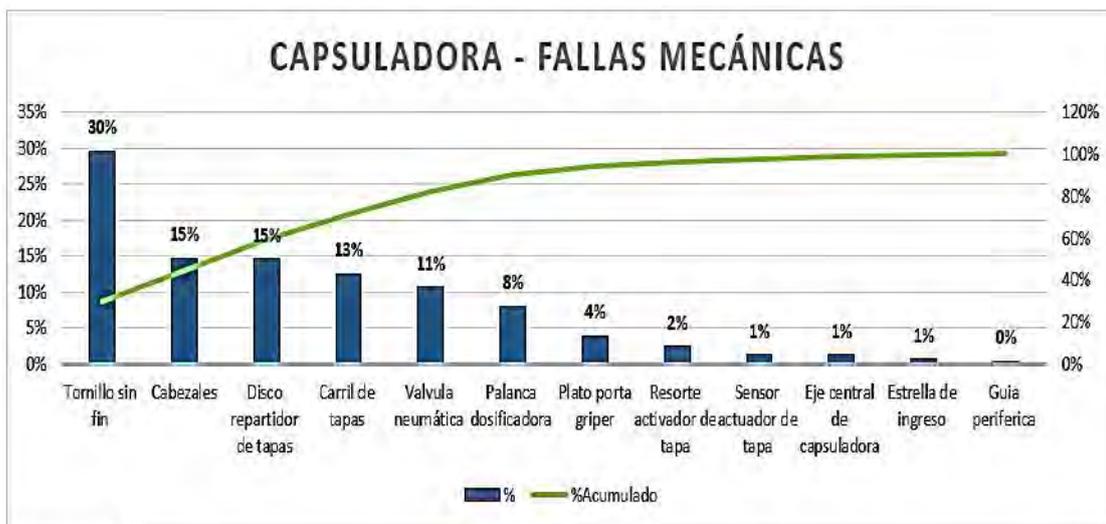


Ilustración 58. Fallas mecánicas de capsuladora.  
Fuente: Datos de la empresa.

## f. Empaquetadora

Tabla 23. Histórico de fallas mecánicas de empaquetadora

EMPAQUETADORA			
Detalle	Tiempo (min)	%	%Acumulado
Sistema de corte	854	38%	38%
Placas de transferencia	557	24%	62%
Barras formadoras	215	9%	71%
Carril de capsuladora	157	7%	78%
Pistón de portabobina de film	121	5%	84%
Regulación de parámetros	56	2%	86%
Mesa formadora	52	2%	88%
Carril de tapas	48	2%	91%
Rodillo de goma	48	2%	93%
Dedos separadores	45	2%	95%
Faja de subida de film	38	2%	96%
Horno	29	1%	98%
Faja formadora	24	1%	99%
Ventilador de horno	20	1%	99%
Faja transportadora	12	1%	100%

Fuente: Elaboración propia.

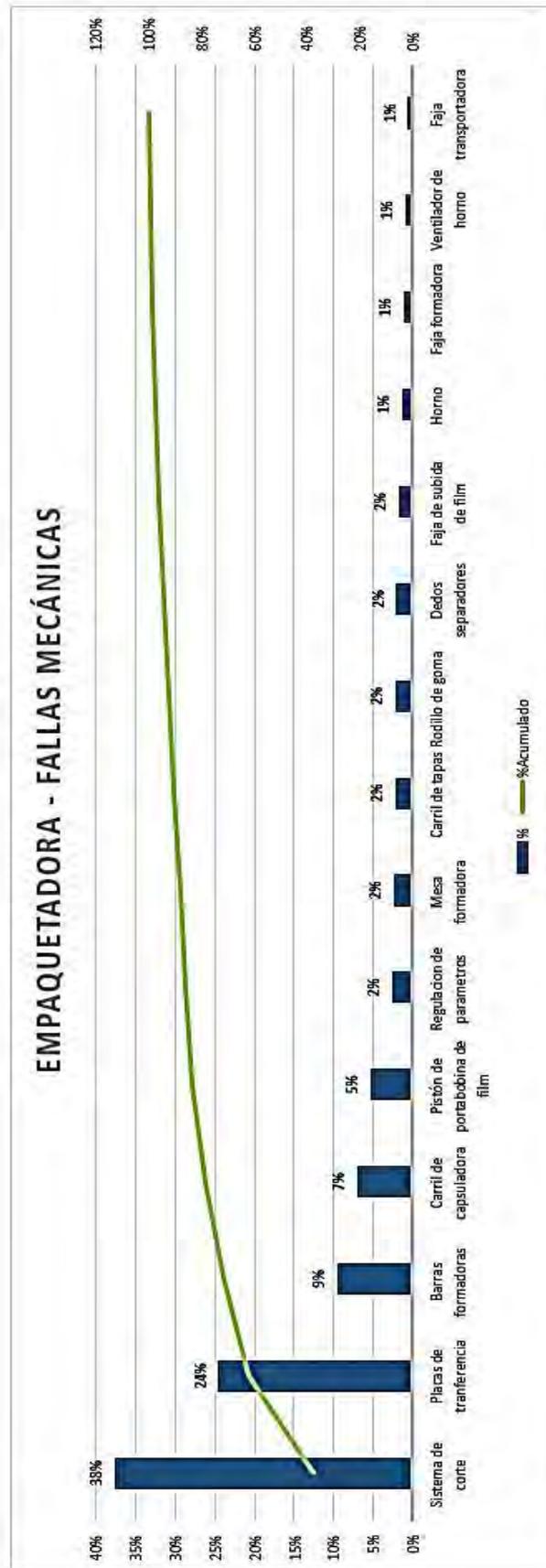


Ilustración 59. Fallas mecánicas de empaquetadora.  
 Fuente: Datos de la empresa.

## Fallas Eléctricas

### a. Etiquetadora

Tabla 24. Histórico de fallas eléctricas de etiquetadora

ETIQUETADORA			
Detalle	Tiempo (min)	%	%Acumulado
Brazo danzante	297	64%	64%
Plato portarrollo	51	11%	75%
Sistema de cola	51	11%	86%
Rodillo encolador	26	6%	91%
PLC	20	4%	95%
Temperatura	16	3%	99%
IHM	5	1%	100%

Fuente: Elaboración propia.

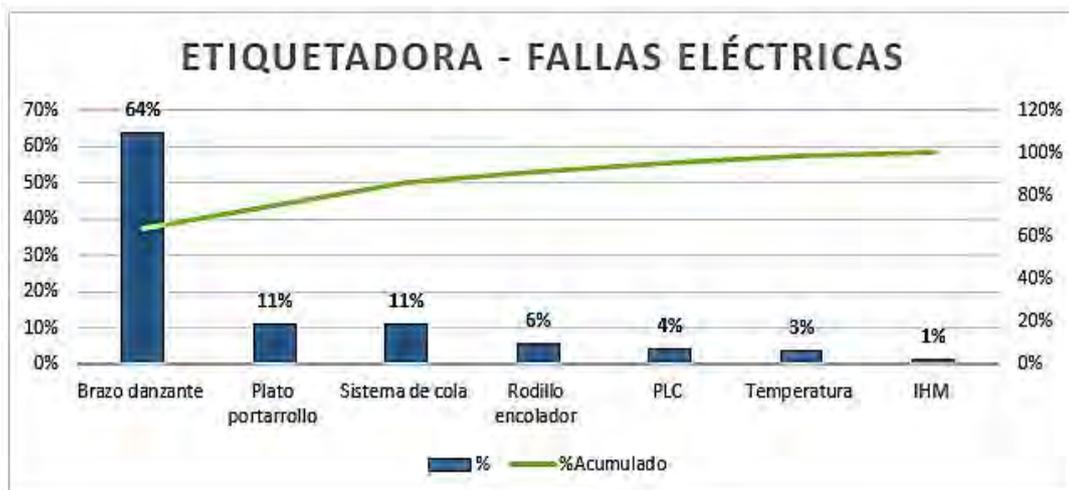


Ilustración 60. Fallas eléctricas de etiquetadora.

Fuente: Datos de la empresa.

## b. Transportador de botellas vacías

Tabla 25. Histórico de fallas eléctricas de transportador de botellas vacías

TRANSPORTADOR BOTELLAS VACIAS			
Detalle	Tiempo (min)	%	%Acumulado
Trp ingreso y salida	1353	71%	71%
Motor principal	175	9%	80%
Sopladores	135	7%	88%
Sensor de salida	88	5%	92%
Caída de tension	51	3%	95%
Sensor de acumulacion	51	3%	98%
Tablero electrico	46	2%	100%

Fuente: Elaboración propia.

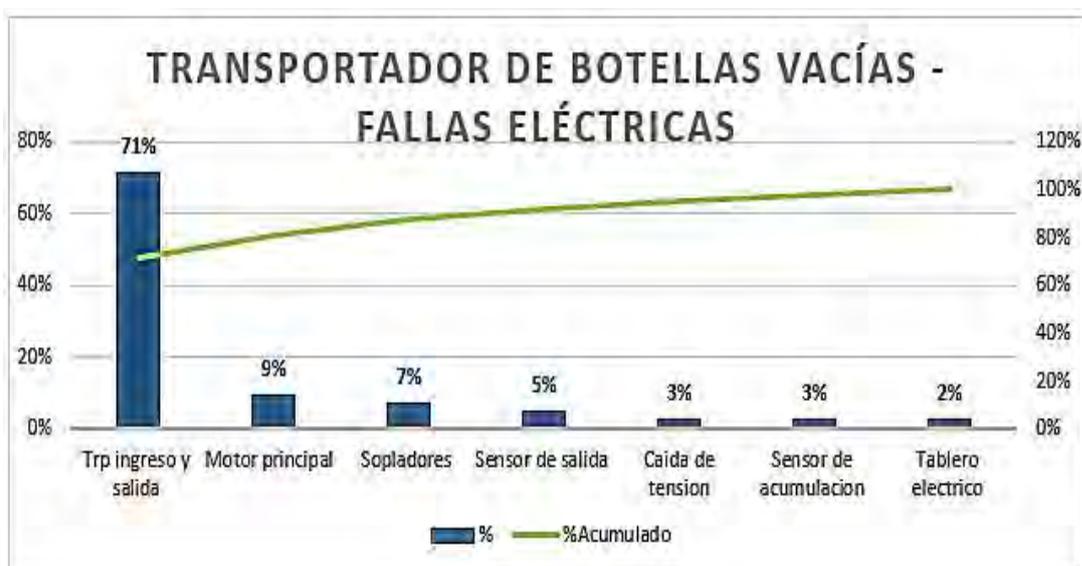


Ilustración 61. Fallas eléctricas de transportador de botellas vacías.  
Fuente: Datos de la empresa.

## c. Rinser o enjuagador de botellas

Tabla 26. Histórico de fallas eléctricas de rinser

RINSER			
Detalle	Tiempo (min)	%	%Acumulado
Trp entrada y salida	808	56%	56%
Sensor de salida	354	24%	80%
Ozonizador	178	12%	93%
Tablero electrico	108	7%	100%

Fuente: Elaboración propia.

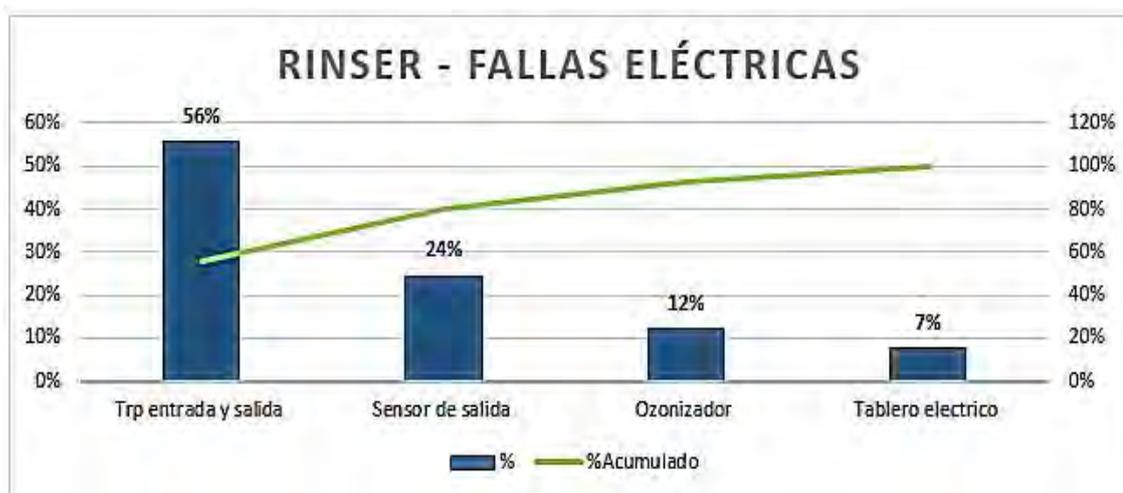


Ilustración 62. Fallas eléctricas de rinser.  
Fuente: Datos de la empresa.

#### d. Llenadora

Tabla 27. Histórico de fallas eléctricas de llenadora

LLENADORA			
Detalle	Tiempo (min)	%	%Acumulado
Tablero electrico	307	69%	69%
Sensor de seguridad de puertas	56	13%	82%
Sensor de aire previo	48	11%	92%
Alarma baja concentracion de ozono	24	5%	98%
Sensor de acumulacion	10	2%	100%

Fuente: Elaboración propia.

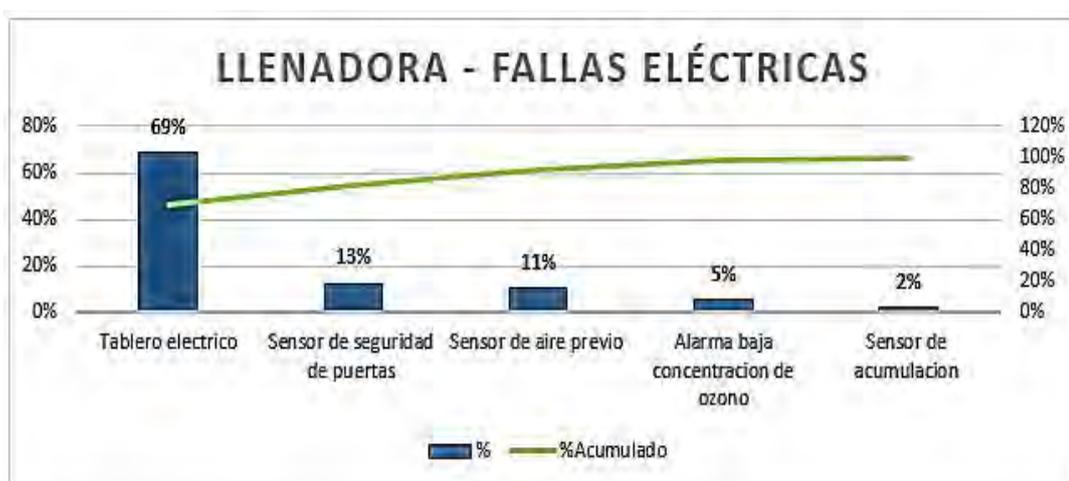


Ilustración 63. Fallas eléctricas de llenadora.  
Fuente: Datos de la empresa.

### e. Capsuladora

Tabla 28. Histórico de fallas eléctricas de capsuladora

CAPSULADORA			
Detalle	Tiempo (min)	%	%Acumulado
Disco de tapa	225	43%	43%
Sensor de carril de tapas	158	30%	73%
Sensor tolva de tapas	82	16%	88%
Trp ingreso y salida	61	12%	100%

Fuente: Elaboración propia.

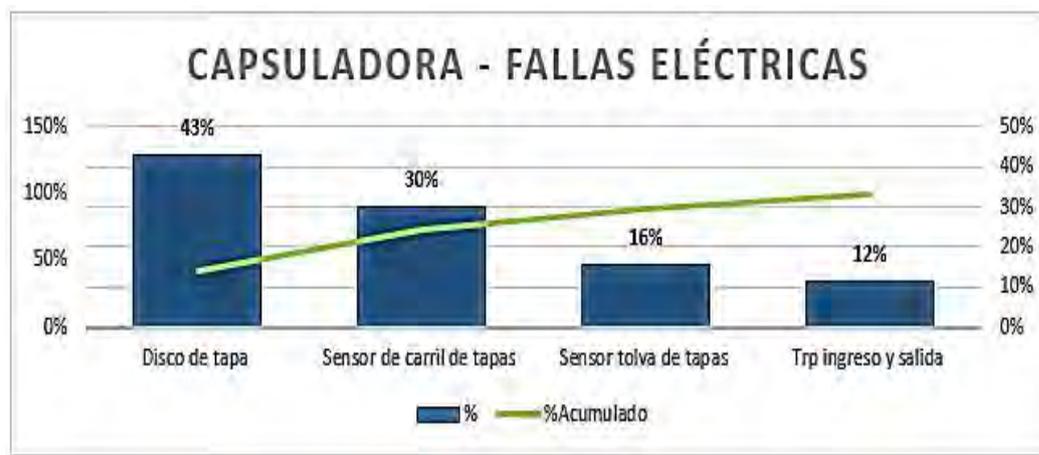


Ilustración 64. Fallas eléctricas de capsuladora.

Fuente: Datos de la empresa.

### f. Empaquetadora

Tabla 29. Histórico de fallas eléctricas de empaquetadora

EMPAQUETADORA			
Detalle	Tiempo (min)	%	%Acumulado
Sistema de corte	509	47%	47%
Sistema de separacion (dedos)	243	22%	69%
Horno	226	21%	90%
IHM	64	6%	96%
Tablero electrico	30	3%	99%
Lámpara	11	1%	100%

Fuente: Elaboración propia.

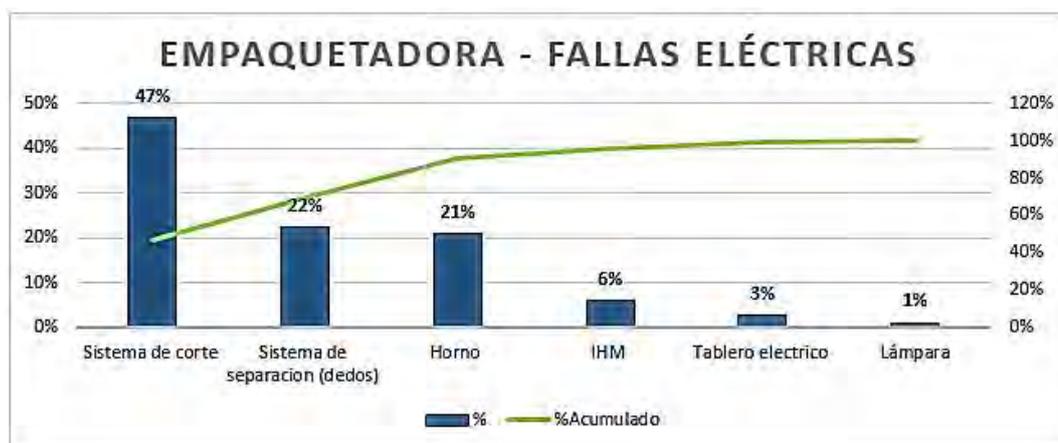


Ilustración 65. Fallas eléctricas empaquetadora  
Fuente: Datos de la empresa.

### 5.1.3. Paso 3: Racionalización y revisión del análisis de modos de falla

En este paso el equipo multidisciplinario de mantenimiento y operación revisó cada uno de los resultados de análisis de modos de falla y agregó aquellos modos de falla faltantes. Se elaboró una lista de modos de falla basándonos en el histórico de fallas de equipos encontrado en el anexo A. Cuando la información se ordenó con base en modos de falla, se hizo mucho más fácil la identificación de tareas duplicadas dentro del plan de mantenimiento existente:

#### 5.1.3.1. Etiquetadora

Tabla 30. Análisis de modo y efecto de falla etiquetadora

Equipo	Sub-Equipo	Falla Funcional	Modo de Falla	Efecto de Falla
ETIQUETADORA	BRAZO DANZANTE	Pérdida de marca de registro	Ocurre problema en conductor eléctrico de pistón de brazo. Falla potenciómetro de brazo danzante.	Falsa señal hace que brazo no tense bien y etiqueta sale desnivelada.
	INTERFAZ HOMBRE MÁQUINA	Se apaga IHM intempestivamente	Salta llave termomagnética por constante caída de tensión lo que ocasiona que se apague IHM en plena producción.	Máquina queda inoperativa.
	TERMOCUPLA	Problema de temperatura en etiquetadora	Termocupla de control de temperatura defectuosa	Desabastecimiento de envase etiquetado.
	PLATO PORTARROLLO	Falla controlador neumático de freno plato portarrollo	Regulaciones de controlador electrónico.	Plato portarrollos deja de girar y máquina deja de funcionar.
	CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE	Bloqueo en controlador lógico programable	Falla en mainboard de PLC, se encuentran circuitos quemados y componentes en mal estado.	PLC no responde a ninguna señal, se resetea.
	SISTEMA DE COLA	Falla en sistema de cola	Mala calibración de sistema de calentamiento (control de temperatura).	No sube cola a rodillo encolador.
	RODILLO ENCOLADOR	Falla en rodillo encolador	Se sube temperatura en rodillo encolador.	Limpieza de termocupla.

Fuente: Elaboración propia.

### 5.1.3.2. Transportador de botellas vacías

Tabla 31. Análisis de modo y efecto de falla transportador de botellas vacías

Equipo	Sub-Equipo	Falla Funcional	Modo de Falla	Efecto de Falla	
TRANSPORTADOR DE BOTELLAS VACÍAS	TRANSPORTADOR ENTRADA Y SALIDA	Se apaga transportador intempestivamente Regulación de velocidades	Desincronismo de velocidades en las diferentes máquinas de la línea de producción. Se activó variador por sobrecorriente. Motor quemado por sobrecorriente. Voltaje demasiado bajo debido a la caída de tensión	<ul style="list-style-type: none"> <li>_ Traba de botella a la entrada de rinser, lo que ocasiona la rotura de la cadena portagripers, deformación de guías laterales y el desalineamiento de tambores.</li> <li>_ Traba de botella al ingreso de la máquina llenadora.</li> </ul>	
	SOPLADORES	Se apaga motor soplador	Voltaje demasiado bajo debido a la caída de tensión Se presenta alarma en el variador de frecuencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>_ Traba de botella a la entrada de rinser, lo que ocasiona la rotura de la cadena portagripers, deformación de guías laterales y el desalineamiento de tambores.</li> <li>_ Traba de botella al ingreso de máquina llenadora.</li> </ul>	
	TABLERO ELÉCTRICO	Paradas continuas en transportador	Por caída de tensión se genera una alarma en los variadores que origina una parada de máquina		Traba de botella a la entrada de rinser, lo que ocasiona la rotura de la cadena portagripers, deformación de guías laterales y el desalineamiento de tambores.
		Se quema fuente de alimentación de panel de tablero electrico	Ocurre un corto circuito en tablero eléctrico que origina una parada de máquina		<ul style="list-style-type: none"> <li>_ Traba de botella a la entrada de rinser, lo que ocasiona la rotura de la cadena portagripers, deformación de guías laterales y el desalineamiento de tambores.</li> <li>_ Traba de botella al ingreso de máquina llenadora.</li> </ul>
SENSOR DESALIDA	Falla en sensor de salida	Paradas continuas de transportador ocasiona que se demora mucho tiempo en levantar velocidad de máquina Mala regulación de sensibilidad de sensor, reflex de sensor no se encuentra alineado se rompen cables eléctricos de sensor		<ul style="list-style-type: none"> <li>_ Traba de botella a la entrada de rinser, lo que ocasiona la rotura de la cadena portagripers, deformación de guías laterales y el desalineamiento de tambores.</li> <li>_ Traba de botella al ingreso de máquina llenadora.</li> <li>sensor no actua en alta velocidad</li> </ul>	

Fuente: Elaboración propia.

### 5.1.3.3. Rinser o enjuagador de botellas

Tabla 32. Análisis de modo y efecto de falla rinser

Equipo	Sub-Equipo	Falla Funcional	Modo de Falla	Efecto de Falla
RINSER	TABLERO ELÉCTRICO	Falla tablero eléctrico de rinser	Cables de alimentación a sensores en corto circuito. -Corte de energía activa llave termomagnética de control de mando.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Traba de botella en transportador de ingreso a máquina llenadora lo que origina caída de botella en mesa de carga.</li> <li>-Traba de botella en máquina etiquetadora.</li> <li>-Acumulación y traba de botella en entrada y salida de rinser, lo que puede originar la ruptura de cadena portagripers, la deformación de las guías laterales y el desalineamiento de tambores.</li> </ul>
		Falla en sistema neumatico de apertura de válvulas.	Bobina se quema ya que excede su vida útil.	Para sistema de ozonizacion.
	OSONIZADOR Y OSMOSIS INVERSA	Falla bomba de envio de agua ozonizada.	Sobrecorriente en el sistema.	Salta termico de bomba.

Fuente: Elaboración propia.

## 5.1.3.4. Llenadora

Tabla 33. Análisis de modo y efecto de falla llenadora

Equipo	Sub-Equipo	Falla Funcional	Modo de Falla	Efecto de Falla
<b>LLENADORA</b>	<b>TABLERO ELÉCTRICO</b>	<b>Máquina llenadora se apaga intempestivamente</b>	Cables de alimentación a sensores en corto circuito Corte de energía activa llave termomagnética de control de mando	Traba de botella en transportador de ingreso a máquina llenadora lo que origina caída de botella en mesa de carga -Traba de botella en máquina etiquetadora -Acumulación y Traba de botella en entrada y salida de rinsers, lo que puede originar la ruptura de cadena portagripers, la deformación de las guías laterales y el desalineamiento de tambores.
	<b>SENSORES DE SEGURIDAD DE PUERTAS</b>	<b>Máquina llenadora no acciona</b>	Sensor de seguridad de puertas deteriorado Puertas de seguridad no se encuentran bien cerradas, lo que origina que el sensor de seguridad no detecte la señal Sensor de seguridad de puertas sucio	Traba de botella en transportador de ingreso a máquina llenadora lo que origina caída de botella en mesa de carga. -Traba de botella en máquina etiquetadora. -Acumulación y traba de botella en entrada y salida de rinsers, lo que puede originar la ruptura de cadena portagripers, la deformación de las guías laterales y el desalineamiento de tambores.
	<b>MOTOR PRINCIPAL</b>	<b>Máquina llenadora no acciona a velocidad normal</b>	La fajas de motor principal no se encuentran bien templadas	Traba de botella en transportador de ingreso a máquina llenadora lo que origina caída de botella en mesa de carga -Traba de botella en máquina etiquetadora -Acumulación y traba de botella en entrada y salida de rinsers, lo que puede originar la ruptura de
	<b>BOYAS DE DESAIREACIÓN</b>	<b>Boya de desaireación no actúa</b>	Mala calibración de boya de desaireación es decir, no existe 20 mm entre válvula de aireación y	Taza de máquina llenadora se sobrellena. -Botellas salen bajo nivel de llenado
	<b>MARIPOSAS</b>	<b>Se rompe oring de mariposa</b>	Oring en mal estado o desgastados Poca o nula frecuencia de mantenimiento preventivo y autónomo	Las válvulas de desaireación permanecen abiertas ocasionando una pérdida de jarabe. -Las válvulas permanecen cerradas. En ambos casos se originan paradas de producción.
	<b>TAZA DE LLENADORA</b>	<b>Taza de llenadora se sobrellena</b>	Falla en sistema neumático Mala calibración de boya de desaireación es decir, no existe 20 mm entre válvula de aireación y	Botellas salen alto nivel de llenado, lo que genera espumeo en la bebida y esto ocasiona la disminución de velocidades de la máquina.
	<b>ORGANOS ELEVADORES</b>	<b>Máquina llenadora se frena constantemente</b>	Mal alineamiento de órganos elevadores Mala lubricación de pistas de subida y bajada de órganos elevadores	Botellas salen con bajo nivel de llenado
	<b>SENSOR DE AIRE PREVIO</b>	<b>Sensor de aire previo no detecta correctamente</b>	Mal alineamiento de reflex de sensor Reflex se encuentra opaco o con suciedad Rotura de cable de sensor de aire previo	Las válvulas de desaireación permanecen abiertas ocasionando una pérdida de jarabe. -Las válvulas permanecen cerradas. En ambos casos se originan paradas de producción.

Fuente: Elaboración propia.

### 5.1.3.5. Capsuladora

Tabla 34. Análisis de modo y efecto de falla capsuladora

Equipo	Sub-Equipo	Falla Funcional	Modo de Falla	Efecto de Falla
CAPSULADORA	DISCO DE TAPAS	Desabastecimiento de tapas del disco del capsulador	Variador malogrado	Constantes paradas en maquina
		Se activa termico de discos de tapa	Corte de energía general	Se resetea térmico
		Problemas de velocidad en variador	Motor trabaja en modo directo, sin usar el variador.	No se puede regular velocidad lo que ocasiona traba de tapas en el carril o desabastecimiento de tapas en el carril
		Disco de tapa no gira	Variador deteriorado y malogrado.	Problemas al arranque de máquina, ésta no actua, lo que ocasiona desabastecimiento de tapas
	SENSOR DE CARRIL DE TAPAS	Falla en sensor de carril de tapas	Mala regulación de sensibilidad del sensor.	Tapa invertida y traba de tapa con prescinto roto
	SENSOR DE TOLVA DE TAPAS	Falla en sensor de tolva de tapas	Sensor deteriorado no trabaja de forma automática.	Mala regulacion de altura de sensor lo que puede ocasionar un sobrellenado de la tolva de tapas o un desabastecimiento de tapas en tolva.
			Sobrellena de altura en tapa.	Mala regulacion de sensibilidad en sensor (aproximación).
	TRANSPORTADOR DE ENTRADA Y SALIDA	Regulacion de velocidades	Desincronismo de velocidades en las diferentes máquinas de la línea de producción.	Se regula velocidades en ihm de trp.

Fuente: Elaboración propia.

### 5.1.3.6. Empaquetadora

Tabla 35. Análisis de modo y efecto de falla empaquetadora

Equipo	Sub-Equipo	Falla Funcional	Modo de Falla	Efecto de Falla
EMPAQUETADORA	SISTEMA DE CORTE	Falla sistema de corte	Falla drive de sistema de corte.	Film termocontraible se traba en polin de goma.
			Mala regulacion de parámetros en IHM de	Problemas en el tamaño de corte de film termocontraible.
			Falla en encoder servomotor de sistema de corte.	Film termocontraible acumulado, se traba en polin de
	SISTEMA DE SEPARACION (DEDOS SEPARADORES)	Falla sistema de separacion	Falla en IHM	Desincronizacion de dedos separadores.
	HORNO	Se apaga motor de ventilacion de horno	Caida de voltaje.	Temperaturas elevadas en lado a y b de homo.
		Falla en termocupla	Mala calibración de control de temperatura	Baja temperatura durante producción ocasiona que film termocontraible no se adhiera al
	INTERFAZ HOMBRE MÁQUINA	Desconfiguracion de parametros en IHM	Mala regulacion de parámetros de IHM.	Se desconfiguran velocidades en ihm.
	TABLERO ELÉCTRICO	Falla tablero electrico de empaquetadora	Sobrecorriente en el sistema genera falla en tablero eléctrico.	Alarma por sobrecorriente.

Fuente: Elaboración propia.

### 5.1.4. Paso 4: Análisis funcional

En este paso se determinaron los parámetros de funcionamiento de los equipos a analizar para así tener mapeado cuándo una falla origina la pérdida de la función, es decir la pérdida de la confiabilidad del equipo. Este paso se realiza con el objetivo de lograr el aseguramiento de un programa de mantenimiento sólido y confiable.

### 5.1.4.1. Etiquetadora

Tabla 36. Análisis funcional etiquetadora

Equipo	Descripción de la Función	Parámetros Funcionales	Sub-Equipo	Descripción de la Función
ETIQUETADORA	Permite etiquetar de forma continua envases PET y es capaz de tener un correcto alineamiento de etiqueta plástica satisfaciendo el volumen de producción	<p>Presión de trabajo = 75 psi - 85 psi</p> <p>Requerimientos eléctricos: 440 VAC hasta 480 VAC -3 fases, 60 Hz, 12 kW</p>	BRAZO DANZANTE	Dispositivo encargado de tensar la etiqueta para evitar que esta tenga arrugas al momento preliminar del etiquetado.
			INTERFAZ HOMBRE MÁQUINA	Es un sistema que vuelve evidente las diferentes funcionalidades disponibles en un sistema de automatización y control. Permite que el usuario u operador del sistema de control interactúe con los procesos.
			TERMOCUPLA	Es un sensor de temperatura encargado de medir la temperatura dentro del horno de la máquina empaquetadora.
			PLATO PORTARROLLO	Plato metálico cuya finalidad es soportar el rollo de etiqueta mientras que éste gire al etiquetar las botellas.
			CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE	Dispositivo electrónico y programable por el usuario, controla procesos lógicos y secuenciales reemplaza la lógica de relés para el comando de motores, reemplaza temporizadores y contadores electromecánicos, detecta fallas y maneja alarmas.
			SISTEMA DE COLA	Sistema encargado del almacenamiento y entrega de cola a una temperatura dada por medio de una bomba.
			RODILLO ENCOLADOR	Las paletas encoladoras recubiertas de goma reciben una finísima capa de adhesivo a través del rodillo encolador, el cual es encargado de contener la cola.

Fuente: Elaboración propia.

### 5.1.4.2. Transportador de botellas vacías

Tabla 37. Análisis funcional transportador de botellas vacías

Equipo	Descripción de la Función	Parámetros Funcionales	Sub-Equipo	Descripción de la Función
TRANSPORTADOR DE BOTELLAS VACÍAS	Sostener del cuello a las botellas vacías y trasladarlas de manera rápida por medio de un sistema neumático conformado por mangueras que llevan el aire desde un soplador.	Potencia de soplador = 5 HP	TRANSPORTADOR ENTRADA Y SALIDA	Trasladar las botellas vacías que salen de la etiquetadora y entran al rinsen así como las que salen del rinsen y entran en la llenadora por medio de un sistema neumático conformado por mangueras que llevan el aire desde un soplador.
			SOPLADORES	Enviar aire en cantidad adecuada hacia los transportadores mediante un sistema neumático.
			TABLERO ELÉCTRICO	Permite distribuir la energía eléctrica de manera segura y eficiente, cuentan con barras y conectores metálicos que permiten conducir la corriente eléctrica a las diversas cargas del equipo, también cuenta con aislantes y cubiertas que permiten resguardar las partes energizadas, para así permitir la segura operación de seccionadores.
			SENSOR DE SALIDA	Dispositivo encargado de detectar la etiqueta desnivelada y enviar una alarma. Es un sensor fotoeléctrico tipo reflex el cual requiere de un componente emisor que genera la luz, y un componente receptor que percibe la luz generada por el emisor.

Fuente: Elaboración propia.

### 5.1.4.3. Rinser

Tabla 38. Análisis funcional rinser

Equipo	Descripción de la Función	Parámetros Funcionales	Sub-Equipo	Descripción de la Función
RINSER	Permite enjuagar las botellas antes de ser llenadas, pasan por toberas de agua las cuales lavan la superficie interna y externa de la botella PET.	Presión de trabajo = 38 psi - 41 psi  Presión de toberas = 15 Bar  Presión de agua >= 1.5 psi	TABLERO ELÉCTRICO	Permite distribuir la energía eléctrica de manera segura y eficiente, cuentan con barras y conectores metálicos que permiten conducir la corriente eléctrica a las diversas cargas del equipo, también cuenta con aislantes y cubiertas que permiten resguardar las partes energizadas, para así permitir la segura operación de seccionadores.
			OZONIZADOR Y OSMOSIS INVERSA	Convertir el agua tratada en agua ozmotizada y ozonizada, primero mediante un proceso de osmosis inversa usando, para esto, las tres primeras membranas las cuales al finalizar el proceso tienen una tubería que direccionará el agua hacia un tanque que se encuentra antes del ozonizador, en esta parte del proceso el agua está lista para ser llevada al equipo de enjuague de botellas o rinser. Cuando termina el proceso en el ozonizador el agua es almacenada en un tanque de contacto y estará lista para ser llevada a la sala de llenado.

Fuente: Elaboración propia.

### 5.1.4.4. Llenadora

Tabla 39. Análisis funcional llenadora

Equipo	Descripción de la Función	Parámetros Funcionales	Sub-Equipo	Descripción de la Función
LLENADORA	Introducir la bebida carbonatada y no carbonatada dentro del envase PET tan rápido como sea posible (entre 3 y 4 segundos aproximadamente) sin originar ningún daño al envase o a la bebida.	Numero de válvulas de llenado = 60 Capacidad de llenado = 6000 - 13800 BPH  Contrapresión = min: 4.9 bar - max: 5.3 bar P organos elevadores = min: 2.5 bar - max: 3 bar P trabajo = 4 bar  Formatos de botella = 500 ml, 625 ml, 1 1/2 L, 2 L, 3L, 750 ml, 225 ml	TABLERO ELÉCTRICO	Permite distribuir la energía eléctrica de manera segura y eficiente, cuentan con barras y conectores metálicos que permiten conducir la corriente eléctrica a las diversas cargas del equipo, también cuenta con aislantes y cubiertas que permiten resguardar las partes energizadas, para así permitir la segura operación de seccionadores.
			SENSORES DE SEGURIDAD DE PUERTAS	Detecta el cierre de las puertas de la máquina para que así pueda iniciar el proceso de llenado, en el caso de no detectar el cierre de las puertas, envía una alarma y la máquina llenadora no acciona
			MOTOR PRINCIPAL	Parte sistemática de la máquina capaz de hacer funcionar el sistema
			BOYAS DE DESAIREACIÓN	Indicar el nivel óptimo de bebida en la taza de la llenadora para tener un proceso continuo sin variaciones en nivel de llenado
			MARIPOSAS	Regular apertura y cierre de válvulas de llenado
			TAZA DE LLENADORA	Contener la bebida que formará parte del proceso de llenado a unas presiones establecidas
			ORGANOS ELEVADORES	Elevar el envase PET de una manera rápida para que éste quede presionado contra la válvula de llenado y genere un sello que evite la fuga de bebida. Los organos elevadores trabajan por medio de un principio neumático - mecánico, se elevan por medio de aire comprimido y descienden mecánicamente mediante una leva que hace descender un rodillo deslizante.
SENSOR DE AIRE PREVIO	Detectar el pico del envase PET e inmediatamente abrir las válvulas de llenado			

Fuente: Elaboración propia.

### 5.1.4.5. Capsuladora

Tabla 40. Análisis funcional capsuladora

Equipo	Descripción de la Función	Parámetros Funcionales	Sub-Equipo	Descripción de la Función
CAPSULADORA	Capsular o tapar el envase PET inmediatamente después que sale de la llenadora garantizando la calidad y esterilidad del producto.	<b>Presión de trabajo = 60 PSI</b> <b>Requerimientos eléctricos: 220V, 60 Hz</b> <b>Rango de la tapa: 18 – 70 mm/18 – 58 mm</b> <b>Potencia de motor = 15 000 hp</b> <b>Velocidad de producción = 300 - 400 bpm</b>	<b>DISCO DE TAPAS</b>	Parte de la máquina capsuladora donde llegan las tapas luego de ser almacenadas en la tolva de tapas. El disco presenta un orientador centrífugo encargado de guiar las tapas hacia el carril de manera que la tapa se asiente completamente sobre una de sus caras.
			<b>SENSOR DE CARRIL DE TAPAS</b>	Dispositivo que sirve para detectar los problemas que ocurren en el carril de tapas y enviar una alarma para así poder parar el flujo de tapas que ingresan a la máquina capsuladora.
			<b>SENSOR DE TOLVA DE TAPAS</b>	Dispositivo que sirve para detectar el nivel de llenado de tapas de la tolva, si existe un desabastecimiento o sobre llenado de tapas, el sensor avisará mediante una alarma sonora.
			<b>TRANSPORTADOR DE ENTRADA Y SALIDA</b>	Trasladar las botellas llenas que salen de la capsuladora medio de un transportador de tabillas.

Fuente: Elaboración propia.

### 5.1.4.6. Empaquetadora

Tabla 41. Análisis funcional empaquetadora

Equipo	Descripción de la Función	Parámetros Funcionales	Sub-Equipo	Descripción de la Función
EMPAQUETADORA	Empaquetar los envases PET con el uso de film termocontraíble, el cual envuelve una cantidad de envases dependiendo del SKU formando paquetes de producto terminado.	<b>Temperatura a la salida de horno=145°C</b>  <b>Temperatura a la entrada de horno=135°C</b>	<b>SISTEMA DE CORTE</b>	Sistema encargado de cortar la etiqueta a una medida determinada mediante una cuchilla de corte. Presenta un tambor de vacío el cual permite que la etiqueta quede pegada a sus paredes antes de pasar a etiquetar a la botella.
			<b>SISTEMA DE SEPARACION (DEDOS SEPARADORES)</b>	Separar las filas de botellas de acuerdo al SKU en producción. La separación ocurre antes de entrar al horno.
			<b>HORNO</b>	Encargado de calentar mediante resistencias eléctricas el film termocontraíble que envuelve el paquete resultante del proceso de producción.
			<b>TABLERO ELÉCTRICO</b>	Permite distribuir la energía eléctrica de manera segura y eficiente, cuentan con barras y conectores metálicos que permiten conducir la corriente eléctrica a las diversas cargas del equipo, también cuenta con aislantes y cubiertas que permiten resguardar las partes energizadas, para así permitir la segura operación de seccionadores.

Fuente: Elaboración propia.

### 5.1.5. Paso 5: Evaluación de competencias

Es en este paso que se decidió si las fallas son ocultas o evidentes, todas las fallas evidentes fueron sometidas a un análisis de riesgos y consecuencias.

En el anexo C se observa la matriz de análisis de modos y efectos de falla perteneciente a los equipos críticos de la línea 2 PET. Aquí se especifica el equipo en análisis, la descripción de la función de dicho equipo, parámetros funcionales, detalle del sub equipo y su respectiva descripción de la función, la falla funcional, el modo de falla, el efecto de falla, la consecuencia de la falla y la evaluación de consecuencias de falla (ocultas, seguridad, medio ambiente, operacionales y no operacionales).

### 5.1.6. Paso 6: Definición de la política de mantenimiento

En este paso cada modo de falla fue analizado bajo los principios básicos del RCM y se eliminaron del plan de mantenimiento aquellas tareas repetitivas que no aportaban beneficios.

En el anexo C, la matriz de análisis de modos y efectos de falla presenta dos columnas ubicadas a la derecha que indican la tarea recomendada, es decir la descripción y detalle de la tarea, éste último nos lleva a la ubicación del plan preventivo.



Ilustración 66 Menú de software de plan preventivo  
Fuente: Datos de la empresa.

En la Ilustración 66 aparece el menú del plan de mantenimiento preventivo en donde aparece el detalle de cada una de las tareas propuestas en la matriz AMEF, aquí se detallan frecuencias, especialidad del ejecutante, descripción de la rutina, el

detalle de cada una de las tareas necesarias para poder realizar dicha actividad, duración de la actividad en minutos, y un cronograma indicando fechas.

Este software está realizado en Excel y vinculado por botones con el nombre del área en mención como se observa en la Ilustración 66, ya que esta investigación se enfoca en la línea 2 PET, se debe entrar al botón de producción, paso seguido aparecerá un nuevo menú como indica la Ilustración 67, donde el área de producción se encuentra dividido en las tres líneas.

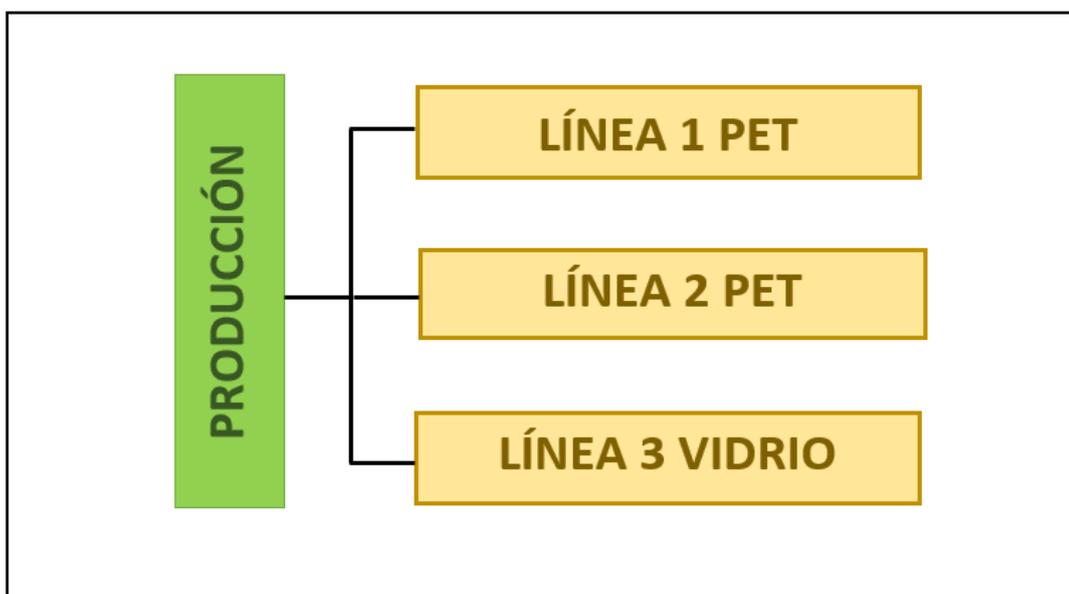


Ilustración 67. Menú de software  
Fuente: Datos de la empresa.

Al entrar a la línea 2 PET ya podemos visualizar el plan de mantenimiento preventivo donde podemos encontrar las actividades detalladas que se encuentran en la matriz AMEF. Este plan es detallado en el anexo D.

### 5.1.7. Paso 7: Agrupación y revisión

S. Turner, en su investigación “El Análisis de Mantenimiento del Futuro” explica que estos últimos tres pasos del proceso de implementación se enfocan en la revisión y corrección de lo anteriormente desarrollado.

En este paso, luego que las tareas previas terminaron, junto con el equipo multidisciplinario de trabajo conformado por diez técnicos mecánicos, ocho técnicos electricistas y tres planificadores, se pudo establecer un método para poder administrar el mantenimiento de los activos siempre teniendo en cuenta los limitantes del resto de áreas que conforman la planta de producción como son, el costo de mantenimiento, los planes de producción y planificación, el nivel de seguridad de planta, el área de compras entre otros.

Aquí dividimos responsabilidades entre operadores de producción y los especialistas de mantenimiento. A la parte operativa se le asignó el mantenimiento

autónomo de los equipos y a los especialistas de mantenimiento se les asignó el mantenimiento preventivo y parte del mantenimiento predictivo (inspecciones termográficas), la otra parte del mantenimiento predictivo (análisis de aceites y análisis vibracional) fue encargada a la una empresa especialista en el tema.

En el anexo B se explica el detalle de la implementación del mantenimiento autónomo. El primer paso fue escoger tres equipos pilotos, uno por cada línea de producción, con una evaluación previa, ya que la presente investigación está dedicada a la línea 2 PET, el equipo piloto elegido fue la empaquetadora.

El segundo paso fue elaborar los estándares de mantenimiento autónomo, en los cuales se detallan la criticidad de la actividad, el equipo y sub equipo, los estándares de actividad, el tipo de rutina, el tipo de herramientas, la acción ante desvío, el tiempo en minutos y la frecuencia que implica ejecutar el estándar. Existen tres plantillas para cada equipo. En la Ilustración B1 se muestra la plantilla del estándar de mantenimiento autónomo de limpieza, en la Ilustración B2 se muestra la plantilla del estándar de mantenimiento autónomo de lubricación, y en la Ilustración B3 se muestra la plantilla del estándar de mantenimiento autónomo de ajuste o reapriete.

El tercer paso fue elaborar los formatos de mantenimiento autónomo para cada una de las actividades que aparecen en el estándar. En la Ilustración B4 se muestra el formato de ajuste referido a la actividad de verificar apoyo de rodillos ranurados, en la parte superior se consideran datos básicos como país, planta, área, línea de producción, equipo, tipo de actividad, frecuencia, tiempo estimado, estado de equipo y fecha de revisión, también se consideran informaciones de seguridad, inocuidad y medio ambiente, así mismo el objetivo de la actividad y las herramientas e insumos necesarios para realizarla. En la parte inferior del formato se detalla el procedimiento con imágenes y una secuencia de pasos a seguir.

En la Ilustración B5 se muestra el formato de limpieza de cadena transportadora y separadores de botella detallando el tipo de detergente y en la Ilustración B6 se muestra el formato de lubricación del reductor principal de la cadena, detallando el tipo de aceite para la lubricación.

El último paso es la planificación y el cumplimiento del mantenimiento autónomo, ambas tareas están a cargo del área de producción.

#### **5.1.8. Paso 8 y 9: Aprobación e Implementación del programa dinámico**

Según Steve Turner el paso ocho y nueve son necesarios si se adquiere el software especial denominado PMO2000, el cual es una herramienta de mantenimiento industrial y análisis de fallos basada en Windows diseñada para:

- Definir los requisitos de mantenimiento de la planta
- Implementar un programa de crecimiento de la confiabilidad

PMO2000 proporciona al programa de mantenimiento, ya implementado y optimizado previamente, la lógica de análisis y la estrategia de gestión de activos. Se trata de un sistema de implementación rápido que puede utilizarse para desplegar el plan de mantenimiento preventivo de una planta industrial.

Este programa permite que, mientras se almacena de forma segura el plan de mantenimiento para los activos físicos de una planta, se envía electrónicamente en documentos fácilmente accesibles, así como también puede enlazar electrónicamente con el sistema para cargar automáticamente los planes de mantenimiento revisados.

Para que todas las funciones de PMO2000 puedan ocurrir correctamente, el usuario debe proporcionar plantillas de Excel que contengan los campos y las tablas requeridas. Una de las características del software es la facilidad con la que se pueden realizar los cambios de estrategia y las condiciones de funcionamiento

Las principales características del PMO2000 son las siguientes:

- Las interfaces de usuario están diseñadas para ser utilizadas por personal técnico.
- Las tres pantallas esenciales que se deben complementar para cada análisis de tareas son: análisis, aprobación e implementación y preparación completa, cada una de ellas puede protegerse con una contraseña mediante un protocolo de seguridad incorporado.
- El sistema puede ser utilizado y operado por muchas personas a la vez usando un sistema centralizado de base de datos y pantallas de análisis.
- Los trabajos derivados del análisis (como la redacción de procedimientos operativos o las modificaciones) se asigna a las personas durante el análisis a través del software.
- La optimización de mantenimiento preventivo se basa en el análisis de modos y efectos de falla, el cual es una característica que está incluida en el software PMO2000.
- Las tareas individuales se pueden asignar a varios horarios y frecuencias como mensuales, trimestral, semestral y anual. Los horarios de mantenimiento se pueden vincular a través de hipervínculos y funciones.
- Existe una amplia capacidad de generación de informes con el usuario capaz de decidir el tipo de informe y luego filtrar y ordenar qué y cómo se debe presentar la información.
- El software asegura las tres principales columnas para el mantenimiento basado en la condición, las condiciones que deben inspeccionarse, los límites de aceptabilidad y las medidas que deben adoptarse. (OMCS international, 2009)

La finalidad de este último paso es la implementación de este software luego de la optimización de todo el plan de mantenimiento preventivo presente en el área. Uno de los principales objetivos de este paso es el de crear una organización que busca continuamente su mejoramiento, para ello hay que crear conciencia de que es importante evaluar las garantías de todas las tareas y cada falla no planeada que se presente.

## 5.2. Resultados de la implantación del PMO

La implementación del PMO empezó a dar resultados y estos fueron evidentes al analizar la ineficiencia mecánica operacional de los meses de abril, mayo, junio y julio.

En la Ilustración 68 se observa el resultado diario y el acumulado mensual de eficiencias pertenecientes a la línea 2 PET en el mes de julio. Como ya se explicó en el capítulo cuatro el área de producción maneja dos eficiencias, la de producción propiamente dicha y la eficiencia pagada, ambas tienen metas mensuales, en el caso de julio, tiene una meta de eficiencia pagada de 65.51% y una eficiencia de producción de 68.07%.

En la Ilustración 68 los espacios en blanco indican que ese día no se programó producción en la línea. Como se puede observar también existen dos columnas de eficiencias acumuladas que cambian conforme los valores diarios cambien. El resultado del mes de julio nos presenta un ambiente favorable ya que el acumulado de la eficiencia pagada es 70.61% de una meta de 65.51% (aproximadamente cinco puntos por encima de la meta) y el acumulado de la eficiencia de producción es 82.24% de una meta de 68.07% (aproximadamente catorce puntos porcentuales por encima de la meta).

ANO	2017	META	Efic. Pagada	65.51%
MES	JULIO		Efic. Producción	68.07%
DIA	Efic. Pagada	Efic. Pagada Acumulada	Efic. Producción	Efic. Producción Acumulada
01-jul	70.74%	70.74%	85.31%	85.31%
02-jul	70.82%	70.77%	83.85%	84.65%
03-jul		70.77%		84.65%
04-jul		70.77%		84.65%
05-jul		70.77%		84.65%
06-jul		70.77%		84.65%
07-jul	60.00%	68.00%	100.00%	87.71%
08-jul	71.43%	68.91%	100.00%	90.77%
09-jul	74.28%	70.42%	74.28%	85.17%
10-jul	82.31%	72.18%	82.31%	84.67%
11-jul		72.18%		84.67%
12-jul	73.38%	72.37%	73.38%	82.65%
13-jul		72.37%		82.65%
14-jul	93.33%	73.16%	93.33%	83.11%
15-jul	55.27%	71.62%	65.53%	81.66%
16-jul	99.22%	72.04%	99.22%	81.96%
17-jul	71.81%	72.02%	86.17%	82.33%
18-jul	79.64%	73.29%	90.03%	83.62%
19-jul	58.14%	71.91%	70.97%	82.54%
20-jul		71.91%		82.54%
21-jul	84.02%	72.20%	99.72%	82.94%
22-jul	60.59%	70.83%	78.96%	82.52%
23-jul	68.05%	70.58%	80.06%	82.30%
24-jul	53.01%	68.91%	67.71%	81.02%
25-jul	87.08%	70.69%	87.08%	81.71%
26-jul	76.90%	70.92%	76.90%	81.51%
27-jul		70.92%		81.51%
28-jul	72.77%	71.07%	78.83%	81.27%
29-jul	66.24%	70.61%	93.65%	82.24%
30-jul		70.61%		82.24%
31-jul		70.61%		82.24%

Ilustración 68. Resultados de eficiencia mes julio

Fuente: Datos de la empresa.

Lo explicado anteriormente nos hace proyectarnos en un acumulado anual positivo para la planta industrial en estudio. En vista que la eficiencia de línea de producción está ligada a la ineficiencia mecánica operacional, se procedió a analizar este indicador en desde el mes de abril hasta el mes de julio del año dos mil diecisiete. Se observó una disminución de ineficiencia mecánica eléctrica en los meses de implementación de PMO, esta disminución fue notoria comparada con los valores resultantes de los meses anteriores.

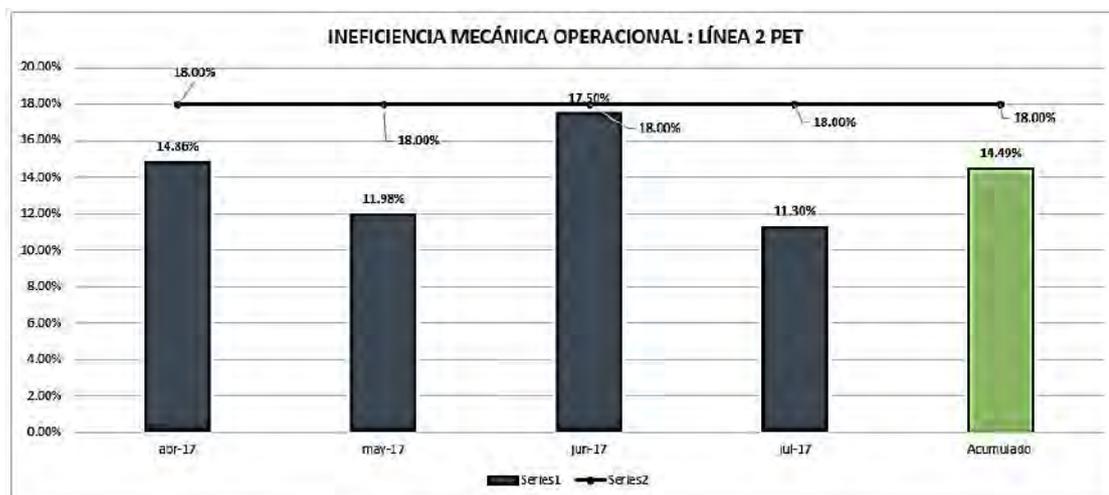


Ilustración 69. Ineficiencia mecánica operacional línea 2 PET  
Fuente: Datos de la empresa.

Al analizar la ineficiencia mecánica operacional de la línea 2 PET se decidió analizar también la ineficiencia mecánica de dicha línea de producción en los meses de implementación del PMO.

En la Ilustración 70, se observan valores favorables muy lejos de la meta en todos los meses, lo que nos indica que la ineficiencia mecánica propiamente dicha disminuyó porcentualmente comparada con la ineficiencia mecánica de los meses anteriores expuesta anteriormente.

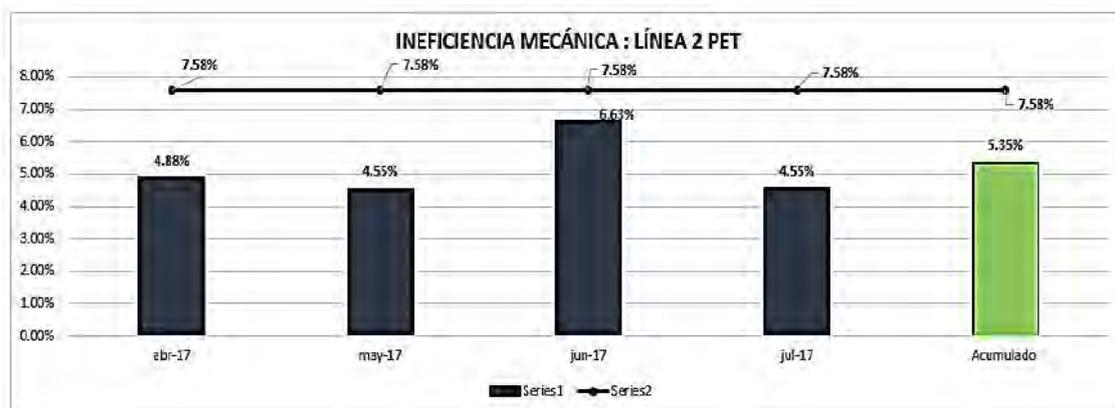


Ilustración 70. Ineficiencia mecánica línea 2 PET  
Fuente: Datos de la empresa.

### 5.3. Plan de mantenimiento preventivo Ideal

Teniendo un plan de mantenimiento previo se decidió continuar con la implementación de un plan de mantenimiento ideal que llegue a un nivel de repuestos específicos para cada actividad detallada.

Este plan de mantenimiento ideal está condicionado a las horas de funcionamiento del equipo, en él se detalla el sub sistema del equipo, la actividad específica, las tareas que se deben seguir para realizar el trabajo, el procedimiento con el paso a paso de la actividad y se adjunta la lista de repuestos necesarios para poder concluir con la actividad. Junto con este plan existe un plan de mantenimiento extraordinario que detalla actividades no incluidas de acuerdo a las horas de funcionamiento, pero sí obligatorias para el buen funcionamiento de la máquina.

Al ser la capsuladora una máquina crítica y el equipo de mayor accesibilidad, se decidió implementar el plan de mantenimiento ideal en este equipo siguiendo las recomendaciones del manual técnico de uso y mantenimiento.

A continuación, se detalla el plan de mantenimiento ideal de la capsuladora marca AROL perteneciente a la línea 2 PET:



Ilustración 71. Portada de software  
Fuente: Datos de la empresa.

En la Ilustración 71 se observa la portada del software, el botón de plan de mantenimiento nos dirige a lo que sería la Ilustración 72 la cual detalla las horas de funcionamiento desde cuarenta hasta veinticuatro mil horas, el subsistema, la actividad a realizar, el procedimiento de dicha actividad listando un número máximo de cuatro tareas.

En el lado derecho de la lista de tareas se encuentra una columna denominada formato del paso a paso, donde se adjuntan los hipervínculos que nos llevarán a lo que sería la Ilustración 73, aquí se detalla el paso a paso del procedimiento de dicha actividad, qué herramientas debe usar el técnico mecánico o electricista para realizar la actividad, así como también las imágenes necesarias para poder entender el procedimiento en el caso sea un técnico nuevo sin mucha experiencia en la máquina.

Se tomó como ejemplo la actividad del mantenimiento del cabezal de cierre realizado cada doce mil horas de funcionamiento, se detallan siete actividades para realizar dicho mantenimiento.

HRS DE FUNCIONAMIENTO		PROCEDIMIENTO			
		TAREA 1	TAREA 2	TAREA 3	TAREA 4
CADA 40 HRS	Sistema Neumático	Comprobar la presión de alimentación del aire en los diferentes dispositivos.	Comprobar, mediante los manómetros, que los reductores de presión estén regulados a la presión de funcionamiento.	Control del grado de obstrucción del filtro. Si es necesario, sustituir.	Vaciar la posible condensación que se acumula debajo del filtro de descarga.
	Cono de cierre	Lubricar el cono entendiendo una capa de lubricante sobre los aligamientos de desenganche del perno porta cono.			
	Centradores de botella	Comprobar que los dientes de los centradores no estén dañados y sigan manteniendo su forma triangular.	Si los dientes están dañados se deben sustituir como indica el paso a paso		
	Sistema Neumático	Comprobar el correcto funcionamiento y posibles pérdidas, verificando la presión del aire en la entrada de la máquina	Alimentar la instalación neumática con aire comprimido, comprobar que no haya pérdidas, tubos rotos o no conectados	Comprobar que los manómetros de la máquina cerrada marquen la presión indicada en la etiqueta correspondiente aplicada en éstos.	
	Cono de cierre	Revisar las juntas tóricas y las esferas	Revisar la anilla de bloqueo de la cubierta con una pinza para anillas elásticas.		
	Carrusel de cierre	Controlar el deslizamiento correcto en altura, mediante un recorrido de la cinta rotativa de cierre del valor mínimo al valor máximo, para garantizar un buen deslizamiento de las piezas a lo largo del tiempo.			
	Conexiones eléctricas	Revisar cuidadosamente todos los conectores y cables de conexión, y reemplazar las partes dañadas si es necesario.	Las partes que necesitan recambio por desgaste están especificadas posteriormente.		
CADA 1000 HRS	Cabezales	Comprobar el juego de los patines de los pistones, si se encuentra en mal estado se debe regular.	Para poder realizar la regulación revisar el paso a paso.		

Ilustración 72. Plan de mantenimiento AROL  
Fuente: Datos de la empresa.



PLAN DE MANTENIMIENTO - AROL

	<b>Maquina en general</b>	<b>Comprobación, visual y auditiva, de posibles ruidos, holguras y destases</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprobar, arrancando y parando varias veces la máquina sin botellas, la posible presencia de ruidos, anomalías, holguras y vibraciones en los componentes de la motorización (motores, reductores, engranajes, cojinetes).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sustituir los posibles componentes desgastados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lubricar los nuevos componentes instalados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Limpia y lubricar los componentes desmontados.</li> </ul>
CADA 3000 HRS	Cabezales de cierre	Revisión de los cabezales de cierre	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisar el cabezal de cierre, sustituyendo los componentes de desgaste</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Para la desinstalación del cabezal de cierre revisar el procedimiento paso a paso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Para la instalación del cabezal de cierre revisar el procedimiento paso a paso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Para poder realizar un mantenimiento mas profundo y específico revisar el paso a paso. Este mantenimiento implica el cambio de los repuestos especificados.</li> </ul>
	Cabezales de cierre	Revisión de los cabezales de cierre	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisar el cabezal de cierre, sustituyendo los componentes de desgaste</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Para la desinstalación del cabezal de cierre revisar el procedimiento paso a paso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Para la instalación del cabezal de cierre revisar el procedimiento paso a paso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Para poder realizar un mantenimiento mas profundo y específico revisar el paso a paso. Este mantenimiento implica el cambio de los repuestos especificados.</li> </ul>
	Cabezales	Control de los pistones mando cabezales	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprobar el juego de los patines de los pistones, si se encuentra en mal estado se debe regular.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Para poder realizar la regulación revisar el paso a paso.</li> </ul>		
CADA 6000 HRS	Cabezales de cierre	Lubricación de las partes móviles del cabezal de cierre	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lubricar los resortes. Lubricar los casquillo superior y el alojamiento del cuerpo central del cabezal. Lubricar el casquillo para vástago. Limpiar los muelles y aplicar una capa de lubricante en todas las espiras. Utilice un pincel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Limpia la parte interna del casquillo superior del cabezal y extender una capa de lubricante en los bujes para clavija.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aplicar una capa de lubricante en el alojamiento del buje superior cabezal, varilla interna y cojinetes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Limpia la parte externa y los alojamientos de desenganche del cuerpo central de la cabeza y extienda una capa de lubricante en la superficie exterior del cuerpo y los alojamientos de desenganche. Utilice un pincel</li> </ul>
	Pistones	Revisión de los pistones de introducción de tapones.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Una revisión completa de pistones prevé sustitución de partes especificadas posteriormente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Para la revisión del piston es necesario ponerse en contacto con asistencia técnica</li> </ul>		

CADA 12000 HRS	Cabezales de cierre	Revisión de los cabezales de cierre	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisar el cabezal de cierre, sustituyendo los componentes de desgaste</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Para la desinstalación del cabezal de cierre revisar el procedimiento paso a paso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Para la instalación del cabezal de cierre revisar el procedimiento paso a paso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Para poder realizar un mantenimiento mas profundo y específico revisar el paso a paso. Este mantenimiento implica el cambio de los repuestos especificados.</li> </ul>	
	Pista de leva	Comprobación del desgaste de la pista de la leva de colocación de tapones.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprobar visualmente el desgaste de la guía de deslizamiento de los rodillos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Para comprobar el desgaste de la guía, se debe desmontar la carcasa protectora y comprobar el estado de la leva de accionamiento de los pistones en el punto de aplicación del lapón</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Normalmente, la parte que presenta desgaste es la pista de deslizamiento del rodillo. Si el desgaste forma un escalón superior a 1mm será necesario sustituir la leva</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El desgaste debe comprobarse en toda la guía de deslizamiento y, en concreto, en la zona donde el pistón alcanza su punto muerto inferior.</li> </ul>	
	Máquina en general	Comprobación general de la máquina	<ul style="list-style-type: none"> <li>Compruebe el funcionamiento regular de la máquina; en caso de detectar anomalías, es necesario ponerse en contacto con el Servicio de Asistencia Técnica.</li> </ul>				
CADA 18000 HRS	Cabezales de cierre	Revisión de los cabezales de cierre	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisar el cabezal de cierre, sustituyendo los componentes de desgaste</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Para la desinstalación del cabezal de cierre revisar el procedimiento paso a paso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Para la instalación del cabezal de cierre revisar el procedimiento paso a paso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Para poder realizar un mantenimiento mas profundo y específico revisar el paso a paso. Este mantenimiento implica el cambio de los repuestos especificados.</li> </ul>	
	Cabezales de cierre	Lubricación de las partes móviles del cabezal de cierre	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lubricar los resortes. Lubricar los casquillos superior y el alojamiento del cuerpo central del cabezal. Lubricar el casquillo para vástago. Limpiar los muelles y aplicar una capa de lubricante en todas las espiras. Utilice un pincel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Limpiar la parte interna del casquillo superior del cabezal y entender una capa de lubricante en los bujes para clavija.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aplicar una capa de lubricante en el alojamiento del buje superior caberal, varilla interna y cojinetes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Limpiar la parte externa y los alojamientos de desenganche del cuerpo central de la cabeza y entienda una capa de lubricante en la superficie exterior del cuerpo y los alojamientos de desenganche. Utilice un pincel</li> </ul>	
	Disco de transferencia	Revisión del grupo del eje del disco de transferencia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisar el disco de transferencia sustituyendo algunos componentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Una revisión completa del grupo del eje del disco de transferencia prevé sustitución de partes especificadas posteriormente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Para la revisión del pistón es necesario ponerse en contacto con asistencia técnica</li> </ul>		
	Cabezales	Revisión del grupo motor rotación de cabezales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisar sustituyendo algunos componentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Una revisión completa del grupo motor rotación de cabezales prevé sustitución de partes especificadas posteriormente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Para el mantenimiento de los reductores revisar el paso paso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Para la revisión del pistón es necesario ponerse en contacto con asistencia técnica</li> </ul>	
	Pistones	Revisión de los pistones de introducción de tapones.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sustitución del grupo manguito interno</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Una revisión completa de pistones prevé sustitución de partes especificadas posteriormente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Para la revisión del pistón es necesario ponerse en contacto con asistencia técnica</li> </ul>		

<b>MANTENIMIENTO</b>			
<b>País</b>	Perú	<b>Equipo</b>	CAPSULADORA AROL
<b>Planta</b>	Sullana		
<b>Área</b>	Manufactura	<b>Tipo de actividad</b>	MANTENIMIENTO DEL CABEZAL DE CIERRE
<b>Línea</b>	Línea 2 PET		
<b>Informaciones de Seguridad</b>			
Antes de iniciar con la ejecución de esta actividad evalúe lo siguiente:			
. Verifique que cuenta con todo el equipo de protección necesaria para la ejecución de esta actividad			
. Verifique el estado de la herramienta a utilizar y que la misma se encuentre en condiciones de uso			
. Informe al responsable del equipo o área sobre la actividad que realizará			
<b>Informaciones de Inocuidad</b>			
Garantizar el cumplimiento de la política de inocuidad durante la ejecución de esta actividad de mantenimiento			
<b>Informaciones de medio ambiente</b>			
Descartar residuos generados en la ejecución de esta tarea de acuerdo a la política de medio ambiente			
<b>Objetivo</b>			
<b>MANTENIMIENTO DEL CABEZAL DE CIERRE</b>			

Ilustración 73. Formato de paso a paso  
Fuente: Datos de la empresa.

La parte superior del formato presenta la información general, informaciones de seguridad e inocuidad, así como también informaciones de medio ambiente. Se detalla el objetivo específico de la actividad.

<b>Herramientas e insumos</b>	
Las herramientas necesarias para la ejecución de este procedimiento son las siguientes	
	
Llave para virola 80 - 90 y 45 - 50	Pinza para anillas
	
	Trapo industrial
<b>Procedimiento</b>	
<b>ACTIVIDAD 1: DESMONTAJE DEL CABEZAL DE CIERRE</b>	
	
	
	
<b>PASO 1</b>	Para retirar el cabezal de cierre del pistón: Introducir la llave para virolas 45-50 en los alojamientos de la virola de fijación del cabezal.
<b>PASO 2</b>	Aflojar la virola de fijación del cabezal con la llave para virolas 45-50 hasta liberar el cabezal de cierre
<b>PASO 3</b>	Introduzca la llave para virolas 80-90 en los alojamientos del cabezal de cierre
<b>PASO 5</b>	Con la llave para virolas 80-90, afloje el cabezal de cierre y retírelo a mano

Continuando con el formato del paso a paso, también se muestran las herramientas e insumos necesarios para este mantenimiento, el cual se divide en siete actividades cada una de ellas con pasos detallados e imágenes que definen cada paso.

La actividad número uno es el desmontaje del cabezal de cierre, los pasos detallan la herramienta a usar para empezar este desmontaje, en este caso se usa una llave para virolas 45-50 y una llave para virolas 80-90.

ACTIVIDAD 2: APERTURA DEL CABEZAL DE CIERRE	
PASO 1	Empuje hacia abajo el casquillo superior del cabezal.
PASO 2	Girar el buje superior en sentido antihorario, manteniendo sujeta la parte inferior, y extraerlo hacia arriba

La actividad numero dos hace referencia a la apertura del cabezal de cierre, indicando el lado del giro para poder lograr el objetivo.

ACTIVIDAD 3: SUSTITUCIÓN DEL RESORTE DE COMPENSACION	
PASO 1	Seguir los pasos anteriores que explican como se realiza el desmontaje del cabezal de cierre
PASO 2	Extraiga el muelle de compensación
PASO 3	Vuelva a montar los componentes procediendo de manera inversa a lo descrito para el desmontaje, procurando lubricar el resorte

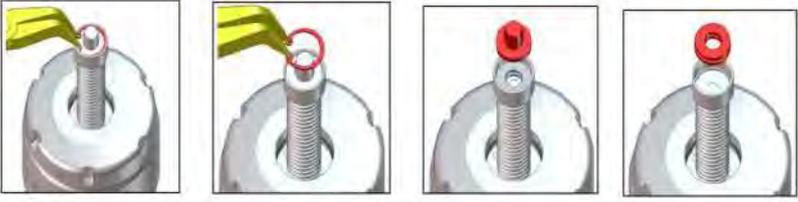
La actividad tres es la sustitución del resorte de compensación, los pasos detallan la extracción del muelle de compensación y el montaje de los nuevos componentes.

ACTIVIDAD 4: SUSTITUCIÓN DEL RESORTE DE SOPORTE DE LA VARILLA DEL EXPULSOR	
PASO 1	Seguir los pasos anteriores que explican como se realiza el desmontaje del cabezal de cierre
PASO 2	Extraiga el muelle de compensación
PASO 3	Extraiga la varilla mando expulsor
PASO 4	Extraiga el resorte de soporte de la varilla del expulsor

La actividad cuatro es referente a la sustitución del resorte de soporte de la varilla del expulsor.

ACTIVIDAD 5: SUSTITUCIÓN DEL RESORTE DEL DESENGANCHO DEL CONO	
	
PASO 1	Retirar el seeger con una pinza para anillas elásticas.
PASO 2	Extraiga el buje portamuelle
PASO 3	Extraiga el resorte del desengancho del cono

La quinta actividad es la sustitución del resorte del desengancho del cono

ACTIVIDAD 6: REVISIÓN DE COJINETE AXIAL DE LA VARILLA DEL EXPULSOR	
	
PASO 1	Retirar el seeger con una pinza para anillas elásticas.
PASO 2	Retire la arandela de fijación del cojinete
PASO 3	Extraer las 3 piezas del cojinete axial

La actividad número seis es la revisión del cojinete axial de la varilla del expulsor, en la cual se detalla como retirar el seeger y arandela.

ACTIVIDAD 7: RETIRAR CASQUILLOS PARA VÁSTAGOS	
	
PASO 1	Seguir los pasos anteriores que explican como se realiza el desmontaje del cabezal de cierre
PASO 2	Retire el casquillo para vástago extrayendolo del vástago de la cabeza.
PASO 3	Volver a montar el casquillo poniendo atención a colocarla correctamente, con la parte mas bombada dirigida hacia la pared interior del cabezal.
Consideraciones	Los casquillos para vástago deben ser sustituidos en el mismo periodo de intervención.
<b>Acepte Técnico</b>	
Fabricado por	Acepte técnico (Mntto)

La última actividad de este mantenimiento es retirar casquillos para vástagos, indican como deben ser sustituidos y como volver a realizar el montaje de todos los elementos.

Este plan de mantenimiento incluye también repuestos específicos asignados para cada actividad. Para esta actividad en específico la Ilustración 74 detallan los repuestos necesarios para realizar el mantenimiento del cabezal de cierre:

<b>LISTA DE REPUESTOS</b> 			
<b>Pais</b>	Perú	<b>Equipo</b>	CAPSULADORA AROL
<b>Planta</b>	Sullana		
<b>Área</b>	Manufactura	<b>Tipo de actividad</b>	REVISIÓN DE CABEZALES DE CIERRE
<b>Línea</b>	Línea 2 PET		

ACTIVIDAD 1: REVISION DE CABEZALES DE CIERRE  
(3000 hrs)

<b>CABEZALES DE CIERRE</b>	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
P75Q03615500	MUELLE DE DESENGANCHE
P75V03767100	MUELLE DE COMPENSACIÓN R KG 16
P75V03767300	MUELLE DE COMPENSACIÓN R KG 20
P75V03750900	MUELLE DE COMPENSACIÓN R KG 12
P75V03766900	MUELLE EXPULSOR R
P569D02518301	MUELLE SOSTEN VARILLA M0570
	RESORTE DE COMPENSACIÓN

ACTIVIDAD 2: REVISION DE CABEZALES DE CIERRE  
(6000 hrs)

<b>CABEZALES DE CIERRE</b>	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
CUSA0000AKL8	COJINETE AXIAL DE BOLAS 8-19-7
BSGIIINOX0I20	SEEGER INTERNO INOX 120
BSGEINOX0E22	SEEGER EXTERIOR E22INOX
P75V03765901	CASQUILLO PORTACONO SGR
P75V0769900	CASQUILLO SUPERIOR CABEZAL RTL
CUSC00061910	COJINETE RADIAL BOLAS 50-72-12
GORIE0003112	OR 3112 EPDM

**ACTIVIDAD 3: REVISION DE CABEZALES DE CIERRE**  
(12000 hrs)

CABEZALES DE CIERRE	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
CBOT00121812	CASQUILLO TEMPLADO 12-18-12

**ACTIVIDAD 4: REVISION DE CABEZALES DE CIERRE**  
(18000 hrs)

CABEZALES DE CIERRE	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
P75V03769900	CASQUILLO SUPERIOR CABEZAL R TL
P75V03767700	ESPIGA ENGANCHE CABEZA R

Ilustración 74. Lista de repuestos

### 5.4. Costo de mantenimiento

Siendo uno de los principales indicadores del área, el costo de mantenimiento fue el primer indicador que sufrió una variación positiva cuando se optimizó el plan de mantenimiento presente en planta.

La manera de hallar el valor de este indicador es dividir dólares entre caja de ocho onzas, entiéndase por caja de ocho onzas a aquella medida estandarizada para todas las plantas industriales de la empresa en estudio que, al producir muchos formatos y no tener medida de todos los litros producidos decidieron estandarizar la medida.

Cada mes tenemos un diferente valor que no podemos sobrepasar, el cual depende de la cantidad de producción programada para ese mes. A continuación, se muestra el seguimiento mensual a este indicador:



Ilustración 75. Seguimiento mensual a costo de mantenimiento  
Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la Ilustración 75 el índice acumulado del año dos mil dieciséis tiene un valor de 0,072 de una meta anual de 0,054, al sobrepasar el límite indicado se generó un plan de acción en el cual figuraba la tarea de optimización del plan de mantenimiento.

Se observa que en el año dos mil diecisiete el panorama cambia, tenemos un valor acumulado hasta el mes de julio de 0.058 de una meta de 0,088. Podemos ver que, a partir del mes de abril, fecha en la que comenzó la implementación de PMO, el valor de este indicador se encuentra no solo dentro de meta si no también muy abajo del valor límite, lo cual junto con las altas eficiencias de estos meses se traduce en un ahorro importante dentro de la planta industrial en estudio.



## Conclusiones

- La necesidad de mejorar la productividad, de manejar una amplia lista de información y de evaluar eficazmente el desempeño de los equipos industriales, hizo que en la línea de producción se realice un diagnóstico mostrando las condiciones actuales de los equipos, las ineficiencias de los mismos, así como también la eficiencia de toda la línea lo cual permitió establecer la gran necesidad de mejorar el mantenimiento actual ya que los resultados de ineficiencias de equipos y eficiencias de línea se encontraron muy por debajo de la meta propuesta por planta.
- La eficiencia en la línea de producción está directamente ligada a la ineficiencia mecánica de los equipos y para que su mejoramiento sea eficaz, se deberá contar con el completo compromiso por parte de todas las áreas pertenecientes a la empresa, ya que las acciones que implica el desarrollo del PMO requieren de un sistema de gestión que estimule la mejora continua y la responsabilidad de todos los colaboradores de la empresa. Los objetivos son complejos pero alcanzables a mediano plazo y están relacionados con la misión, visión y valores de la empresa para no afectar sus indicadores ni metas estratégicas como negocio.
- La táctica de mantenimiento PMO es altamente efectiva ya que analiza sus actividades considerando el programa de mantenimiento existente, lo que permite depurar las actividades de una especialidad en particular, dichas actividades realizadas en un equipo o línea de producción que presenta numerosos modos de falla extraídos de un historial de fallas, priorizan aquellas que afectan directamente a la productividad de la línea de producción, y les da menos valor a aquellas fallas incipientes las cuales generan actividades que son ineficientes o inefectivas. Las fallas se filtran con el fin de establecer prioridades en los equipos, así como las consecuencias, tiempos de paro y el costo de los tiempos de parada, estadísticas de qué tipo de equipos han sufrido un mayor número de fallos o averías.
- La aplicación de la metodología PMO respecto al mantenimiento eléctrico y mecánico de los equipos de la planta industrial deja como productos la sustitución de mantenimiento correctivo por preventivo, mejoras que se verían también reflejadas sobre el clima laboral
- La implantación del PMO se basa en la experiencia del personal de planta y su conocimiento técnico, creando un alto grado de responsabilidad para hacer el

trabajo de mantenimiento, pero los encargados de la implementación del nuevo sistema también deben apoyarse en el fabricante de los equipos para optimizar el plan de mantenimiento y así evitar grandes fallas o paradas no programadas en el equipo que generan pérdidas de tiempo productivo que posteriormente se convierten en ineficiencias en la línea de producción.

- El PMO permite optimizar rápidamente el plan de mantenimiento existente mediante la optimización de la planificación de las paradas programadas e intervención de los equipos, lo que se refleja en el buen manejo del presupuesto de mantenimiento y esto permite un mayor ahorro para la planta industrial, ayudando a definir una política clara de mantenimiento sin duplicación de tareas sin ningún propósito.
- Cuando se finaliza la implantación del PMO en la línea de producción una de las recomendaciones es la instauración de esta filosofía en toda la planta de producción, para lo cual es necesario que se adapte a las demás líneas o áreas de trabajo.
- La implantación del mantenimiento autónomo (ajuste, lubricación y limpieza) permitirá que el área de producción le dé un seguimiento continuo al mantenimiento general y sirva como un soporte del mantenimiento preventivo previamente optimizado.
- El PMO ofrece una buena posibilidad de mantenimiento con características similares al RCM, pero con un tiempo de ejecución alrededor de una sexta parte más rápidos y unos costos con mayor rentabilidad.

## Bibliografía

- AROL LATIN AMERICA, S. de R.L de C.V. *Manual Técnico (2017)*. Uso y mantenimiento
- Chica Mejía, Gustavo Hernando. (2009). *Tesis Ing. “Modelo para implementación de PMO (Planned Maintenance Optimization)”*. Universidad EAFIT de Medellín.
- Ipeman*. (2007). Obtenido de  
<http://www.ipeman.com/cursos/2007/septiembre/10/pmo.pdf>
- Mora Gutiérrez, A. (2009). *Mantenimiento: Planeación, ejecución y control*. Alfaomega.
- Moubray, J. (1991). *Mantenimiento centrado en confiabilidad*. Aladon Ltd.
- OMCS international*. (2009). Obtenido de  
[http://www.omcsinternational.com/file/473/I/Introduction\\_to\\_PMO2000%C2%AE\\_-\\_Reliability\\_Improvement\\_Software\\_.pdf](http://www.omcsinternational.com/file/473/I/Introduction_to_PMO2000%C2%AE_-_Reliability_Improvement_Software_.pdf)
- Sandoval Silva, Gabriela Carolina. (2014). *Tesis Ing. “Propuesta de mejoras del plan de mantenimiento de los equipos de la línea seis de COCA COLA FEMSA planta Maracaibo”*. Universidad Rafael Urdaneta.
- Silva Burga, Jorge Enrique. (2005). *Tesis Ing. “Implantación del TPM en la zona de enderezadoras de Aceros Arequipa”*. Universidad de Piura
- Turner, S. (2009). *OMCS Latino América*.
- UdeP. (2005). *UdeP*. Obtenido de  
[http://www.biblioteca.udep.edu.pe/BibVirUDEP/tesis/pdf/1\\_44\\_176\\_10\\_294.pdf](http://www.biblioteca.udep.edu.pe/BibVirUDEP/tesis/pdf/1_44_176_10_294.pdf)



## **Anexos**



# Anexo A: Histórico de Fallas

## A.1. Histórico de fallas de línea 2 PET

Fecha Contable	No. Ord	Presenta ción	Grup o	Seman a	Turno	Natural eza	Máquina	Inicio de Paro	Fin de Paro	Tiempo Paro en minut os	Tip o	Descripción	Detalle
03/06/2017	1384997	1.5LT	ZE	22	Mañana	MECANICOS	Llenadora	08:45	09:05	20	Falla	Falla Mecánica	Problemas con valvulas de llenado no llenan nada de bebida estas valvulas de llenado son nuevas. Se seca taza de llenadora para cambiar valvulas W02,06.11.
03/06/2017	1384997	1.5LT	ZE	22	Mañana	MECANICOS	Inspeccion Nivel Llenado	08:45	08:57	12	Falla	Falla Eléctrica	Falla inspector de rechazo no acciona a la hora de pasar baja de nivel de botellas.
03/06/2017	1384997	1.5LT	ZE	22	Mañana	MECANICOS	Capsuladora / Roscañ	09:10	09:32	22	Falla	Falla Mecánica	Problemas en tova de tapas desabastecimiento de tapas en carril gpa interviene y se entrega orden emergencial.
03/06/2017	1385001	1.5 LT	ZD	22	Tarde	MECANICOS	Capsuladora / Roscañ	18:43	18:57	14	Falla	Falla Eléctrica	Sensor de automatización de disco de tapas no trabaja con tapa negra. tecnico electrico realiza
05/06/2017	1385211	0.750 LT	ZE	23	Mañana	MECANICOS	Capsuladora / Roscañ	09:00	09:35	35	Falla	Falla Eléctrica	Falla sensor en capsuladora no acciona en manual ni automatico gpa electrico interviene y se entrega OE
05/06/2017	1385211	0.750 LT	ZE	23	Mañana	MECANICOS	Capsuladora / Roscañ	09:37	09:47	10	Falla	Falla Mecánica	Problemas con mal capsulado botellas salen con picos. rto. gpa mecanico atiende el problema.
05/06/2017	1385212	0.750 LT	ZE	23	Mañana	MECANICOS	Capsuladora / Roscañ	14:00	14:10	10	Falla	Falla Eléctrica	Falla sensor de capsuladora gpa interviene y se entrega OE
05/06/2017	1385212	0.750 LT	ZE	23	Mañana	MECANICOS	Capsuladora / Roscañ	15:05	15:53	48	Falla	Falla Mecánica	Falla capsuladora de guías. gpa mecanico atiende el problema
07/06/2017	1385684	0.500 LT	ZD	23	Mañana	MECANICOS	Codificador de Botella	08:00	08:45	45	Falla	Falla Eléctrica	Cambio de equipo codificador mas regulaciones se genera orden emergencial por problema se entrega a tec. Madrid.
07/06/2017	1385684	0.500 LT	ZD	23	Mañana	MECANICOS	Etiquetadora	10:28	11:00	32	Falla	Falla Mecánica	Fallas con cuchilla de corte la cual presenta anomalía y no realiza un corte correcto de etiqueta.
09/06/2017	1386139	0.500 LT	ZE	23	Noche	MECANICOS	Enjuagador (rinser)	04:00	04:51	51	Falla	Falla Mecánica	Se rompe cadena portagripper de rinser. gpa mecanico interviene.
10/06/2017	1386139	0.500 LT	ZD	23		MECANICOS	Etiquetadora	16:20	16:50	30	Falla	Falla Mecánica	Regulación de cuchilla fija por que a velocidad mayor de 180 b/m. esta no corta y botellas salen sin etiqueta. se genera orden emergencial por problema y se entrega a tecnico J.Treiles.
10/06/2017	0	0.500 LT	ZE	23		MECANICOS	Etiquetadora	04:00	04:12	12	Falla	Falla Eléctrica	Problema en maquina etiquetadora se alarma de emergencia gpa electrico interviene y se entrega O.E.
11/06/2017	0	0.500 LT	ZD	24		MECANICOS	Enjuagador (rinser)	13:00	13:30	30	Falla	Falla Mecánica	Se rompe cadena principal de rinser tec. Mecanico Raul Araujo y Teimo Corrova atienden problema se genera ordenes emergenciales y se entrega a dichos tecnicos.
12/06/2017	1386555	1.5LT	ZE	24	Mañana	MECANICOS	Llenadora	09:00	09:36	36	Falla	Falla Mecánica	Falla llenadora. no acciona ni automatico ni manual.
12/06/2017	1386555	1.5LT	ZE	24	Mañana	MECANICOS	Etiquetadora	10:12	10:24	12	Falla	Falla Mecánica	Problemas en Tiquetadora .se cambia cuchilla en codillo enclolador gpa interviene.
13/06/2017	1386551	3.0 LT	ZE	24		MECANICOS	Etiquetadora	16:19	16:32	13	Falla	Falla Mecánica	Falla cuchilla de corte en etiquetadora gpa mecanico interviene y se entrega O.E.
13/06/2017	1386551	3.0 LT	ZE	24		MECANICOS	Empacadora/encapona	16:33	16:42	10	Falla	Falla Eléctrica	Falla guarda motor electrico de empacatadora.
14/06/2017	1387063	3.0 LT	ZD	24	Noche	MECANICOS	Llenadora	04:30	05:10	40	Falla	Falla Mecánica	Reparacion de boya de desaleacion. boya se encontro con componentes deteriorados.
15/06/2017	1387063	3.0 LT	ZE	24	Mañana	MECANICOS	Energia	13:10	13:20	10	Falla	Falla Eléctrica	Corte de energia por parte de enosa.
15/06/2017	1387063	3.0 LT	ZE	24	Mañana	MECANICOS	Codificador de Botella	13:20	13:32	12	Falla	Falla Eléctrica	Falla codificador de botellas por corte de energia
15/06/2017	1387063	3.0 LT	ZE	24	Mañana	MECANICOS	Llenadora	17:12	17:49	37	Falla	Falla Mecánica	Se cambia la bola de raza de llenadora por constes bajas de nivel. se pone su bola de trabajo de llenadora 562. gpa mecanicos interviene.
15/06/2017	1387063	3.0 LT	ZD	24	Noche	MECANICOS	Llenadora	22:06	22:14	8	Falla	Falla Eléctrica	Falla sensor de acumulacion de salida de llenadora. maquina no se detiene por acumulacion de botellas.
15/06/2017	1387063	3.0 LT	ZD	24	Noche	MECANICOS	Llenadora	22:29	22:34	5	Falla	Falla Eléctrica	Falla sensor de acumulacion de salida de llenadora. maquina no se detiene por acumulacion de botellas.
15/06/2017	1387063	3.0 LT	ZD	24	Noche	MECANICOS	Llenadora	23:40	23:45	5	Falla	Falla Eléctrica	Falla sensor de acumulacion de salida de llenadora. maquina no se detiene por acumulacion de botellas.
15/06/2017	1387063	3.0 LT	ZD	24	Noche	MECANICOS	Llenadora	23:15	23:28	13	Falla	Falla Eléctrica	Se cambia sensor de acumulacion en salida de maquina llenadora
15/06/2017	1386961	0.500 LT	ZD	24	Noche	MECANICOS	Empacadora/encapona	05:48	06:00	12	Falla	Falla Mecánica	Falla en sistema de conte tec. Mecanico realiza ajustes en faja sincronica se genera orden emergencial y se entrega a tec. Raul Araujo.
17/06/2017	1387464	3.0 LT	ZD	24	Noche	MECANICOS	Capsuladora / Roscañ	16:42	16:52	10	Falla	Falla Mecánica	Mal capsulado de botellas se verifica torque a todos los cabezales pero problema continua.
17/06/2017	1387464	3.0 LT	ZD	24	Noche	MECANICOS	Capsuladora / Roscañ	17:15	17:27	12	Falla	Falla Mecánica	Mal capsulado de botellas se verifica torque a todos los cabezales pero problema continua. se intercambian chucks pero problema continua en cabeza 05 y 06.
19/06/2017	1387530	0.750 LT	ZE	25	Noche	MECANICOS	Capsuladora / Roscañ	00:25	00:35	10	Falla	Falla Mecánica	Se cae chaveta de tornillo sin fin. gpa mecanico interviene. Y se entrega O.E.
19/06/2017	1387530	0.750 LT	ZE	25	Noche	MECANICOS	Enjuagador (rinser)	05:09	05:48	39	Falla	Falla Mecánica	Falla cadena portagripper de rinser. gpa mecanico interviene y se entrega OE
21/06/2017	1387533	2.25LT SNK	ZE	25	Tarde	MECANICOS	Empacadora/encapona	10:00	10:05	5	Falla	Falla Eléctrica	Se apaga cadena de tpr de botellas. gpa interviene.

Ilustración A1. Histórico de fallas línea 2 PET – Junio

Anexo B: Mantenimiento autónomo

B1. Estándar de mantenimiento autónomo empaquetadora  
1.1. Limpieza

PLANTA SECTOR		ESTÁNDAR LIMPIEZA "EMPAQUETADORA Línea 2 PET"										REVISIÓN
Nº	TIPO	CRITICIDAD	DONDE	COMPONENTE	ESTÁNDAR DE ACTIVIDAD	TIPO DE RUTINA	INGREDIENTES PROD.	HERRAMIENTAS	ACCIONANTE DES/VO	TIEMPO (MIN)	FRECUENCIA	
	Estático	A	Fuentes de energía	Llaves seccionadora/Válvulas	Achar la seguridad de la máquina y realizar LOTO de máquina EMPAQUE/ALICIA	SEGURIDAD		D+positivos LOTO		3	AL EJECUAR EL ESTÁNDAR	
1	Estático	C	SISTEMA DE TRANSPORTE	Guardas de protección en la entrada y salida	Con agua húmeda limpiar micas, de las ventanillas, eliminar los residuos de producción (envases y etiquetas) de la máquina.	LIMPIEZA	Trapo industrial Impactor de plásticos y valvas.	destornillador plano	Si las micas están rotas, crear aviso. Retirar caramolina impregnada.	15	SEMANAL	
2	Estático	B	EMPAQUETADORA	Estructura de la envolvedora	Limpieza de máquina con trapo húmedo, ventanillas, soportes y poles. Retirar residuos de producción (botellas, etiquetas, etc)	LIMPIEZA	Aleje Comprimido		Limpieza, retirar suciedad impregnada	15	DIARIO	
3	Estático	B	EMPAQUE/ALICIA	Sensores	Con paño suave, limpiar sensores de entrada (transpirador, contador, conte, etc.) hasta salida del horno	LIMPIEZA	Trapo industrial		En caso de encontrar algún sensor dañado, crear aviso y solicitar trabajo al área de Ingeniería.	30	SEMANAL	
4	Estático	B	SISTEMA DE TRANSMISIÓN	Componentes de cajas de transmisión	Abor guardas de los compartimentos (laterales) y con trapo seco limpiar residuos de aceite de lubricación de cadenas.	LIMPIEZA	Trapo industrial		Limpieza, retirar lubricante impregnado.	30	QUINCENAL	
5	Estático	A	SISTEMA DE CORTE	Rollillos sensores de film	Con espuma retirar residuos adheridos en los polines y con paño humedecido en alcohol impactar.	LIMPIEZA	Trapo industrial	Espátula	Limpieza, retirar residuos impregnados	20	SEMANAL	
6	Estático	B	SISTEMA DE CORTE	Cuchilla de corte	Con suma cuidado retirar lastres con filo cortante/retirar guardas de cuchilla, limpiar residuos de plástico, aplicar con paño humedecido terminar limpieza de cuchilla.	LIMPIEZA	Trapo industrial		Limpieza, retirar residuos de plástico.	25	DIARIO	

Ilustración B1. Estándar de mantenimiento autónomo - limpieza

<b>7</b>	Estático	B	SISTEMA DE TRANSPORTE	Cadena transportadora (rais y separadores de botella)	Con escobilla limpiar residuos sólidos de cadenas. enjuagar con agua limpia	LIMPIEZA	Detergente Industrial, trapo,	Escobilla	Limpia, retirar residuos impregnados.	20	DIARIO
<b>8</b>	Estático	B	SISTEMA DE LUBRICACIÓN	Bandeja de lubricante	Limpieza de bandeja colector de lubricante de cadenas con detergente industrial 2% y escobilla de mano.	LIMPIEZA	Detergente Industrial y escobilla de mano,		Limpieza del filtro del tanque de adhesivo (cambiar si fuera necesario) desalojando cuerpos extraños del filtro utilizando disolvente.	30	SEMANAL
<b>9</b>	Estático	B	SISTEMA DE TRANSPORTE	Faja zona envolvente	Limpieza de faja transportadora zona envolvente con disolvente y trapo industrial.	LIMPIEZA	Trapo industrial		Limpia, retirar residuos impregnados.	150	SEMANAL
<b>10</b>	Estático	B	HORNO	Rodillos e interior de Horno	Limpieza con espátula y trapo seco	LIMPIEZA	Aire Comprimido Trapo industrial	Espátula	Retirar plástico endurecido y las paredes/fondo del horno	60	MESESUAL
<b>11</b>	Estático	B	VENTILADORES	Alabes	Limpieza de alabes en ventilador de salida de horno	LIMPIEZA	Trapo industrial	Espátula	Limpia alabes de ventilador. Retirar suciedad	60	MESESUAL
										TIEMPO TOTAL	
										OPERADOR	

1.2. Lubricación

**MANUFACTURA  
ESTÁNDAR DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO - LUBRICACIÓN**

PLANTA SECTOR	ESTÁNDAR LUBRICACION "EMPAQUETADORA Línea 2 PET "										REVISIÓN	
	N°	TIPO	CRITICIDAD	DONDE	COMPONENTE	ESTÁNDAR DE ACTIVIDAD	TIPO DE RUTINA	INSUMO NO PROD.	HERRAMIENTAS	ACCIÓN ANTE DESVÍO	TIEMPO (MIN)	FRECUENCIA
		Estático	A	Fuentes de energía	Llaves seccionales/mávilas	Activar la seguridad de la máquina y realizar LOTO de máquina EMPAQUETADORA	SEGURIDAD		Dispositivos LOTO		3	AL EJECUTAR EL ESTÁNDAR
1	Estático	B	CADENA RAIS	Chumaceras de eje, mñtz accionamiento de entrada (lubricación centralizada)	Lubricar y verificar estado de punto de engrase, limpiar excedente de grasa.	LUBRICACIÓN	Grasa GL EP2	Bomba neumática	Destapar punto de engrase o cambiarlo, generarlo aviso en caso se requiera.	8	SEMANAL O PCM	
2	Estático	B	CADENA RAIS	Chumaceras de eje intermedio accionamiento byantransportador de entrada	Lubricar y verificar estado de punto de engrase, limpiar excedente de grasa.	LUBRICACIÓN	Grasa GL EP2	Bomba neumática	Destapar punto de engrase o cambiarlo, generarlo aviso en caso se requiera.	8	SEMANAL O PCM	
3	Estático	B	CADENA RAIS	Reductor principal	Verificar nivel de aceite.	INSPECCIÓN LUBRICACION	ACEITE OMALA 220	Acetina	Completar nivel de aceite faltante y/o cambiar.	3	QUINCENAL	
4	Estático	B	ENFILADOR DE ENTRADA	Guía excéntrica de enfildor entrada	Verificar estado de componentes, principalmente desgaste y rozamiento. Limpiar restos de aceite.	INSPECCIÓN LUBRICACION	ACEITE OMALA 220	Acetina	Agregar aceite a componentes. De encontrar anomalía, generar aviso.	10	SEMANAL O PCM	
5	Estático	B	ENFILADOR DE ENTRADA	Retúlas de templadmas	Verificar estado de componentes, principalmente desgaste y rozamiento. Limpiar restos de aceite.	INSPECCIÓN LUBRICACION	ACEITE OMALA 220	Acetina	Agregar aceite a componentes. De encontrar anomalía, generar aviso.	5	DIARIO O PRODUCCIÓN	
6	Estático	B	ENFILADOR DE ENTRADA	Guía Recta de enfildor	Verificar estado de componente, principalmente desgaste y rozamiento. Limpiar restos de aceite.	INSPECCIÓN LUBRICACION	ACEITE OMALA 220	Acetina	Agregar aceite a componentes. De encontrar anomalía, generar aviso.	5	QUINCENAL	

Ilustración B2. Estándar de mantenimiento autónomo - lubricación

7	Estático	B	BARRAS DEDOS SEPARADORES	Articulaciones de Planigráfico de entrada y salida	Verificar estado de componente, principalmente desgaste y rozamiento. Limpiar restos de aceite.	INSPECCIÓN LUBRICACIÓN	ACEITE AIR LUBE 10	Acilitera	Agregar aceite a componente. De encontrar anomalía, generar aviso.	10	SEMANAL O PCM
8	Estático	B	BARRAS DEDOS SEPARADORES	Eje sin fin regulacion alabatura de patillaje de entrada y salida	Verificar estado de componente, principalmente desgaste y rozamiento. Limpiar restos de aceite.	INSPECCIÓN LUBRICACIÓN	ACEITE AIR LUBE 10	Acilitera	Agregar aceite a componente. De encontrar anomalía, generar aviso.	10	QUINCENAL
9	Estático	B	BARRAS DEDOS SEPARADORES	Chumaceras de eje entrada accionamiento como separadores	Lubricar y verificar estado de punto de engrase, limpiar excedente de grasa.	LUBRICACIÓN	Grasa GL EP2	Bomba neumática	Destapar punto de engrase o cambio, generando aviso en caso se requiera	10	SEMANAL O PCM
10	Estático	B	BARRAS DEDOS SEPARADORES	Chumaceras de eje salida accionamiento dedos separadores	Lubricar y verificar estado de punto de engrase, limpiar excedente de grasa.	LUBRICACIÓN	Grasa GL EP2	Bomba neumática	Completar el nivel de aceite si falta, Llenar hasta la altura de nivel	10	SEMANAL O PCM
11	Estático	D	CADEMAS DE TABILLAS	Eje estrado accionamiento cadenas unificadas de tabillas	Verificar estado de componente, principalmente desgaste y rozamiento. Limpiar restos de grasa	INSPECCIÓN LUBRICACIÓN	Grasa GL EP2	Bomba neumática	Agregar aceite a componente. De encontrar anomalía, generar aviso.	10	SEMANAL O PCM
12	Estático	B	TRANSPORTE DEL HURNO	Chumaceras de eje de accionamiento faja entrada a horno	Lubricar y verificar estado de punto de engrase, limpiar excedente de grasa.	LUBRICACIÓN	Grasa GL EP2	Bomba neumática	Destapar punto de engrase o cambio, generando aviso en caso se requiera	10	SEMANAL O PCM
13	Estático	B	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	Reductor principal	Verificar nivel de aceite.	INSPECCIÓN LUBRICACIÓN	ACEITE OMALA 220	Acilitera	Completar nivel de aceite faltante y/o cambiar.	10	QUINCENAL
14	Estático	B	LUBRICACION CENTRALIZADA	Bomba de aceite sistema centralizado	Verificar nivel de aceite	INSPECCIÓN LUBRICACIÓN	ACEITE 460	Acilitera	Completar nivel de aceite faltante y/o cambiar.	5	QUINCENAL
15	Estático	B	TRANSPORTES FILM	Chumaceras de eje de barras de izaje	Lubricar y verificar estado de punto de engrase, limpiar excedente de grasa.	LUBRICACIÓN	Grasa GL EP2	Bomba neumática	Destapar punto de engrase o cambio, generando aviso en caso se requiera	10	SEMANAL O PCM
16	Estático	C	TRANSPORTES FILM	Resulas y articulaciones de cilindros neumáticos	Verificar estado de componente, principalmente desgaste y rozamiento. Limpiar restos de aceite.	INSPECCIÓN LUBRICACIÓN	ACEITE AIR LUBE 10	Acilitera	Agregar aceite a componente. De encontrar anomalía, generar aviso.	10	SEMANAL O PCM
TIEMPO TOTAL											
OPERADOR											

1.3. Ajuste – reapriete

**MANUFACTURA  
ESTÁNDAR DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO - AJUSTE/REAPRIETE**

PLANTA SECTOR	ESTÁNDAR AJUSTE/REAPRIETE "EMPAQUETADORA" Línea 2 PET "										REVISIÓN FECHA	
	N°	TIPO	CRITICIDAD	UBICACIÓN	COMPONENTE	ESTÁNDAR DE ACTIVIDAD	TIPO DE RUTINA	INSUMO NO PROD.	HERRAMIENTAS	ACCIÓN ANTE DESVIO	TIEMPO (MIN)	FRECUENCIA
		Estático	A	Fuentes de energía	Llaves seccionadoras/Válvulas	Actuar la seguridad de la máquina y realizar LOTO de máquina EMPAQUETADORA	SEGURIDAD		Dispositivos LOTO		3	AL EJECUTAR EL ESTÁNDAR
1		Estático	A	Tablero Principal	Guía de ingreso de botella	Verificar fijación, desgaste y estado general . Limpiar, retirar residuos de cola.	AJUSTE		Llaves mixta 7/ y 19 mm	Ajustar o cambiar componente. Generar aviso en caso sea necesaria intervención de Ingeniería.	5	DIARIO O PRODUCCIÓN
2		Estático	A	Tablero Principal	Acomodador de botella	Ajustar y verificar fijación, desgaste, fuga y estado general. Reisar conectores de pistón	AJUSTE		Manivela	Ajustar o cambiar componente. Generar aviso en caso sea necesaria intervención de Ingeniería.	5	DIARIO O PRODUCCIÓN
3		Estático	A	Tablero Principal	Pernos de cuchilla de corte	Ajustar y verificar fijación desgaste, y estado general . Limpiar, retirar residuos impregnados.	AJUSTE		Destornillador plano y estrella	Ajustar o cambiar componente. Generar aviso en caso sea necesaria intervención de Ingeniería.	10	SEMANAL O PCM
4		Estático	A	Tablero Principal	Excéntrica acomodador de botellas	Verificar fijación, desgaste y estado general de taja BM-GT-4480-62	INSPECCIÓN		Llave mixta 13 mm	Ajustar o cambiar componente. Generar aviso en caso sea necesaria intervención de Ingeniería.	10	SEMANAL O PCM
5		Estático	A	Tablero Principal	Apoyo de rodillos ranurados (rodillos de goma)	Ajustar y verificar fijación, desgaste, y estado general	INSPECCIÓN		Llave hexagonal 6 mm	Ajustar o cambiar componente. Generar aviso en caso sea necesaria intervención de Ingeniería.	10	SEMANAL O PCM
6		Estático	A	Tablero Principal	Rodillos y cilindros	Ajustar y verificar fijación, desgaste y estado general.	INSPECCIÓN		Llave mixta 8 y 14 mm	Ajustar o cambiar componente. Generar aviso en caso sea necesaria intervención de Ingeniería.	20	SEMANAL O PCM
7		Estático	A	Sistema de corte	Fijaciones de rodillo metálicas	Ajustar y verificar fijación, desgaste, y estado general	AJUSTE		Llave hexagonal 6 mm y 5 mm	Ajustar o cambiar componente. Generar aviso en caso sea necesaria intervención de Ingeniería.	10	SEMANAL O PCM

Ilustración B3. Estándar de mantenimiento autónomo – ajuste/reapriete

<b>8</b>	Estático	A	Sistema de corte	Perros de engranaje de transmisión	Ajustar y verificar fijación, desgaste y estado general.	<b>AJUSTE</b>		Llave mixta 14 mm	Ajustar o cambiar componente. Generar aviso en caso sea necesaria intervención de Ingeniería.	5	SEMANAL O PCM
<b>9</b>	Estático	A	Sistema de corte	Faja sincrónica	Verificar fijación, desgaste y estado general de brida sincrónica L450	<b>INSPECCIÓN</b>			Ajustar o cambiar componente. Generar aviso en caso sea necesaria intervención de Ingeniería.	15	SEMANAL O PCM
<b>10</b>	Estático	A	Unifilar	Cadena de tabillas	Ajustar y verificar fijación, desgaste y estado general.	<b>AJUSTE</b>		Llave mixta 10 mm	Ajustar o cambiar componente. Generar aviso en caso sea necesaria intervención de Ingeniería.	15	SEMANAL O PCM
<b>11</b>	Estático	A	Cadena Rains	Reductor	Ajustar y verificar fijación, desgaste y estado general.	<b>AJUSTE</b>		Llave mixta 19 mm	Ajustar o cambiar componente. Generar aviso en caso sea necesaria intervención de Ingeniería.	15	QUINCENAL
<b>12</b>	Estático	A	Sistema de transmisión	Ease de motor principal	Ajustar y verificar fijación, desgaste y estado general.	<b>AJUSTE</b>		Llave mixta 19 mm	Ajustar o cambiar componente. Generar aviso en caso sea necesaria intervención de Ingeniería.	10	QUINCENAL
<b>13</b>	Estático	A	Horno	Reductor	Ajustar y verificar fijación, desgaste y estado general.	<b>AJUSTE</b>		Llave mixta 19 mm	Ajustar o cambiar componente. Generar aviso en caso sea necesaria intervención de Ingeniería.	15	QUINCENAL
<b>14</b>	Estático	A	Sistema de corte	Motor Eléctrico	Ajustar y verificar fijación, desgaste y estado general.	<b>AJUSTE</b>		Llave mixta 19 mm	Ajustar o cambiar componente. Generar aviso en caso sea necesaria intervención de Ingeniería.	15	QUINCENAL

15	Estático	B	Bomba de lubricación	Motor Eléctrico	Ajustar y verificar fijación, desgaste y estado general.	AJUSTE		Llave mixta 14 mm	Ajustar o cambiar componente. Generar aviso en caso sea necesaria intervención de Ingeniería.	15	QUINCENAL
16	Estático	B	Acomodador de botella	Motor Eléctrico	Ajustar y verificar fijación, desgaste y estado general.	AJUSTE		Llave mixta 13 mm	Ajustar o cambiar componente. Generar aviso en caso sea necesaria intervención de Ingeniería.	15	QUINCENAL
17	Estático	A	Barra divisora	Cadena de Rodillos	Ajustar y verificar fijación, desgaste y estado general.	AJUSTE		Llave mixta 19 mm	Ajustar o cambiar componente. Generar aviso en caso sea necesaria intervención de Ingeniería.	10	QUINCENAL
18	Estático	A	Barra envolvente	Cadena de Rodillos	Ajustar y verificar fijación, desgaste y estado general.	AJUSTE		Llave mixta 19 mm	Ajustar o cambiar componente. Generar aviso en caso sea necesaria intervención de Ingeniería.	10	QUINCENAL
19	Estático	B	Servomotores	Ruedas dentadas de servomotores	Ajustar y verificar fijación, desgaste y estado general.	AJUSTE		Llave hexagonal 4 mm	Ajustar o cambiar componente. Generar aviso en caso sea necesaria intervención de Ingeniería.	15	SEMANAL O PCM
20	Estático	B	Sistema de alimentación	Bobinas portarmilcs	Ajustar y verificar fijación, desgaste y estado general.	AJUSTE		Llave mixta 13 mm	Ajustar o cambiar componente. Generar aviso en caso sea necesaria intervención de Ingeniería.	10	MENSUAL
21	Estático	B	Horno	Ventiladores de salida	Ajustar y verificar fijación, desgaste y estado general.	AJUSTE		Llave mixta 17 mm	Ajustar o cambiar componente. Generar aviso en caso sea necesaria intervención de Ingeniería.	10	MENSUAL
22	Estático	B	Horno	Ventiladores del horno	Ajustar y verificar fijación, desgaste y estado general.	AJUSTE		Llave mixta 13 mm	Ajustar o cambiar componente. Generar aviso en caso sea necesaria intervención de Ingeniería.	10	QUINCENAL
23	Estático	B	Peines	Cadena de placa de transportador unificar	Ajustar y verificar fijación, desgaste y estado general.	AJUSTE		Llave mixta 19 mm	Ajustar o cambiar componente. Generar aviso en caso sea necesaria intervención de Ingeniería.	10	QUINCENAL
24	Estático	B	Cadena Rainis	Placa de transferencia	Ajustar y verificar fijación, desgaste y estado general.	AJUSTE		Destornillador plano	Ajustar o cambiar componente. Generar aviso en caso sea necesaria intervención de Ingeniería.	10	DIARIO O PRODUCCIÓN

## B2. Formatos de mantenimiento autónomo – ajuste

Mantenimiento					
Formato de Mantenimiento Autónomo					
Pais	Perú	Equipo	EMPAQUETADORA	Frecuencia	Semanal y/o PCM
Planta	Sullana			Tiempo est.	10 min
Área	Manufactura	Tipo de actividad	Verificar apoyo de rodillos ranurados	Estado equipo	Parada
Línea	Línea 2 PET			Fecha rev.	
<b>Informaciones de Seguridad</b>					
Antes de iniciar con la ejecución de esta actividad evalúe lo siguiente:					
. Verifique que cuenta con todo el equipo de protección necesaria para la ejecución de esta actividad					
. Verifique el estado de la herramienta a utilizar y que la misma se encuentre en condiciones de uso					
. Informe al responsable del equipo o área sobre la actividad que realizará					
<b>Informaciones de Inocuidad</b>					
Garantizar el cumplimiento de la política de inocuidad durante la ejecución de esta actividad de mantenimiento					
<b>Informaciones de medio ambiente</b>					
Descartar residuos generados en la ejecución de esta tarea de acuerdo a la política de medio ambiente					
<b>Objetivo</b>					
Grantizar disponibilidad del equipo verificando fijación, desgaste y estado general					
<b>Herramientas e insumos</b>					
Las herramientas necesarias para la ejecución de este procedimiento son las siguientes					
					
1. Llave mixta 19mm		2. Llave mixta 13 mm		3. Llave hexagonal 5r	
					
3. Trapo industrial					
<b>Procedimiento</b>					
					
1. Utilizar EPP: Protectores auditivos, bonnet, toca, tapaboca, lentes de seguridad y guantes					
2. Ubicación de rodillo ranurado					
3. Con la ayuda de llave hexagonal 5mm retirar la guarda como indica la figura 1					
4. Colocar la guarda en un lugar que no interrumpa el trabajo					
5. Con la ayuda de la llave mixta 19mm y 13mm ajustar los pernos del apoyo del rodillo ranurado					
6. Realizar limpieza superficial con la ayuda de un trapo industrial					
7. Colocar la guarda en la posición inicial y ajustar pernos con la ayuda de llave hexagonal 5mm					
8. Poner en orden las herramientas usadas					
<b>Acepte Técnico</b>					
Fabricado por		Acepte técnico		Acepte Producción	

Ilustración B4. Formato de mantenimiento autónomo – ajuste/reapriete

### B3. Formatos de mantenimiento autónomo – limpieza

<b>Mantenimiento</b> Formato de Mantenimiento Autónomo					
Pais	Perú	Equipo	EMPAQUETADORA	Frecuencia	Diario
Planta	Sullana			Tiempo est.	20 min
Área	Manufactura	Tipo de actividad	Limpieza de cadena transportadora (rais y separadores de botella)	Estado equipo	Parada
Línea	Línea 2 PET			Fecha rev.	
<b>Informaciones de Seguridad</b>					
Antes de iniciar con la ejecución de esta actividad evalúe lo siguiente:					
. Verifique que cuenta con todo el equipo de protección necesaria para la ejecución de esta actividad					
. Verifique el estado de la herramienta a utilizar y que la misma se encuentre en condiciones de uso					
. Informe al responsable del equipo o área sobre la actividad que realizará					
<b>Informaciones de Inocuidad</b>					
Garantizar el cumplimiento de la política de inocuidad durante la ejecución de esta actividad de mantenimiento					
<b>Informaciones de medio ambiente</b>					
Descartar residuos generados en la ejecución de esta tarea de acuerdo a la política de medio ambiente					
<b>Objetivo</b>					
Garantizar la calidad del producto evitando la proliferación de hongos o bacterias que puedan perjudicar la integridad del envase					
<b>Herramientas e insumos</b>					
Las herramientas necesarias para la ejecución de este procedimiento son las siguientes					
					
1. Easyfoam 5%	2. Alcohol	3. Detergente	4. Escobilla	5. Trapo Industrial	
<b>Procedimiento</b>					
					
1. Utilizar EPP; Protectores auditivos, bonnet, toca, tapaboca, lentes de seguridad, guantes quirúrgicos y botas impermeables					
2. Ubicación de cadena rais o cadena transportadora					
3. Con la ayuda de una bomba dosificadora que contenga (easyfoam y detergente al 2%) limpiar los restos de caramulina					
4. Si aún existen residuos sólidos o restos de caramulina limpiar con ayuda de la escobilla y detergente					
5. Si aún existen residuos sólidos o restos de caramulina limpiar con ayuda de trapo y alcohol.					
6. Poner los útiles de aseo en orden					
<b>Acepte Técnico</b>					
Fabricado por		Acepte técnico (Mntto)		Acepte Producción	

Ilustración B5. Formato de mantenimiento autónomo – limpieza

#### B4. Formatos de mantenimiento autónomo – lubricación

Mantenimiento					
Formato de Mantenimiento Autónomo					
Pais	Perú	Equipo	EMPAQUETADORA	Frecuencia	Quincenal
Planta	Sullana			Tiempo est.	10 min
Área	Manufactura	Tipo de actividad	Lubricación reductor principal (cadena rais)	Estado equipo	Parada
Línea	Línea 2 PET			Fecha rev.	
<b>Informaciones de Seguridad</b>					
Antes de iniciar con la ejecución de esta actividad evalúe lo siguiente:					
. Verifique que cuenta con todo el equipo de protección necesaria para la ejecución de esta actividad					
. Verifique el estado de la herramienta a utilizar y que la misma se encuentre en condiciones de uso					
. Informe al responsable del equipo o área sobre la actividad que realizará					
<b>Informaciones de Inocuidad</b>					
Garantizar el cumplimiento de la política de inocuidad durante la ejecución de esta actividad de mantenimiento					
<b>Informaciones de medio ambiente</b>					
Descartar residuos generados en la ejecución de esta tarea de acuerdo a la plítica de medio ambiente					
<b>Objetivo</b>					
Garantizar disponibilidad del equipo verificando lubricación, el desgaste de piezas y limpiando el excedente de grasa					
<b>Herramientas e insumos</b>					
Las herramientas necesarias para la ejecución de este procedimiento son las siguientes					
					
1. Trapo Industrial		2. Aceite OMALA 220		3. Aceitera	
<b>Procedimiento</b>					
					
					
1. Utilizar EPP: Protectores auditivos, bonnet, toca, tapaboca, lentes de seguridad y guantes					
2. Ubicación de reductor principal de cadena rais					
3. Identificar nivel de aceite de reductor principal					
4. Con ayuda de la aceitera, lubricar con aceite Omala 220					
5. Limpiar con trapo industrial el area de trabajo					
6. Poner en orden todas las herramientas usadas					
<b>Acepte Técnico</b>					
Fabricado por		Acepte técnico		Acepte Producción	

Ilustración B6. Formato de mantenimiento autónomo – lubricación

**Anexo C: Matriz de análisis de modos y efectos de falla**

Ver plano adjunto

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA (AMEF)		EVALUACIÓN DE CONSECUENCIAS DE FALLA														
Equipo	Descripción de la Función	Parámetros Funcionales	Sub-Equipo	Descripción de la Función	Falla Funcional	Modo de Falla	Efecto de Falla	Consecuencia de Falla	Ocultas	Seguridad	Medio ambiente	Operacionales	No operacionales	Descripción de tarea	Detalle de la tarea	
LLENADORA	Introducir la bebida carbonatada y no carbonatada dentro del envase PET tan rápido como sea posible (entre 3 y 4 segundos aproximadamente) sin originar ningún daño al envase o a la bebida.	<p>Numero de válvulas de llenado = 60</p> <p>Capacidad de llenado= 6000 - 13800 BPH</p> <p>Contrapresión = min: 4.9 bar - max: 5.3 bar</p> <p>P organos elevadores = min: 2.5 bar - max: 3 bar</p> <p>P trabajo = 4 bar</p> <p>Formatos de botella = 500 ml, 625 ml, 1 1/2 L, 2 L, 3L, 750 ml, 225 ml</p>	TABLERO ELÉCTRICO	Permite distribuir la energía eléctrica de manera segura y eficiente, cuentan con barras y conectores metálicos que permiten conducir la corriente eléctrica a las diversas cargas del equipo. También cuenta con aislantes y cubiertas que permiten resguardar las partes energizadas, para así permitir la segura operación de seccionadores.	Máquina llenadora se apaga intempestivamente	Cables de alimentación a sensores en corte de circuito Corte de energía activa llave termomagnética de control de mando	<p>_ Traba de botella en transportador de ingreso a máquina llenadora lo que origina caída de botella en mesa de carga</p> <p>_ Traba de botella en máquina etiquetadora</p> <p>Acumulación y traba de botella en entrada y salida de rinser, lo que puede originar la ruptura de cadena portagripers, la deformación de las guías laterales y el desalineamiento de tambores</p>	<p>_ Disminución de eficiencia por parada no programada en producción lo que origina el incumplimiento del plan de producción.</p> <p>_ Aumento de ineficiencia mecánica operacional que nos puede originar salir de la meta puesta por uno de los principales indicadores de planta.</p> <p>_ Pérdida de bebida lo que se traduce en pérdida de agua y jarabe</p> <p>_ Vencimiento de jarabe</p> <p>_ Producto observado por calidad al no cumplir con los estándares de llenado</p> <p>Riesgo en la seguridad del personal operativo</p>	x	x					Mantenimiento Preventivo de Tablero de Fuerza y Mando (verificar componentes eléctricos y ajuste de terminales), inspecciones de ruta mensuales	<a href="#">\110.233.6.112\data/cbc - sullana\CBC_SULLANA2\MANTENIMIENTO\4_PCM\03_Plan de Mantenimiento\01_Planes mantenimiento 2017</a>
			SENSORES DE SEGURIDAD DE PUERTAS	Detecta el cierre de las puertas de la máquina para que así pueda iniciar el proceso de llenado, en el caso de no detectar el cierre de las puertas, envía una alarma y la máquina llenadora no acciona	Máquina llenadora no acciona	Sensor de seguridad de puertas deteriorado Puertas de seguridad no se encuentran bien cerradas, lo que origina que el sensor de seguridad no detecte la señal Sensor de seguridad de puertas sucio	<p>_ Traba de botella en transportador de ingreso a máquina llenadora lo que origina caída de botella en mesa de carga</p> <p>_ Traba de botella en máquina etiquetadora</p> <p>_ Acumulación y traba de botella en entrada y salida de rinser, lo que puede originar la ruptura de cadena portagripers, la deformación de las guías laterales y el desalineamiento de tambores</p>	<p>_ Disminución de eficiencia por parada no programada en producción lo que origina el incumplimiento del plan de producción.</p> <p>_ Aumento de ineficiencia mecánica operacional que nos puede originar salir de la meta puesta por uno de los principales indicadores de planta.</p> <p>_ Pérdida de bebida lo que se traduce en pérdida de agua y jarabe</p> <p>_ Vencimiento de jarabe</p> <p>_ Producto observado por calidad al no cumplir con los estándares de llenado</p> <p>Riesgo en la seguridad del personal operativo</p>	x	x					Realizar limpieza interdiaria de sensores, ejecutar el mantenimiento preventivo y realizar el recambio según su vida útil	<a href="#">\110.233.6.112\data/cbc - sullana\CBC_SULLANA2\MANTENIMIENTO\4_PCM\03_Plan de Mantenimiento\01_Planes mantenimiento 2017</a>
			MOTOR PRINCIPAL	Parte sistemática de la máquina capaz de hacer funcionar el sistema	Máquina llenadora no acciona a velocidad normal	La fajas de motor principal no se encuentran bien templadas	<p>_ Traba de botella en transportador de ingreso a máquina llenadora lo que origina caída de botella en mesa de carga</p> <p>_ Traba de botella en máquina etiquetadora</p> <p>Acumulación y traba de botella en entrada y salida de rinser, lo que puede originar la ruptura de cadena portagripers, la deformación de las guías laterales y el desalineamiento de tambores</p>	<p>_ Disminución de eficiencia por parada no programada en producción lo que origina el incumplimiento del plan de producción.</p> <p>_ Aumento de ineficiencia mecánica operacional que nos puede originar salir de la meta puesta por uno de los principales indicadores de planta.</p> <p>_ Pérdida de bebida lo que se traduce en pérdida de agua y jarabe</p> <p>_ Vencimiento de jarabe</p> <p>_ Producto observado por calidad al no cumplir con los estándares de llenado</p> <p>Riesgo en la seguridad del personal operativo</p>	x	x					Mantenimiento preventivo de motor y megado trimestral de motor, inspecciones de ruta en parada y rodando	<a href="#">\110.233.6.112\data/cbc - sullana\CBC_SULLANA2\MANTENIMIENTO\4_PCM\03_Plan de Mantenimiento\01_Planes mantenimiento 2017</a>
			BOYAS DE DESAIREACIÓN	Indicar el nivel óptimo de bebida en la taza de la llenadora para tener un proceso continuo sin variaciones en nivel de llenado	Boya de desaireación no actúa	Mala calibración de boya de desaireación es decir, no existe 20 mm entre válvula de aireación y desaireación	<p>Taza de máquina llenadora se sobrellena.</p> <p>Botellas salen bajo nivel de llenado</p> <p>Botellas salen alto nivel de llenado</p>	<p>_ Disminución de eficiencia por parada no programada en producción lo que origina el incumplimiento del plan de producción.</p> <p>_ Aumento de ineficiencia mecánica operacional que nos puede originar salir de la meta puesta por uno de los principales indicadores de planta.</p> <p>_ Pérdida de bebida lo que se traduce en pérdida de agua y jarabe</p> <p>_ Vencimiento de jarabe</p> <p>_ Producto observado por calidad al no cumplir con los estándares de llenado</p> <p>Riesgo en la seguridad del personal operativo</p>	x						Calibración de Boyas de aireación y desaireación	<a href="#">\110.233.6.112\data/cbc - sullana\CBC_SULLANA2\MANTENIMIENTO\4_PCM\03_Plan de Mantenimiento\01_Planes mantenimiento 2017</a>
			MARIPOSAS	Regular apertura y cierre de válvulas de llenado	Se rompe oring de mariposa	Oring en mal estado o desgastados Poca o nula frecuencia de mantenimiento preventivo y autónomo	<p>_ Las válvulas de desaireación permanecen abiertas ocasionando una pérdida de jarabe</p> <p>_ Las válvulas permanecen cerradas. En ambos casos se originan paradas de producción</p>	<p>_ Disminución de eficiencia por parada no programada en producción lo que origina el incumplimiento del plan de producción.</p> <p>_ Aumento de ineficiencia mecánica operacional que nos puede originar salir de la meta puesta por uno de los principales indicadores de planta.</p> <p>_ Pérdida de bebida lo que se traduce en pérdida de agua y jarabe</p> <p>_ Vencimiento de jarabe</p> <p>_ Producto observado por calidad al no cumplir con los estándares de llenado</p> <p>Riesgo en la seguridad del personal operativo</p>			x				Mantenimiento periódico de mariposas y recambio de piezas de desgaste	<a href="#">\110.233.6.112\data/cbc - sullana\CBC_SULLANA2\MANTENIMIENTO\4_PCM\03_Plan de Mantenimiento\01_Planes mantenimiento 2017</a>
			TAZA DE LLENADORA	Contener la bebida que formará parte del proceso de llenado a unas presiones establecidas	Taza de llenadora se sobrellena	Falla en sistema neumático Mala calibración de boya de desaireación es decir, no existe 20 mm entre válvula de aireación y desaireación	<p>_ Botellas salen alto nivel de llenado, lo que genera espumeo en la bebida y esto ocasiona la disminución de velocidades de la máquina</p>	<p>_ Disminución de eficiencia por parada no programada en producción lo que origina el incumplimiento del plan de producción.</p> <p>_ Aumento de ineficiencia mecánica operacional que nos puede originar salir de la meta puesta por uno de los principales indicadores de planta.</p> <p>_ Pérdida de bebida lo que se traduce en pérdida de agua y jarabe</p> <p>_ Vencimiento de jarabe</p> <p>_ Producto observado por calidad al no cumplir con los estándares de llenado</p> <p>Riesgo en la seguridad del personal operativo</p>	x						Calibración de Boyas de aireación y desaireación	<a href="#">\110.233.6.112\data/cbc - sullana\CBC_SULLANA2\MANTENIMIENTO\4_PCM\03_Plan de Mantenimiento\01_Planes mantenimiento 2017</a>
			ORGANOS ELEVADORES	Elevar el envase PET de una manera rápida para que éste quede presionado contra la válvula de llenado y genere un sello que evite la fuga de bebida. Los organos elevadores trabajan por medio de un principio neumático - mecánico, se elevan por medio de aire comprimido y descienden mecánicamente mediante una leva que hace descender un rodillo deslizando.	Máquina llenadora se frena constantemente	Mal alineamiento de órganos elevadores Mala lubricación de pistas de subida y bajada de órganos elevadores	<p>_ Botellas salen con bajo nivel de llenado</p>	<p>_ Disminución de eficiencia por parada no programada en producción lo que origina el incumplimiento del plan de producción.</p> <p>_ Aumento de ineficiencia mecánica operacional que nos puede originar salir de la meta puesta por uno de los principales indicadores de planta.</p> <p>_ Pérdida de bebida lo que se traduce en pérdida de agua y jarabe</p> <p>_ Vencimiento de jarabe</p> <p>_ Producto observado por calidad al no cumplir con los estándares de llenado</p> <p>Riesgo en la seguridad del personal operativo</p>	x	x	x				Mantenimiento preventivo de organos elevadores	<a href="#">\110.233.6.112\data/cbc - sullana\CBC_SULLANA2\MANTENIMIENTO\4_PCM\03_Plan de Mantenimiento\01_Planes mantenimiento 2017</a>
			SENSOR DE AIRE PREVIO	Detectar el pico del envase PET e inmediatamente abrir las válvulas de llenado	Sensor de aire previo no detecta correctamente	Mal alineamiento de reflex de sensor Reflex se encuentra opaco o con suciedad Rotura de cable de sensor de aire previo	<p>_ Las válvulas de desaireación permanecen abiertas ocasionando una pérdida de jarabe</p> <p>_ Las válvulas permanecen cerradas. En ambos casos se originan paradas de producción</p>	<p>_ Disminución de eficiencia por parada no programada en producción lo que origina el incumplimiento del plan de producción.</p> <p>_ Aumento de ineficiencia mecánica operacional que nos puede originar salir de la meta puesta por uno de los principales indicadores de planta.</p> <p>_ Pérdida de bebida lo que se traduce en pérdida de agua y jarabe</p> <p>_ Vencimiento de jarabe</p> <p>_ Producto observado por calidad al no cumplir con los estándares de llenado</p> <p>Riesgo en la seguridad del personal operativo</p>			x				Realizar limpieza interdiaria de sensores, ejecutar el mantenimiento preventivo y realizar el recambio según su vida útil	<a href="#">\110.233.6.112\data/cbc - sullana\CBC_SULLANA2\MANTENIMIENTO\4_PCM\03_Plan de Mantenimiento\01_Planes mantenimiento 2017</a>
TRANSPORTADOR DE BOTELLAS VACÍAS	Sostener del cuello a las botellas vacías y trasladarlas de manera rápida por medio de un sistema neumático conformado por mangueras que llevan el aire desde un soplador.	Potencia de soplador = 5 HP	TRANSPORTADOR ENTRADA Y SALIDA	Trasladar las botellas vacías que salen de la etiquetadora y entran al rinser así como las que salen del rinser y entran en la llenadora por medio de un sistema neumático conformado por mangueras que llevan el aire desde un soplador.	Se apaga transportador intempestivamente Regulación de velocidades	Desincronismo de velocidades en las diferentes máquinas de la línea de producción Se activó variador por sobrecorriente Motor quemado por sobrecorriente Voltaje demasiado bajo debido a la caída de tensión	<p>_ Traba de botella a la entrada de rinser, lo que ocasiona la rotura de la cadena portagripers, deformación de guías laterales y el desalineamiento de tambores.</p> <p>_ Traba de botella al ingreso de la máquina llenadora.</p>	<p>_ Disminución de eficiencia por parada no programada en producción lo que origina el incumplimiento del plan de producción.</p> <p>_ Aumento de ineficiencia mecánica operacional que nos puede originar salir de la meta puesta por uno de los principales indicadores de planta.</p> <p>_ Pérdida de bebida lo que se traduce en pérdida de agua y jarabe</p> <p>_ Vencimiento de jarabe</p> <p>_ Producto observado por calidad al no cumplir con los estándares de llenado</p> <p>Riesgo en la seguridad del personal operativo</p>	x	x				Mantenimiento preventivo y megado a motor eléctrico, mantenimiento preventivo a variador de velocidad, inspecciones de ruta en parada y rodando	<a href="#">\110.233.6.112\data/cbc - sullana\CBC_SULLANA2\MANTENIMIENTO\4_PCM\03_Plan de Mantenimiento\01_Planes mantenimiento 2017</a>	
			SOPLADORES	Enviar aire en cantidad adecuada hacia los transportadores mediante un sistema neumático	Se apaga motor soplador	Voltaje demasiado bajo debido a la caída de tensión Se presenta alarma en el variador de frecuencia	<p>_ Traba de botella a la entrada de rinser, lo que ocasiona la rotura de la cadena portagripers, deformación de guías laterales y el desalineamiento de tambores.</p> <p>_ Traba de botella al ingreso de máquina llenadora.</p>	<p>_ Disminución de eficiencia por parada no programada en producción lo que origina el incumplimiento del plan de producción.</p> <p>_ Aumento de ineficiencia mecánica operacional que nos puede originar salir de la meta puesta por uno de los principales indicadores de planta.</p> <p>_ Pérdida de bebida lo que se traduce en pérdida de agua y jarabe</p> <p>_ Vencimiento de jarabe</p> <p>_ Producto observado por calidad al no cumplir con los estándares de llenado</p> <p>Riesgo en la seguridad del personal operativo</p>	x					Mantenimiento preventivo a motor soplador y megado bimestral de motor soplador, inspecciones de ruta en parada y rodando	<a href="#">\110.233.6.112\data/cbc - sullana\CBC_SULLANA2\MANTENIMIENTO\4_PCM\03_Plan de Mantenimiento\01_Planes mantenimiento 2017</a>	
			TABLERO ELÉCTRICO	Permite distribuir la energía eléctrica de manera segura y eficiente, cuentan con barras y conectores metálicos que permiten conducir la corriente eléctrica a las diversas cargas del equipo. También cuenta con aislantes y cubiertas que permiten resguardar las partes energizadas, para así permitir la segura operación de seccionadores.	Paradas continuas en transportador	Por caída de tensión se genera una alarma en los variadores que origina una parada de máquina	<p>_ Traba de botella a la entrada de rinser, lo que ocasiona la rotura de la cadena portagripers, deformación de guías laterales y el desalineamiento de tambores.</p> <p>_ Traba de botella al ingreso de máquina llenadora.</p>	<p>_ Disminución de eficiencia por parada no programada en producción lo que origina el incumplimiento del plan de producción.</p> <p>_ Aumento de ineficiencia mecánica operacional que nos puede originar salir de la meta puesta por uno de los principales indicadores de planta.</p> <p>_ Pérdida de bebida lo que se traduce en pérdida de agua y jarabe</p> <p>_ Vencimiento de jarabe</p> <p>_ Producto observado por calidad al no cumplir con los estándares de llenado</p> <p>Riesgo en la seguridad del personal operativo</p>	x	x					Mantenimiento Preventivo de Tablero de Fuerza y Mando (verificar componentes eléctricos y ajuste de terminales)	<a href="#">\110.233.6.112\data/cbc - sullana\CBC_SULLANA2\MANTENIMIENTO\4_PCM\03_Plan de Mantenimiento\01_Planes mantenimiento 2017</a>







**Anexo D: Plan de mantenimiento preventivo**

Ver plano adjunto



## PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE INSTRUMENTACIÓN (CALIBRACIONES) - LÍNEA 2 PET

### PLAN DE INSTRUMENTACIÓN - EQUIPOS CRÍTICOS DE CALIDAD

ITEM	SUB ÁREA	EQUIPO	SUBCONJUNTO	CÓDIGO	CODIGO DE CALIDAD	DESCRIPCIÓN DE RUTINA	TAREA 1	TIPO DE CRITICIDAD	NUMERO DE EJECUTANTES	TIEMPO POR EJECUTANTE	ESPECIALIDAD DE EJECUTANTE	HH1	TIEMPO UNITARIO (min)	FRECUENCIA (DÍAS)
181	LINEA 02 PET	EQUIPO PESAJE	BALANZA	RP00300102780101-BL	SUL-L02-MPA-BZE-001	CALIBRAR BALANZA ELECTRÓNICA	Proveedor externo calificado sera el que realiza el mantenimiento y calibración, utilizara su propio procedimiento, se emitira un informe del mantenimiento del Equipo y un certificado de la Calibración, emitirá Certificado de Trazabilidad de Patrones utilizados en Calibración.	Crítico Calidad	1	180	Externo	3	180	720
182	LINEA 02 PET	RINSER	MANOMETRO DE PRESION DE AGUA	RP00300102270101-PI	SUL-L02-RIN-MAO-001	CALIBRAR PRESION DE AGUA DE RINSER	3.1.15. INSTRUMENTACION\01. INSTRUMENTACION\3. Metrologia cbc\8. Documentos instructivos\2. Metrologia\Calibración Indicador de Presión PL IT QA 11 01 05.doc	Crítico Calidad	1	90	Instrumentista	1.5	90	180
183	LINEA 02 PET	PROPORCIONADOR	MANOMETRO DE PRESION CO2 ENTRADA REGULADA	RP00300103860101-PI	SUL-L02-MIX-MAO-001	CALIBRAR PRESION CO2	3.1.15. INSTRUMENTACION\01. INSTRUMENTACION\3. Metrologia cbc\8. Documentos instructivos\2. Metrologia\Calibración Indicador de Presión PL IT QA 11 01 05.doc	Crítico Calidad	1	90	Instrumentista	1.5	90	360
184	LINEA 02 PET	PROPORCIONADOR	MANOMETRO DE PRESION CO2 LINEA PRINCIPAL	RP00300102860101-PI	SUL-L02-MIX-MAO-002	CALIBRAR PRESION CO3	3.1.15. INSTRUMENTACION\01. INSTRUMENTACION\3. Metrologia cbc\8. Documentos instructivos\2. Metrologia\Calibración Indicador de Presión PL IT QA 11 01 05.doc	Crítico Calidad	1	90	Instrumentista	1.5	90	360
185	LINEA 02 PET	LLENADORA	MANOMETRO DE PRESION DE TAZA	RP00300102490101-PI	SUL-L02-LLA-MAO-001	CALIBRAR PRESION DE TAZA	3.1.15. INSTRUMENTACION\01. INSTRUMENTACION\3. Metrologia cbc\8. Documentos instructivos\2. Metrologia\Calibración Indicador de Presión PL IT QA 11 01 05.doc	Crítico Calidad	1	90	Instrumentista	1.5	90	360
186	LINEA 02 PET	RINSER	PRESOSTATO BAJA PRESION DE AGUA	RP00300102270101-PSL	SUL-L02-RIN-MPN-001	CALIBRAR PRESOSTATO PRESION AGUA	Calibración Presostatos.xls	Crítico Calidad	1	90	Instrumentista	1.5	90	180
187	LINEA 02 PET	RINSER	PRESOSTATO BAJA PRESION DE AIRE	RP00300102270101-PSL	SUL-L02-RIN-MPN-002	CALIBRAR PRESOSTATO PRESION AIRE	Calibración Presostatos.xls	Crítico Calidad	1	120	Instrumentista	2	120	180
188	LINEA 02 PET	LLENADORA	TERMOMETRO DE TAZA	RP00300102490101-TI	SUL-L02-LLA-TER-001	CALIBRAR TEMPERATURA DE TAZA	3.1.15. INSTRUMENTACION\01. INSTRUMENTACION\3. Metrologia cbc\8. Documentos instructivos\2. Metrologia\Calibración Indicadores de Temperatura PL IT QA 11 01 07 01.doc	Crítico Calidad	1	90	Instrumentista	1.5	90	360
189	LINEA 02 PET	PROPORCIONADOR	INDICADOR DE TEMPERATURA DE PRODUCTO	RP00300102860101-TT	SUL-L02-MIX-TER-001	CALIBRAR TEMPERATURA DE PRODUCTO	3.1.15. INSTRUMENTACION\01. INSTRUMENTACION\3. Metrologia cbc\8. Documentos instructivos\2. Metrologia\Calibración Indicadores de Temperatura PL IT QA 11 01 07 01.doc	Crítico Calidad	1	120	Instrumentista	2	120	360
190	LINEA 02 PET	ETIQUETADORA	TRANSMISOR DE TEMPERATURA DE GOMA	RP00300102310101-TT	SUL-L02-ETQ-TER-001	CALIBRAR TEMPERATURA DE RODILLO DE GOMA	3.1.15. INSTRUMENTACION\01. INSTRUMENTACION\3. Metrologia cbc\8. Documentos instructivos\2. Metrologia\Calibración Indicadores de Temperatura PL IT QA 11 01 07 01.doc	Crítico Común	1	120	Instrumentista	2	120	180
191	LINEA 02 PET	EQUIPO UV LINEA 02	EQUIPO UV	RP00300102530101-SUV	SUL-L02-MIX-SUV-001	CAMBIO DE TUBOS DE CUARZO, ORRING, LAMPARAS Y CONECTORES	Cambio de lámparas equipo UV.xls	Crítico Calidad	1	360	Instrumentista	4	360	360
192	LINEA 02 PET	EQUIPO UV LINEA 02	EQUIPO UV	RP00300102530101-SUV	SUL-L02-MIX-SUV-001	SANEAMIENTO GENERAL DEL EQUIPO	Mantenimiento y saneamiento de Tanque Presión Equipo UV.xls	Crítico Calidad	1	360	Instrumentista	4	360	180
193	LINEA 02 PET	PROPORCIONADOR	MANOMETRO DE PRESION DE AMONIACO	RP00300102860103-PI	SUL-L02-MIX-MAO-003	CALIBRAR PRESION DE TANQUE NH3	Proveedor externo calificado sera el que realiza el mantenimiento y calibración, utilizara su propio procedimiento, se emitira un informe del mantenimiento del Equipo y un certificado de la Calibración, emitirá Certificado de Trazabilidad de Patrones utilizados en Calibración.	Crítico Seguridad	1	90	Externo	1.5	90	180
194	LINEA 02 PET	ENVOLVEDORA	TRANSMISOR DE TEMPERATURA LADO A	RP00300102200101-TT	SUL-L02-EMP-TER-001	CALIBRAR TEMPERATURA DE TUNEL	Proveedor externo calificado sera el que realiza el mantenimiento y calibración, utilizara su propio procedimiento, se emitira un informe del mantenimiento del Equipo y un certificado de la Calibración, emitirá Certificado de Trazabilidad de Patrones utilizados en Calibración.	Crítico Común	1	120	Externo	2	120	180
195	LINEA 02 PET	ENVOLVEDORA	TRANSMISOR DE TEMPERATURA LADO B	RP00300102200102-TT	SUL-L02-EMP-TER-002	CALIBRAR TEMPERATURA DE TUNEL	Proveedor externo calificado sera el que realiza el mantenimiento y calibración, utilizara su propio procedimiento, se emitira un informe del mantenimiento del Equipo y un certificado de la Calibración, emitirá Certificado de Trazabilidad de Patrones utilizados en Calibración.	Crítico Común	1	120	Externo	2	120	180

### PLAN DE INSTRUMENTACIÓN - EQUIPOS CRÍTICOS DE SEGURIDAD

ITEM	SUB ÁREA	EQUIPO	SUBCONJUNTO	CÓDIGO	MARCA	DESCRIPCIÓN DE RUTINA	TAREA 1	TIPO DE CRITICIDAD	MODELO	MEDIDA	FLUIDO	SET PRESION	N° DE EJECUT	TIEMPO POR EJECUTANTE	ESPECIALIDAD DE EJECUTANTE	FRECUENCIA (DÍAS)
196	LINEA 2 PET	CARBOCOOLER	VALVULA DE SEGURIDAD TANQUE CARBONATADOR	RP00300102860101-PSV	Safety Valve	CALIBRACION Y MANTENIMIENTO DE VALVULA DE SEGURIDAD	Proveedor externo calificado sera el que realiza el mantenimiento y calibración, utilizara su propio procedimiento, se emitira un informe del mantenimiento del Equipo y un certificado de la Calibración, emitirá Certificado de Trazabilidad de Patrones utilizados en Calibración.	Crítico Seguridad	L85	3/4" X 3/4"	BEBIDA	100 Psig	1	180	Externo	360
197	LINEA 2 PET	CARBOCOOLER	VALVULA DE SEGURIDAD TK 01 NH3	RP00300102860102-PSV	LESER	CALIBRACION Y MANTENIMIENTO DE VALVULA DE SEGURIDAD	Proveedor externo calificado sera el que realiza el mantenimiento y calibración, utilizara su propio procedimiento, se emitira un informe del mantenimiento del Equipo y un certificado de la Calibración, emitirá Certificado de Trazabilidad de Patrones utilizados en Calibración.	Crítico Seguridad	4592.2482	3/4" X 1" NPT	NH3	228 PSI	1	180	Externo	360
198	LINEA 2 PET	CARBOCOOLER	VALVULA DE SEGURIDAD TK 02 NH3	RP00300102860103-PSV	LESER	CALIBRACION Y MANTENIMIENTO DE VALVULA DE SEGURIDAD	Proveedor externo calificado sera el que realiza el mantenimiento y calibración, utilizara su propio procedimiento, se emitira un informe del mantenimiento del Equipo y un certificado de la Calibración, emitirá Certificado de Trazabilidad de Patrones utilizados en Calibración.	Crítico Seguridad	4592.2482	3/4" X 1" NPT	NH3	228 PSI	1	180	Externo	360
199	LINEA 2 PET	LLENADORA	VALVULA DE SEGURIDAD PRESION DE TAZA	RP00300102490101-PSV	Safety Valve	CALIBRACION Y MANTENIMIENTO DE VALVULA DE SEGURIDAD	Proveedor externo calificado sera el que realiza el mantenimiento y calibración, utilizara su propio procedimiento, se emitira un informe del mantenimiento del Equipo y un certificado de la Calibración, emitirá Certificado de Trazabilidad de Patrones utilizados en Calibración.	Crítico Seguridad	L85	3/4" X 1"	BEBIDA	100 Psig	1	180	Externo	360