

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA**



**“IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO  
PREVENTIVO PARA AUMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE LOS  
EQUIPOS DE LA LINEA DE EMBOTELLADO-ARCA CONTINENTAL  
LINDEY-LIMA PERÚ 2021”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO  
PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO**

**FRANKLIN WILLIAM TAFUR ARÉVALO**

**Callao - 2023  
PERÚ**



## Document Information

---

|                   |   |
|-------------------|---|
| Analyzed document | Informe de Titulación F.Tafur Rev.7.docx (D175769921) |
| Submitted         | 10/12/2023 2:22:00 AM                                 |
| Submitted by      |   |
| Submitter email   | investigacion.fime@unac.pe                            |
| Similarity        | 1%  |
| Analysis address  | investigacion.fime.unac@analysis.orkund.com           |

## Sources included in the report

---

|  |   |  |   |
|--|---|--|---|
|   | <b>39226. Tordoya Romero, Juan Pablo_.pdf</b><br>Document 39226. Tordoya Romero, Juan Pablo_.pdf (D144703219) |   | 2 |
|  | <b>Practica mantenimiento.docx</b><br>Document Practica mantenimiento.docx (D43401245)                        |  | 2 |

---

## Entire Document

---

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA

“IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA AUMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS DE LA LINEA DE EMBOTELLADO-ARCA CONTINENTAL LINDEY-LIMA PERÚ 2021”

INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO

FRANKLIN WILLIAM TAFUR ARÉVALO

..... Mg. Carlos A. Bailon Bustamante RCI N° 144520 Callao - 2023

Franklin William Tafur Arevalo PERÚ

Dedicatoria Todo mi esfuerzo para llegar a mi objetivo que me propuse en algún momento y ahora lo estoy logrando satisfactoriamente, se lo dedico a mis padres, esposa e hijos y hermanos.

Agradecimientos A Dios que concede el privilegio de la vida y ofrece lo necesario para lograr mí objetivo. A los profesores de la Universidad Nacional del Callao, por los alcances teóricos brindados en la elaboración de este informe profesional.

INDICE DE CONTENIDOS

**LIBRO 001 FOLIO No. 197 ACTA N° 149 DE SUSTENTACIÓN DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO**

A los 15 días del mes octubre, del año 2023, siendo las 16:11 horas, se reunieron, en el auditorio de Mecánica de Fluidos de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía, sito Av. Juan Pablo II N° 306 Bellavista – Callao, el **JURADO DE SUSTENTACIÓN DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL** para la obtención del título profesional de INGENIERO MECÁNICO, conformado por los siguientes docentes ordinarios de la **Universidad Nacional del Callao**:

|     |   |              |
|-----|---|--------------|
| Dr. | <b>FELIX ALFREDO GUERRERO ROLDAN</b>    | : Presidente |
| Mg. | <b>ALFONSO SANTIAGO CALDAS BASAURI:</b> | : Secretario |
| Mg. | <b>ADOLFO ORLANDO BLAS ZARZOSA</b>      | : Miembro    |

Se dio inicio al acto de sustentación del informe de trabajo de suficiencia profesional del Bachiller **TAFUR AREVALO, FRANKLIN WILLIAM** quien habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico, sustenta el informe titulado **"IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA AUMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS DE LA LINEA DE EMBOTELLADO - ARCA CONTINENTAL LINDEY - LIMA PERÚ 2021"**, cumpliendo con la sustentación en acto público, de manera presencial en el auditorio Mecánica de Fluidos,

Contando con la presencia del Supervisor General, Decano de la Facultad de Ciencias Económicas Dr. Augusto Caro Anchay, Supervisor de la FIME, Mg. Carlos Zacarias Diaz Cabrera y el representante de la Comisión de Grados y Títulos Mg. Jorge Luis Ilquimiche Melly.

Con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la exposición de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente. Luego de la sustentación, y la absolución de las preguntas formuladas por el Jurado y efectuadas las deliberaciones pertinentes, acordó por unanimidad: Dar por **APROBADO** con la escala de calificación cualitativa **BUENO** y calificación cuantitativa **15 (QUINCE)** la presente sustentación, conforme a lo dispuesto en el Art. 24 del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 150-2023-CU del 15 de junio del 2023.

Se dio por cerrada la Sesión a las 16:42 horas del día 15 octubre de 2023.

Dr. **FELIX ALFREDO GUERRERO ROLDAN**  
Presidente

Mg. **ALFONSO SANTIAGO CALDAS BASAURI**  
Secretario

Mg. **ADOLFO ORLANDO BLAS ZARZOSA**  
Miembro

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA y DE ENERGÍA  
I CICLO TALLER DE TITULACIÓN PROFESIONAL POR LA MODALIDAD DE  
**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL 2023**  
**JURADO DE SUSTENTACIÓN**

---

**INFORME Nº 001-2023-JS-I-CT-TSP-23**

Visto el informe de Trabajo de Suficiencia Profesional titulado: **"IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA AUMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS DE LA LINEA DE EMBOTELLADO - ARCA CONTINENTAL LINDEY - LIMA PERÚ 2021"**, presentado por el Bachiller en Ingeniería Mecánica: **TAFUR AREVALO, Franklin William**.

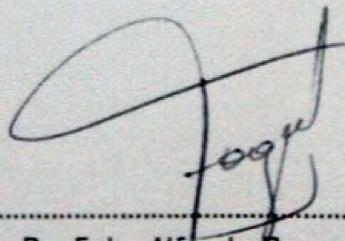
**A QUIEN CORRESPONDA:**

El presidente del Jurado de Sustentación del I ciclo taller de titulación por la modalidad de Trabajo de Suficiencia Profesional 2023, manifiesta que la sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional titulado: **"IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA AUMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS DE LA LINEA DE EMBOTELLADO - ARCA CONTINENTAL LINDEY - LIMA PERÚ 2021"**, se realizó el día 15 de octubre 2023 en el horario de 16:42 PM, en forma presencial, encontrándose algunas observaciones en el Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional.

Posteriormente el bachiller **TAFUR AREVALO, Franklin William**, presentó el levantamiento de las observaciones; luego de la respectiva revisión minuciosa, el jurado da por aprobado el Trabajo Suficiencia Profesional.

Se emite el presente informe para los fines pertinentes.

Callao, 15 de diciembre 2023.



Dr. Félix Alfredo Guerrero Roldan  
Presidente de Jurado de Sustentación  
I-CT-TSP-23

***Dedicatoria***

*Todo mi esfuerzo para llegar a mi objetivo que me propuse en algún momento y ahora lo estoy logrando satisfactoriamente, se lo dedico a mis padres, esposa e hijos y hermanos.*

### ***Agradecimientos***

*A Dios que concede el privilegio de la vida y ofrece lo necesario para lograr mí objetivo.*

*A los profesores de la Universidad Nacional del Callao, por los alcances teóricos brindados en la elaboración de este informe profesional.*

## INDICE DE CONTENIDOS

|  |           |
|--|-----------|
| Dedicatoria.....   | III       |
| Agradecimiento.....  | IV        |
| Indice de Figuras.....   | 4         |
| Indice de Tablas.....  | 6         |
| Introducción.....  | 7         |
| <b>I ASPECTOS GENERALES.....</b>                                 | <b>7</b>  |
| 1.1 Objetivos.....   | 7         |
| 1.1.1 Objetivo General.....                                      | 7         |
| 1.1.2 Objetivos Específicos.....                                 | 7         |
| 1.2 Organización de la Empresa.....                              | 7         |
| 1.2.1 Razón Social de la Empresa.....                            | 7         |
| 1.2.2 Principales Productos.....                                 | 9         |
| 1.2.3 Plan Estratégico.....                                      | 11        |
| 1.2.4 Estructura Orgánica.....                                   | 12        |
| 1.2.5 Mapeo de Procesos.....                                     | 13        |
| 1.2.6 Cargo, Funciones y Responsabilidades del Bachiller.....    | 13        |
| <b>II. FUNDAMENTACION DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL.....</b>     | <b>14</b> |
| 2.1 Marco Teórico .....  | 14        |
| 2.1.1. Antecedentes.....   | 14        |
| 2.1.1.1 Antecedentes Nacionales.....                             | 15        |
| 2.1.1.2 Antecedentes Internacionales.....                        | 19        |
| 2.1.2 Bases Teóricas o Conceptuales.....                         | 21        |
| 2.1.2.1 FMEA (Análisis de los Modos y Efecto de las Falla) ..... | 21        |
| 2.1.2.2 Definiciones de Mantenimiento.....                       | 23        |
| 2.1.2.3 Tipos de Mantenimiento.....                              | 24        |
| 2.1.3 Normativas.....  | 27        |
| 2.2 Descripción de las Actividades Desarrolladas.....            | 28        |
| 2.2.1 Plan Anual del Mantenimiento.....                          | 28        |

|  |            |
|--|------------|
| 2.2.2 Etapas de La Implementación del Plan de Mantenimiento.....                         | 29         |
| 2.2.2.1 Inventario de los Equipos.....   | 29         |
| 2.2.2.2 Jerarquización de Equipos.....   | 29         |
| 2.2.2.3 Taggeo o Codificación de Equipos.....  | 31         |
| 2.2.2.4 Criticidad de Equipos .....  | 31         |
| 2.2.2.5. Estrategias de Mantenimiento.....   | 36         |
| 2.2.2.6. Plan Anual de Mantenimiento.....  | 42         |
| 2.2.2.7. Planificación y Programación del Mantenimiento.....                             | 62         |
| <b>III APORTES RELIZADOS.....</b>  | <b>77</b>  |
| 3.1 Generalidades de la empresa.....   | 77         |
| 3.2 Análisis y diagnóstico del área de mantenimiento (Ishikawa).....                     | 79         |
| 3.3 Cuantificar y priorizar las causas de Fallas de los sistemas diagrama de Pareto..... | 81         |
| 3.4 Implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo.....                             | 84         |
| 3.4.1 Lista de Equipos de la Línea Hotfill.....  | 85         |
| 3.4.2 Jerarquización y Taggeo de Equipos.....  | 89         |
| 3.4.3 Criticidad de Equipos.....   | 90         |
| 3.4.4 Implementación del FMEA.....   | 91         |
| 3.4.5 Implementación de las estrategias de mantenimiento.....                            | 94         |
| 3.4.5.1 Plan de mantenimiento preventivo anual de la llenadora.....                      | 94         |
| 3.4.6 Resultados de la mejora de la implementación de la estrategia.....                 | 96         |
| <b>IV DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....</b>  | <b>97</b>  |
| 4.1 Discusiones.....   | 97         |
| 4.2 Conclusiones.....  | 98         |
| <b>V. RECOMENDACIONES.....</b>   | <b>99</b>  |
| <b>VI BIBLIOGRAFIA.....</b>  | <b>100</b> |
| <b>ANEXOS.....</b>   | <b>103</b> |



## INDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1.1: Ubicación geográfica .....                                     | 10 |
| Figura 1.2: Portafolio de marcas .....                                     | 11 |
| Figura 1.3: Organigrama de Arca Continental Lindley.....                   | 13 |
| Figura 1.4: Diagrama de proceso de la línea hotfiil.....                   | 14 |
| Figura 2.1 Diagrama de flujo del proceso de producción.....                | 31 |
| Figura 2.2 Proceso de producción de embotellado.....                       | 32 |
| Figura 2.3: Despaletizadora.....   | 33 |
| Figura 2.4 Triblolock.....   | 33 |
| Figura 2.5: Enjuagador y lavado de botellas.....                           | 34 |
| Figura 2.6 : Llenadora.....  | 34 |
| Figura 2.7 : La Capsuladora.....   | 35 |
| Figura 2.8 Homogenizador.....  | 35 |
| Figura 2.9: Pasteurizador.....   | 36 |
| Figura 2.10: Etiquetadora.....   | 36 |
| Figura 2.11: Empacadora y termoencogible.....                              | 37 |
| Figura 2.12: La paletizadora.....  | 37 |
| Figura 2.13: Agrupación y definición de taxonomía.....                     | 40 |
| Figura 2.14: Estandarización de la taxonomía.....                          | 41 |
| Figura 2.15:Diagrama de flujo de definición de criticidad.....             | 45 |
| Figura 2.16: Estrategia de mantenimiento.....                              | 47 |
| Figura 2.17: Estrategia de mantenimiento BDM.....                          | 48 |
| Figura 2.18: Estrategia de mantenimiento TBM.....                          | 49 |
| Figura 2.19: Estrategia de mantenimiento CBM.....                          | 50 |
| Figura 2.20: Vacíos a eliminar antes de elaborar los FMEAs.....            | 57 |
| Figura 2.21: FMEA y RPN.....   | 61 |
| Figura 2.22: FMEA, RPN y estrategias de mantenimiento.....                 | 63 |
| Figura 2.23: Flujograma para la selección de las acciones preventivas..... | 64 |
| Figura 2.24: Criticidad de órdenes de planes de mantenimiento.....         | 67 |
| Figura 2.25: FMEA, RPN, Estratégias de mantenimiento y operaciones.....    | 68 |
| Figura 2.26: Estratégica sistemática de planes de mantenimiento.....       | 69 |
| Figura 2.27: Overview de la planificación de órdenes de trabajo.....       | 71 |
| Figura 3.1: Volumen de producción 2021.....                                | 77 |

|   |     |
|---|-----|
| Figura 3.2: Fallos de los equipos – Disponibilidad de Equipos.....              | 77  |
| Figura 3.3: Diagrama de Ishikawa.....   | 79  |
| Figura 3.4: Diagrama de Pareto de las Fallas por Sistemas de Línea Hotfill..... | 82  |
| Figura 3.5: Proceso de la Implementación del MP.....                            | 83  |
| Figura 3.6: Estrategia de Mantenimiento.....                                    | 93  |
| Figura 3.7: Disponibilidad de los Equipos.....                                  | 95  |
| Figura 4.1: Diagrama de Flujo de la Línea Hotfill.....                          | 102 |
| Figura 4.2: Codificación y registro de los Equipos en SAP PM.....               | 103 |
| Figura 4.3: PID del Pasteurizador.....  | 108 |
| Figura 4.4: Diagrama de Flujo del Pasteurizador.....                            | 109 |

## INDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1.1: Roles y funciones de puestos de mantenimiento.....            | 15 |
| Tabla 2.1: Formulario del FMEA (5).....                                  | 24 |
| Tabla 2.2 : Envases por parihuelas.....                                  | 31 |
| Tabla 2.3 : Matriz de criticidad ABC.....                                | 43 |
| Tabla 2.4: Tabla resumen de matriz de criticidad de equipos.....         | 47 |
| Tabla 2.5 : Ventajas y desventajas del BDM.....                          | 49 |
| Tabla 2.6: Ventajas y desventajas de BTM.....                            | 50 |
| Tabla 2.7: Ventajas y desventajas del CBM.....                           | 51 |
| Tabla 2.8: Proceso de elaboración de los planes de mantenimiento.....    | 55 |
| Tabla 2.9: Formulario del FMEA.....                                      | 58 |
| Tabla 2.10: Medición del Índice de severidad.....                        | 61 |
| Tabla 2.11: Índice de criticidad de detección.....                       | 61 |
| Tabla 2.12: Descripción del plan de FMEA .....                           | 63 |
| Tabla 2.13: Modelo de hoja de ruta.....                                  | 66 |
| Tabla 2.14: Proceso de planificación de largo plazo.....                 | 74 |
| Tabla 2.15: Proceso de planificación a mediano plazo.....                | 75 |
| Tabla 2.16: Resumen interfaces del proceso de programación.....          | 76 |
| Tabla 3.1: Fallas de equipos por Sistemas de la línea hotfill.....       | 82 |
| Tabla 3.2: Lista de equipos.....   | 85 |
| Tabla 3.3: Resumen de codificación de equipos.....                       | 88 |
| Tabla 3.4: Matriz de criticidad de equipos de la línea hotfill.....      | 89 |
| Tabla 3.5 Formato de Implementación del plan de Mantenimiento FMEA ..... | 90 |
| Tabla 3.6: Plan de Mantenimiento preventivo de la llenadora.....         | 94 |
| Tabla 3.7: Fallos de los equipos – disponibilidad de equipos.....        | 96 |

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, como en el Perú en muchos países del mundo se enfoca en el desafío de reducir las fallas de los equipos de la línea para incrementar la productividad para crecer, alcanzar y lograr metas de desarrollo alineados a los objetivos de la compañía.

En la nueva generación de profesionales ingenieros de Mantenimiento se innovaron y se decidieron iniciar e idear nuevas formas de desarrollar el mantenimiento de máquinas y equipos en la cual consistía de hacer caso a las recomendaciones del fabricante de origen para un correcto cuidado de los equipos. Esta modalidad de cuidados de máquina y equipos se llamó mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad bajo la metodología FMEA, el cual a los líderes y ejecutivos de la empresa les pareció muy útil y se propuso a todo el personal como los supervisores, técnicos de mantenimiento y personal involucrado a que esta modalidad sea implementada. Uno de los efectos de esta metodología fue el incremento de tiempo de funcionamiento de máquina y equipos, pero también tenía efecto costo ya que se cambiaban piezas mecánicas y eléctricas a los equipos para recuperar sus condiciones estándar. Con el tiempo muchas cosas se innovaron con un nuevo concepto de mejora llamado “Mantenimiento centrado en la confiabilidad” marco diferencia en el campo industrial, con esto se establecía procedimientos asignados a eléctricos ,mecánicos con los conocimientos necesarios para aplicarlo en beneficio de un mantenimiento correcto y adecuado en el área de trabajo y en máquinas y equipos al cual denominaron “Ingeniería de Mantenimiento de Planta” para reforzar el mantenimiento el cual detallaba un mayor desenvolvimiento y eficacia en la ejecución de las tareas de mantenimiento.

En las grandes industrias y se expandió por toda américa latina pues esta metodología involucra a todos los participantes de una organización de una empresa para la optimización común de todas sus actividades.

La Empresa Arca Continental Lindley S.A en el proceso de embotellado de producto de bebida Power 500ml, ha tenido problemas de baja productividad en diversas áreas de la empresa en la cual una de estas son la Línea – Hotfill por fallas de equipos, por la cual a causado pérdidas en la producción continua, provocando pérdidas de tiempos de

producción, y como consecuencia, disminuye la cantidad de unidades producidas, y así también se ha incrementado la merma de botellas de 500 ml . Por la cual ha llevado a la empresa a analizar, evaluar y tomar decisiones para minimizar estos problemas por la cual se ha optado por la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo aplicando la metodología FMEA (Análisis de Modo y Efectos de Falla). Esta herramienta muy necesaria en las empresas y será muy beneficioso para la empresa Arca Continental Lidley S.A , en identificar las desviaciones de los modos y efectos de fallas funcionales en los equipos , manteniéndolas en actividad, la cuál es el propósito de esta Aplicación y así mejorar la productividad de las unidades producidas. Este informe consta de las siguientes partes:

- **En la parte primera,** Se pone en contexto la situación bajo la cual se dirige el desarrollo del informe, identificando y describiendo nuestros objetivos generales, específicos y la participación de nuestra organización como responsable.
- **En la parte segunda,** se desarrolla la descripción del marco teórico, donde se definen los conceptos de la base teórica de los equipos y la planificación del Proceso del trabajo realizado.
- **En la parte tercera,** se describirá y evidenciará los aportes realizados de acuerdo al proceso de la etapa constructiva.
- **En la parte cuarta,** puntualizamos las discusiones y conclusiones de los aportes realizados en respuesta a los objetivos definidos en la primera parte.
- **En la parte quinta,** finalizamos con las recomendaciones y referencias bibliográficas y los anexos que evidencian el éxito de los aportes realizados.

## **I ASPECTOS GENERALES**

### **1.1 Objetivos.**

#### **1.1.1 Objetivo General**

Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad de los equipos de la línea de embotellado en Arca continental Lindey-Lima Perú.

#### **1.1.2 Objetivos Específicos**

- Desarrollar un modelo de mantenimiento basado en la metodología FMEA para mejorar la disponibilidad de los equipos de una línea de embotellado en caliente.
- Implementar un análisis de Criticidad de los equipos para priorizar la implementación de la Estrategia de Mantenimiento para los equipos más críticos.
- Aplicar un sistema de análisis causa raíz de las principales fallas bajo el enfoque del diagrama de Pareto y los 5 porque para evitar las fallas funcionales de los equipos de una línea Hotfill.

### **1.2 Organización de la Empresa**

#### **1.2.1 Razón Social de la Empresa**

Arca Continental Lindley S.A con RUC 20338309041, se encuentra ubicado en Av. Javier Prado 6210, Distrito de la Molina en la región de Lima-Perú.

##### **1.2.1.1 Reseña Histórica**

Como embotelladora y distribuidora exclusiva de las marcas de The Coca-Cola Company en Perú, es una empresa símbolo de la industria de bebidas no alcohólicas, creadora de la marca Inca Kola y por una exitosa

trayectoria de más de 108 años de inversión y compromiso con el Perú. Desde el año 2015, integró sus operaciones con Arca Continental, una de las embotelladores de Coca-Cola más importantes a nivel mundial. Hoy, Arca Continental Lindley cuenta con 7 plantas de bebidas gaseosas, aguas, jugos, isotónicas y energizantes. Sus más de 4600 colaboradores atienden a más de 340,000 clientes a nivel nacional.

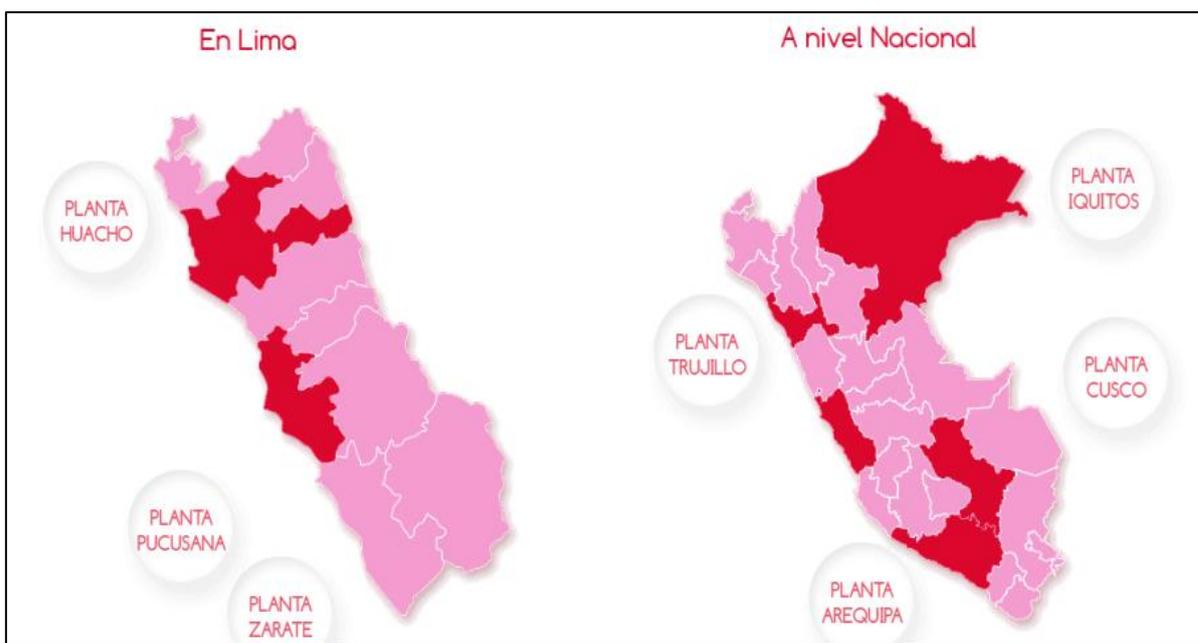
La compañía va a modernizar y ampliar la capacidad de producción y así enfrentar la creciente demanda de todas las categorías de productos en los distintos mercados en donde llegan nuestros productos.

Esta demanda viene siendo atendida gracias al agresivo plan de expansión de la capacidad productiva que iniciamos en el 2009, y que continuará en los próximos años. Actualmente contamos con 7 plantas de producción en nuestros principales mercados: Lima, Trujillo, Arequipa, Cusco e Iquitos, ésta última perteneciente a Embotelladora La Selva S.A., empresa subsidiaria de Arca Continental Lindley S.A.

#### **1.2.1.2 Ubicación Detallada de la Empresa**

Ubicación geográfica de las plantas industriales a nivel nacional

Figura 1.1: Ubicación geográfica de las plantas industriales de Arca Continental Lindley (1)



Fuente: Google Maps, Disponible

### 1.2.2. Principales Productos

La empresa fue fundada en 1910 cuando el matrimonio británico conformado por José R. Lindley y Martha Stephanie de Lindley llega al Perú y se establece en el distrito del Rímac, dedicándose a la fabricación de bebidas carbonatadas, donde resalta la marca Inca Kola, con el pasar del tiempo se ha convertido en la empresa líder del mercado, el 2016 Se hizo socio estratégico de Arca Continental, el tercer embotellador más importante del sistema Coca-Cola a nivel mundial. Con esta alianza tiene una nueva razón social Arca Continental Lindley S.A donde se fortalece su reconocimiento de marca en el mercado de bebidas gaseosas, diversificado portafolio, una fuerte y exclusiva red de distribución, y la alta penetración de mercado que llega a más de 240.000 puntos de venta en todo el país.

Arca Continental Lindley ofrece una amplia gama de productos, llegando a comercializar 18 marcas de bebidas que en sus diferentes formatos de sabores y tamaño suman más de 150 formatos de producción.

La compañía Arca Continental Lindley participa en 4 categorías diferentes de bebidas, estas categorías son:

Bebidas gaseosas, aguas minerales, néctares e isotónicos. También se tiene participación en la categoría de bebidas energizantes, pero con menores volúmenes.

Como se puede ver, la mayor participación de ventas y de mercado pertenece a la categoría de bebidas gaseosas, la cual ofrece productos en envases retornables y envases no retornables.

**Figura 1.2:** Portafolio de marcas de bebidas



Fuente: Arca Continental Lindley.

## **1.2.3 Plan Estratégico**

### **1.2.3.1 Misión**

Satisfacer a nuestros consumidores en todas sus ocasiones de consumo de bebidas, creando valor de manera sostenida para nuestros accionistas.

### **1.2.3.2 Visión**

Una organización orientada al consumidor, innovadora, rentable y líder en el mercado de bebidas, conformada por un equipo comprometido con la excelencia, ofreciendo productos de la más alta calidad y prestigio.

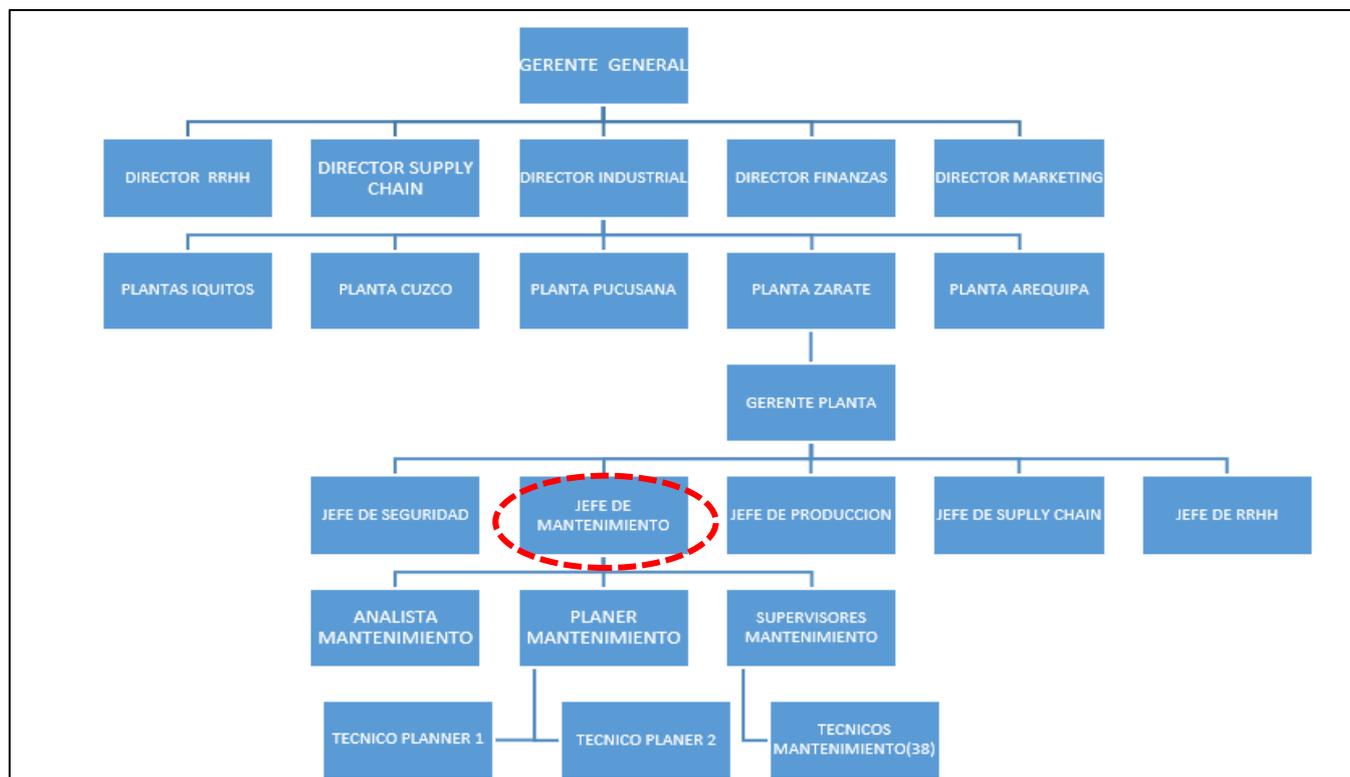
### **1.2.3.3 Objetivos Estratégicos**

Ser líderes en todas las ocasiones de consumo de bebidas y alimentos en los mercados donde participamos, de forma rentable y sustentable. Generar el máximo valor para nuestros clientes, colaboradores, comunidades y accionistas, satisfaciendo en todo momento y con excelencia las expectativas de nuestros consumidores.

Son las metas que cada unidad de negocio y funcional deben alcanzar para contribuir con el logro de los objetivos anuales de la empresa.

## 1.2.4 Estructura Orgánica

Figura 1.3: Organigrama de Arca Continental Lindley S.A.



Fuente: Arca Continental Lindley

Tabla 1.1: Roles y funciones de puestos de mantenimiento

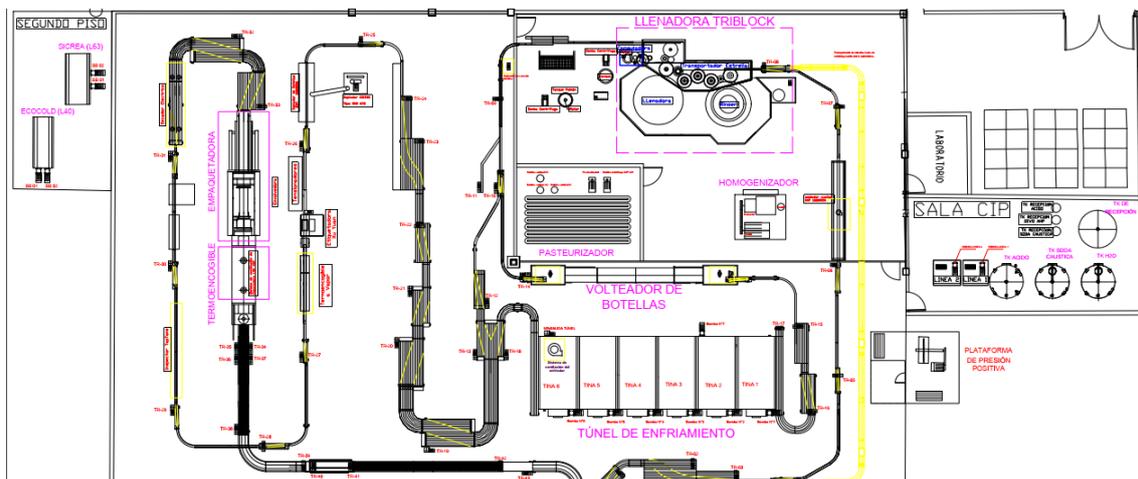
| Cargo del Puesto              | Función  | Responsable  |
|-------------------------------|--|--|
| Jefe de Mantenimiento         | Gestionar el mantenimiento preventivo, correctivo, predictivo y programado, mejoras y emergencias de la planta de procesos.<br>Elaborar y supervisar el plan y presupuesto de mantenimiento de los activos bajo su responsabilidad.<br>Supervisar y dar seguimiento al mantenimiento de los equipos y las instalaciones.<br>Elaborar reportes.<br>Implementación de políticas, procedimientos y flujos del área. | Franklin Tafur   |
| Planificador de Mantenimiento | Generar, ejecutar y asegurar los planes y el programa de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo de los equipos de planta, considerando todos los recursos necesarios para garantizar la correcta ejecución de los trabajos de mantenimiento.  | Percy Torres   |
| Supervisor de Mantenimiento   | Asegurar el cumplimiento de la programación de las tareas de mantenimiento de los equipos, velando la calidad de la ejecución garantizando la seguridad del personal.  | Mark Bujaico, Pool Rosadio, Jesus Arnedo; Carlos Herrera |

Fuente: Arca Continental Lindley

## 1.2.5 Mapeo de Procesos

Para el desarrollo del trabajo encomendado se planteó el siguiente diagrama de flujo.

**Figura 1.4:** Diagrama de Proceso de la línea Hotfill



Fuente: Arca Continental Lidley

## 1.2.6 Cargo, Funciones y Responsabilidades del Bachiller

Desempeñe el cargo de Mantenimiento de Planta Industrial de la planta de Zarate, cumpliendo las siguientes funciones.

- Dirigir y controlar el plan anual de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo, para asegurar el aprovisionamiento de los recursos humanos, materiales y financieros de manera oportuna, además de extender la vida útil de los activos a cargo.
- Realizar el plan anual de mantenimiento preventivo, generación de las órdenes de trabajo y seguimiento del cumplimiento en tiempos / recursos

- Elaborar y controlar el presupuesto en base a los CAPEX y OPEX, con la finalidad de optimizar gastos y costos cumpliendo con las especificaciones de los proyectos, servicios internos y/o externos de una manera económicamente viable.
- Elaborar el análisis de causa raíz para cada parada no planificada recurrente. Planteando el plan de acción en coordinación con sus clientes internos.
- Participar en las negociaciones técnicas y comerciales con proveedores de servicios, a fin de contribuir con la toma de decisiones para su elección.
- Revisar y analizar los KPIs del área, contribuyendo con información fidedigna que permita conocer los servicios realizados e incrementar el rendimiento y productividad.

## **II. FUNDAMENTACION DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL**

### **2.1 Marco Teórico**

El desarrollo del Marco Teórico está orientado a definir los lineamientos, normativas y estándares de aplicación a seguir, para poder implementar un plan de mantenimiento preventivo bajo la metodología FMEA y los pilares de su aplicación.

#### **2.1.1. Antecedentes**

##### **2.1.1.1 Antecedentes Nacionales**

GALVEZ, J, SILVA, J. (27) "Propuesta de mejora en las áreas de producción y logística para reducir los costos en la empresa molino el cortijo s.a.c.

La finalidad era minimizar costos con ideas de mejoras en las diferentes áreas. En su marco metodológico su tipo de investigación fue aplicada, pre experimental.

Su población lo conforman las áreas productivas de la empresa, así como el área logística, su recolección de datos se realiza mediante los registros de producción proporcionados por la misma empresa durante el año 2014. Finalmente en este trabajo tenemos en común con el autor. Después de Finalizar el trabajo la conclusión es: muy positiva ya que se minimizó el mantenimiento correctivo y se implantó el mantenimiento preventivo trayendo

como consecuencia un ingreso de S/.41350.4 nuevos soles anuales. También se logró implantar la metodología sin tener que interrumpir la producción logrando reducir las fallas a un 0 %. Se concluye que mantenimiento preventivo influye directamente en la eficacia de operatividad de las máquinas evitando realizar paradas para hacer mantenimiento correctivo a los equipos, el cual será muy beneficioso para la empresa y favorecerá para una mayor utilidad eficiente de los equipos.

BLANCO, L, SIRLUPÚ, L (28),” Diseño e implementación de una gestión de mantenimiento para aumentar la productividad en el área de armado de una empresa de calzado para dama” en la Universidad Nacional de Trujillo-Perú

El objetivo principal era establecer e implantar un plan de mantenimiento para maximizar la productividad en el área de producción. A través de técnicas de ingeniería industrial tales como: 5´s, balance de línea, entre otros, comparando antes y después de haber implementado un plan de mantenimiento para los equipos y maquinas, En su marco metodológico, su tipo de investigación es descriptivo porque analiza mediante el diagnostico las características que afectan la calidad del sistema productivo; es comparativo ya que relaciona un antes y un después, es aplicada ya que se utiliza información teórica firme aceptada por la comunidad científica, presenta un diseño cuasi experimental porque se somete a la variable independiente para observar los efectos que se producen en la variable dependiente. Su población son los modelos que se encuentran por producir desde el 04 de Mayo del 2015 hasta el 11 de Junio del 2015, debido a que las cantidades a producir son pedidos por cumplir, siendo todos los modelos pertenecientes a la muestra. Para la recolección de datos utilizó una hoja estándar de trabajo con un balance de línea.

Se concluye que la implementación de una gestión de mantenimiento para los equipos aumenta la productividad en 9. 57% y 22. 47% con respecto a la productividad horas – hombre, asimismo que es viable económicamente con un VAN mayor que cero ( $1760, 031 > 0$ ); y un TIR mayor que la T mar ( $66.75% > 40%$ ).

Como resultado este trabajo demuestra como mejora la producción de una empresa cuando se aplican de manera correcta las técnicas de ingeniería;

además de identificar plenamente las principales fallas que serán de gran utilidad como referencia en mi tesis a desarrollar. (2015)

RODRIGUEZ, M (29), "Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento basado en la mantenibilidad de equipos de acarreo de una empresa minera de Cajamarca", en su trabajo de tesis para obtener el título de ingeniero industrial en la Universidad Privada del Norte. Cajamarca-Perú. En su marco metodológico, su tipo de investigación es descriptivo aplicada porque analiza mediante el diagnóstico las características que afectan la calidad del sistema productivo; es comparativo ya que relaciona un antes y un después, es aplicada y presenta un diseño experimental porque se somete a la variable independiente para observar los efectos que se producen en la variable dependiente. Su población la conforma los procesos y recursos del área de mantenimiento de una empresa minera, su muestra es el área de mantenimiento mina conformado por el personal, equipos y procesos de la gestión del mantenimiento de una empresa minera de Cajamarca. Su unidad de análisis son los procesos y recursos relacionados a la gestión de mantenimiento en la empresa minera relacionados al acarreo de tierra. Para la recolección de datos utilizó los índices de mantenibilidad que no es otra cosa que la disponibilidad mecánica de los equipos de acarreo durante el periodo del año 2011, estos indicadores fueron proporcionados por el área de operaciones de la empresa. Se concluye finalmente que: que la implementación ejecutada se obtuvo una mejora de 87.5% cuando antes de la implementación se encontraba a 83%. La finalidad del trabajo es importante porque permite mejorar la gestión de mantenimiento y esto a la vez logra reducir los costos relacionados al mantenimiento obteniendo mejores indicadores para operaciones mina. Sin duda será una tesis de gran aporte en la investigación a realizar para el beneficio económico de la empresa ARCA CONTINENTAL LINDLEY S.A. (2015)

CASTILLO, D. CIEZA, O (30), "Diseño e implementación de un sistema de mantenimiento preventivo basado en la lubricación que permita mejorar la confiabilidad de la maquinaria en la planta Merrill Crowe s.a.", en la Universidad Privada del Norte. Cajamarca-Perú en la escuela de ingeniería.

El investigador tuvo como objetivo general: Demostrar que con la implementación de un sistema de mantenimiento preventivo basado en la lubricación se puede mejorar la confiabilidad de la maquinaria de la planta Merrill Crowe de Minera Coimolache S.A.

En su marco metodológico, su tipo de investigación es aplicada de diseño cuasi experimental, variable independiente sistema de mantenimiento preventivo, variable dependiente mejorar la confiabilidad. Su población es la planta de Merrill Crowe que tiene 17 sistemas de los cuales se investigara 6 sistemas, los más críticos y que han sido hallados a través del análisis de criticidad, su muestra lo representa 6 maquinarias que fueron elegidas, mediante un análisis de criticidad en base al impacto en la producción y el tiempo de parada por reparación para la operación. Para la recolección de datos utilizó un método Cualitativo, observación y cuantitativo donde se analizó los resultados obtenidos. Finalmente concluye:

mediante la implementación del sistema se mejoró la confiabilidad de la maquinaria de 0.5 a 0.83, además en base a una buena selección de lubricante se logró reducir la temperatura de funcionamiento de los equipos a valores permisibles en un promedio de 35% y se disminuyó las fugas de lubricante en un promedio de 25%.

El resultado de esta investigación es que ejecutando un sistema de mantenimiento preventivo se logra obtener resultados favorables que inciden finalmente en el rendimiento económico de la empresa es una referente para el trabajo a realizar en la empresa ARCA CONTINENTAL LINDLEY S.A. (2016)

MUÑOZ, J. ( 31) “Propuesta de desarrollo y análisis de la gestión del mantenimiento industrial en una empresa de fabricación de cartón corrugado”, en su trabajo de tesis de ingeniero industrial en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima – Perú (2014). En su trabajo de tesis, se propuso como objetivo principal: “Elaborar la propuesta de implementación, desarrollo y análisis de la gestión de mantenimiento, que permita asegurar la eficiente operación y óptima conservación de la maquinaria, conservando los valores de calidad del producto y los plazos de atención ofrecidos al cliente, apoyándose en estrategias de gestión logística, de procesos y de calidad”. En su marco metodológico su

tipo de investigación fue aplicada, de diseño pre experimental, su población es el área de producción, su muestra la constituyo el área de mantenimiento y su unidad de análisis son los trabajadores del área de mantenimiento. Los datos fueron obtenidos a través de un software de origen colombiano llamado “Infomante”.

El análisis de los indicadores está en base al tiempo en minutos de parada de máquinas y equipos en producción real. El mantenimiento de máquinas en las actividades beneficiaran al incremento de unidades producidas y también a la eficiencia en diversos aspectos como en seguridad, calidad, producción, etc. Se concluye que estos resultados dieron como consecuencia activos positivos para incrementar la utilidad por lo cual es importante la inversión en una buena gestión de mantenimiento preventivo que como queda demostrado en este estudio es perfectamente viable y ofrece garantía de operatividad y eficiencia de los equipos, por lo tanto sirvió como una guía confiable a la hora de elaborar mi respectivo estudio para la empresa ARCA CONTINENTAL LIDLEY.S.A (2014)

#### **2.1.1.2 Antecedentes Internacionales**

CONSTANTE, J. (32) “mejoramiento de la producción de una planta embotelladora de cerveza súper línea de cervecería nacional”, en la elaboración de su tesis en la facultad de ingeniería industrial en la universidad de Guayaquil. Ecuador (2014). En su trabajo de tesis, se propuso como objetivo principal mejorar los niveles de productividad de las líneas de envase súper línea en la empresa cervecería nacional sac. en su marco metodológico, su tipo de investigación fue aplicada, de diseño pre experimental, su población lo compone los problemas del área de envasado súper línea y su muestra lo compone los meses de enero a diciembre del 2012, reporte de datos proporcionados por la misma empresa. Finalmente concluyó que: con la implementación del programa TPM, se evidencia optimización de los recursos dando mayor vida útil a los equipos y aumentado la eficiencia operacional en un 20%, demostrando que el programa TPM es una herramienta de mejora continua que la empresa requiere.

El aporte del autor, es importante porque evidenció la importancia de las tareas de mantenimiento planeado y conocimiento de tareas rutinarias y preventivas. Demostrando así la factibilidad del programa que sin duda servirá como referencia a la hora de aplicar este sistema de mantenimiento a la empresa ARCA CONTINENTAL LINDLEY

TUAREZ, C. ( 33) “Diseño de un sistema de mejora continua en una embotelladora y comercializadora de bebidas gaseosas en la ciudad de Guayaquil por medio de la aplicación del tpm (mantenimiento productivo total)”, en su trabajo de tesis para obtener el título de magister en gestión de la productividad y la calidad, en la escuela superior politécnica del litoral. En su trabajo de tesis, se propuso como objetivo principal. la implantación efectiva y gradual de un sistema de mejora continua bajo la filosofía del TPM en la planta elaboradora y comercializadora de bebidas gaseosas en su marco metodológico, su tipo de investigación fue descriptiva aplicada, de diseño experimental, su población lo compone la línea de embotellado nº 5 y su muestra lo compone el área específica el envasado de tapas de corona, durante un periodo de 6 meses se obtuvo la recolección de datos a través de la ficha de recolección que fueron debidamente analizados para hacer su posterior comparación.

Finalmente concluyó que: se optimizo las tareas de mantenimiento preventivo mejorando el plan de cumplimiento preventivo que estaba en un 57% y llego a incrementarse en un 91%. se redujo la cantidad de tareas de mantenimiento correctivo no planificado que era de 25 actividades a 13 actividades, mejorando la confiabilidad de los equipos. El aporte del autor, es importante porque demuestra que un plan de mantenimiento preventivo e integral finalmente incide en la mejora de los equipos y además involucra a todos los trabajadores sobre todo los operadores de los equipos logrando así incrementar los niveles de producción, coincido entonces con el autor en la importancia de un plan de mantenimiento bien aplicado.

HIDALGO, N. (7) “Diseño de un sistema de operaciones y mantenimiento para maquinaria y equipos de Borsea S.A.”, en la Universidad de Guayaquil. Guayaquil Ecuador (2016) en la escuela de ingeniería. Elaboro un Sistema de Operación y Mantenimiento de Maquinarias y Equipos

para la Empresa BORSEA S.A para mejorar el proceso de producción: eliminando tiempos improductivos. El tipo de investigación tomando en cuenta las variables y aspectos involucrados en la investigación realizada, se puede catalogar como un tipo de investigación descriptivo con diseño experimental debido a que se realizó durante situaciones existentes. El tipo Explicativo - Descriptivo permite describir, analizar, conocer y registrar la naturaleza de la situación actual del departamento de Mantenimiento de la empresa. Se tomara como población el área de Mantenimiento y su unidad de análisis es el año del 2011. Para recopilar datos se hicieron entrevista al personal técnico de mantenimiento. Finalmente concluyó que: En el proyecto se logró identificar las Máquinas que se averían y que provocaron retrasos en la producción, desencadenando consecuencias económicas que afectaron no solo la liquidez de la Empresa sino también el cumplimiento de pedidos de productos terminados. La Implementación del Plan de Mantenimiento Productivo Total (TPM), requiere una inversión de \$ 40.050,00 dólares, los mismos que deben ser financiados por la Empresa. La Tasa Interna del proyecto de 52%, y las políticas de la Empresa y de la tasa interna de retorno esperada es de 24%, según este indicador el proyecto es viable. El aporte del autor, es importante porque demuestra la viabilidad del proyecto y evidencia la importancia de este que sin duda traerá beneficios económicos a le empresa y será un trabajo de referencia para realizar mi proyecto de mantenimiento preventivo a la empresa ARCA CONTINENTAL LINDLEY S.A.

## **2.1.2 Bases Teóricas o Conceptuales**

### **2.1.2.1 FMEA (Análisis de los Modos y Efecto de las Falla)**

La FMEA o Análisis de los Modos y Efectos de las Fallas es una técnica de análisis de equipos usada para identificar los posibles modos de falla y causas potenciales y servir de base para determinar la línea de actuación del mantenimiento, a fin de garantizar cero fallas. Es una herramienta enfocada en elementos del sistema o componentes. En estos componentes actúan diversos modos de falla distintos y la FMEA ayuda a identificar estos modos de falla. Otro

beneficio de la elaboración de FMEAs es que la FMEA es formalmente documentada, permitiendo la estandarización y registro del historial de análisis de fallas potenciales.

Para la elaboración de la FMEA, es recomendable utilizar una herramienta de soporte El formulario de la FMEA está compuesto por 22 columnas que se pueden ver a continuación. (Manual SIGO Empresa Ingredión, 2019)

Tabla 2.1: Formulario del FMEA (2)

| Ingredion          |      | FMEA FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS |        |   |                    |   |            |   |         |   |                         |   |                               |   |            |   |                              |    |            |    |                             |    |                             |    |           |    |              |    |                                     |    |  |    |                               |    |                        |    |                       |    |          |    |                        |    |             |
|--------------------|------|--|--------|---|--------------------|---|------------|---|---------|---|-------------------------|---|-------------------------------|---|------------|---|------------------------------|----|------------|----|-----------------------------|----|-----------------------------|----|-----------|----|--------------|----|-------------------------------------|----|--|----|-------------------------------|----|------------------------|----|-----------------------|----|----------|----|------------------------|----|-------------|
| FMEA:              |      | TEAM:                                  |        |   |                    |   |            |   |         |   |                         |   |                               |   |            |   |                              |    |            |    |                             |    |                             |    |           |    |              |    |                                     |    |  |    |                               |    |                        |    |                       |    |          |    |                        |    |             |
| PROYECTO/REVISION: |      | Unity:                                 |        |   |                    |   |            |   |         |   |                         |   |                               |   |            |   |                              |    |            |    |                             |    |                             |    |           |    |              |    |                                     |    |  |    |                               |    |                        |    |                       |    |          |    |                        |    |             |
| 1                  | ITEM | 2                                      | EQUIPO | 3 | CONJUNTO DE EQUIPO | 4 | COMPONENTE | 5 | FUNCION | 6 | MODO DE FALLA POTENCIAL | 7 | EFECTO (S) DE FALLA POTENCIAL | 8 | SEVERIDADE | 9 | CAUSA (S) POTENCIAL DE FALLA | 10 | OCURRENCIA | 11 | CONTROL ACTUAL DE PREVENION | 12 | CONTROL ACTUAL DE DETECCION | 13 | DETECCION | 14 | RIESGO (RPN) | 15 | ACCION PUNTUAL / MEJORA RECOMENDADA | 16 | ACCION REACTIVA RECOMENDADA (TROUBLE SHOOTING) | 17 | ACCION PREVENTIVA RECOMENDADA | 18 | DISCIPLINA RESPONSIBLE | 19 | TIPO DE MANTENIMIENTO | 20 | ESTÁNDAR | 21 | PERIODICIDAD (SEMANAS) | 22 | OBSERVACION |

Fuente: Manual SIGO Empresa Ingredión

- **Fallas Funcionales**

Son deficiencias que ocasionan que los activos no puedan desempeñarse de acuerdo a los parámetros que los usuarios quieren que haga; el proceso RCM determina dos niveles:

Primero: identificar las circunstancias que llevaron a la falla.

Segundo: que eventos pueden causar que el activo falle.

Las fallas funcionales son estados de falla en el que el activo no puede cumplir la función según los parámetros que el usuario estima aceptable.

Las fallas parciales permiten el funcionamiento del activo, pero en un nivel de desempeño no aceptable.

(Manual SIGO Empresa Ingredión, 2019)

- **Modos de Falla**

Un modo de falla es una posible causa por la cual un equipo puede llegar a un estado de falla. Por ejemplo, "impulsor desgastado" es un modo de falla que hace que una bomba llegue al estado de falla

identificado por la falla funcional "bombeea menos de lo requerido". Cada falla funcional suele tener más de un modo de falla. Todos los modos de falla asociados a cada falla funcional deben ser identificados durante el análisis de RCM (FMEA).

(Manual SIGO Empresa Ingredión, 2019)

Al identificar los modos de falla de un equipo o sistema, es importante listar la "causa raíz" de la falla. Por ejemplo, si se están analizando los modos de falla de los rodamientos de una bomba, es incorrecto listar el modo de falla "falla rodamiento". La razón es que el modo de falla listado no da una idea precisa de por qué ocurre la falla. Es por "falta de lubricación"? Es por "desgaste y uso normal"? Es por "instalación inadecuada"? Notar que este desglose en las causas que podrían causar la falla sí da una idea precisa de por qué ocurre la falla, y por consiguiente que podría hacerse para manejarla adecuadamente (lubricación, análisis de vibraciones, etc.).

(Manual SIGO Empresa Ingredión, 2019)

- **Efectos de Falla**

Para cada modo de falla deben indicarse los efectos de falla asociados. El "efecto de falla" es una breve descripción de "qué pasa cuando la falla ocurre". Por ejemplo, el efecto de falla asociado con el modo de falla "impulsor desgastado" podría ser el siguiente: "a medida que el impulsor se desgasta, baja el nivel del tanque, hasta que suena la alarma de bajo nivel en la sala de control. El tiempo necesario para detectar y reparar la falla (cambiar impulsor) suele ser de 6 horas. Dado que el tanque se vacía luego de 4 horas, el proceso aguas abajo debe detenerse durante dos horas. No es posible recuperar la producción perdida, por lo que estas dos horas de parada representan una pérdida de ventas". (Manual SIGO Empresa Ingredión, 2019)

### **2.1.2.2 Definiciones de Mantenimiento**

Es el conjunto de actividades planeadas, controladas y evaluadas, que mediante la utilización de recursos físicos, humanos y técnicos permiten mejorar la EFICIENCIA en el sistema de producción al menor costo, minimizando las fallas imprevistas, mejorando e incrementando la confiabilidad de los equipos y garantizando seguridad al personal y sus recursos físicos.

Es toda una serie de acciones que deben realizar las personas encargadas de este departamento o área, con la finalidad de que los equipos, máquinas, componentes e instalaciones involucrados dentro de un proceso industrial estén en las condiciones requeridas de funcionamiento para lo que fue diseñado, construido, instalado y puesto en operación.

La labor de Mantenimiento es una secuencia definida de procedimientos y actividades interrelacionadas, enmarcada en la estructura organizacional de la empresa, en la cual se especifican responsables, funciones, técnicas y demás información necesaria que permita el desarrollo ordenado y eficiente de rutinas de trabajo pendientes a conservar el buen estado y capacidad operativa de las unidades productivas. (Francisco. J.Gonzales, 4° Edición)

- **Objetivos del Mantenimiento**

- ✓ Garantizar el funcionamiento regular de las instalaciones y servicios.
- ✓ Evitar el envejecimiento prematuro de los equipos que forman parte de las instalaciones.
- ✓ Conseguir ambos objetivos a un costo razonable.

La misión del mantenimiento es implementar y mejorar en forma continua la estrategia de mantenimiento para asegurar el máximo beneficio a nuestros clientes mediante prácticas innovadoras, económicas y seguras. (Francisco. J.Gonzales, 4° Edición)

### **2.1.2.3 Tipos de Mantenimiento**

- **Mantenimiento Correctivo o a la Falla**

se activa, cuando aparece la falla en el equipo o máquina, generando la respectiva parada, de manera que se debe quitar lo averiado y reponer el componente, ya sea nuevo o usado.

(Francisco. J.Gonzales, 4° Edición)

- **Mantenimiento Correctivo Programado o Planificado**

se realiza cuando se detecta que algún componente de una máquina está próximo a fallar, por lo tanto, se programa el mantenimiento para corregir esta posible falla.

(Francisco. J.Gonzales, 4° Edición)
- **Mantenimiento Preventivo**

El mantenimiento preventivo se fundamenta en una serie de labores o actividades planificadas que se llevan a cabo dentro de periodos definidos, se diseña con el objetivo de garantizar que los activos de las compañías cumplan con las funciones requeridas dentro del entorno de operaciones para optimizar la eficiencia de los procesos; para prevenir y adelantarse a las fallas de los elementos, componentes, máquinas o equipos; como también hace referencia a diferentes acciones, como cambios o reemplazos, adaptaciones, restauraciones, inspecciones, evaluaciones, etc., realizadas en períodos de tiempos por calendario o uso de estos (tiempos dirigidos).

(Francisco. Gonzales, 4° Edición)
- **Mantenimiento Predictivo o basado en la condición**

Existen varias definiciones del mantenimiento predictivo; una de ellas se puede interpretar como un tipo de mantenimiento, donde se asocia la relación de parámetros físicos con el desgaste o estado de una máquina.

En el mantenimiento predictivo se tiene en cuenta la medición, el seguimiento y el monitoreo de parámetros y las circunstancias de operación de un equipo-máquina o una instalación. A tal producto, se precisa y se gestionan valores de pre-alarma y de actuación de todas aquellas variables que se contemplan relevantes de medir y gestionar.

Se describen las algunas técnicas utilizadas para realizar el mantenimiento predictivo:

(Francisco. Gonzales, 4° Edición)
- ✓ **Inspección Visual**

La inspección visual directa de la máquina hasta la utilización de complicados sistemas de observación como pueden ser microscopios, endoscopios y lámparas estroboscópicas.

Se pueden detectar fallos que se manifiestan físicamente mediante grietas, fisuras, desgaste, soltura de elementos de fijación, cambios de color, etc. Se aplica a zonas que se pueden observar directamente y, cada vez más, se diseñan las máquinas para poder observar partes inaccesibles sin necesidad de desmontar como las turbinas de gas, por ejemplo, mediante el uso de endoscopios.

(Francisco. J.Gonzales, 4º Edición)

✓ **Análisis de lubricantes**

El aceite lubricante juega un papel determinante en el buen funcionamiento de cualquier máquina. Al disminuir o desaparecer la lubricación se produce una disminución de la película de lubricante interpuesto entre los elementos mecánicos dotados de movimiento relativo entre sí, lo que provoca un desgaste, aumento de las fuerzas de rozamiento, aumento de temperatura, provocando dilataciones e incluso fusión de materiales y bloqueos de piezas móviles. Por tanto el propio nivel de lubricante puede ser un parámetro de control funcional. Pero incluso manteniendo un nivel correcto el aceite en servicio está sujeto a una degradación de sus propiedades lubricantes y a contaminación, tanto externa (polvo, agua, etc.) como interna (partículas de desgaste, formación de lodos, gomas y lacas). El control de estado mediante análisis físico-químicos de muestras de aceite en servicio y el análisis de partículas de desgaste contenidas en el aceite (ferrografía) pueden alertar de fallos incipientes en los órganos lubricados. (Francisco. J.Gonzales, 4º Edición)

✓ **Análisis de vibraciones**

Todas las máquinas en uso presentan un cierto nivel de vibraciones como consecuencia de holguras, pequeños desequilibrios, rozamientos, etc. El nivel vibratorio se incrementa si, además,

existe algún defecto como desalineación, desequilibrio mecánico, holguras inadecuadas, cojinetes defectuosos.

Por tal motivo el nivel vibratorio puede ser usado como parámetro de control funcional para el mantenimiento predictivo de máquinas, estableciendo un nivel de alerta y otro inadmisibles a partir del cual la fatiga generada por los esfuerzos alternantes provoca el fallo inminente de los órganos afectados.

Se usa la medida del nivel vibratorio como indicador de la severidad del fallo y el análisis espectral para el diagnóstico del tipo de fallo.

(Francisco. J.Gonzales, 4° Edición)

✓ **Termografía**

La termografía es una técnica que utiliza la fotografía de rayos infrarrojos para detectar zonas calientes en dispositivos electromecánicos. Mediante la termografía se crean imágenes térmicas cartográficas que pueden ayudar a localizar fuentes de calor anómalas.

Así se usa para el control de líneas eléctricas (detección de puntos calientes por efecto Joule), de cuadros eléctricos, motores, máquinas y equipos de proceso en los que se detectan zonas calientes anómalas bien por defectos del propio material o por defecto de aislamiento o calorificación.

Para ello es preciso hacer un seguimiento que nos permita comprar periódicamente la imagen térmica actual con la normal referencia. (Francisco. J.Gonzales, 4° Edición)

#### **2.1.2.4 Procesos de la Línea Hotfill Powerd 500 MI**

Bebida hecha para hidratar al deportista para recuperar lo perdido mediante el sudor, esta le repone sodio, potasio y otros carbohidratos para su rehidratación

- **Pasos del proceso**

- ✓ **Despaletizado**

Una vez puesta la paletas de botellas vacías en el transportador de la maquina esta la posiciona hasta la entrada para después ir descargando las botellas vacías en camadas para empezar la Producción.

✓ **Enjuagado de botellas:**

consiste en que las botellas ingresan volteadas y lavadas por chorro de agua clorada a presión y se mantienen en esta posición hasta que pueda eliminarse cualquier residuo si estuviese dentro de la botella

✓ **Pasteurización**

Es un proceso en el cual se incrementa la temperatura de un producto líquido a un nivel apenas inferior al necesario para su ebullición, para luego ser enfriado con gran rapidez.

✓ **Llenado en caliente**

En esta parte del proceso las botellas vacías ingresan a una embotelladora en la cual son llenadas en caliente a una temperatura (79.4 – 85.2 °C) con el fin de desinfectar y esterilizar.

✓ **Tapado:**

Por consiguiente las botellas llenadas son tapadas automáticamente por el encapsulador inmediatamente para mantener la esterilización y desinfección.

✓ **Inspector de Nivel:**

Este es un equipo que mide la altura o nivel del llenado y asimismo también revisa el tapado correcto.

✓ **Invertidor**

En esta parte las botellas son invertida a un ángulo de 90° por un tiempo estimado de 7 segundos con el fin de que la mezcla aún caliente esterilicé el interior de la tapa.

✓ **Túnel de Enfriamiento:**

las botellas son enfriadas mediante chorros de agua a un grado de 40°C y se forma el vacío de la botella en un tiempo estimado de 33 min.

✓ **Codificador:**

Aquí las botellas son codificadas por una pistola laser a la altura cuello de botella y con fecha vencimiento.

✓ **Secado:**

Acá son secados mediante un ventilador de aire

✓ **Etiquetado o Termoencogible:**

En esta parte del proceso las etiquetas son colocadas por medio de rodillos y cuchillas para después llegar al termoencogible.

✓ **Empacado:**

Las botellas son armados en paquete de 6 y 12 y envuelto en un manto de polietileno para después pasar a un túnel caliente don el plástico se contrae.

✓ **Paletizado:**

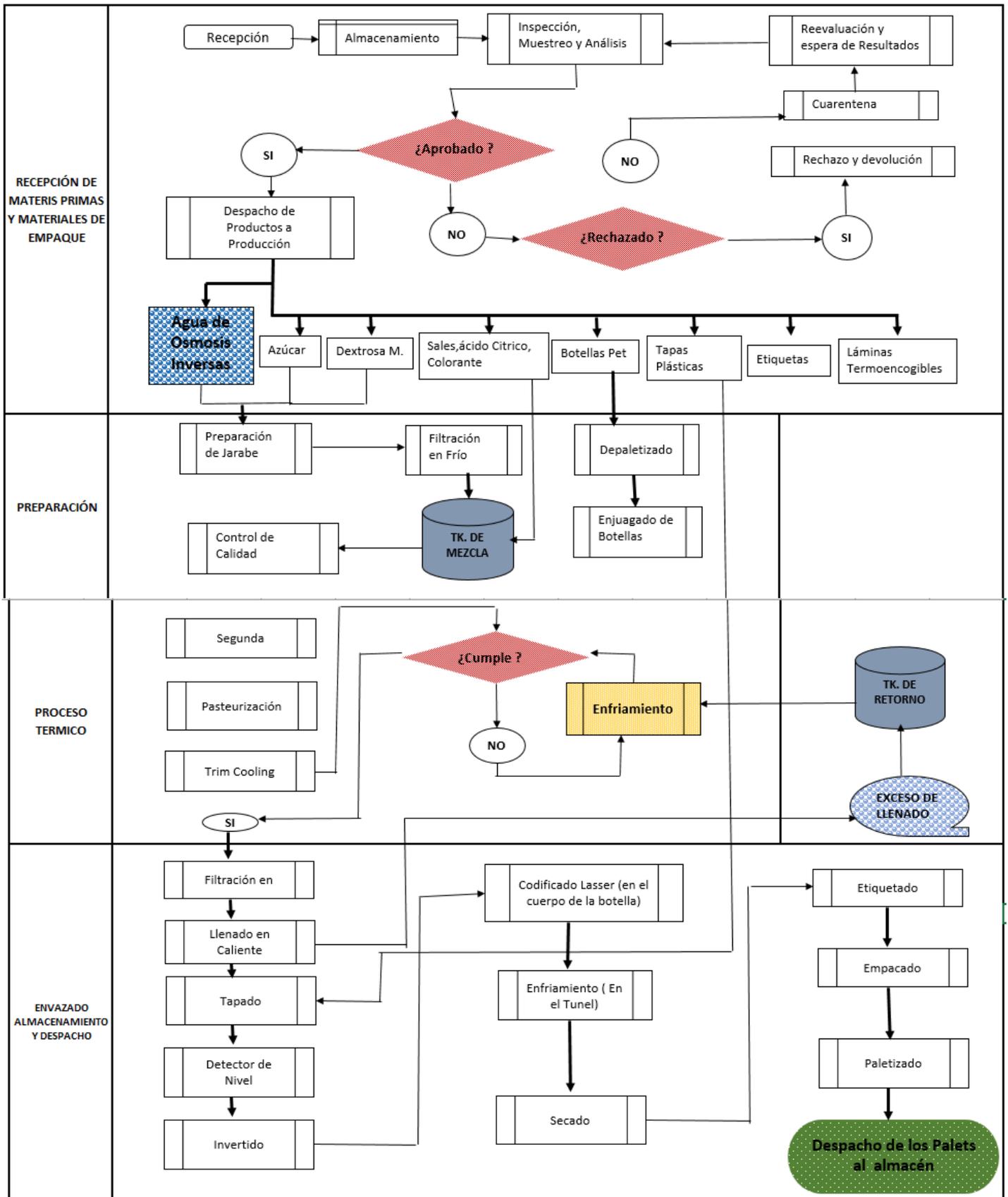
Igualmente, que los anteriores pasos se arman, pero en paquetes de grupos en 7 camadas y después son envueltos con stretch film.

Tabla N° 2.2 : Envases Por Parihuelas

| Presentación | # envases por pack | Pack por cama | # de camas por parihuela | # envases por parihuela |
|--------------|--------------------|---------------|--------------------------|-------------------------|
| PET x 500 ml | 12                 | 22            | 07                       | 1846                    |

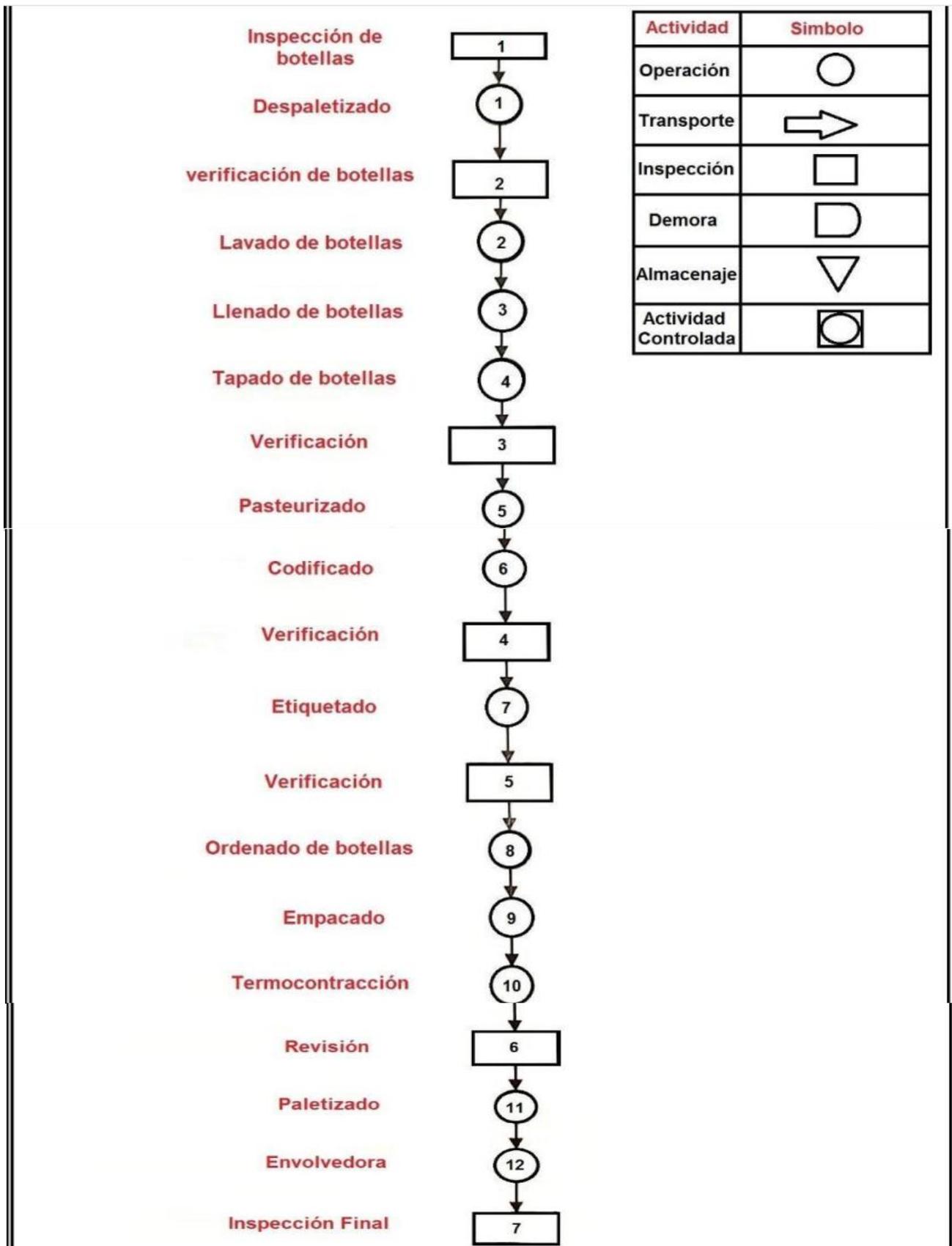
Fuente: Arca Continental Lindley

Figura 2.1 Diagrama de Flujo del Proceso de Producción de Powerade



Fuente: Arca Continental Lidley

Figura 2.2 Proceso de Producción de Embotellado



Fuente: Arca Continental Lindley

- **Máquinas Principales del Proceso de la Línea Hotfill**

- ✓ **Despaletizadora**

Su función es trasladar las camadas de botellas vacías de una paleta a un trasportador de línea para que inicie el proceso de producción.

Figura N° 2.3: Despaletizadora



Fuente: Arca Continental Lindley

- ✓ **Triblock (Enjuagadora, llenado, tapado)**

Está compuesta por 3 operaciones enjuagar, el llenado y el tapado su velocidad nominal es de 350 bpm.

Figura N° 2.4 Triblolock



Fuente: Arca Continental Lidley

✓ **El Enjuagador**

Se dan 3 enjuagues con agua clorada y asimismo busca retirar cualquier residuo extraño dentro de la botella

Figura N° 2.5: Enjuagador y Lavado de Botellas



Fuente: Arca Continental Lindley

✓ **La llenadora**

Proceso de llenado de la bebida que se utilizan 48 válvulas y la cantidad de llenado está regulado por la cantidad del tiempo programado

Figura N°2.6: Llenadora



Fuente: Arca Continental Lidley

✓ **La Capsuladora o Tapadora.**

Se usan 10 cabezales y están reguladas para tener un buen torque de cerrado.

Figura 2.7 : La Capsuladora



Fuente: Arca Continental Lindley

✓ **Homogenizador**

Homogeniza el fluido de la bebida

Figura 2.8: Homogenizador



Fuente: Arca Continental Lindley

✓ **El Pasteurizador**

Pasteuriza y concentra las soluciones de la bebida

Figura 2.9: Pasteurizador



Fuente: Arca Continental Lindley

✓ **Etiquetadora**

Compuesta por 2 procesos el primero coloca la etiqueta y después pasa por el termoencogible.

Figura 2.10: Etiquetadora



Fuente: Arca Continental Lindley

✓ **Empaquetadora o termoencogible**

Tambien hay 2 etapas una arma los grupos botellas y segunda coloca el stretch film.

Figura 2.11: Empacadora y Termoencogible



Fuente: Arca Continental Lindley

✓ **La Paletizadora**

Paletiza los Paquetes para armar las camas para las parihuelas para salir el producto a almacén, como producto Terminado

Figura 2.12: La Paletizadora



Fuente: Arca Continental Lindley

### **2.1.3 Normativas**

2.1.3.1. SAE JA1012

2.1.3.2 ISO 55000

- Fundamentos y Principios del Mantenimiento
- Normatividad del Mantenimiento

2.1.3.3 EN 13306:2017

- Tipos de Mantenimiento

2.1.3.4 ISO 14224

- Taxonomía de Equipo

## **2.2 Descripción de las Actividades Desarrolladas**

### **2.2.1 Plan Anual del Mantenimiento**

Un Plan de Mantenimiento es, en esencia, un documento cuyo objetivo es determinar la frecuencia y periodicidad de las actividades de mantenimiento. Además de eso, está destinado a detallar el tipo de mantenimiento para cada máquina y como debe ser ejecutado de una manera clara y simple.

Las ventajas de un plan de mantenimiento bien estructurado pueden ser divididas de acuerdo con los sectores de la empresa en los cuáles es aplicado.

Para las áreas relacionadas con finanzas y administración, el plan de mantenimiento proporciona previsibilidad, en lo que respecta a los costos y al conjunto de tareas por realizar de acuerdo con los plazos y el presupuesto destinado a cada componente.

Una planificación adecuada permite reducir los costos y el desperdicio de recursos en el mantenimiento, al igual que las horas extra y el retrabajo, con lo cual es también posible optimizar la mano de obra disponible durante el tiempo de actividad.

El plan de mantenimiento de los equipos debe elaborarse a partir de la selección de la mejor combinación de las políticas enumeradas para cada elemento, coordinadas y/o programadas para conseguir el uso óptimo de los recursos y el tiempo.

Idealmente, las acciones preventivas y correctivas para cada equipo y/o maquinaria deberían estar especificadas con cierto detalle por los fabricantes. Esto raramente se da en los equipos de difícil sustitución en los que el mantenimiento es caro y probabilística.

La gran cantidad de factores que influyen en la selección de la política de mantenimiento hacen que sea necesario un procedimiento sistemático para determinar el mejor programa de mantenimiento para cada periodo de tiempo.

## **2.2.2 Etapas de la implementación del Plan de Mantenimiento**

- Inventario de los equipos.
- Jerarquización de equipos
- Taggeo o codificación de equipos.
- Criticidad de Equipos
- Estrategias de mantenimiento
- Plan Anual de mantenimiento
- Planificación y programación del mantenimiento

### **2.2.2.1 Inventario de los Equipos**

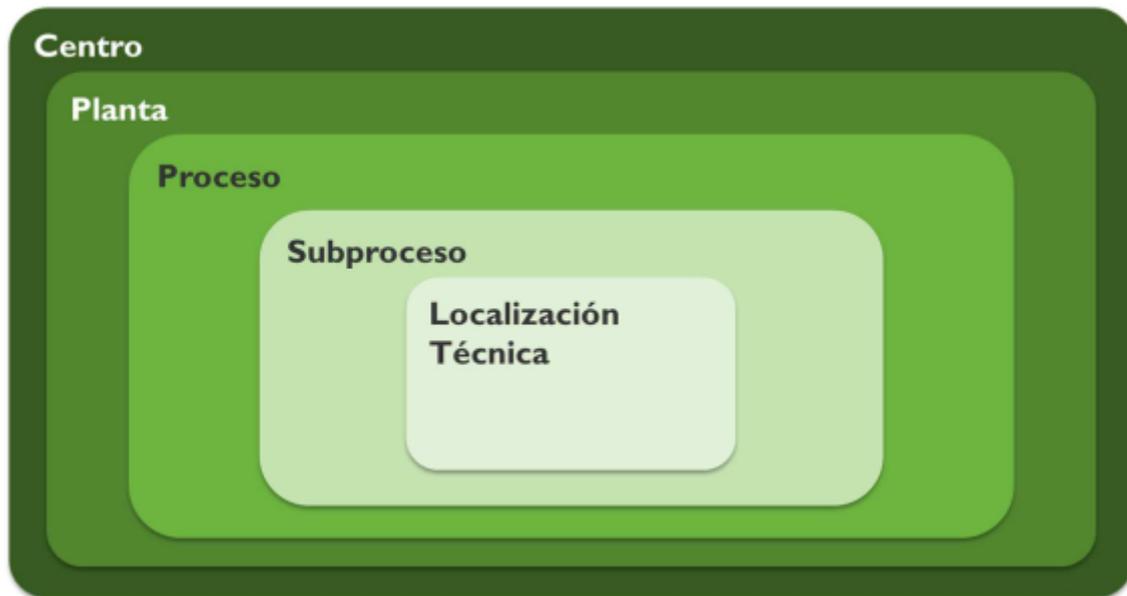
Es la realización de la lista de todos los equipos de planta o del proceso de análisis en la implementación del plan de Mantenimiento.

### **2.2.2.2 Jerarquización de Equipos**

La Jerarquización y Numeración (Taggeo) de los equipos es la base para la identificación sistemática, clasificación y organización de los activos de la fábrica. Esta metodología permite que las fábricas creen, mejoren y gestionen con eficiencia las informaciones relacionadas a los activos. Esos procesos transforman datos no estructurados en informaciones estructuradas de fácil entendimiento y acceso (identificación física y vía sistema informatizado con rastreabilidad)

La Taxonomía (ISO 14224:2016) es la sistemática de clasificar y agrupar ítems con características comunes, formando sucesivos subconjuntos con la cantidad más grande de similitudes. En Arca Continental Lindley se definieron 5 grupos taxonómicos para la clasificación de los equipos.

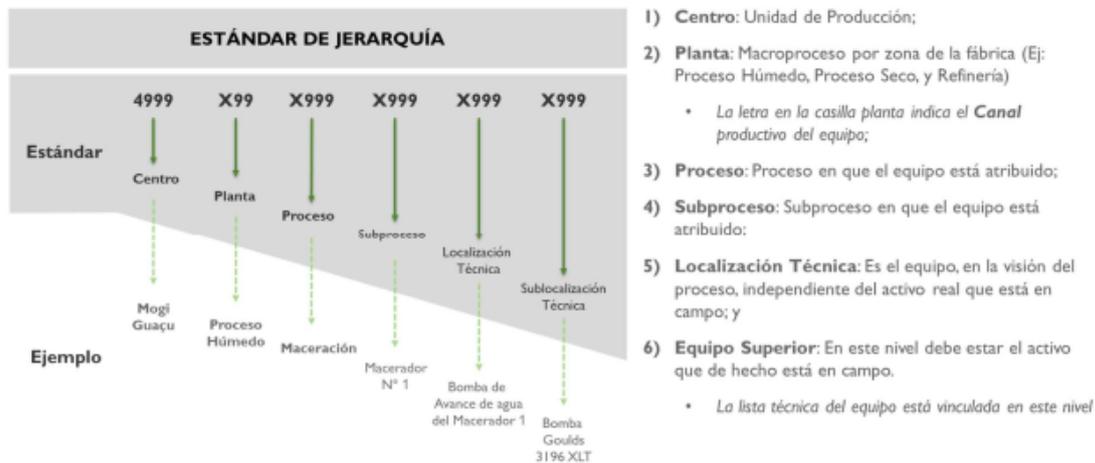
Figura 2.13 : Agrupación y Definición de Taxonomía ( 3)



Fuente: Manual SIGO Empresa Ingredión

El despliegue de activos se hará en seis niveles, siguiendo la lógica sistémico funcional. Los primeros cinco niveles se refieren a la localización del activo y a la clasificación con relación a la línea de Producción. El último nivel se refiere- al equipo y su despliegue sistémico funcional, hasta el nivel de componentes, que es la lista técnica de materiales

Figura 2.14: Estandarización de la Taxonomía (4)



Fuente: Manual SIGO Empresa Ingredión

### 2.2.2.3 Taggeo o Codificación de Equipos.

Taggeo de Equipos es la forma de identificación de un dado equipo y sus subconjuntos en el campo para que quede fácil su localización, consultas a historiales y como identificador para todas las actividades de Mantenimiento. En una analogía, sería la “Dirección” de un equipo.

### 2.2.2.4 Criticidad de Equipos

La definición de la criticidad de los equipos desempeña un papel esencial en la comprensión del proceso de priorización del Mantenimiento. En general, la mayoría de las líneas de producción no posee equipos de backup o redundantes, consecuentemente, cualquier falla de equipos críticos resulta en graves consecuencias económicas. Por lo tanto, es importante adoptar el concepto de criticidad de los equipos, para dirigir los esfuerzos de mantenimiento a fin de evitar la pérdida de función de los equipos críticos. La criticidad de los equipos A, B o C dirige la definición de qué estrategia de mantenimiento se aplicará en ellos. Su objetivo es orientar el abordaje adoptado, permitiendo así el enfoque del esfuerzo de mantenimiento, y la jerarquización de las prioridades de atención.

Para el cálculo de la criticidad se utiliza una Matriz de Criticidad ABC (Figura .. ). Al final del llenado de la matriz, Se tendrá una lista de equipos con distintos grados de criticidad (A; B; C). Siendo la criticidad “A” la más crítica y la “C” la menos crítica. En algunos casos, el equipo es considerado un crítico A++, lo que significa que la pérdida de su función generaría un impacto negativo en la Seguridad, Medio Ambiente, cumplimientos de Legislaciones, o Calidad, afectando la salud de las personas.

Tabla 2.3 : Matriz de Criticidad ABC (5)

| Falla afecta la fábrica y sus cercanías en términos de impacto ambiental.<br>(Ruidos, Emisiones, Ph, Residuos, etc.) |  | Falla afecta un área de la fábrica en términos de impacto ambiental.<br>(Ruidos, Emisiones, Ph, Residuos, etc.) |  | Falla afecta la Fábrica y sus cercanías en términos de seguridad.<br>(Daño a personas, Ruidos, Temperatura, Gases químicos, etc) |  | Falla afecta un área de la fábrica en términos de seguridad.<br>(Daño a personas, Ruidos, Temperatura, Gases químicos, etc) |  | fuera de especificación que puede afectar la salud de la personas.<br>(Microbiología, Contaminación cruzada, cambios en especificación de productos) |  | Falla cambia especificación de productos de manera considerable.<br>(Color, peso, pH, Baumé, DE) |  | Condición de operación continua (24 horas)                                |  | Condición de operación discontinua en 24 horas                           |  | Condición de operación ocasional  |  |
|--|--|---|--|--|--|---|--|--|--|--|--|---|--|--|--|---|--|
| LEGAL  |  | LEGAL   |  | S-SAFETY   |  | S-SAFETY  |  | Q-QUALITY  |  | Q-QUALITY  |  | OPERATION   |  | OPERATION  |  | OPERATION   |  |
| A  |  | B   |  | A  |  | B   |  | A  |  | B  |  | A   |  | B  |  | C   |  |
| Falla puede causar una parada total de planta  |  | Falla puede causar parada de una línea o afectar parcial o totalmente una actividad del área                    |  | Parada no afecta la línea o área   |  | Equipo fuera de operación detiene una línea.  |  | Equipo fuera de operación reduce la capacidad de la línea  |  | Equipo fuera de operación no impacta en producción   |  | Tiempo de paro para reparar es mayor a 12 horas y cuesta mas de U\$ 2,000 |  | Tiempo paro para reparar es menor a 12 horas y cuesta menos de U\$ 2,000 |  | Tiempo de paro para reparar es menor a 1 hora y cuesta menos de U\$ 5,000 |  |
| COST   |  | COST  |  | COST   |  | PRODUCTION  |  | PRODUCTION   |  | PRODUCTION   |  | MAINTENANCE   |  | MAINTENANCE  |  | MAINTENANCE   |  |
| A  |  | B   |  | C  |  | A   |  | B  |  | C  |  | A   |  | B  |  | C   |  |

| CRITERIA OF CRITICALITY FOR EQUIPMENT EVALUATION   |      |  |       |       |          |          |           |                               |           |           |           |  |           |           |           |           |           | RISK      |   |             |
|--|------|--|-------|-------|----------|----------|-----------|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---|-------------|
| CHANNEL  |      | SAFETY, HEALTH, ENVIRONMENT AND REGULATION |       |       |          | QUALITY  |           | OPERATIONAL, ENERGY AND COSTS |           |           |           | PRODUCTION AND MAINTENANCE (MTBF - MTTR) |           |           |           |           |           |           |   |             |
| Procedure: Insert an X in each criteria  |      |  |       |       |          |          |           |                               |           |           |           |  |           |           |           |           |           |           |   |             |
| * Every tank is pressurized that is a volatile dangerous chemical agents, all critical equipment should be considered maximum B.<br>* Every equipment that has a critical element that requires inspections should have a maintenance plan and should be considered A. |      |  |       |       |          |          |           |                               |           |           |           |  |           |           |           |           |           |           |   |             |
| #  | TAG  | DESCRIPTION                                | LEGAL | LEGAL | S-SAFETY | S-SAFETY | Q-QUALITY | Q-QUALITY                     | Q-QUALITY | Q-QUALITY | Q-QUALITY | Q-QUALITY                                | Q-QUALITY | Q-QUALITY | Q-QUALITY | Q-QUALITY | Q-QUALITY | Q-QUALITY | Number of this equipment are Critical Component | CRITICALITY |
| 1  | 1001 | 1001                                       |       |       |          |          |           |                               |           |           |           |  |           |           |           |           |           |           | 3   |             |
| 2  | 1002 | 1002                                       |       |       |          |          |           |                               |           |           |           |  |           |           |           |           |           |           | 3   |             |
| 3  | 1003 | 1003                                       |       |       |          |          |           |                               |           |           |           |  |           |           |           |           |           |           | 3   |             |
| 4  |      |  |       |       |          |          |           |                               |           |           |           |  |           |           |           |           |           |           | 3   |             |
| 5  |      |  |       |       |          |          |           |                               |           |           |           |  |           |           |           |           |           |           | 3   |             |
| 6  |      |  |       |       |          |          |           |                               |           |           |           |  |           |           |           |           |           |           | 3   |             |
| 7  |      |  |       |       |          |          |           |                               |           |           |           |  |           |           |           |           |           |           | 3   |             |
| 8  |      |  |       |       |          |          |           |                               |           |           |           |  |           |           |           |           |           |           | 3   |             |
| 9  |      |  |       |       |          |          |           |                               |           |           |           |  |           |           |           |           |           |           | 3   |             |
| 10   |      |  |       |       |          |          |           |                               |           |           |           |  |           |           |           |           |           |           | 3   |             |
| 11   |      |  |       |       |          |          |           |                               |           |           |           |  |           |           |           |           |           |           | 3   |             |
| 12   |      |  |       |       |          |          |           |                               |           |           |           |  |           |           |           |           |           |           | 3   |             |
| 13   |      |  |       |       |          |          |           |                               |           |           |           |  |           |           |           |           |           |           | 3   |             |
| 14   |      |  |       |       |          |          |           |                               |           |           |           |  |           |           |           |           |           |           | 3   |             |
| 15   |      |  |       |       |          |          |           |                               |           |           |           |  |           |           |           |           |           |           | 3   |             |
| 16   |      |  |       |       |          |          |           |                               |           |           |           |  |           |           |           |           |           |           | 3   |             |
| 17   |      |  |       |       |          |          |           |                               |           |           |           |  |           |           |           |           |           |           | 3   |             |
| 18   |      |  |       |       |          |          |           |                               |           |           |           |  |           |           |           |           |           |           | 3   |             |
| 19   |      |  |       |       |          |          |           |                               |           |           |           |  |           |           |           |           |           |           | 3   |             |
| 20   |      |  |       |       |          |          |           |                               |           |           |           |  |           |           |           |           |           |           | 3   |             |

Fuente: Manual SIGO Empresa Ingridión

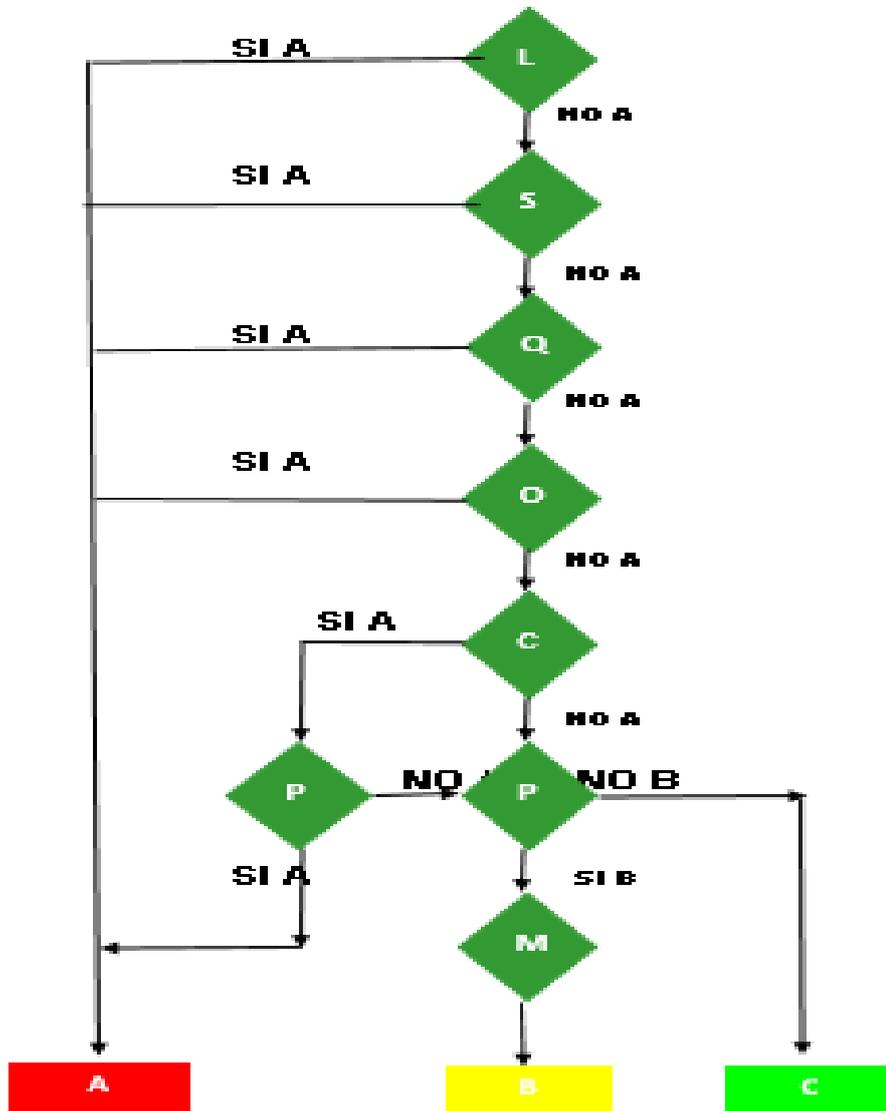
Los equipos se evalúan bajo la óptica de varios criterios. Cada criterio, a su vez, posee factores que se deben evaluar. La composición de las notas para los factores y de los pesos de los criterios define una Nota de Criticidad para el ítem en evaluación. Ellos son:

- **Seguridad, Medio Ambiente, y cumplimientos de Legislaciones: Criticidad A++ o A**
  - ✓ **A++:** Falla afecta la Fábrica y sus cercanías en términos de impacto ambiental o seguridad (Daño a personas, Ruidos, Temperatura, Gases químicos, Emisiones, Ph, Residuos, etc.);
  - ✓ **A:** Falla afecta **un área de la fábrica** en términos de impacto ambiental o seguridad;
- **Calidad: Criticidad A++ o A;**
  - ✓ **A++:** Falla genera productos fuera de las especificaciones que pueden afectar la **salud** de las personas (Microorganismos, Contaminación cruzada, cambio en las especificaciones del producto);
  - ✓ **A:** Falla genera cambios considerables en las especificaciones de los productos (color, Volumen, pH,);
- **Operación (cuanto tiempo el equipo opera): Criticidad A, B o C;**
  - ✓ **A:** Condición de operación continua (24 horas)
  - ✓ **B:** Condición de operación discontinua en 24 horas
  - ✓ **C:** Condición de operación ocasional.
- **Costos de no operación: Criticidad A, B o C;**
  - ✓ **A:** Una falla puede ocasionar la parada total de la fábrica
  - ✓ **B:** Una falla puede ocasionar la parada de una línea o afectar parcial o totalmente la actividad de un área.
  - ✓ **C:** Parada no afecta la línea o el proceso

- **Producción – Impacto en la reducción o parada del canal: Criticidad A, B o C**
  - ✓ **A:** Equipo parado genera parada del canal
  - ✓ **B:** Equipo parado reduce el canal sin necesidad de parada
  - ✓ **C:** Equipo parado no impacta la producción.
  
- **Mantenimiento – Tiempo y costo de arreglo de condición operacional: Criticidad A, B o C.**
  - ✓ **A:** Tiempo de arreglo es superior a 24 horas o cuesta más que U\$ 5.000.
  - ✓ **B:** Tiempo de arreglo es inferior a 24 horas o cuesta menos que U\$ 5.000.
  - ✓ **C:** Tiempo de arreglo inferior a 1 hora o cuesta menos que U\$ 1.000. La diferencia del Criterio de Costos de no operación y Producción está únicamente en el hecho que el Costo puede impactar más que el canal del equipo, pudiendo afectar toda la fábrica.

Una vez que la Matriz de Criticidad se haya llenado (cada línea es un equipo y el impacto de la falla es definido para cada criterio), la criticidad final del equipo se define por medio de un cálculo de la composición de los criterios de acuerdo con la Figura 2.15

Figura 2.15: Diagrama de flujo de Definición de Criticidad (6)



Fuente: Manual SIGO Empresa Ingredi3n

No existe una proporción ideal entre las criticidades de los equipos evaluados. Es importante que la matriz se llene correctamente, considerando todos los equipos de la línea evaluada, y que la criticidad final refleje fielmente la realidad de la línea.

Tabla 2.4: Tabla Resumen de Matriz de Criticidad de Equipos

| Cuenta de CRITICIDAD          | Etiquetas de columna |            |           |               |
|-------------------------------|----------------------|------------|-----------|---------------|
| Etiquetas de fila             | A                    | B          | C         | Total general |
| AGITADOR DE BOTELLAS          | 12                   |            |           | 12            |
| DESPALETIZADORA               | 32                   |            |           | 32            |
| EMPAQUETADORA                 | 12                   |            |           | 12            |
| ENFRIADOR DE BOTELLAS         | 19                   |            |           | 19            |
| HOMOGENEIZADOR LINEA HOTFILL  | 2                    |            |           | 2             |
| LLENADORA SARCFMI             | 6                    |            |           | 6             |
| PALETIZADORA                  |                      | 12         |           | 12            |
| PASTEURIZADOR                 | 6                    |            |           | 6             |
| SALA CIP                      | 2                    |            |           | 2             |
| SOPLADOR DE CUELLO DE BOTELLA |                      |            | 1         | 1             |
| TERMOENCOGIBLE                | 12                   |            |           | 12            |
| TRANSPORTADOR DE BOTELLAS     |                      | 137        | 40        | 177           |
| SALA DE CONTROL               | 1                    |            |           | 1             |
| INSPECTOR DE BOTELLAS         | 1                    |            |           | 1             |
| <b>Total general</b>          | <b>105</b>           | <b>149</b> | <b>41</b> | <b>295</b>    |

Fuente: Arca Continental Lindley

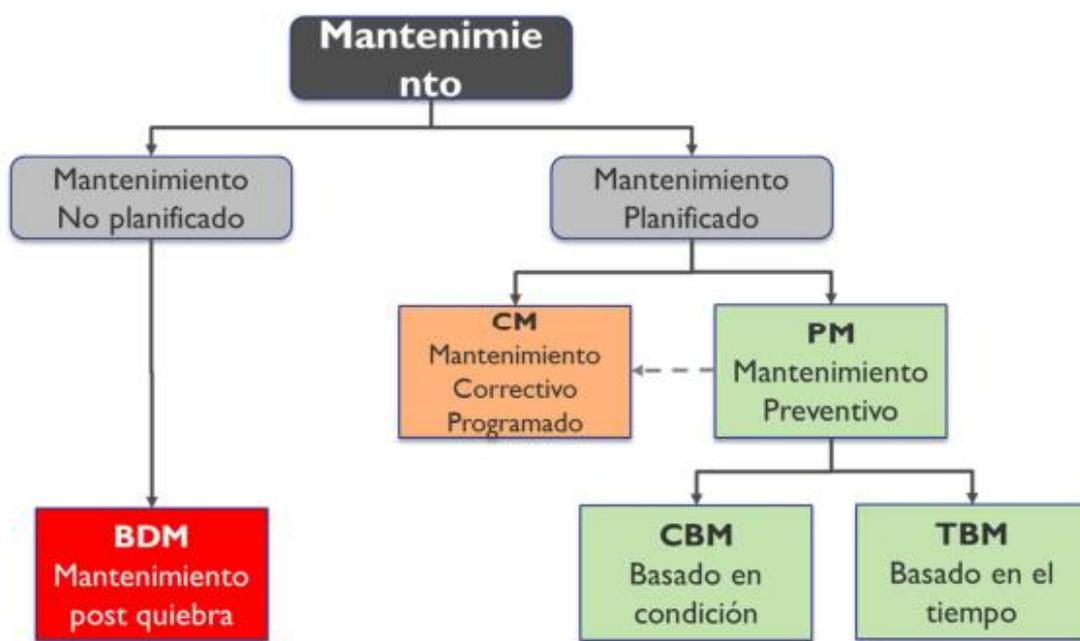
### 2.2.2.5. Estrategias de Mantenimiento

A partir de la Criticidad del equipo, el equipo de mantenimiento estableció el tipo de estrategia de mantenimiento que se debe adoptar. Para eso, tenemos las siguientes directrices de actuación:

- **Equipo clase A:** mantenimientos preventivo y correctivo.
  - **Equipo clase B:** mantenimientos correctivo y preventivo cuando sean aplicables.
  - **Equipo clase C:** mantenimiento correctivo.
- La definición de las modalidades de mantenimiento a las

cuales cada equipo se someterá; debe tener como referencia las directrices anteriores. Tratamientos especiales se pueden aplicar en función de necesidades y/o características específicas, mediante entendimientos entre el área de producción y mantenimiento. La figur 2.16 nos orienta a definir el esfuerzo realizado para los equipos según su criticidad:

Figura 2.16: Estrategia de Mantenimiento (7)



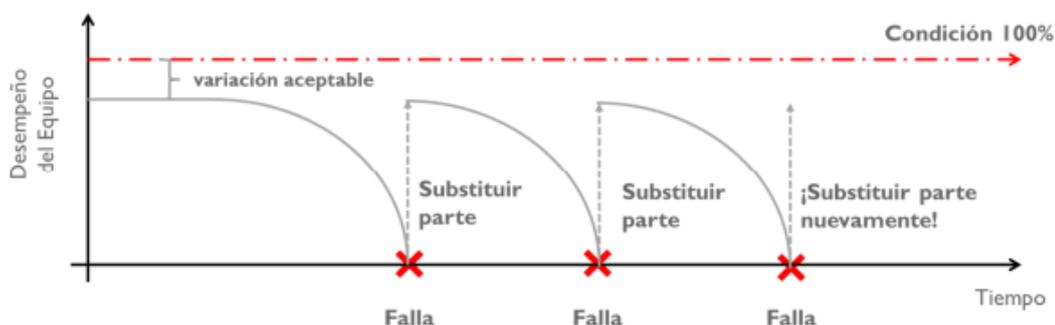
Fuente: Manual SIGO Empresa Ingredión

En Arca Continental, todos los equipos de criticidad “A” y “B” deben obligatoriamente tener Planes de Lubricación y estar cubiertos por estrategias CBM. Una vez definida la estrategia, pasamos a la elaboración del plan de Mantenimiento de acuerdo con el Reglamento “Elaboración de los Planes de Mantenimiento”, que consiste en definir las actividades por tipo de mantenimiento preventivo que debemos realizar en el equipo.

• **Mantenimiento Post Quiebra o a la Falla (BDM)**

La estrategia de mantenimiento BDM – Mantenimiento post quiebra es la estrategia de mantenimiento de permitir que los equipos fallen y, solamente tras la quiebra, realizar la intervención correctiva. El impacto de la falla se debe evaluar como bajo o cero en los criterios de la Matriz de criticidad. Por eso, es una Estrategia exclusiva de equipos de criticidad “ C ”.

Figura 2.17: Estrategia de Mantenimiento BDM (8)



A continuación, se presenta un cuadro con las principales Ventajas y Desventajas de la estrategia de mantenimiento post quiebra:

Tabla 2.5: Ventajas y Desventajas del BDM (8)

| VENTAJAS   | DESVENTAJAS  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bajo costo si es aplicado correctamente;</li> <li>• No necesita ninguna planificación anticipada además de garantizar que las piezas sobresalientes estén disponibles.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ningún aviso de falla – no hay actuación sobre anomalías;</li> <li>• Parada de la planta fuera del control;</li> <li>• Necesario un equipo de mantenimiento de turno grande.</li> </ul> |

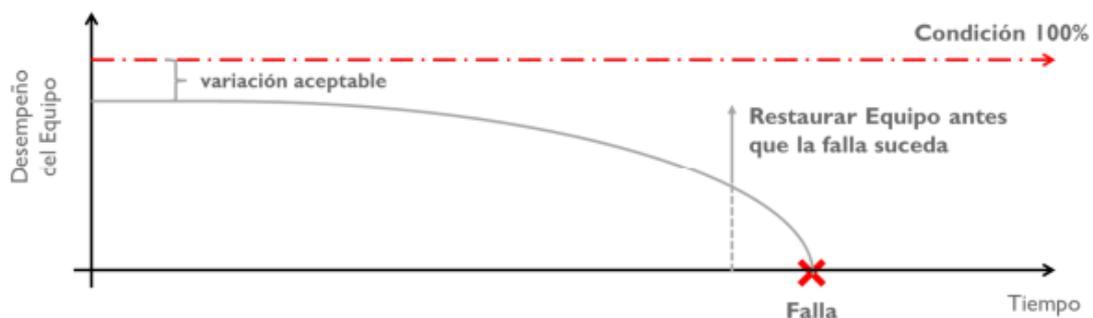
Fuente: Manual SIGO Empresa Ingredión

• **Mantenimiento Basado en el Tiempo (TBM)**

La estrategia de mantenimiento TBM – Mantenimiento basado en el tiempo es la estrategia de mantenimiento preventivo que actúa en el equipo basado en un intervalo de tiempo, independientemente de la condición de él. Esa estrategia garantiza la ejecución programada en una

determinada fecha, sin embargo, la mayoría de los modos de falla industriales son de naturaleza aleatoria y, por lo tanto, las tareas de mantenimiento basadas en el tiempo tendrán efecto limitado en términos de mejora del desempeño del equipo. El mantenimiento TBM tampoco optimiza los gastos del mantenimiento, una vez que las piezas se cambian en determinado tiempo aunque estén en condiciones operacionales adecuadas. Siendo así, es una Estrategia exclusiva de equipos de criticidad “A” o “B”.

Figura 2.18: Estrategia de Mantenimiento TBM (9)



Fuente: Manual SIGO Empresa Ingredión

A continuación, se presenta un cuadro con las principales Ventajas y Desventajas de la estrategia de mantenimiento basado en el tiempo:

Tabla 2.6: Ventajas y Desventajas de BTM (10)

| VENTAJAS  | DESVENTAJAS   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de las fallas</li> <li>• Mantenimientos siguiendo el proyecto del equipo</li> <li>• Mantenimiento planificado mucho antes de la ejecución (aprovisionamiento)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Necesidad de aumento de utilización de recursos (HH y costos)</li> <li>• Aplicable sólo para deterioración relacionada al envejecimiento</li> <li>• El mantenimiento, a veces, puede ser invasivo e inducir a fallas.</li> </ul> |

Fuente: Manual SIGO Empresa Ingredión

• **Mantenimiento Basado en la Condición CBM**

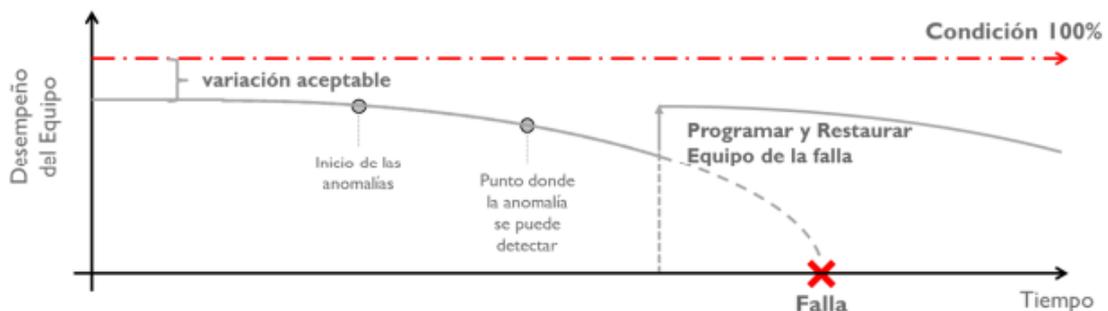
La estrategia de mantenimiento CBM se basa en el hecho de que la mayoría de las fallas no sucede instantáneamente, sino se desarrolla durante un cierto período de tiempo. Abarca la

medición de las condiciones de la máquina. el monitoreo de las condiciones se puede hacer por instrumentos técnicos o sensitivamente. Por ejemplo, los operadores y técnicos de mantenimiento que trabajan con el equipo diariamente pueden oír el equipo e identificar cambios en los niveles de ruido y vibraciones. Los cambios de temperatura se pueden sentir y, con eso, se pueden abrir notificaciones para programar la eliminación de esas anomalías.

El programa de Padrinos (detallado en SIGO Confiabilidad – Rutinas de inspección) está estructurado en la estrategia de mantenimiento preventivo CBM. Los padrinos del mantenimiento y de la operación se entrenan para identificar anomalías sensitivamente, con el auxilio de un checklist de la ruta de inspección. Eso aumenta significativamente la cantidad de personas que ejercen la función inspección, lo que aumenta la probabilidad de identificación de anomalías antes que sucedan las fallas en el equipo.

Es una Estrategia exclusiva y obligatoria de equipos de criticidad.

Figura 2.19: Estrategia de Mantenimiento CBM (11)



Fuente: Manual SIGO Empresa Ingredión

Figura 2.19: Objetivos del Mantenimiento basado en la condición CBM (11)



Fuente: Manual SIGO Empresa Ingredión

A continuación, se presenta un cuadro con las principales Ventajas y Desventajas de la estrategia de Mantenimiento Basado en la Condición (CBM):

Tabla 2.7: Ventajas y Desventajas del CBM (12)

| VENTAJAS  | DESVENTAJAS   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maximiza la disponibilidad del equipo;</li> <li>• Permite parar antes que suceda un daño grave;</li> <li>• La producción participa del monitoreo y de la decisión de intervención;</li> <li>• La causa de la falla se puede analizar;</li> <li>• El mantenimiento se puede planificar;</li> <li>• El aprovisionamiento de piezas sucede más asertivamente;</li> <li>• Es menos caro que el mantenimiento TBM.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• La inspección por instrumentos como el monitoreo de vibración, el análisis termográfico, de vibración y de restos de aceite necesitan equipos especializados y de entrenamiento;</li> <li>• La inspección puntual es una foto del desempeño del equipo. La frecuencia debe estar alineada con la curva de desgaste del equipo;</li> <li>• Es necesario un plazo para que la tendencia se desarrolle y entonces se pueda hacer la evaluación de las condiciones de la máquina.</li> </ul> |

Fuente: Manual SIGO Empresa Ingredión

### 2.2.2.6. Plan Anual de Mantenimiento

Se espera que todos los equipos instalados en las unidades de Arca Continental Lindley posean una estrategia de mantenimiento para que se mantengan en condición de perfecto funcionamiento y disponibilidad para su utilización, especialmente los equipos críticos A, la cual se aplicaran la metodología **FMEA**

Para los equipos que necesiten un plan de mantenimiento, ellos se deben elaborar de acuerdo con el estándar de la implementación.

El Objetivo es establecer directrices de elaboración y revisión de los planes de Mantenimiento de los equipos y subconjuntos de las unidades de Arca Continental Lindley.

- **Actividades u Operaciones**

Subdivisiones de las Órdenes de Mantenimiento. Por ejemplo, para la realización de una Orden de Mantenimiento de Revisión de un Motor será necesaria la ejecución de actividades/operaciones como: Bloqueo del equipo, Evaluación/Cambio de rodamiento, Revisión de la bornera (caja de uniones), Análisis de la resistencia de aislamiento, y así sucesivamente. Constituyen el “como” de la Orden de Servicio

- **Equipo**

Es el sistema de Conjuntos Técnicos que ejercen una función específica dentro del proceso. Cada una de nuestras áreas posee una serie de equipos que permiten que la producción transcurra. Son ejemplos de equipos: Secador de Salvado, Escadere, Reactor de Caramelo, etc.

- **Conjunto Técnico**

Es el conjunto de componentes que ejercen una función específica en el Equipo. Los conjuntos técnicos desempeñan las sub funciones del Equipo. Ejemplos: sistema de vacío, sistema de tracción, sistema de rotación, etc.

- **Componente**

Parte del conjunto técnico sobre el cual se aplica el mantenimiento. Ejemplos: en el conjunto de vacío es el motor de la bomba, etc.

- **Modo de Falla**

Es el modo como el COMPONENTE pierde su función. Ejemplo: Súper calentamiento del motor de la bomba de vacío, rodamiento trabado de la bomba centrífuga, vibración excesiva en el tambor de rotación, quemadura del sensor, etc.

- **Causa Potencial**

Es la causa del modo de falla a bloquear por la tarea de mantenimiento.

Ejemplos: el super calentamiento es causado por problemas en el rodamiento.

- **Sub Conjunto**

la subdivisión de los equipos para registro en el Sistema SAP-PM. Son ejemplos de subconjuntos: motor, reductor, bomba, manómetro, tanque, compresor, etc.

- **Nota de Mantenimiento**

Solicitud de servicio de mantenimiento realizada por las áreas y técnicos de mantenimiento para el Mantenimiento.

- **FMEA**

“Failure Mode and Effect Analysis”, o Análisis de Modos de Fallas y Efectos.

- **Orden de Mantenimiento ( OM)**

Documento utilizado por el equipo de mantenimiento y operación para la realización y gerenciamiento de actividades de mantenimiento en el campo.

- **PCM**

Planificación y Control del Mantenimiento;

- **PDCA**

Método de solución de problemas y mejora de desempeño

- **Emergencia**

Mantenimiento que debe ser iniciado inmediatamente después de detectarse su necesidad.

- **Plan de Mantenimiento**

Programa que establece la sistemática de mantenimiento adoptada para cada equipo registrado, en función de su significancia en el proceso productivo, pudiendo ser un plan de revisión o de inspección del equipo.

- **SAP-PM**

Módulo de Gerenciamiento de Mantenimiento del sistema SAP

### 2.2.2.6.1 Elaboración de los Planes de Mantenimiento

El principal objetivo del mantenimiento es evitar la incidencia de fallas en los equipos. Y el plan de mantenimiento que contiene todas las acciones preventivas necesarias para eso es la base del gerenciamiento del área de Mantenimiento. A su vez, el plan se debe elaborar a partir de las recomendaciones del fabricante del equipo y de la propia experiencia acumulada por Arca Continental Lindley en la operación de los equipos. Debido a la importancia de los Planes de Mantenimiento, en el gerenciamiento del área, siendo fundamental para alcanzar las metas de Mantenimiento, el proceso de “Elaboración de Planes” es un proceso estructurado y estandarizado en este documento. El diagrama de relaciones de ese proceso está representado en la figura.

Tabla 2.8: Proceso de Elaboración de los Planes de Mantenimiento (13)



Fuente: Manual SIGO Empresa Ingridión

Además del aumento de quebras o fallas no monitoreadas e impacto de la disponibilidad de los activos, cuando las actividades de mantenimiento no están basadas en un plan de acciones preventivas, pueden surgir varias situaciones problemáticas, entre ellas la dificultad de dimensionamiento adecuado de los equipos de mantenimiento y de las piezas de reposición, por ejemplo. Una consecuencia importante de eso es la imposibilidad de elaborar y cumplir el presupuesto del mantenimiento con precisión. Una vez elaborado el plan de mantenimiento, es posible dimensionar los recursos de mano de obra y materiales de modo a atender las necesidades de mantenimiento de los equipos. Por eso, tener buenos Planes de Mantenimiento permite tener un presupuesto de Mantenimiento mucho más asertivo. La gestión de Presupuesto será elaborado por el área de Mantenimiento “Gestión de Presupuesto”. El proceso de “Elaboración de Planes” se puede descomponer en tres etapas: Identificación de la necesidad de Elaboración de Planes, Llenado de la Hoja de Ruta y Creación del Plan en el SAP-PM.

#### **2.2.2.6.2 Necesidades de Planes de Mantenimiento**

La base para la elaboración del plan es la necesidad de mantenimiento preventivo de los equipos. Las necesidades de Planes de Mantenimiento tienen su origen en los Manuales de los Fabricantes, Tratamientos de Fallas, en exigencias de normas Reglamentadoras o leyes y en la Elaboración de FMEAs de equipos críticos.

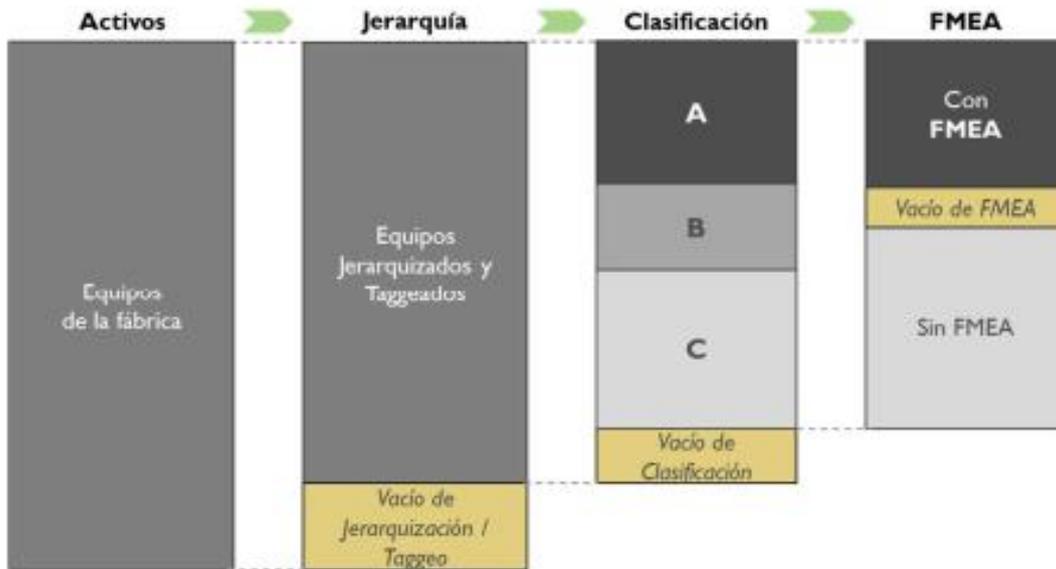
Tratamiento de Fallas”. Resumidamente, la falla en análisis estará relacionada a:

- ✓ No existencia de un plan de mantenimiento necesario para el equipo que falló;

- ✓ Existencia de un plan de mantenimiento inapropiado, por ejemplo, con checklist ineficiente o con componentes faltando;
- ✓ Incumplimiento del plan de mantenimiento;
- ✓ Design (Errores de ingeniería);
- ✓ Error humano por falta de cumplimiento de estándares o falta de entrenamiento. En todos los casos, se deberá elaborar un plan de Acción de bloqueo de causa raíz que abarque la Elaboración o Revisión de Planes de Mantenimiento.

En el caso de Normas Reglamentadoras y Leyes, la etapa de la FMEA no sería necesaria una vez que el efecto de la falla genera impacto en la esfera legal, lo que es altamente crítico. Siendo así, el equipo de mantenimiento debería elaborar los Planes de Mantenimiento directamente de manera a suplir todos los requisitos legales. Sin embargo, la falla funcional del equipo puede impactar otras dimensiones representadas en la Matriz de Criticidad de los Equipos, como Costo y Producción. De esa forma, la realización de la FMEA para todo el equipo crítico es necesaria para mapear acciones para todos los modos de fallas del equipo. Es importante que las etapas anteriores al FMEA, en la implantación del Plan de Mantenimiento de confiabilidad, se hayan realizado antes de que empiece la realización de los análisis (Figura ...). Esas actividades son la Identificación del Equipo dentro de la Jerarquía de la fábrica y la Clasificación de la Criticidad de los equipos, ambas detalladas Jerarquía y Criticidad de Activos”.

**Figura 2.20:** Vacíos a Eliminar antes de elaborar los FMEAs (14)



Fuente: Manuel SIGO Empresa Ingredión

La FMEA es un análisis exhaustivo y por eso exige tiempo y la participación de varias personas. Siendo así, se debe hacer para los equipos más críticos de la Fábrica y que no pueden fallar. La falta de la definición de criticidad de los equipos, por ejemplo, puede acarrear un desperdicio de esfuerzo y tiempo en FMEAs para equipos no críticos y, lo que es aún peor, dejar equipos críticos A sin la realización del análisis, representando un riesgo significativo para la compañía. Nuevos equipos (CAPEX), por ejemplo, se deben incluir en el sistema de mantenimiento, o sea, estar de acuerdo con los estándares de Jerarquía, Taggeo y tener su Criticidad Evaluada. A partir de eso se deberán elaborar los planes de mantenimiento necesarios con el apoyo de los manuales del proveedor y experiencia del equipo de mantenimiento.

Todos los equipos críticos A deben tener la FMEA elaborada, la cual mantendrá la elaboración de los planes. Además, sin embargo, algunos equipos C pueden ser seleccionados para

FMEAs, por decisión del liderazgo. Se debe iniciar la elaboración de las FMEAs siempre desde el nivel más crítico hacia el menos crítico, primero para todos los equipos A, después los B y C (por demanda del liderazgo).

Tabla 2.9: Formulario del FMEA (2)

| Ingredion          |        | FMEA FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS |            |         |                         |                               |            |                              |            |                              |                             |           |              |                                     |  |                               |                        |                       |          |                        |             |
|--------------------|--------|--|------------|---------|-------------------------|-------------------------------|------------|------------------------------|------------|------------------------------|-----------------------------|-----------|--------------|-------------------------------------|--|-------------------------------|------------------------|-----------------------|----------|------------------------|-------------|
| FMEA:              |        | TEAM:                                  |            |         |                         |                               |            |                              |            |                              |                             |           |              |                                     |  |                               |                        |                       |          |                        |             |
| PROYECTO/REVISION: |        | Unity:                                 |            |         |                         |                               |            |                              |            |                              |                             |           |              |                                     |  |                               |                        |                       |          |                        |             |
| ITEM               | EQUIPO | CONJUNTO DE EQUIPO                     | COMPONENTE | FUNCION | MODO DE FALLA POTENCIAL | EFECTO (S) DE FALLA POTENCIAL | SEVERIDADE | CAUSA (S) POTENCIAL DE FALLA | OCURRENCIA | CONTROL ACTUAL DE PREVENCIÓN | CONTROL ACTUAL DE DETECCIÓN | DETECCION | RIESGO (RPN) | ACCION PUNTUAL / MEJORA RECOMENDADA | ACCION REACTIVA RECOMENDADA (TROUBLE SHOOTING) | ACCION PREVENTIVA RECOMENDADA | DISCIPLINA RESPONSABLE | TIPO DE MANTENIMIENTO | ESTÁNDAR | PERIODICIDAD (SEMANAS) | OBSERVACION |
| 1                  | 2      | 3                                      | 4          | 5       | 6                       | 7                             | 8          | 9                            | 10         | 11                           | 12                          | 13        | 14           | 15                                  | 16   | 17                            | 18                     | 19                    | 20       | 21                     | 22          |

Fuente: Manual SIGO Empresa Ingredion

Es importante que, en el momento de la elaboración de la FMEA, la persona que conduzca el análisis tenga un alto nivel de conocimiento y experiencia con el equipo en análisis. Es recomendable que el análisis sea ejecutado por una persona con nivel de conocimiento de un Coordinador de Mantenimiento. Además, es importante tener en manos el manual del Fabricante y todos los planes sugeridos por él, y las NRs (Normas reglamentadoras) y leyes que deben ser respetadas en la operación de ese equipo. Para la realización correcta de la FMEA se debe seguir el procedimiento que se expone a continuación:

- **Identificación de la FMEA**

Identificar si la FMEA es referente a un proceso o a un Producto. En el caso de mantenimiento, las FMEAs para equipos, siempre serán FMEAs de PRODUCTO; Registrar si la FMEA se está elaborando antes de la instalación

del equipo, de manera preventiva (PROYECTO). O si se está ejecutando con el equipo en operación (REVISIÓN); e Identificar qué equipo está trabajando en la FMEA y la Unidad de Arca Continental Lindley donde el equipo está localizado.

- **Despliegue del equipo:**

Desplegar el equipo analizado en componentes; Describir las funciones que el componente debe desempeñar; Debemos tener muy clara cuál es la función del componente, pues las fallas siempre serán una inadecuación o reducción del nivel esperado de esta función.

- **Identificar el modo (tipo) de falla del componente**

Para identificar correctamente el modo de falla, pregúntese:

¿De qué manera este producto puede fracasar en su función establecida?

¿Qué podría impedir que esta pieza atienda las especificaciones?

Describe la manera por la cual el componente falla, en términos físicos y objetivos.

Para cada función definida en el ítem anterior, puede suceder una o más fallas/defectos.

- **Definir los efectos de las fallas**

Efecto de la Falla: son las formas como los modos de falla afectan el desempeño del sistema, desde el punto de vista del cliente. Es lo que el cliente observa. Pregúntese: ¿Qué consecuencias el cliente podrá sufrir si sucede este tipo de falla?

- **Definir las causas potenciales de las fallas mapeadas**

Causa de la Falla: son los eventos que generan u originan el surgimiento del tipo (modo) de falla.

- **Mapear controles actuales**

Mapear control actual de prevención (evitar el surgimiento de la falla) y Mapear control actual de detección (detectar la falla en caso que suceda).

- **Evaluar el índice de criticidad de SEVERIDAD de la causa del modo de falla en análisis**

Severidad: es una evaluación de las consecuencias que el cliente sufre suponiendo que el tipo de falla sucedió.

Tabla 2.10: Medición del Índice de Severidad (S)

| ÍNDICE DE SEVERIDAD (S) |                          |          |
|-------------------------|--------------------------|----------|
| Nivel                   | Descripción              | Nota     |
| <b>Baja</b>             | Efecto no percibido      | <b>1</b> |
| <b>Moderada</b>         | Pérdida de productividad | <b>3</b> |
| <b>Alta</b>             | Pérdida de la función    | <b>5</b> |

Fuente: Manual SIGO Empresa Ingredión

- **Evaluar el índice de criticidad de DETECCIÓN de la causa del modo de falla en análisis**

Detección: es una estimativa de la probabilidad del modo de falla (y sus efectos) de que se detecte antes que el producto llegue al cliente.

Tabla 2.11: Índice de Criticidad de Detección (D)

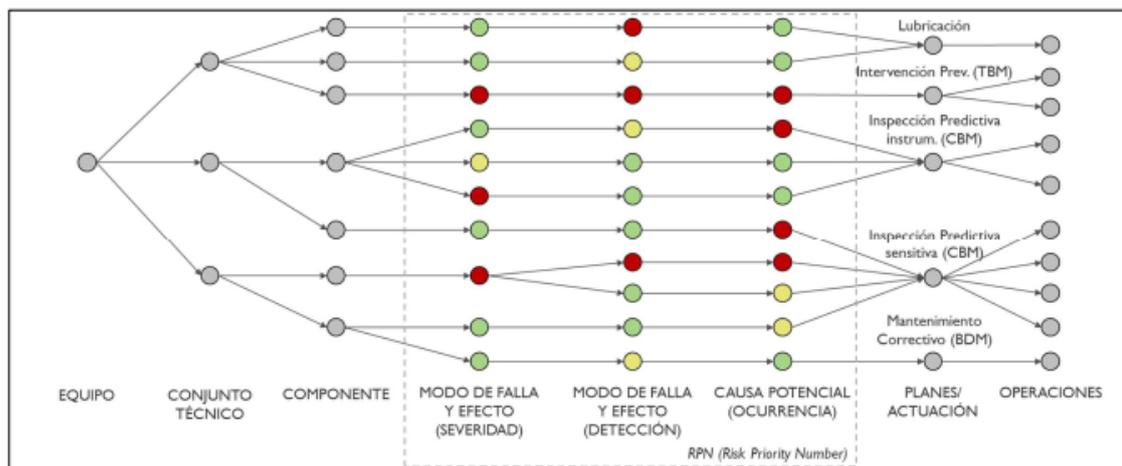
| ÍNDICE DE DETECCIÓN (D) |                                    |          |
|-------------------------|------------------------------------|----------|
| Nivel                   | Descripción                        | Nota     |
| <b>Alta</b>             | Superior al 90% de detección       | <b>1</b> |
| <b>Moderada</b>         | Entre el 50% y el 90% de detección | <b>3</b> |
| <b>Baja</b>             | Inferior al 50% de detección       | <b>5</b> |

Fuente: Manual SIGO Empresa Ingredión

- **Calcular el riesgo (RPN) del par “Modo de falla x Causa específica.**

basado en la multiplicación de los factores Ocurrencia (O) x Severidad (S) x Detección (D).  $RPN=O \times S \times D$  (Figura 2.21). Se utiliza para priorizar las acciones recurrentes de la FMEA.

Figura 2.21: FMEA y RPN



Fuente: Manual SIGO Empresa Ingredión

- **Definir Acción puntual de mejora**

En caso que el nivel de deterioración del equipo esté avanzado, y necesite una acción puntual de recuperación de condición básica. O si en el momento de la realización de la FMEA el equipo identificó una acción que puede eliminar permanentemente la causa de la falla.

- **Definir acción reactiva recomendada.**

Es una acción de reacción para contener el efecto, en caso que la falla suceda.

- **Definir acción preventiva recomendada y el tipo de mantenimiento que se adoptará.**

¿Cuáles son las acciones recomendadas para reducir la ocurrencia de la causa o mejorar la detección? Tipo de mantenimiento adoptado para tratar la causa: Correctiva (BDM), Preventiva por tiempo (TBM) o Predictiva

(CBM). Basado en el análisis de costo/beneficio de evitar la falla o acarrear una eventual quiebra.

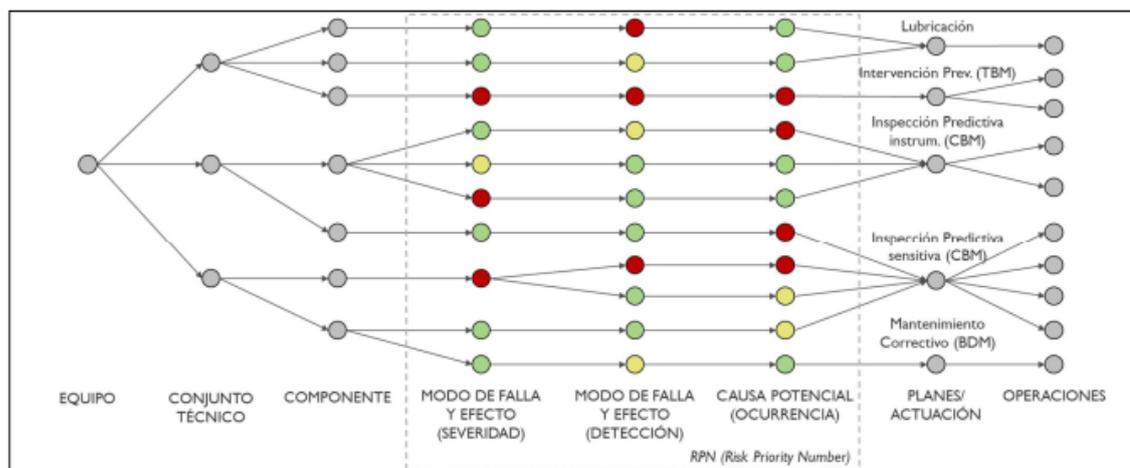
Tabla 2.12: Descripción del Plan de FMEA

| Clase de la orden |  | Tipo de Plan   | Ejemplo   | Descripción  |
|-------------------|--|--|---|--|
| <b>ZPM5</b>       | Mantenimiento CBM (Mantenimiento Basado en Condición): Orden generada automáticamente por el SAP-PM, asociada a un plan de Mantenimiento Predictivo o Inspección diagnóstica. (Equipos A y B). | <b>Inspección Predictiva Sensitiva</b>                       | Ruta de padrinós (mantenimiento y operación)    | Son inspecciones que UTILIZAN los CINCO SENTIDOS (tacto, olfato, audición, visión o gusto) o sistemas de medición muy simple (como, por ejemplo, medición de corriente) para notar anomalías de funcionamiento. Se pueden ejecutar con el equipo rodando durante la producción (normalmente) o parado. |
|                   |  | <b>Inspección Predictiva por Instrumentos</b>                | Análisis de vibración; Análisis de aceite       | Son actividades de mantenimiento donde un muestreo periódico o medición de parámetros se hace en equipos, con el intuito de suministrar indicadores de potencial falla.  |
| <b>ZPM4</b>       | Mantenimiento TBM (Mantenimiento Basado en Tiempo): Orden generada automáticamente por el SAP-PM, asociada a un plan de Mantenimiento Preventivo de Intervención basado en tiempo.             | <b>Plan de Lubricación</b>                                   | Plan de Lubricación                             | Actividad periódica planificada de reposición o cambio de lubricante, con recursos programados, basados en períodos previamente determinados o en los ciclos de utilización de los equipos   |
|                   |  | <b>Intervención preventiva por tiempo (reforma o cambio)</b> | Cambio de rodamiento blindado cada 50.000 horas | Actividad periódica planificada de cambio de pieza obligatoriamente, con recursos programados, basados en períodos previamente determinados o en los ciclos de utilización de los equipos  |

Fuente: Arca Continental Lindley

Con la realización de este paso, el equipo ya deberá ser capaz de indicar cuál es la línea de actuación más adecuada para cada uno de los pares “modo de falla x causa potencial” para el equipo crítico en análisis y dirigir sus acciones hacia los mayores RPNs, lo que también tendrá reflejos en la prioridad de los planes elaborados.

Figura 2.22: FMEA, RPN y Estrategias de Mantenimiento



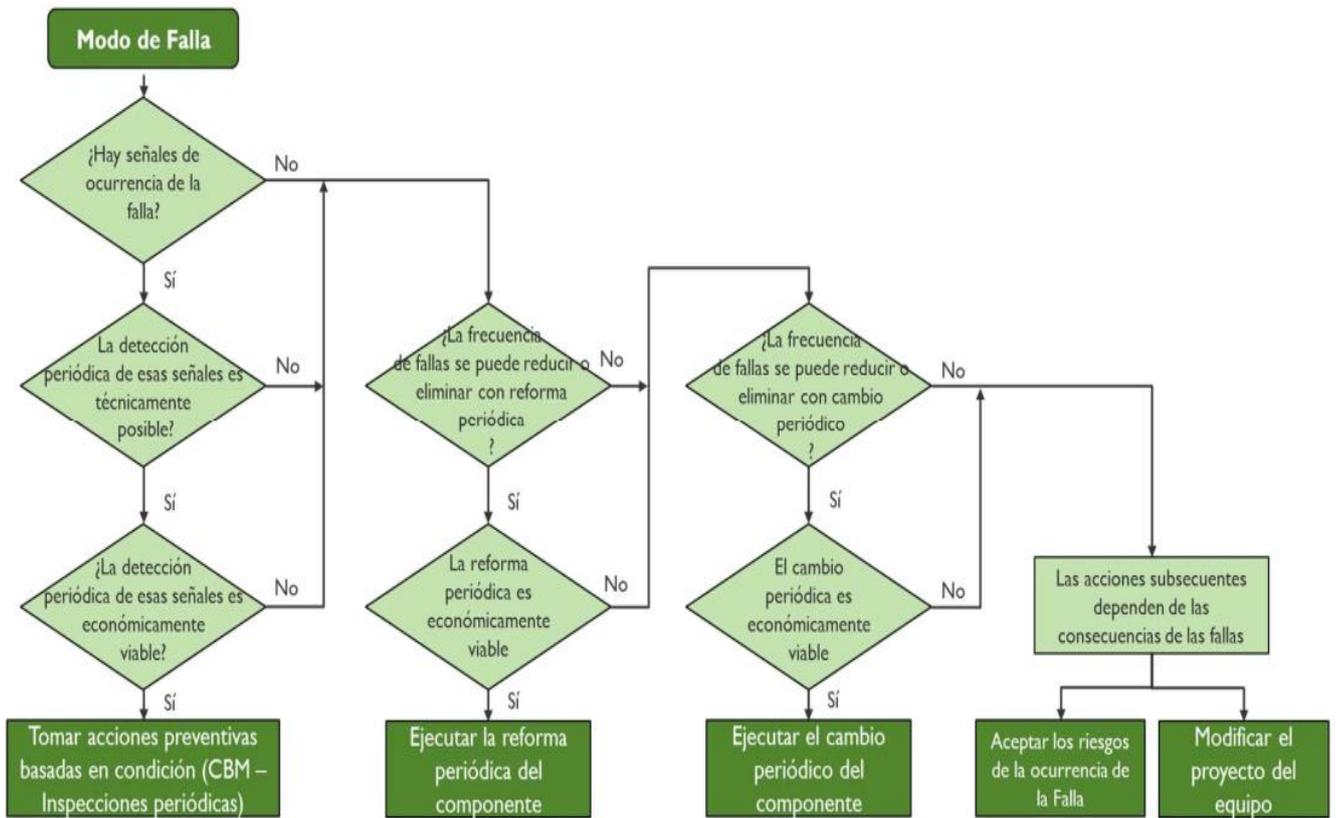
Fuente: Manual SIGO Empresa Ingredión

Para seleccionar las acciones preventivas es necesario conocer, para cada componente del equipo:

Las curvas de falla del ítem. Es necesario saber si la probabilidad de falla del ítem tiende a aumentar, disminuir o permanecer estable a lo largo del tiempo. En los dos últimos casos, la reforma o cambio periódico de los ítems no contribuye para reducir la probabilidad de ocurrencia de fallas. Los efectos del modo de falla. Debe ser dirigido hacia un mayor esfuerzo preventivo para los modos de falla en los cuales las fallas resultarán en las peores consecuencias.

El Costo de la Fallas con relación al costo de la acción preventiva. Si es más barato, considerando el costo global, dejar que la falla suceda que actuar preventivamente, entonces es mejor optar por el mantenimiento correctivo. Efecto falla inducida por el mantenimiento. Verificar el riesgo del mantenimiento resulta en fallas más graves, que dejar el equipo fallar, generadas por la preventiva en el equipo. Antes de decidir por las actividades de reforma y cambio periódico es necesario evaluar la posibilidad de ejecutar acciones basadas en la condición, por medio de inspecciones periódicas. Siempre que sea posible, las acciones basadas en condición se deberán adoptar porque representan un costo más bajo de mantenimiento. Las acciones basadas en el tiempo, reforma o cambio periódico son eficaces cuando la variabilidad de la vida útil del ítem es pequeña. Sin embargo, siempre que se hace una intervención TBM, una parte de la vida útil del equipo es descartada, pues el componente aún no llegó a su límite máximo de desgaste.

Figura 2.23: Flujograma para la selección de las acciones preventivas  
(18)



Fuente: Manual SIGO Empresa Ingredion

- **Definir qué estándar se utilizará para la realización de la acción preventiva**

Si la estrategia de Mantenimiento es preventiva, se debe definir el estándar que se utilizará para hacer el mantenimiento preventivo. Ej.: Checklist de ruta de inspección, Procedimiento de Lubricación con pistola, Procedimiento de Análisis de Vibración, etc.

- **Definir la periodicidad de la acción preventiva recomendada**

Definir de cuánto en cuánto tiempo se debe realizar la acción propuesta.

Con la conclusión de la FMEA es imprescindible que el plan de acción generado por el análisis se incluya en el plan de Acción Integrado de la unidad, siendo que las acciones vinculadas a los mayores RPNs se deben priorizar y ejecutar antes de las otras. Para eso es necesario ordenar todas las acciones del mayor RPN al menor antes de colocarla en el plan. El plan se deberá seguir en las reuniones de resultado del mantenimiento y Producción.

### 2.2.2.6.3 Creación de los Planes de Mantenimiento – Hoja de Ruta.

Tras la definición de los Planes que se deben elaborar como resultado de la FMEA comienza la etapa A de construcción del plan de acción. Para construir planes de mantenimiento será necesario utilizar el estándar

“Hoja de Ruta” (Figura ...), en el cual están todos los elementos necesarios para la construcción de un plan de mantenimiento de calidad. A continuación, se presenta un modelo de Hoja de Ruta.

Tabla 2.13: Modelo de Hoja de Ruta (19)

| Ingredion  |               | ROUTE SHEET |             |            |                         | EQUIPMENT: CONVEYOR #11 |              | ELABORATION DATE: 03/12/2018 |         |                                   |        |                       |      |                 |                 |                 |               |                    |             |            |
|--|---------------|-------------|-------------|------------|-------------------------|-------------------------|--------------|------------------------------|---------|-----------------------------------|--------|-----------------------|------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|--------------------|-------------|------------|
| AREA   | Wet Milling   | CHANNEL     | Steeping    |            |                         |                         |              |                              |         |                                   |        |                       |      |                 |                 |                 |               |                    |             |            |
| NOTE: EACH POSITION IS A WORK ORDER                |               |             |             |            |                         |                         |              |                              |         |                                   |        |                       |      |                 |                 |                 |               |                    |             |            |
| ALL POSITIONS FROM A PLAN HAVE THE SAME START DATE |               |             |             |            |                         |                         |              |                              |         |                                   |        |                       |      |                 |                 |                 |               |                    |             |            |
| TECHNICAL LOCALIZATION CODE                        | SAP CODE ITEM | ITEM NAME   | ORDER CLASS |            | CRITICALITY OF THE PLAN | ROUTE TYPE              |              |                              | ROUTING | DESCRIPTION PM POSITION AND ROUTE | # OPER | OPERATION DESCRIPTION | FREQ | TEAM            |                 | # SUB-OPERATION | SUB-OPERATION | SUB-OPERATION TEXT | # OF PEOP E | # Material |
|  |               |             | TBM (ZPMA)  | CBM (ZPMS) |                         | INST (A)                | TECN LOC (T) | EQUIP (E)                    |         |                                   |        |                       |      | Internal (PM01) | External (PM02) |                 |               |                    |             |            |

Fuente: Manual SIGO Empresa Ingredión

Para la realización correcta de la FMEA se debe seguir el siguiente procedimiento:

- Identificar el componente que recibirá el mantenimiento descrito en la operación:
  - ✓ **Localización Técnica:** es el equipo, en la visión del proceso, independiente del activo real (modelo) que está en campo.
  - ✓ **Código SAP:** Código del ítem en el SAP-PM.
  - ✓ **Denominación:** Nombre usual del ítem.
  
- Indicar la clase de la orden del plan:
  - ✓ **ZPM4:** Mantenimiento TBM (Mantenimiento Basado en Tiempo).
  - ✓ **ZPM5:** Mantenimiento CBM (Mantenimiento Basado en Condición)
  
- Definir las prioridades de las órdenes del plan

**IMPORTANTE:** esta definición es de la criticidad de la ORDEN del plan, no de la Criticidad del Equipo.

Eso significa decir que es una definición de la importancia de la ejecución de esa orden en la fecha en que de hecho se planificó. Por ejemplo, una orden de plan clasificada como muy elevada se deberá ejecutar en hasta 2 días tras su apertura.

Las prioridades son:

- - ✓ Muy elevada: 1
  - ✓ Alta: 2
  - ✓ Mediana: 3
  - ✓ Baja: 4

Para facilitar la clasificación se recomienda utilizar la siguiente matriz que estandariza la Criticidad de la orden basándose en el RPN de la FMEA.

Figura 2.24: Criticidad de Ordenes de Ordenes de Planes de Mantenimiento (20)

| CRITICIDAD ÓRDENES PLANES DE MANTENIMIENTO - SAP-PM |   |                            |                            |                           |                           |
|---|---|----------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| FMEA RPN x  |   | BAJO                       | MEDIANO                    | ELEVADO                   | MUY ELEVADO               |
| Criticidad Órdenes Plan                             |   | Ejecución en hasta 30 días | Ejecución en hasta 15 días | Ejecución en hasta 7 días | Ejecución en hasta 2 días |
| FMEA  | El RPN del par "modo de falla x causa potencial" igual a: | 1 o 3                      | 5 o 9                      | 25, 27 o 45               | 75 o 125                  |

Fuente: Manual SIGO Empresa Ingredión

- **Definir el Tipo de Ruta que se está elaborando:**

- ✓ **INST (A): Instrucción:** Actividad es un estándar para varios equipos
- ✓ **LOC TECN (T): Localización técnica:** Actividad específica para una Localización Técnica.
- ✓ **EQUIP (E): Equipo:** Actividad específica para un equipo.

- **Definir la especialidad de las actividades a realizar**

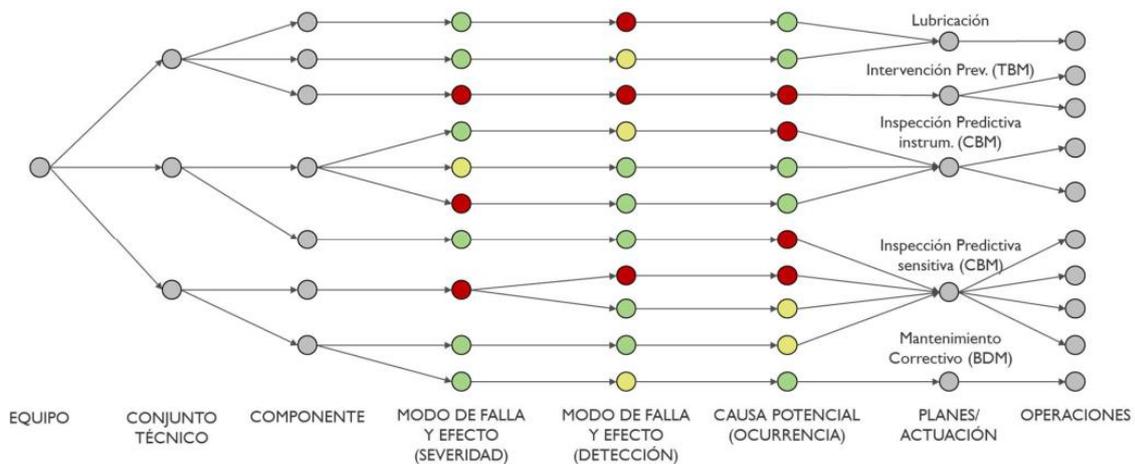
Especialidades de acuerdo con Blueprint:

- ✓ O: Operación
- ✓ M: Mecánica
- ✓ E: Eléctrica
- ✓ I: Instrumentación
- ✓ L: Lubricación
- ✓ C: Civil
- ✓ N: Neumática
- ✓ H: Hidráulica

El texto debe comenzar con la letra inicial de la especialidad igual a la posición PM, seguida de la actividad TBM o CBM y de la especialidad de la actividad. Ejemplo: (M) Actividad CBM Mecánica.

- Describir la operación que se realizará y definir la frecuencia de realización de esa actividad.
- Definir si la operación se realizará por mano de obra interna (PM01) o externa (PM02).
- Definir las sub operaciones:
  - ✓ **Sub operación:** Descripción de la actividad a realizar
  - ✓ **Texto de la Sub operación:** Sigue un estándar de procedimiento - Tareas detalladas y secuenciales. Con la realización de ese paso, el equipo de PCM ya será capaz de registrar todas las acciones necesarias para la ejecución del plan de mantenimiento (Figura 2.25).

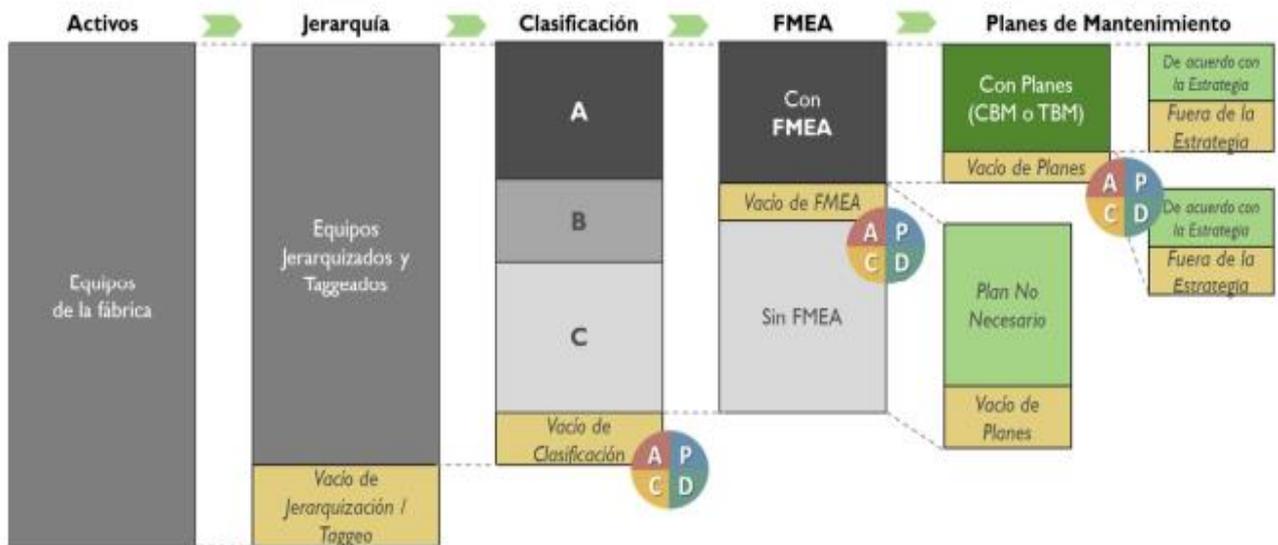
Figura 2.25: FMEA, RPN, Estrategias de Mantenimiento y Operaciones



Fuente: Arca Continental Lindley

- Definir el número de personas necesarias para la realización de esa actividad
- En caso que sea necesaria la atribución de Material, generar el código para crear los IBU  
Las actividades de mantenimiento preventivo con periodicidad establecida en las hojas de ruta se registrarán en el SAP-PM. A partir de eso, el sistema informatizado gestionará la generación de las respectivas Órdenes de Mantenimiento.

Figura 2.26: Estratégica Sistemática de Planes de Mantenimiento (21)



Fuente: Manual SIGO Empresa Ingredión

### 2.2.2.7. Planificación y Programación del Mantenimiento

El mantenimiento es una combinación de varios procesos que se retroalimentan y direccionan el resultado del área. La Planificación y la Programación son procesos específicos y merecen un foco especial en este documento debido a su complejidad y el beneficio que pueden generar cuando son bien integrados y ejecutados.

- **Objetivo**

Presentar como los procesos de Planificación y Programación deben ser aplicados e integrados en el sistema de gestión del Mantenimiento. Estandarizar rutinas críticas de ejecución del Planificación y Programación de los mantenimientos.

- **Definiciones**

Para efecto del presente reglamento se aplican las siguientes definiciones:

- ✓ HH Disponible – Hora Hombre puesto a disposición a los programadores por los supervisores de Mantenimiento;
- ✓ HH Planificado – Hora Hombre planificado para la ejecución de los trabajos de Mantenimiento;
- ✓ HH Ejecutado – Hora Hombre apropiado en las órdenes ejecutadas;
- ✓ MO – Mano de obra;
- ✓ Nota de Mantenimiento – Solicitud de servicio de mantenimiento realizada por las áreas y técnicos de mantenimiento para el Mantenimiento;
- ✓ Orden de Servicio (OS) – Documento utilizado por el equipo de mantenimiento y operación para realización y gerenciamiento de actividades de mantenimiento en el campo;
- ✓ P3M – Plan de mantenimiento de 3 meses o Plan de Mediano Plazo;
- ✓ P1A – Plan de mantenimiento de 52 semanas o Plan de Largo Plazo;
- ✓ PCM – Planificación y Control del Mantenimiento;
- ✓ PCP – Planificación y Control de la Producción;
- ✓ S&OP – “Sales and Operations Planning”, área responsable por alinear la previsión de demanda con la programación de la producción;
- ✓ SIPOC – “Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers”; diagrama utilizado para representar, resumidamente, Proveedores, Entradas, Proceso, Salidas y Clientes de un proceso específico.

- **Ciclo de Planificación y Programación**

Los procesos de Planificación abarcan la definición de “QUÉ” hacer. El “CUÁNDO” hacer se definirá con precisión en el momento de la Programación. Aquí vale la pena enfatizar la palabra “precisión” porque la Planificación de Largo Plazo y la Planificación de Mediano plazo dan directrices en intervalos de semanas de cuando los trabajos serán realizados. Por ejemplo, los trabajos previstos en la planificación de mediano plazo (P3M) son estructuradas en 12 o 13 semanas (3 meses). Sin embargo, el día y la hora que ese trabajo será realizado solamente será definido en la Programación Semanal. El Ciclo de Planificación y Programación es una secuencia lógica de procesos que comienza en la Planificación de Largo Plazo (**P1A**) y va hasta el día de la Ejecución de la Orden de Mantenimiento.

Figura 2.27: Overview de la planificación de Órdenes de Trabajo (22)



Fuente: Manual SIGO Empresa Ingredión

Esa secuencia se puede resumir de la siguiente manera: El ciclo comienza con la construcción de la Planificación de Largo Plazo (**P1A**), donde el objetivo es definir las necesidades de paradas del canal (tiempo total de impacto considerando actividades de mantenimiento y producción, rampas de parada y arranque) para realizar los Planes de Mantenimiento críticos y los proyectos de Reformas y Mejoras para el año. Son proyectados los costos para el año que está siendo planificado. Basado en las órdenes de Planes de Mantenimiento previstas para los próximos 3 meses y las órdenes en el Backlog, se hace la Planificación de Mediano Plazo (P3M), con la visión semanal. Con las órdenes definidas para la respectiva semana en la Planificación de Mediano Plazo (P3M) y las órdenes Detalladas para la semana, se hace la Programación Semanal. Con las órdenes definidas para el respectivo día en la Programación Semanal y las órdenes Detalladas para el día, se hace algún ajuste en la Programación Diaria si es necesario; A continuación se detallan específicamente cada una de las etapas del Ciclo de Planificación y Programación.

- **Planificación de Largo Plazo (P1A)**

La Planificación de Largo Plazo consiste en generar un plan de actividades de Mantenimiento previstas y proyectadas para el próximo año, considerando: 1) la colocación a disposición de los activos para los trabajos de mantenimiento validado por la Producción y S&OP; y 2) Recursos (costos y HH) necesarios, alineados con el presupuesto de Mantenimiento. La planificación de largo plazo tiene los siguientes objetivos: Alinear las actividades de Mantenimiento para el próximo año que necesitan paradas o reducción de Canales con la Producción y el área de S&OP. Maximizar la eficiencia de paradas o reducciones de canales, alineando paradas para Producción, Paradas para el mantenimiento y paradas para Mejoras y Reformas. Garantizar los recursos necesarios (costos y personas) para la

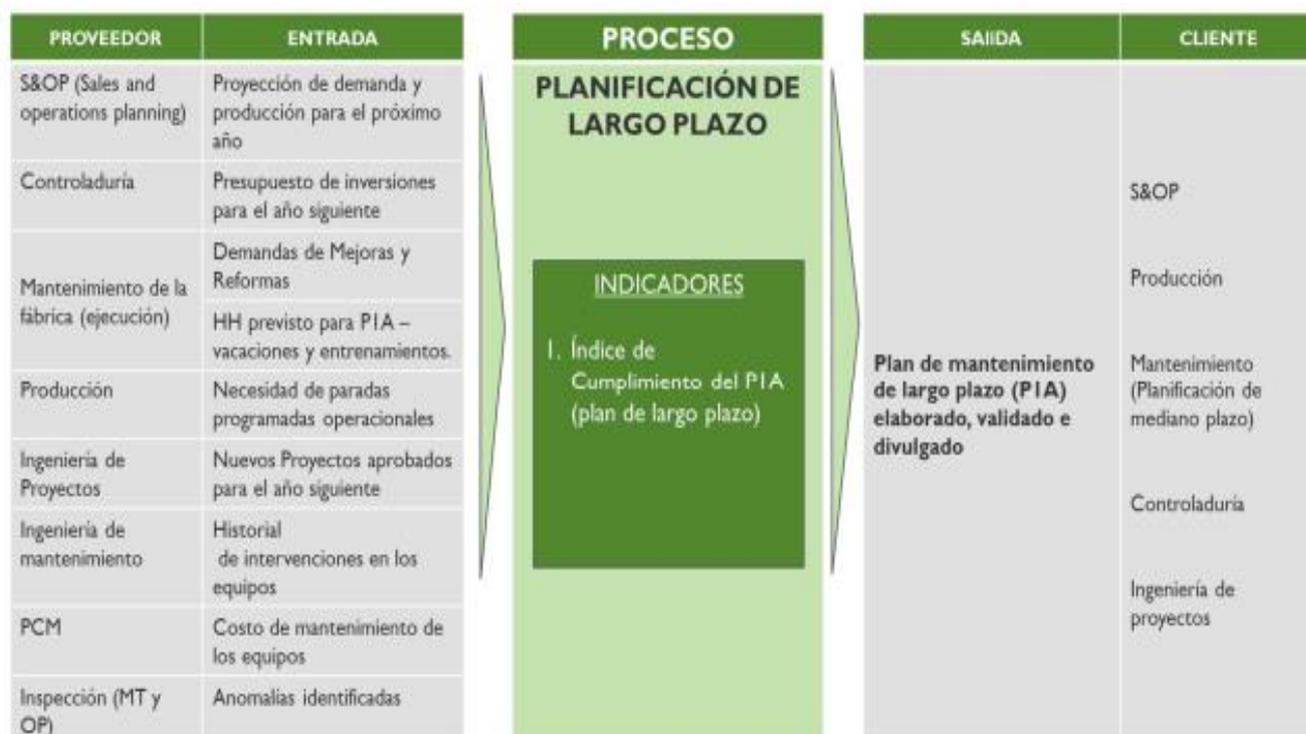
realización de los Planes de Mantenimiento para el próximo año. Analizar y ajustar las actividades previstas y proyectadas a fin de encuadrar la necesidad de recursos (costos y personas) con los recursos puestos a disposición para el próximo año, teniendo en vista los Planes de Mantenimiento y el historial de los mantenimientos correctivos.

En esta Planificación, la mayoría de las actividades están relacionadas a los Planes de Mantenimiento, pero es importante también considerar que a lo largo del año se generarán nuevas necesidades de mantenimiento.

Estas actividades (Planes y Correctivas previstas) generan informaciones sobre recursos necesarios y costos estimados que definirán la estrategia anual del mantenimiento en Ejecución x Recursos.

La Figura .. muestra cuales son los inputs necesarios para la composición de la Planificación de Largo Plazo (P1□). En caso que el presupuesto no esté definido para el próximo año, se debe utilizar el del año corriente y revisar tras la divulgación de los datos oficiales.

Tabla 2.14: Proceso de Planificación de Largo Plazo (23)



Fuente: Manuel SIGO Empresa Ingredión

- **Planificación de Mediano Plazo (P3M)**

EL plan de 1 año P1A sirve de base para la elaboración de la Planificación de Mediano Plazo. Este proceso consiste en realizar los ajustes necesarios en las actividades preprogramadas en el P1A a fin de maximizar la ejecución de los planes, reformas y mejoras previstas y, al mismo tiempo, aumentar la sinergia con las demandas no previstas de la fábrica aprovechando al máximo las paradas para la realización de las actividades necesarias. El producto de este proceso es el P3M - plan para los próximos 3 meses.

Tabla 2.15: Proceso de Planificación a Mediano Plazo (24)



Fuente: Manual SIGO Empresa Ingredión

La Planificación de Mediano Plazo (P3M) consiste en generar una proyección Semanal de las Órdenes de Mantenimiento para los próximos 3 meses. Para construcción de esa planificación, se recomienda considerar los siguientes puntos:

Base de datos con todos los planes de mantenimiento previstos en el P1Ay provenientes del SAP-PM; base adaptada para estratificación de los planes que demandan parada o reducción por canal. Análisis consolidado de HH necesario x HH disponible por semana y por especialidad; Análisis de costo total de material, servicios y demás gastos de Mantenimiento estratificado por semana y consolidado por mes

Análisis de la Adherencia de la Planificación de Largo Plazo (P1A) en la Planificación de Mediano Plazo (P3M).

- **Programación**

La Programación es el proceso de marcado en agenda de Órdenes de Servicio con base en sus prioridades, equipos disponibles, disponibilidad de piezas, equipos auxiliares y del propio activo objeto del mantenimiento, atribuyendo a ellas un plazo de ejecución.

Tabla 2.16: Resumen interfaces del proceso de Programación (25)



Fuente: Manual SIGO Empresa Ingridión

**Beneficios de la Programación:**

- ✓ Maximiza el trabajo del equipo, atribuyendo trabajo para todas las horas disponibles.
- ✓ Maximiza la ejecución aumentando la sinergia de trabajos que demandan el mismo recurso o son ejecutados en el mismo lugar.
- ✓ Coordina la necesidad de técnicos especiales (por ejemplo, soldador certificado en trabajos de espacio confinado).
- ✓ Alinea los trabajos de mantenimiento con la disponibilidad de los activos para trabajo.
- ✓ Garantiza que órdenes con prioridad más alta sean ejecutadas antes.

- ✓ El trabajo programado correctamente reduce los atrasos de los trabajos.

Semanalmente, el Programador del proceso específico debe elaborar la previa de la programación con base, primeramente, en los planes de mantenimiento previstos para la semana en el P3M, y en las prioridades del supervisor de Mantenimiento y del Coordinador de Producción.

### **III APORTES RELIZADOS**

#### **3.1 Generalidades de la empresa**

La línea embotelladora presenta baja productividad en 8% por debajo de la meta que es de 87%, debido a las paradas imprevistas lo que genera retraso en la producción, presentando tiempos muertos e improductivos. Esto se debe a la falta de un plan de mantenimiento preventivo quedando el equipo inoperativo siendo a veces los equipos críticos donde los costos de mantención se incrementan, la falta capacitaciones al personal, carencias del grupo de inspección y de lubricación, no presentan formatos de control de actividades e indicadores de gestión de mantenimiento.

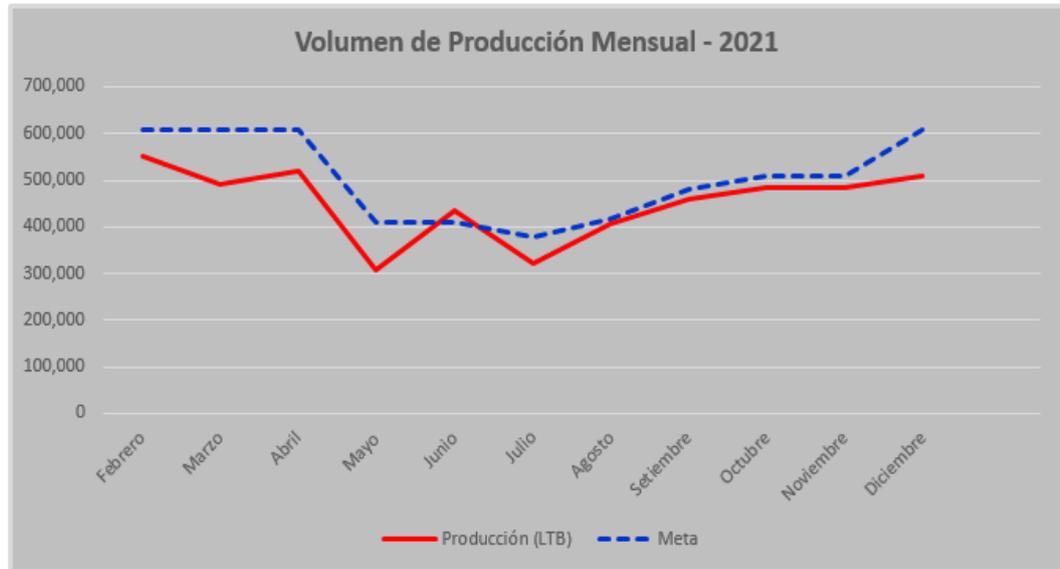
La causa predominante por el cual los equipos presentan fallas y/o averías, es por la falta de un programa de mantenimiento preventivo. Los problemas que se tienen por este motivo son:

- Disminución y atraso de la producción, como muestra la figura 3.1
- Paros continuos y prolongados en equipos críticos de la planta como se muestra en la figura 33.
- Disminución en la Disponibilidad de los Equipos como se muestra en la Figura 34

Figura 3.1: Volumen de Producción 2021

PRODUCCIÓN DE LA LINEA HOTFILL 2021

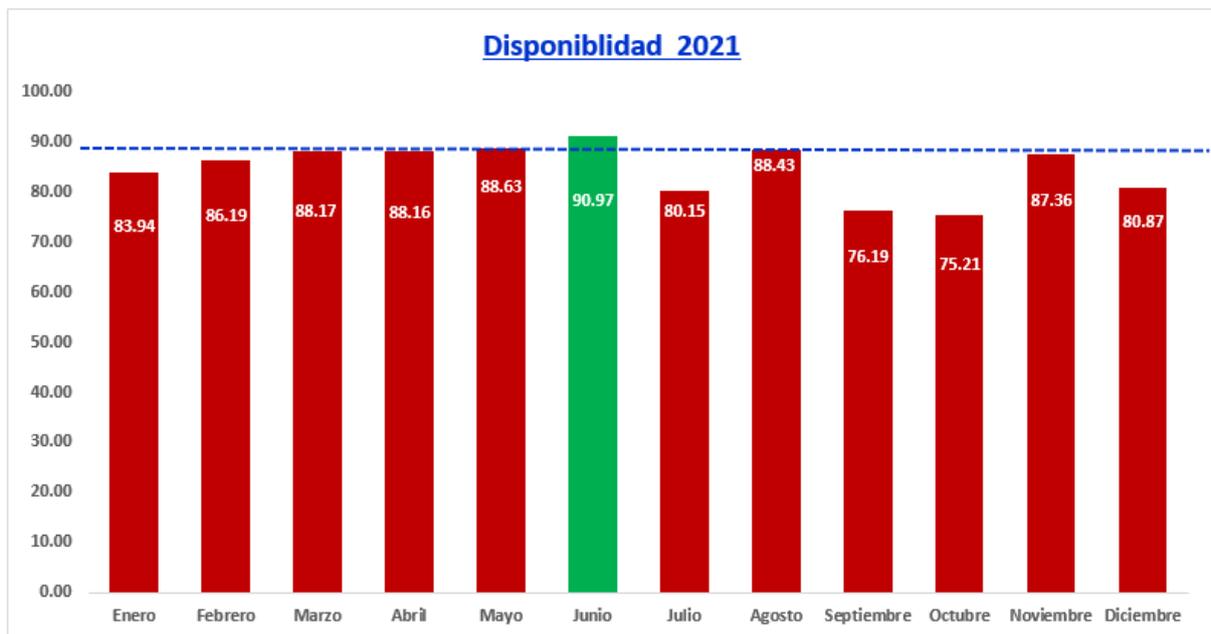
|                         | Enero   | Febrero | Marzo   | Abril   | Mayo    | Junio   | Julio   | Agosto  | Setiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
|-------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|---------|-----------|-----------|
| <b>Producción (LTB)</b> | 481,121 | 551,121 | 491,121 | 521,121 | 309,121 | 435,121 | 321,143 | 405,121 | 460,103   | 483,396 | 485,010   | 508,836   |
| <b>Meta</b>             | 609,312 | 609,312 | 609,312 | 609,312 | 409,312 | 409,312 | 379,312 | 415,312 | 479,312   | 509,312 | 509,312   | 609,312   |



Fuente de Arca Continental Lindley

Figura N°3.2: Fallos de los equipos – Disponibilidad de Equipos

| 2021           | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo  | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
|----------------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|
| Horas Ganadas  | 345.6 | 356.8   | 348   | 310   | 298   | 197   | 188   | 168    | 179        | 242.9   | 187.6     | 198.9     |
| Horas de Falla | 66.1  | 57.17   | 46.71 | 41.64 | 38.23 | 19.56 | 46.56 | 21.99  | 55.95      | 80.05   | 27.14     | 47.04     |
| Disponibilidad | 83.94 | 86.19   | 88.17 | 88.16 | 88.63 | 90.97 | 80.15 | 88.43  | 76.19      | 75.21   | 87.36     | 80.87     |
| Meta           | 88.69 | 88.69   | 88.69 | 88.69 | 88.69 | 88.69 | 88.69 | 88.69  | 88.69      | 88.69   | 88.69     | 88.69     |



Fuente: Arca Continental Lidley

$$\text{Disponibilidad de Equipos} = \left( \frac{\text{Horas de produccion efectiva}}{\text{Horas de produccion efectiva} + \text{horas de falla Mec.Elect}} \right) * 100$$

$$\text{Horas Efectivas o Ganadas} = \text{Horas Disponibles} - \text{Horas de Falla Mec.Elect}$$

Fuente: Arca Continental Lindley

### 3.2 Análisis y diagnóstico del área de mantenimiento (Ishikawa)

A través del diagrama causa y efecto se realizó el análisis de las posibles causas que originan la baja productividad como muestra el diagrama N° 3.1, que se realizó a los equipos de la Línea de embotellamiento de la planta, donde participaron los responsables de cada área de la línea: Gerente Mantenimiento, Jefe de mantenimiento, supervisores, técnicos y otros. A continuación, se presentan las causas más señaladas por los distintos procesos productivos que intervienen en la línea de embotellamiento.

- **Maquinaria**

- ✓ Desgaste del equipo debido al continuo periodo de operación, debido a la falta de un mantenimiento preventivo lo cual origina fallas mecánicas frecuentemente.
- ✓ Demora en llegar los repuestos debido a la importación y los costos elevados, teniendo que gestionarse con anticipación.

- **Métodos**

- ✓ Falta de un plan de mantenimiento preventivo, control de los procedimientos de las actividades en la mantención de los equipos hacen que se desgasten.
- ✓ Las intervenciones mecánicas requieren de coordinación y disponibilidad del equipo.

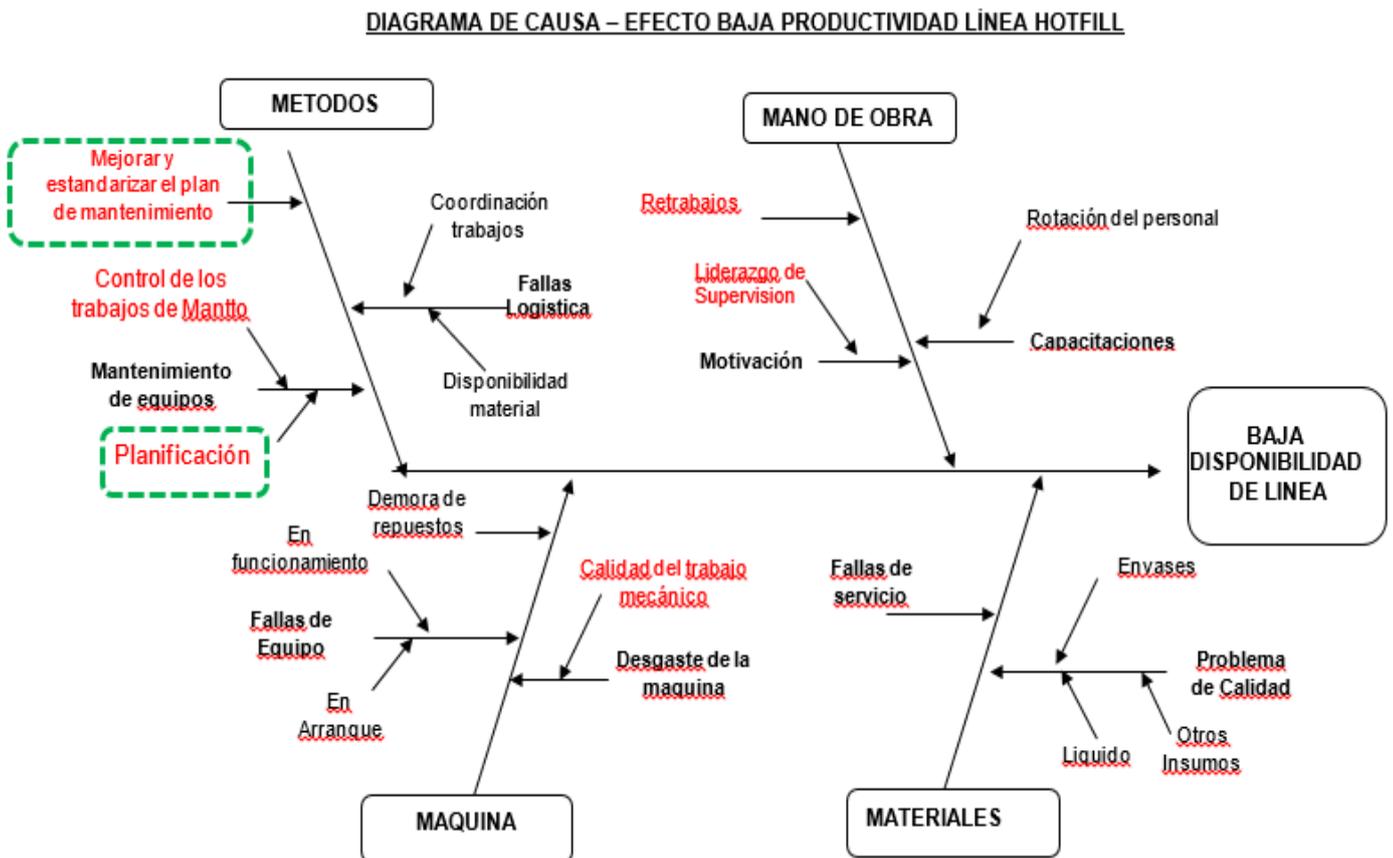
- **Mano de Obra**

- ✓ La falta de capacitaciones a los colaboradores, personal operativo, para un mejor conocimiento del funcionamiento y conservación del equipo y detectar pequeñas averías.
- ✓ Las constantes rotaciones del personal de mantenimiento y la falta de crecimiento personal genera un ambiente hostil y no hay competitividad profesional.

- **Materiales**

- ✓ Los desperfectos que producen los equipos de línea
- ✓ Las fallas constantes de los servicios

Figura 3.3: Diagrama de Ishikawa



Fuente: Arca Continental Lindley

El diagrama de Ishicawa nos indica que las 2 causas vitales que generan a la línea un bajo índice de productividad por un crecimiento de las fallas en los equipos de la línea Hotfill, son la mejora y estandarización de los planes de mantenimiento y la deficiencia en la planificación en las tareas de mantenimiento, estos son la de mayor prioridad y la escogida a resolver, por lo cual mediante una lluvia de ideas donde participaron el jefe de producción, supervisor, operadores, controlistas producción, y técnicos de mantenimiento y después de plantear diversas soluciones la mayoría del personal involucrado coincide en que la solución más conveniente es la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo y mejorar la planificación y programación del Mantenimiento este análisis tubo la aprobación del personal involucrado, este proyecto no demandara una gran inversión económica, pero si un tiempo estimado de horas programadas con un plan de trabajo anual, la cual servirá para instruir al personal en la utilización de la herramienta, y la importancia de la misma.

### **3.3 Cuantificar y priorizar las causas de Fallas de los sistemas diagrama de Pareto.**

Determinadas las causas raíces como se muestra en la figura 3.4 podemos determinar y cuantificar el problema de la baja disponibilidad en la línea de embotellamiento. En este caso se utilizó el criterio del personal de mantenimiento para determinar el nivel de impacto de las causas de cada problema que afecta a las paradas imprevistas lo que genera la disponibilidad del equipo.

Para determinar las causas a minimizar y el orden de prioridad, aplicamos la regla de Pareto a los equipos como se muestra en la tabla 3.1, se puede observar que presentan fallas imprevistas que impactan negativamente el buen funcionamiento de la línea e incrementando el costo de mantenimiento. Se identifica que la suma de los porcentajes fallas de la llenadora pasteurizador, los transportadores de botellas, capsuladora, empacadora,

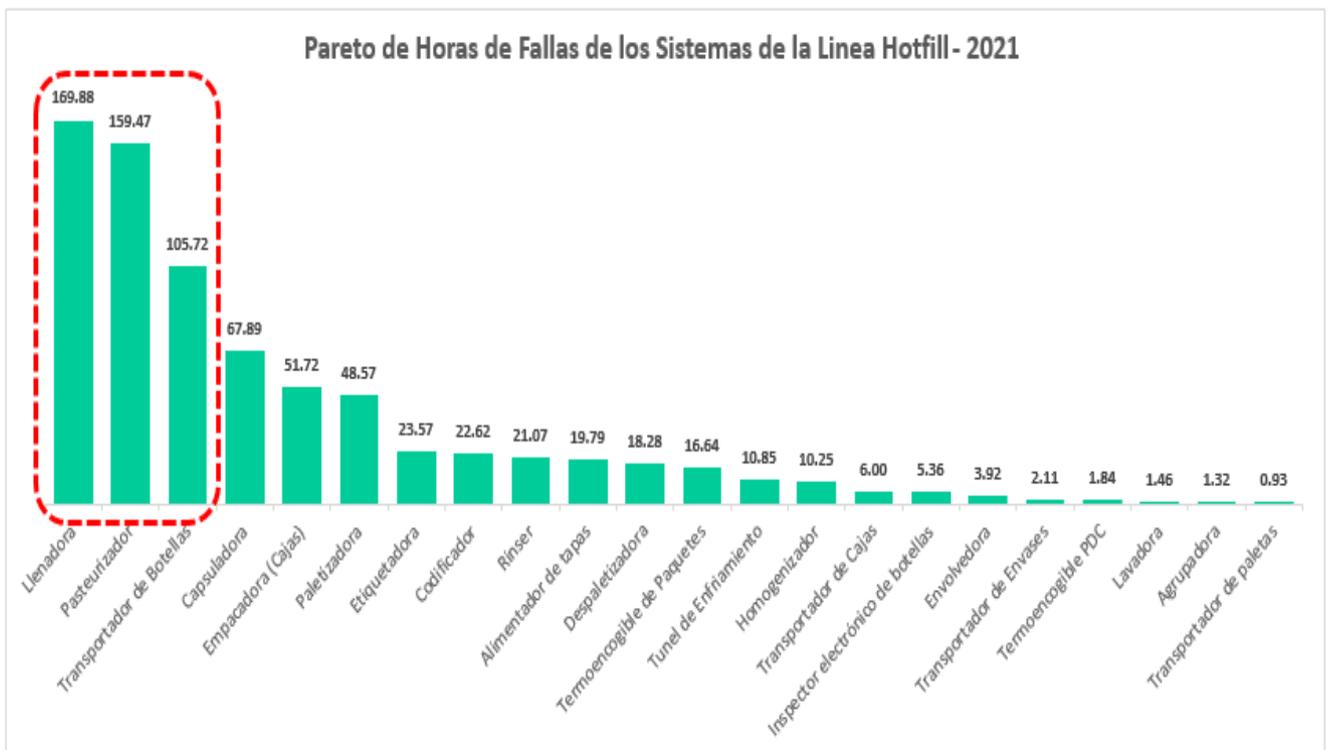
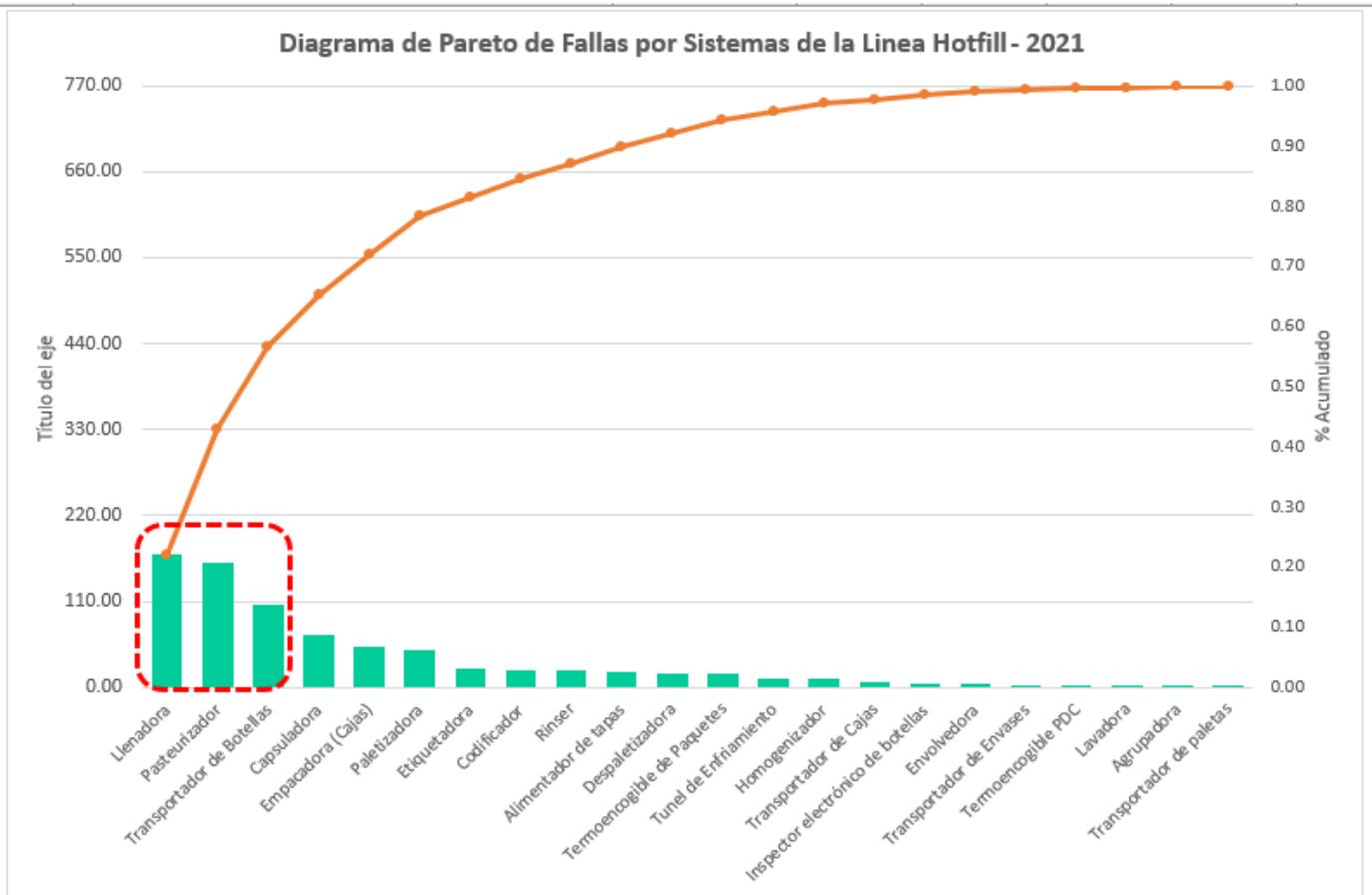
Paletizadora es de 78.3%, del problema principal como se muestra en la gráfica N° 3.4, así mismo la cantidad de las paradas también son las mayores con respecto al valor total de las mismas. Esta información es un indicador clave para observar que al intervenir urgentemente estos siete equipos se ve directamente afectada de manera óptima la eficiencia de la línea de producción.

Tabla N°3.1: Fallas de equipos por Sistemas de la Línea Hotfill

| Etiquetas de fila                 | Suma de HR    | %    | Acumulado | % Acumulado |
|-----------------------------------|---------------|------|-----------|-------------|
| Llenadora                         | 169.88        | 0.22 | 169.88    | 0.22        |
| Pasteurizador                     | 159.47        | 0.21 | 329.34    | 0.43        |
| Transportador de Botellas         | 105.72        | 0.14 | 435.06    | 0.57        |
| Capsuladora                       | 67.89         | 0.09 | 502.95    | 0.65        |
| Empacadora (Cajas)                | 51.72         | 0.07 | 554.67    | 0.72        |
| Paletizadora                      | 48.57         | 0.06 | 603.24    | 0.78        |
| Etiquetadora                      | 23.57         | 0.03 | 626.81    | 0.81        |
| Codificador                       | 22.62         | 0.03 | 649.43    | 0.84        |
| Rinser                            | 21.07         | 0.03 | 670.50    | 0.87        |
| Alimentador de tapas              | 19.79         | 0.03 | 690.29    | 0.90        |
| Despaletizadora                   | 18.28         | 0.02 | 708.57    | 0.92        |
| Termoencogible de Paquetes        | 16.64         | 0.02 | 725.21    | 0.94        |
| Tunel de Enfriamiento             | 10.85         | 0.01 | 736.06    | 0.96        |
| Homogenizador                     | 10.25         | 0.01 | 746.31    | 0.97        |
| Transportador de Cajas            | 6.00          | 0.01 | 752.31    | 0.98        |
| Inspector electrónico de botellas | 5.36          | 0.01 | 757.67    | 0.98        |
| Envolvedora                       | 3.92          | 0.01 | 761.60    | 0.99        |
| Transportador de Envases          | 2.11          | 0.00 | 763.71    | 0.99        |
| Termoencogible PDC                | 1.84          | 0.00 | 765.55    | 1.00        |
| Lavadora                          | 1.46          | 0.00 | 767.01    | 1.00        |
| Agrupadora                        | 1.32          | 0.00 | 768.33    | 1.00        |
| Transportador de paletas          | 0.93          | 0.00 | 769.26    | 1.00        |
| <b>Total general</b>              | <b>769.26</b> |      |           |             |

Fuente: Arca Continental Lidley

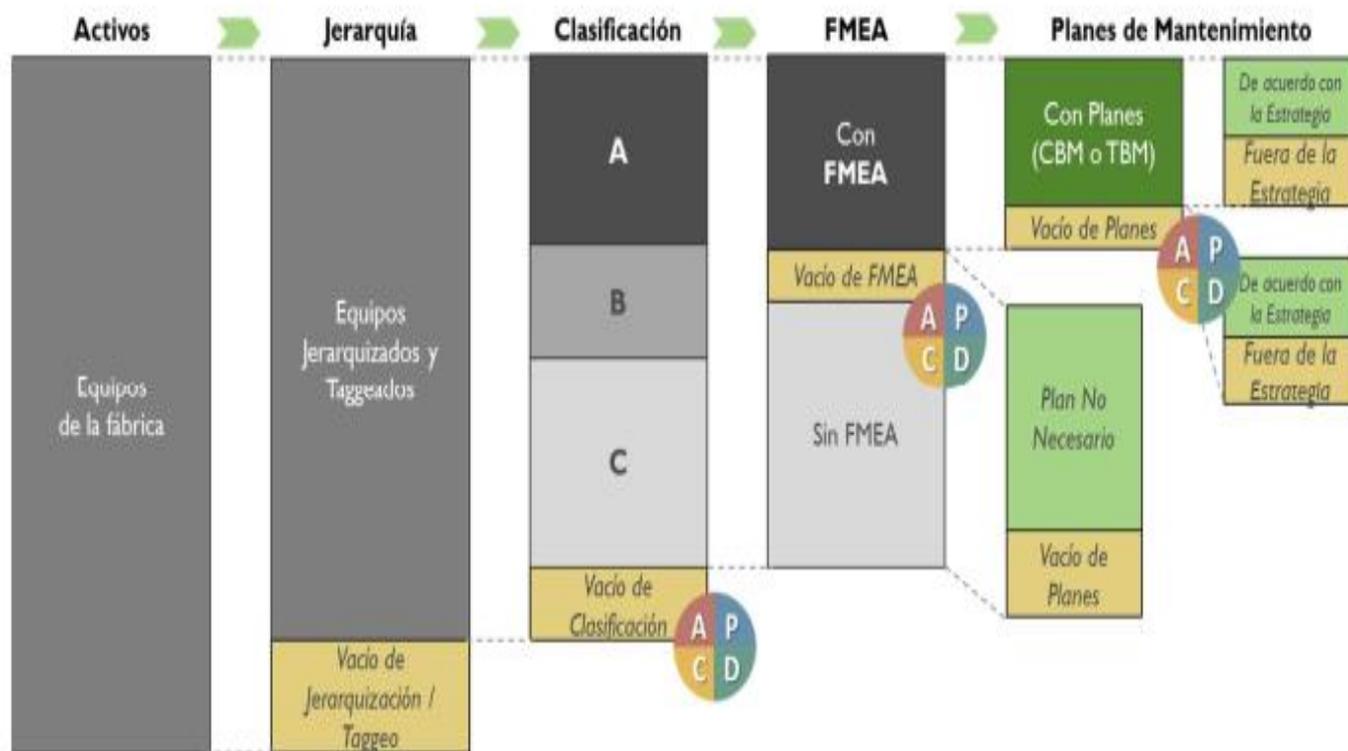
Figura 3.4: Diagrama de Pareto de las Fallas por Sistemas de Linea Hotfill



Fuente: Arca Continental Lidley

### 3.4 Implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo

Figura 3.5: Proceso de la Implementación del MP (26)



Fuente: Manual SIGO Empresa Ingredión







| LISTA DE EQUIPOS DE LA LINEA HOTFILL |         |                           |   |            |              |
|--------------------------------------|---------|---------------------------|---|------------|--------------|
| Planta                               | Line    | SUBPROCESO                | Equipo  | ID/TAG     | COMPONENTES  |
| Planta Zarate                        | Hotfill | TERMOENCOGIBLE            | MOTOR REDUCTOR / SALIDA TERMOENCOGIBLE          | MR-SEW-028 | Motoreductor |
| Planta Zarate                        | Hotfill | TERMOENCOGIBLE            | MOTOR REDUCTOR / SALIDA TERMOENCOGIBLE          | SO-SP-172  | Soportes     |
| Planta Zarate                        | Hotfill | TERMOENCOGIBLE            | MOTOR REDUCTOR / SALIDA TERMOENCOGIBLE          | SO-SP-173  | Soportes     |
| Planta Zarate                        | Hotfill | TERMOENCOGIBLE            | MOTOR REDUCTOR / SALIDA TERMOENCOGIBLE          | MR-SEW-029 | Motoreductor |
| Planta Zarate                        | Hotfill | TERMOENCOGIBLE            | MOTOR REDUCTOR / SALIDA TERMOENCOGIBLE          | SO-SP-174  | Soportes     |
| Planta Zarate                        | Hotfill | TERMOENCOGIBLE            | MOTOR REDUCTOR / SALIDA TERMOENCOGIBLE          | SO-SP-175  | Soportes     |
| Planta Zarate                        | Hotfill | TERMOENCOGIBLE            | MOTOR REDUCTOR / SALIDA TERMOENCOGIBLE          | MR-SEW-030 | Motoreductor |
| Planta Zarate                        | Hotfill | TERMOENCOGIBLE            | MOTOR REDUCTOR / SALIDA TERMOENCOGIBLE          | SO-SP-176  | Soportes     |
| Planta Zarate                        | Hotfill | TERMOENCOGIBLE            | MOTOR REDUCTOR / SALIDA TERMOENCOGIBLE          | SO-SP-177  | Soportes     |
| Planta Zarate                        | Hotfill | TERMOENCOGIBLE            | MOTOR REDUCTOR / SALIDA TERMOENCOGIBLE          | MR-SEW-031 | Motoreductor |
| Planta Zarate                        | Hotfill | TERMOENCOGIBLE            | MOTOR REDUCTOR / SALIDA TERMOENCOGIBLE          | SO-SP-178  | Soportes     |
| Planta Zarate                        | Hotfill | TERMOENCOGIBLE            | MOTOR REDUCTOR / SALIDA TERMOENCOGIBLE          | SO-SP-179  | Soportes     |
| Planta Zarate                        | Hotfill | TRANSPORTADOR DE BOTELLAS | MOTOR REDUCTOR / TERMO ENCOGIBLE - PALETIZADORA | MR-SEW-032 | Motoreductor |
| Planta Zarate                        | Hotfill | TRANSPORTADOR DE BOTELLAS | MOTOR REDUCTOR / TERMO ENCOGIBLE - PALETIZADORA | SO-SP-180  | Soportes     |
| Planta Zarate                        | Hotfill | TRANSPORTADOR DE BOTELLAS | MOTOR REDUCTOR / TERMO ENCOGIBLE - PALETIZADORA | SO-SP-181  | Soportes     |
| Planta Zarate                        | Hotfill | TRANSPORTADOR DE BOTELLAS | MOTOR REDUCTOR / TERMO ENCOGIBLE - PALETIZADORA | SO-SEW-182 | Soportes     |
| Planta Zarate                        | Hotfill | TRANSPORTADOR DE BOTELLAS | MOTOR REDUCTOR / TERMO ENCOGIBLE - PALETIZADORA | SO-SEW-183 | Soportes     |
| Planta Zarate                        | Hotfill | TRANSPORTADOR DE BOTELLAS | MOTOR REDUCTOR / TERMO ENCOGIBLE - PALETIZADORA | TR-SEW-018 | Motoreductor |
| Planta Zarate                        | Hotfill | TRANSPORTADOR DE BOTELLAS | MOTOR REDUCTOR / TERMO ENCOGIBLE - PALETIZADORA | SO-AS-184  | Soportes     |
| Planta Zarate                        | Hotfill | TRANSPORTADOR DE BOTELLAS | MOTOR REDUCTOR / TERMO ENCOGIBLE - PALETIZADORA | SO-AS-185  | Soportes     |
| Planta Zarate                        | Hotfill | TRANSPORTADOR DE BOTELLAS | MOTOR REDUCTOR / TERMO ENCOGIBLE - PALETIZADORA | TR-SEW-019 | Motoreductor |
| Planta Zarate                        | Hotfill | TRANSPORTADOR DE BOTELLAS | MOTOR REDUCTOR / TERMO ENCOGIBLE - PALETIZADORA | SO-AS-186  | Soportes     |
| Planta Zarate                        | Hotfill | TRANSPORTADOR DE BOTELLAS | MOTOR REDUCTOR / TERMO ENCOGIBLE - PALETIZADORA | SO-AS-187  | Soportes     |
| Planta Zarate                        | Hotfill | TRANSPORTADOR DE BOTELLAS | MOTOR REDUCTOR / TERMO ENCOGIBLE - PALETIZADORA | MR-SEW-033 | Motoreductor |
| Planta Zarate                        | Hotfill | TRANSPORTADOR DE BOTELLAS | MOTOR REDUCTOR / TERMO ENCOGIBLE - PALETIZADORA | SO-AS-188  | Soportes     |
| Planta Zarate                        | Hotfill | TRANSPORTADOR DE BOTELLAS | MOTOR REDUCTOR / TERMO ENCOGIBLE - PALETIZADORA | SO-AS-189  | Soportes     |
| Planta Zarate                        | Hotfill | TRANSPORTADOR DE BOTELLAS | MOTOR REDUCTOR / TERMO ENCOGIBLE - PALETIZADORA | SO-AS-190  | Soportes     |
| Planta Zarate                        | Hotfill | TRANSPORTADOR DE BOTELLAS | MOTOR REDUCTOR / TERMO ENCOGIBLE - PALETIZADORA | SO-AS-191  | Soportes     |
| Planta Zarate                        | Hotfill | TRANSPORTADOR DE BOTELLAS | MOTOR REDUCTOR / TERMO ENCOGIBLE - PALETIZADORA | TR-SEW-020 | Motoreductor |
| Planta Zarate                        | Hotfill | TRANSPORTADOR DE BOTELLAS | MOTOR REDUCTOR / TERMO ENCOGIBLE - PALETIZADORA | SO-AS-192  | Soportes     |
| Planta Zarate                        | Hotfill | TRANSPORTADOR DE BOTELLAS | MOTOR REDUCTOR / TERMO ENCOGIBLE - PALETIZADORA | SO-AS-193  | Soportes     |
| Planta Zarate                        | Hotfill | TRANSPORTADOR DE BOTELLAS | MOTOR REDUCTOR / TERMO ENCOGIBLE - PALETIZADORA | TR-SEW-021 | Motoreductor |
| Planta Zarate                        | Hotfill | TRANSPORTADOR DE BOTELLAS | MOTOR REDUCTOR / TERMO ENCOGIBLE - PALETIZADORA | SO-AS-194  | Soportes     |
| Planta Zarate                        | Hotfill | TRANSPORTADOR DE BOTELLAS | MOTOR REDUCTOR / TERMO ENCOGIBLE - PALETIZADORA | SO-AS-195  | Soportes     |
| Planta Zarate                        | Hotfill | TRANSPORTADOR DE BOTELLAS | MOTOR REDUCTOR / TERMO ENCOGIBLE - PALETIZADORA | TR-SEW-022 | Motoreductor |
| Planta Zarate                        | Hotfill | TRANSPORTADOR DE BOTELLAS | MOTOR REDUCTOR / TERMO ENCOGIBLE - PALETIZADORA | SO-196     | Soportes     |
| Planta Zarate                        | Hotfill | TRANSPORTADOR DE BOTELLAS | MOTOR REDUCTOR / TERMO ENCOGIBLE - PALETIZADORA | SO-197     | Soportes     |
| Planta Zarate                        | Hotfill | PALETIZADORA              | MOTOR REDUCTOR / SISTEMA DE ACCIONAMIENTO       | TR-SEW-023 | Motoreductor |
| Planta Zarate                        | Hotfill | PALETIZADORA              | MOTOR REDUCTOR / SISTEMA DE ACCIONAMIENTO       | SO-AS-198  | Soportes     |
| Planta Zarate                        | Hotfill | PALETIZADORA              | MOTOR REDUCTOR / SISTEMA DE ACCIONAMIENTO       | SO-AS-199  | Soportes     |
| Planta Zarate                        | Hotfill | PALETIZADORA              | MOTOR REDUCTOR / SISTEMA DE ACCIONAMIENTO       | MR-SEW-034 | Motoreductor |

| LISTA DE EQUIPOS DE LA LINEA HOTFILL |         |                 |   |             |                     |
|--------------------------------------|---------|-----------------|---|-------------|---------------------|
| Planta                               | Line    | SUBPROCESO      | Equipo                                    | ID/TAG      | COMPONENTES         |
| Planta Zarate                        | Hotfill | PALETIZADORA    | MOTOR REDUCTOR / SISTEMA DE ACCIONAMIENTO | SO-AS-200   | Soportes            |
| Planta Zarate                        | Hotfill | PALETIZADORA    | MOTOR REDUCTOR / SISTEMA DE ACCIONAMIENTO | SO-AS-201   | Soportes            |
| Planta Zarate                        | Hotfill | PALETIZADORA    | MOTOR REDUCTOR / SISTEMA DE ACCIONAMIENTO | MR-SEW-035  | Motoreductor        |
| Planta Zarate                        | Hotfill | PALETIZADORA    | MOTOR REDUCTOR / SISTEMA DE ACCIONAMIENTO | MR-SEW-036  | Motoreductor        |
| Planta Zarate                        | Hotfill | PALETIZADORA    | MOTOR REDUCTOR / SISTEMA DE ACCIONAMIENTO | MR-SEW-037  | Motoreductor        |
| Planta Zarate                        | Hotfill | PALETIZADORA    | MOTOR REDUCTOR / SISTEMA DE ACCIONAMIENTO | MR-SEW-038  | Motoreductor        |
| Planta Zarate                        | Hotfill | PALETIZADORA    | MOTOR REDUCTOR / SISTEMA DE ACCIONAMIENTO | MR-SEW-039  | Motoreductor        |
| Planta Zarate                        | Hotfill | PALETIZADORA    | MOTOR REDUCTOR / SISTEMA DE ACCIONAMIENTO | MR-SEW-040  | Motoreductor        |
| Planta Zarate                        | Hotfill | SALA DE CONTROL | TABLEROS ELECTRICOS                       | MSC-TE-0100 | Tableros de Control |
| Planta Zarate                        | HOTFILL | SALA CIP        | BOMBA CIP 1                               | 10008252    | Motor               |
| Planta Zarate                        | HOTFILL | SALA CIP        | BOMBA CIP 2                               | 10008253    | Motor               |

Fuente: Arca Continental Lidley

### 3.4.2 Jerarquización y Taggeo de Equipos

Tabla N°3.3: Resumen de Codificación de Equipos

| Centro Peru | Planta        | Proceso                   | Sub Procesos                            | Locación Tecnica          | Sub Locación Tecnica  |
|-------------|---------------|---------------------------|---|---------------------------|-----------------------|
| 4620        | Planta Zarate | Tetra Pack                |   |                           |                       |
|             |               | Línea Hotfill             |   |                           |                       |
|             |               |                           | Despaletizadora                         |                           |                       |
|             |               |                           | Transportador de Ingreso A la Lenadora  |                           |                       |
|             |               |                           | Pasteurizador                           |                           |                       |
|             |               |                           | Llenadora                               |                           |                       |
|             |               |                           |   | Reductor de Transferencia | Motor Sew             |
|             |               |                           |   |                           | Reductor              |
|             |               |                           |   |                           | Sistema de Engranajes |
|             |               |                           | Transportador de Salida de la Llenadora |                           |                       |
|             |               |                           | Spectrovisión                           |                           |                       |
|             |               |                           | Transportadores                         |                           |                       |
|             |               |                           | Tuner de Enfriamiento                   |                           |                       |
|             |               |                           | Empaquetadora                           |                           |                       |
|             |               |                           | Termoencojible                          |                           |                       |
|             |               |                           | Paletizadora                            |                           |                       |
|             |               | Línea 40                  |   |                           |                       |
|             |               | Línea de Agua en Bidones  |   |                           |                       |
|             |               | Línea de Agua de Caja     |   |                           |                       |
|             |               | Línea de Agua de 7 litros |   |                           |                       |

| Planta | Abreviatura | Area     | Abreviatura | Máquina   | Abreviatura | Código        |                  |
|--------|-------------|----------|-------------|-----------|-------------|---------------|------------------|
| Zarate | Zar         | Hot-Fill | Hot         | Llenadora | LI-6210     | ZARHOTLL-6210 |                  |
|        |             |          |             |           |             |               | ZARHOTLL-6210-M  |
|        |             |          |             |           |             |               | ZARHOTLL-6210-R  |
|        |             |          |             |           |             |               | ZARHOTLL-6210-SE |

Fuente: Arca Continental Lindley

### 3.4.3 Criticidad de Equipos

Tabla 3.4: Matriz de Criticidad de Equipos de la Linea Hotfill

| MATRIZ DE CRITICIDAD DE LA LINEA HOTFILL |         |                              |          |                        |         |   |         |   |           |   |            |   |        |   |             |   |              |   |            |     |
|--|---------|------------------------------|----------|------------------------|---------|---|---------|---|-----------|---|------------|---|--------|---|-------------|---|--------------|---|------------|-----|
| Planta                                   | Line    | SUBPROCESO                   | ID/TAG   | COMPONENTES            | L-LEGAL |   | S-AFETY |   | Q-QUALITY |   | O-PERATION |   | C-COST |   | P-RODUCTION |   | M-AINTENANCE |   | CRITICIDAD | FMI |
|  |         |                              |          |                        | A       | I | A       | I | A         | I | A          | I | A      | I | A           | I | A            | I |            |     |
| Planta Zarate                            | Hotfill | HOMOGENEIZADOR LINEA HOTFILL | 10008199 | Motor                  | X       |   | X       |   | X         | X |            |   | X      |   | X           |   | X            |   | A          | SI  |
| Planta Zarate                            | Hotfill | HOMOGENEIZADOR LINEA HOTFILL | 10008199 | Reductor               | X       |   | X       |   | X         | X |            |   | X      |   | X           |   | X            |   | A          | SI  |
| Planta Zarate                            | Hotfill | PASTEURIZADOR                | S/C      | Motor                  | X       |   | X       |   | X         | X |            |   | X      |   | X           |   | X            |   | A          | SI  |
| Planta Zarate                            | Hotfill | PASTEURIZADOR                | S/C      | Bomba Centrifuga       | X       |   | X       |   | X         | X |            |   | X      |   | X           |   | X            |   | A          | SI  |
| Planta Zarate                            | Hotfill | PASTEURIZADOR                | S/C      | Motor                  | X       |   | X       |   | X         | X |            |   | X      |   | X           |   | X            |   | A          | SI  |
| Planta Zarate                            | Hotfill | PASTEURIZADOR                | S/C      | Bomba Centrifuga       | X       |   | X       |   | X         | X |            |   | X      |   | X           |   | X            |   | A          | SI  |
| Planta Zarate                            | Hotfill | PASTEURIZADOR                | S/C      | Motor                  | X       |   | X       |   | X         | X |            |   | X      |   | X           |   | X            |   | A          | SI  |
| Planta Zarate                            | Hotfill | PASTEURIZADOR                | S/C      | Bomba Centrifuga       | X       |   | X       |   | X         | X |            |   | X      |   | X           |   | X            |   | A          | SI  |
| Planta Zarate                            | Hotfill | LLENADORA SARCOMI            | 10008194 | Reductor de Lavado     | X       |   | X       |   | X         | X |            |   | X      |   | X           |   | X            |   | A          | SI  |
| Planta Zarate                            | Hotfill | LLENADORA SARCOMI            | 10008194 | Motor                  | X       |   | X       |   | X         | X |            |   | X      |   | X           |   | X            |   | A          | SI  |
| Planta Zarate                            | Hotfill | LLENADORA SARCOMI            | 10008194 | Reductor Neumatico     | X       |   | X       |   | X         | X |            |   | X      |   | X           |   | X            |   | A          | SI  |
| Planta Zarate                            | Hotfill | LLENADORA SARCOMI            | 10008194 | Válvulas de Llenado    | X       |   | X       |   | X         | X |            |   | X      |   | X           |   | X            |   | A          | SI  |
| Planta Zarate                            | Hotfill | LLENADORA SARCOMI            | 10008194 | Reductor transferencia | X       |   | X       |   | X         | X |            |   | X      |   | X           |   | X            |   | A          | SI  |
| Planta Zarate                            | Hotfill | LLENADORA SARCOMI            | 10008194 | Cardan                 | X       |   | X       |   | X         | X |            |   | X      |   | X           |   | X            |   | A          | SI  |

Fuente: Arca Continental Lindl

### 3.4.4. Implementación del FMEA

Tabla 3.5 Formato de Implementación del plan de Mantenimiento FMEA

| PROYECTO:  |           | PROCESO :              | FMEA - FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS |  |   |   |                    |                                 |                   |                              |                             |           |                           |  |   |
|------------|-----------|------------------------|--|--|---|---|--------------------|---------------------------------|-------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------|---------------------------|--|---|
| FMEA       |           | SUB PROCESO :          |  |  |   |   |                    |                                 |                   |                              |                             |           |                           |  |   |
| PRODUCTO : |           | POVER 500 ML           |  |  |   |   |                    |                                 |                   |                              |                             |           |                           |  |   |
| REVISION:  |           | UNITY                  | ARCA CONTINENTAL LINDLEY                 |  |   |   |                    |                                 |                   |                              |                             |           |                           |  |   |
| ITEM       | EQUIPO    | CONJUNTO DE EQUIPO     | COMPONENTE                               | FUNCION  | MODO DE FALLA POTENCIAL                     | EFFECTO (S) DE FALLA POTENCIAL                                    | SEVERIDADE         | CAUSA (S) POTENCIAL DE FALLA    | OCURENCIA         | CONTROL ACTUAL DE PREVENCION | CONTROL ACTUAL DE DETECCION | DETECCION | RIESGO (RPN)              | ACCION PUNTUAL / MEJORA RECOMENDADA                        |   |
| 1          | LLENADORA | CAJA REDUCTORA         | SISTEMA DE TRANSMISION POR ENGRANAJES    | TRANSMITIR MOVIMIENTO AL ROTOR                 | PERDIDA DE MOVIMIENTO TRANSMITIDO           | EQUIPO PARADO - FALLA MAYOR                                       | 5                  | ROTURA O DESGASTE DE CREMALLERA | 3                 | INSPECCON CADA 6 MESES       | NINGUNO                     | 3         | 45                        | TENER TENDENCIAS DE LAS MEDICIONES DE VIBRACIONES          |   |
|            |           |                        |  |  | PERDIDA DE POTENCIA TRANSMITIDA             | RUIDO/VIBRACION   | 5                  | DESGASTE DE LOS ENGRANAJES      | 3                 | INSPECCON CADA 6 MESES       | NINGUNO                     | 3         | 45                        | TENER EL PROGRAMA Y CARTILLAS DE LUBRICACION               |   |
|            |           |                        | CAJA ANGULAR                             | SOPORTAR Y TRANSMITIR MOVIMIENTO               | PERDIDA DE MOVIMIENTO O GIRO                | RUIDO/VIBRACION   | 5                  | DESALINEAMIENTO                 | 3                 | NINGUNO                      | NINGUNO                     | 3         | 45                        | EN CADA INTERVENCION IMPLEMENTAR EL ALINEAMIENTO CON LASER |   |
|            |           |                        |  |  | LUBRICACION                                 | 5   | ROTURA             | 3                               | NINGUNO           | NINGUNO                      | 3                           | 45        | TENER CURVA DE TENDENCIAS |  |   |
|            |           |                        | SISTEMA DEL EJE CENTRAL DEL DISTRIBUIDOR | TRANSMITIR MOVIMIENTO Y SELLADO A LA LLENADORA | DESGASTE DE LOS RETENES                     | CONTAMINACIÓN   | 5                  | DESGASTE, FRICCION              | 3                 | NINGUNO                      | NINGUNO                     | 3         | 45                        | REALIZAR UN LUP ESTÁNDAR DE LAS TAREAS                     |   |
|            |           |                        |  |  | DESGASTE DE LOS ORINGS                      | FUGA DE PRODUCTO  | 3                  | DETERIORO NATURAL               | 3                 | NINGUNO                      | NINGUNO                     | 5         | 45                        | REALIZAR UN LUP ESTÁNDAR DE LAS TAREAS                     |   |
|            |           | SISTEMA DE LLENADO     | MANEJO Y ESTRELLAS                       | AUSTAR LAS VALVULAS                            | OBSTRUCCION EN LAS TOBERAS                  | VIBRACION   | 3                  | DETERIORO NATURAL               | 3                 | NINGUNO                      | NINGUNO                     | 3         | 27                        | REALIZAR UN LUP PARA EL MONTAJE DEL ORING EN LAS TOBERAS   |   |
|            |           |                        |  |  | OBSTRUCCION POR SUCIEDAD, PLATOS CONICOS    | RUIDO/VIBRACION   | 3                  | DETERIORO NATURAL               | 3                 | NINGUNO                      | NINGUNO                     | 3         | 27                        |  |   |
|            |           |                        | TUBERIAS DE ENVIO Y RETORNO              | DIRECCIONAR EL FLUIDO                          | ATOROS                                      | FUGAS   | 5                  | DETERIORO NATURAL               | 5                 | NINGUNO                      | NINGUNO                     | 5         | 125                       |  |   |
|            |           |                        | SISTEMA NEUMATICO                        | ACCIONAMIENTO DE LAS VALVULAS DE LLENADO       | ROTURA DE MANGUERAS                         | FUGAS DE AIRE   | 3                  | FALTA DE LIMPIEZA               | 3                 | NINGUNO                      | NINGUNO                     | 3         | 27                        |  |   |
|            |           | DESGASTE DE CONECTORES |  |  | SOLTURA DE CONECTORES                       | 3   | FALTA DE LIMPIEZA  | 3                               | NINGUNO           | NINGUNO                      | 3                           | 27        |                           |  |   |
|            |           | LUBRICACION MANUAL     | VISORES                                  | NIVEL DEL TK SUP. E INF. CAUDAL DE GOTEO       | BAJO NIVELES                                | MALA LUBRICACIÓN  | 3                  | DETERIORO NATURAL               | 3                 | NINGUNO                      | NINGUNO                     | 3         | 27                        |  |   |
|            |           |                        |  |  | OBSTRUCCION                                 | SOBRECARGA  | 3                  | DETERIORO NATURAL               | 3                 | NINGUNO                      | NINGUNO                     | 3         | 27                        | HACER UN LUP PARA STANDARDIZAR LA TAREA                    |   |
|            |           | TABLERO DE CONTROL     | REGULADORES DE CAUDAL                    | REGULAR CAUDAL DE ACEITE                       | CAPACIDAD VELOCIDAD REDUCIDA                | DESGASTE  | 3                  | DETERIORO NATURAL               | 3                 | NINGUNO                      | NINGUNO                     | 3         | 27                        |  |   |
|            |           |                        |  |  | PLC-HMI                                     | CONTROLAR EL FUNCIONAMIENTO DE PARAMETROS CONTROL DE LA LLENADORA | FALSA SEÑALES      | DESCONFIGURACIÓN                | 5                 | DETERIORO NATURAL            | 3                           | NINGUNO   | NINGUNO                   | 1  | 15  |
|            |           |                        |  | TABLERO CONTROL                                | CONTROLAR EL FUNCIONAMIENTO DE LA LLENADORA | SOLTURAS ELECTRICAS, HUMEDAD                                      | PERDIDA DE SEÑALES | 5                               | DETERIORO NATURAL | 3                            | NINGUNO                     | NINGUNO   | 1                         | 15   | CONTROL DE EJECUCION DE LAS OBSERVACIONES |

|           |        | PROCESO :          | LINEA HOTFILL                   |  | FMEA - FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS                     |                                    |                             |                              |                                  |                                   |  |                              |   |                                     |   |                                       |         |    |  |
|-----------|--------|--------------------|---------------------------------|--|--|------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--|------------------------------|---|-------------------------------------|---|---------------------------------------|---------|----|--|
|           |        | SUB PROCESO :      | LLENADORA DE BEBIDA EN CALIENTE |  |  |                                    |                             |                              |                                  |                                   |  |                              |   |                                     |   |                                       |         |    |  |
| PROYECTO: | FMEA   | PRODUCTO :         | POWER 500 ML                    |  |  |                                    |                             |                              |                                  |                                   |  |                              |   |                                     |   |                                       |         |    |  |
|           |        | REVISION:          | UNITY                           | ARCA CONTINENTAL LINDLEY   |  |                                    |                             |                              |                                  |                                   |  |                              |   |                                     |   |                                       |         |    |  |
| ITEM      | EQUIPO | CONJUNTO DE EQUIPO | COMPONENTE                      | FUNCION  | MODO DE FALLA POTENCIAL                                      | EFFECTO (S) DE FALLA POTENCIAL     | SEVERIDADE                  | CAUSA (S) POTENCIAL DE FALLA | OCURRENCIA                       | CONTROL ACTUAL DE PREVENCION      | CONTROL ACTUAL DE DETECCION                                | DETECCION                    | RIESGO (RPN)  | ACCION PUNTUAL / MEJORA RECOMENDADA |   |                                       |         |    |  |
|           |        | MOTOR              | ESTATOR                         | CREAR CAMPO MAGNÉTICO PARA TRANSFORMAR ENERGIA ELÉCTRICA EN MECANICA | QUEMADO DE ARROLLAMIENTOS (PERDIDA DE AISLAMIENTO ELECTRICO) | EQUIPO PARADO - FALLA MAYOR        | 5                           | FALLO DE FASES               | 3                                | MEDICION DE AISLAMIENTO PERIODICO | INSPECCION VISUAL DEL MOTOR AL MOMENTO DE SU MANTENIMIENTO | 3                            | 45  | CONTROL DE CUMPLIMIENTO DEL PLAN,   |   |                                       |         |    |  |
|           |        |                    |                                 |  |  |                                    |                             |                              |                                  |                                   |  |                              | SOBRECARGA  | 3                                   | MEDICION DE VIBRACIONES                           | PROTECCION DE RELE DE SOBRECARGA      | 3       | 45 | ESTANDARIZAR LA LISTA DE MOTORES                         |
|           |        |                    |                                 |  |  |                                    |                             |                              |                                  |                                   |  |                              | INGRESO DE SUCIEDAD                                       | 3                                   | LIMPIEZA Y HERMETECIDAD                           | USO DE GUARDAS CONTRA INGRESO DE AGUA | 3       | 45 |  |
|           |        |                    |                                 |  |  |                                    |                             |                              |                                  |                                   |  |                              | HUMEDAD   | 3                                   |   |                                       | 3       | 45 |  |
|           |        |                    |                                 | RODAMIENTOS Y EJE  | SOPORTAR AL MOTOR Y PERMITIR SU ROTACION                     | PERDIDA DE MOVIMIENTO              | MALA LUBRICACION            | 5                            | SOBRECARGA                       | 5                                 | DESALINEAMIENTO  | INSPECCION SENSORIAL MENSUAL | 3   | 45                                  | TENER CURVA DE TENDENCIAS                         |                                       |         |    |  |
|           |        |                    |                                 |  |  |                                    |                             |                              |                                  |                                   |  |                              | INGRESO DE AGUA DURANTE LA LIMPIEZA                       | 3                                   | REALIZAR LIMPIEZA                                 | NINGUNO                               | 3       | 45 | CARTILLAS DE LUBRICACION                                 |
|           |        |                    |                                 |  |  |                                    |                             |                              |                                  |                                   |  |                              | POCA DURACION DE RODAMIENTO POR FALLA EN SU MANTENIMIENTO | 3                                   | REALIZAR PROCEDIMIENTO DE MEDICION DE VIBRACIONES | MEDICION DE VALOR GE                  | 3       | 45 | CAPACITAR CON UN PROCEDIMNETO DE MONTAJES DE RODAMIENTOS |
|           |        |                    |                                 | CAJA DE BORNERAS   | CONEXIONES DE CABLES ELECTRICOS                              | CORTO CIRCUITO                     | FALLA MAYOR - EQUIPO PARADO | 5                            | RUIDO/VIBRACION                  | 3                                 | VIBRACION  | 3                            | 27  |                                     |   |                                       |         |    |  |
|           |        |                    |                                 |  |  |                                    |                             |                              |                                  |                                   |  |                              | SUCIEDAD O AGUA   | 3                                   | LIMPIEZA Y AJUSTE                                 | LIMPIEZA Y AJUSTES                    | 3       | 45 | STANDARIZAR LISTA DE MOTORES                             |
|           |        |                    |                                 |  |  |                                    |                             |                              | FALLA DEL AISLAMIENTO DE EMPALME | 3                                 |  |                              | 3   | 45                                  |   |                                       |         |    |  |
|           |        |                    |                                 | VENTILADOR EL MOTOR  | REFRIGERAR MOTOR   | PERDIDA DE REFRIGERACION DEL MOTOR | RECALENTAMIENTO             | 5                            | ROTURA, SOLTURA O SUCIEDAD       | 3                                 | INSPECCION Y AJUSTES                                       | NINGUNO                      | 3   | 45                                  | STANDARIZAR LISTA DE MOTORES                      |                                       |         |    |  |
|           |        |                    |                                 | ROTOR  | GENERAR MOVIMIENTO /CAMPO MAGNETICO                          | QUEMADO DE ARROLLAMIENTOS          | VIBRACION                   | 3                            | DESgaste de RODAMIENTOS          | 3                                 | INSPECCION   | NINGUNO                      | 3   | 27                                  |   |                                       |         |    |  |
|           |        |                    |                                 |  |  |                                    |                             |                              |                                  |                                   |  |                              | FALLA MAYOR - EQUIPO PARADO                               | 5                                   | DESBALANCEO                                       | INSPECCION SENSORIAL /INTERVENCION    | NINGUNO | 3  | 45   |
|           |        |                    |                                 | CARCAZA /ESTRUCTURA  | HERMETICIDAD Y REFRIGERACION                                 | CALENTAMIENTO                      | ALTA TEMPERATURA            | 3                            | DETERIORO DE RODAJES Y BOBINADO  | 3                                 | INSPECCION Y LIMPIEZA                                      | NINGUNO                      | 3   | 27                                  |   |                                       |         |    |  |

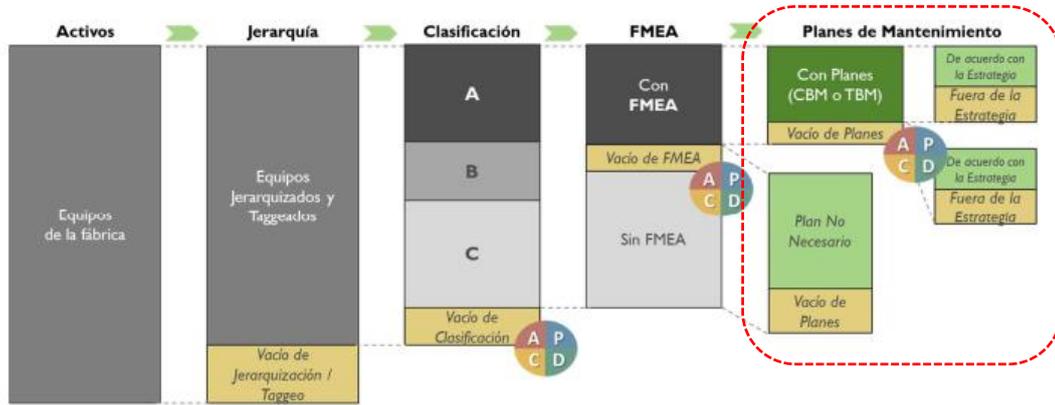
| ACCION REACTIVA RECOMENDADA (TROUBLE SHOOTING) | ACCION PREVENTIVA RECOMENDADA   | DISCIPLINA RESPONSABLE | TIPO DE MANTENIMIENTO       | ESTÁNDAR                          | PERIODICIDAD (SEMANAS) | OBSERVACION   |
|--|---|------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|------------------------|---|
| NINGUNO  | INSPECCIONES DE MEDICIONES DE VIBRACIONES   | MEC.                   | PRED.                       | RUTA DE INSPECCION PREDICTIVAS    | Q                      | INSPECCION CON MAGUINA EN OPERACIÓN, ANALIZADOR DE VIBRACIONES. |
| NINGUNO  | RUTAS DE LUBRICACION  | MEC.                   | LUB.                        | RUTA DE LUBRICACION               | M                      | LUBRICACION CON MAGUINA PARADA                                  |
| NINGUNO  | INSPECCIONES DE MEDICIONES DE VIBRACIONES   | MEC.                   | PRED.                       | RUTA DE INSPECCION DE VIBRACIONES | Q                      | INSPECCION CON MAGUINA EN OPERACIÓN, ANALIZADOR DE VIBRACIONES. |
| NINGUNO  | REVISION INTERNA DEL SISTEMA DE ENGRANAJES Y SELLOS                                   | MEC.                   | PREV.                       | MAMTTO BASADO EN EL TIEMPO        | 3M                     | INSPECCION CON MAGUINA PARADA                                   |
| NINGUNO  | REVIZAR LOS NIVELES DE ACEITE   | MEC.                   | PLAN DE LUB.                | RUTA DE ISNPECCION SENSITIVA      | M                      | INSPECCION CON MAGUINA PARADA                                   |
| NINGUNO  | CAMBIO DE SELLOS DEL EJE Y TAZA DE LA LLENADORA                                       | MEC.                   | PREV.                       | MAMTTO BASADO EN EL TIEMPO        | 3M                     | CAMBIO CON MAGUINA PARADA                                       |
|  | REVISAR E INSPECCION DE FUGAS EN EL SISTEMA   | MEC.                   | INSP.                       | RUTA DE ISNPECCIONES              | S                      | INSPECCION CON MAQUINA EN OPERACIÓN                             |
| NINGUNO  | REALIZAR LA LIMPIEZA Y REVISION DE ORING DE LAS TOBERAS                               | MEC.                   | PLAN DE LIMPIEZA Y REVISION | RUTA DE LIMPIEZA Y REVISION       | S                      | INSPECCION CON MAQUINA PARADA                                   |
|  | REVISION INTERNA DE DESGASTE  | MEC.                   | PLAN DE LIMPIEZA Y REVISION | RUTA DE LIMPIEZA Y REVISION       | S                      | INSPECCION CON MAQUINA PARADA                                   |
|  | REALIZAR LA LIMPIEZA Y REVISION DE DESGASTE DE CANAL CHAVETERO Y NERVADURAS DE PLATOS | MEC.                   | PLAN DE LIMPIEZA Y REVISION | RUTA DE LIMPIEZA Y REVISION       | S                      | INSPECCION CON MAQUINA PARADA                                   |
|  | REALIZAR LIMPIEZA Y AJUSTES   | MEC.                   | PLAN DE LIMPIEZA Y REVISION | RUTA DE LIMPIEZA Y REVISION       | S                      | INSPECCION CON MAQUINA PARADA                                   |
|  | REALIZAR LIMPIEZA Y AJUSTES   | MEC.                   | PLAN DE LIMPIEZA Y REVISION | RUTA DE LIMPIEZA Y REVISION       | S                      | INSPECCION CON MAQUINA PARADA                                   |
| NINGUNO  | REVISAR ESTADO DE LOS VISORES Y REGULADORES DE CAUDAL                                 | MEC.                   | PLAN DE LUB.                | RUTA DE ISNPECCION SENSITIVA      | M                      | INSPECCION CON MAQUINA EN OPERACIÓN                             |
|  | LIMPIEZA DE TABLEROS ELECTRICOS Y TARJETAS ELECTRONICAS.                              | ELEC.                  | INSP.                       | RUTA DE INSPECCION ELECTRICA      | M                      | INSPECCION CON MAQUINA PARADA                                   |
| NINGUNO  | LIMPIEZA DE TABLEROS ELECTRICOS, CONTACTORES, AJUSTE DE CABLES Y BORNERAS             | ELEC.                  | PRED.                       | RUTA DE TERMOGRAFIA               | 2M                     | INSPECCION CON MAQUINA EN OPERACIÓN                             |

| ACCION REACTIVA RECOMENDADA (TROUBLE SHOOTING) | ACCION PREVENTIVA RECOMENDADA                          | DISCIPLINA RESPONSABLE | TIPO DE MANTENIMIENTO        | ESTÁNDAR                              | PERIODICIDAD (SEMANAS) | OBSERVACION                         |
|--|--|------------------------|------------------------------|---------------------------------------|------------------------|-------------------------------------|
|  | DE CABLES Y BORNERAS                                   |                        |                              |                                       |                        | EN OPERACION                        |
| NINGUNO  | MEGADO DE MOTORES                                      | ELEC.                  | PLAN DE MEGADO DE MOTORES    | RUTA DE MEGADO DE MOTORES             | 1A                     | INSPECCION CON MAGUINA PARADA       |
| NINGUNO  | PROGRAMA DE LIMPIEZA E INSPECCIONES DE MOTORES         | ELEC.                  | PLAN DE LIMPIEZA DE MOTORES  | RUTA DE LIMPIEZA DE MOTORES           | 2M                     | INSPECCION CON MAQUINA PARADA       |
| NINGUNO  | MEDICIONES DE VIBRACIONES                              | ELEC.                  | PRED.                        | RUTA DE INSPECCION DE VIBRACIONES     | 3M                     | INSPECCION CON MAGUINA EN OPERACIÓN |
| NINGUNO  | PLAN DE LUBRICACION DE MOTORES                         | ELEC.                  | PLAN DE LUB.                 | RUTA DE LUBRICACIÓN DE MOTORES        | 3M                     | INSPECCION CON MAGUINA PARADA       |
| NINGUNO  | STANDARIZAR TABLA DE AJUSTES Y MONTAJE DE RODAMIENTOS  |                        |                              |                                       |                        |                                     |
| NINGUNO  | PROGRAMA DE LIMPIEZA Y AJUSTE DE BORNERAS DE MOTORES   | ELEC.                  | PLAN DE LIMPIEZA DE BORNERAS | RUTA DE LIMPIEZA Y AJUSTE DE BORNERAS | 2M                     | INSPECCION CON MAQUINA PARADA       |
| NINGUNO  | PROGRAMA DE LIMPIEZA Y AJUSTE DE PERNOS DEL VENTILADOR | ELEC.                  | PLAN DE LIMPIEZA DE MOTORES  | RUTA DE LIMPIEZA DE MOTORES           | 2M                     | INSPECCION CON MAQUINA PARADA       |

Fuente: Arca Continental Lindley

### 3.4.5. Implementación de Las Estrategias de Mantenimiento

Figura 3.6: Estrategia de Mantenimiento (27)



Fuente: Arca Continental Lindley

### 3.4.6. Plan de Mantenimiento Preventivo Anual de la Llenadora

Tabla 3.6: Plan de Mantenimiento Preventivo de la Llenadora

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL DE LA LLENADORA - EQUIPOS CRITICO A  
LINEA HOT FILL

| LINEA   | PROCESOS  | SUB PROCESO   | LOCACION TECNICA                                      | TAG            | CODIGO SAP | DESCRIPCION DE LA OPERACION                                     | FRECUENCIA | CLASE DE ORDEN | H-HOMBRE | N° DE TOS | H-H total |
|---|---|---|---|----------------|------------|---|------------|----------------|----------|-----------|-----------|
| LINEA HOT FILL - EMBOTELLADO DE POWERED 500 ML            | LLENADORA   | CAJA REDUCTORA  | SISTEMA DE TRANSMISION POR CARDANES Y PIÑONES         | ZARHOTILL-6230 | 10008194   | INSPECCIONES DE MEDICIONES DE VIBRACIONES                       | Q          | CBM            | 0.2      | 1         | 0.2       |
|   |   |   |   |                |            | RUTAS DE LUBRICACION  | M          | LUB            | 0.3      | 1         | 0.3       |
|   |   |   |   |                |            | REVISION INTERNA DE CRUCETAS, PINONES, CREMALLERAS Y AJUSTES.   | 3M         | TBM            |          |           |           |
|   |   |   |   |                |            | REVISION INTERNA DEL SISTEMA DE ENGRANAJES, RETENES RODAMIENTOS | 3M         | TBM            |          |           |           |
|   |   | REVISAR LOS NIVELES DE ACEITE   | M   |                |            | LUB   | 4          | 10             | 40       |           |           |
|   |   | CAMBIO DE ORINGS Y RETENES, REVISAR DESGASTE DE PARED DEL EJE Y DE TAPA INFERIOR Y SUPERIOR | 3M  |                |            | TBM   |            |                |          |           |           |
|   |   | REVISAR E INSPECCION DE FUGAS EN EL SISTEMA   | S   |                |            | TBM   | 1          | 2              | 2        |           |           |
|   |   | REALIZAR LA LIMPIEZA Y REVISION DE ORING DE LAS TOBERAS                                     | S   |                |            | TBM   |            |                |          |           |           |
|   |   | REVISAR DESGASTE DE PLACAS, VERIFICACION Y AJUSTE DE PERNOS.                                | 3M  |                |            | TBM   |            |                |          |           |           |
|   |   | REALIZAR LA LIMPIEZA Y REVISION DE DESGASTE Y/O CAMBIO DE EMPAQUES Y AJUSTE DE PERNOS.      | S   |                |            | TBM   | 3          | 6              | 18       |           |           |
|   | REALIZAR LIMPIEZA Y AJUSTES                           | S   | TBM   |                |            |   |            |                |          |           |           |
|   | REVISION DE KIT DE EMPAQUES DE VALVULAS Y ACTURADORES | S   | TBM   |                |            |   |            |                |          |           |           |
|   | LUBRICACION MANUAL                                    | VISORES   | REVISAR ESTADO DE LOS VISORES Y REGULADORES DE CAUDAL | M              | TBM        | 0.3   | 1          | 0.3            |          |           |           |
|   |   |   | REGULADORES DE CAUDAL                                 | TBM            |            |   |            |                |          |           |           |
|   | TABLERO DE CONTROL                                    | PLC+HMI   | LIMPIEZA DE TARJETAS ELECTRONICAS Y HMI.              | M              | TBM        |   |            |                |          |           |           |
|   |   |   | TABLERO CONTROL                                       | M              | TBM        | 2   | 3          | 6              |          |           |           |
|   | MOTOR   | ESTATOR   | TERMOGRAFIA AL TABLERO ELECTRICO                      | M              | CBM        | 0.2   | 1          | 0.2            |          |           |           |
|   |   |   | MEGADO DE MOTTORES                                    | 1A             | TBM        | 2   | 0.5        | 1              |          |           |           |
|   |   |   | MEDICION DE AMPERAJE DE MOTORES                       | M              | CBM        |   |            |                |          |           |           |
|   |   |   | MEDICIONES DE VIBRACIONES                             | M              | CBM        | 0.2   | 1          | 0.2            |          |           |           |
| PLAN DE LUBRICACION DE MOTORES                            |   |   | 3M  | LUB            | 1          | 0.5   | 0.5        |                |          |           |           |
| LIMPIEZA EXTERNA DEL MOTOR Y AJUSTE DE BORNERAS DEL MOTOR |   |   | 2M  | TBM            |            |   |            |                |          |           |           |
| CAJA DE BORNERAS  | VENTILADOR EL MOTOR                                   | LIMPIEZA Y AJUSTE DE PERNOS DEL VENTILADOR, REVISAR ESTADO DE ALABES                        | 2M  | TBM            | 2          | 1   | 2          |                |          |           |           |

Fuente: Arca Continental Lindley



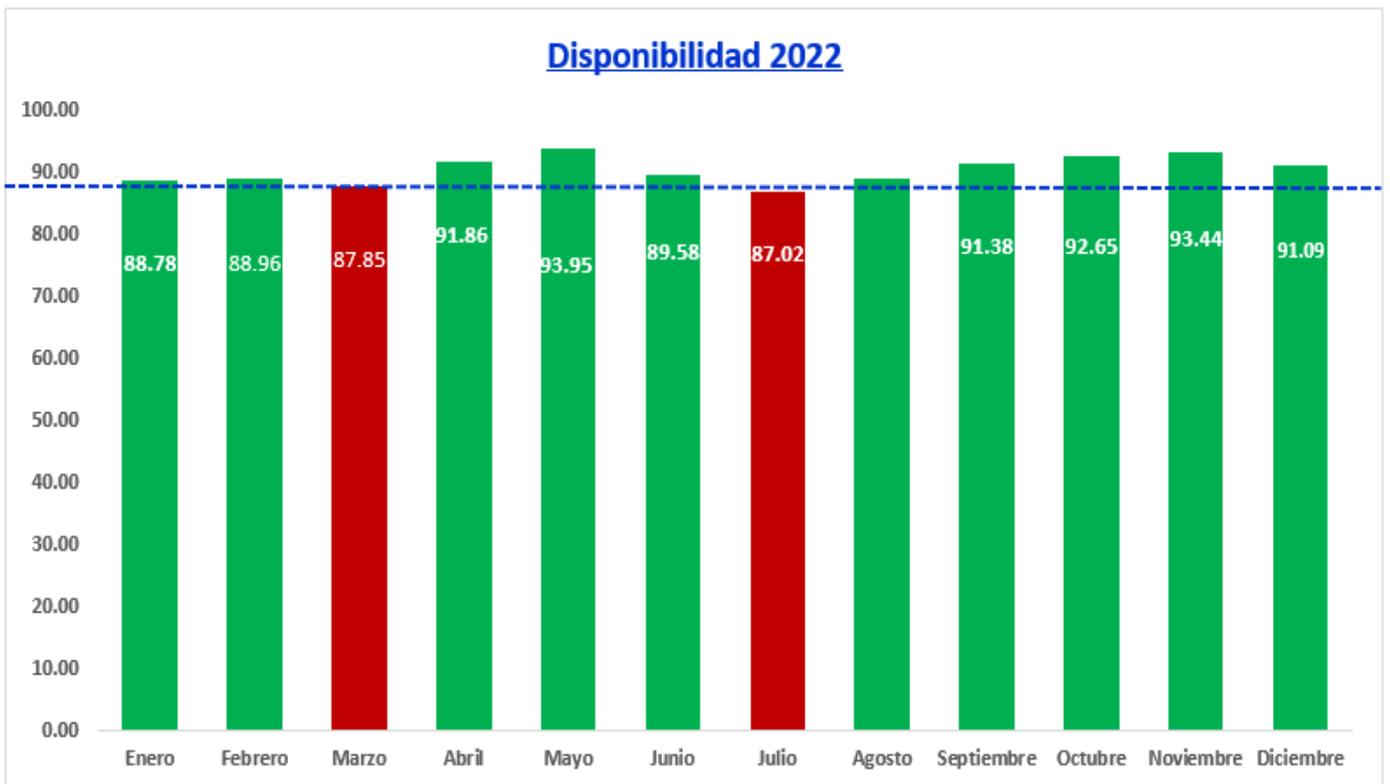
### 3.4.7 Resultados de la Mejora de la Implementación de la Estrategia

Tabla 3.7: Fallos de los equipos – Disponibilidad de Equipos

| 2022                | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo  | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
|---------------------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|
| Horas Ganadas       | 335.6 | 366.8   | 378   | 290   | 278   | 187   | 178   | 156    | 169        | 252.9   | 367.6     | 378.9     |
| Horas de Falla      | 42.4  | 45.5    | 52.3  | 25.7  | 17.9  | 21.76 | 26.56 | 18.9   | 15.95      | 20.05   | 25.8      | 37.04     |
| Eficiencia Mecánica | 88.78 | 88.96   | 87.85 | 91.86 | 93.95 | 89.58 | 87.02 | 89.19  | 91.38      | 92.65   | 93.44     | 91.09     |
| Meta                | 88.69 | 88.69   | 88.69 | 88.69 | 88.69 | 88.69 | 88.69 | 88.69  | 88.69      | 88.69   | 88.69     | 88.69     |

Fuente: Arca Continental Lindley

Figura 3.7: Disponibilidad de los Equipos



Fuente: Arca Continental Lindley

## IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### Discusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos en la aplicación de un mantenimiento preventivo bajo el Metodología FMEA influye significativamente en la productividad en la línea Hotfill en los procesos de embotellado de la empresa Arca Continental Lindley s. a. de San Juan de Lurigancho-2022. De acuerdo al análisis del diagrama causa efecto que se identificó la causa principal en mejorar el plan de mantenimiento preventivo y en donde se evidencio en el diagrama de Pareto las principales procesos que tuvieron mayores fallas en el análisis la prueba en la disponibilidad de los equipos en el año 2021 se tenía una Disponibilidad promedio de 84.52 % y con una tendencia por mes de la disponibilidad por debajo de la meta durante el año 2021 y después de la implementación del plan preventivo se obtuvo en el año 2022 una disponibilidad promedio de 90.48% y mostrando una tendencia por mes con una disponibilidad por encima de la meta ,mejorando la disponibilidad en 5.96 % Estos hallazgos concuerdan con; Blanco, L, Sirlupú, L (2015),” Diseño e implementación de una gestión de mantenimiento para los equipos para aumentar la productividad en el área de armado de una empresa de calzado para dama”, Trujillo-Perú. En esta investigación planteó como objetivo general diseñar e implementar gestión de mantenimiento de los equipos para aumentar la productividad en el área de armado de una pequeña empresa de calzado para dama, después de realizar su estudio el investigador el concluye que la implementación de una gestión de mantenimiento para los equipos aumenta la productividad en 9. 57% y 22. 47%.parametros que están dentro de la mejora en el informe realizado. La productividad Es el vínculo relacionado entre lo producido y los medios empleados; por lo cual, se mide mediante el promedio: resultados logrados entre recursos empleados. (Gutiérrez H. y de la Vara S. 2013). Lo que nos permite afirmar que la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo influye

significativamente en la mejora de la productividad de la hotfill en el proceso de embotellado de la empresa Arca Continental Lindley s. a. de San Juan de Lurigancho-2022.

## **Objetivos**

El objetivo principal del análisis después de la implementación de mejora del plan de mantenimiento bajo el enfoque de FMEA fue mejorar la disponibilidad de los equipos en el proceso de embotellado de la empresa Arca Continental Lindley s.a de san juan de lurigancho-2022, y en el análisis respectivo de los resultados obtenidos se concluyó: Que la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo, mejoro la disponibilidad en la Linea-Hotfill en el proceso de embotellado.

En complemento de la mejora del Plan Preventivo es muy importante en mejorar en la planificación y programación del mantenimiento como se contempla en el análisis del estudio del informe.

## **V. CONCLUSIONES**

En estas conclusiones, se recomienda lo siguiente: en el aumento de la mejora de la disponibilidad en 5.96 % es importante en mantener siempre el análisis de mejora continua del plan de mantenimiento para ir estandarizando el plan con una buena integración del equipo técnico y la buena comunicación con producción para ir identificando las desviaciones que se puedan dar durante el desarrollo del proceso productivo del día a día en la línea de embotellado.

La otra conclusión es también en la implementación de los procedimientos de mantenimiento de los equipos críticos para poder tener y dar un mejor soporte en los diferentes turnos y de esta manera poder resolver los problemas en las fallas eléctricas y mecánicas que se presenten en el horario de trabajo y por consiguientes a todo el personal de trabajadores para crear conciencia, y colaboración constante de todos los integrantes de Arca Continental Lindley s.a.

## VI. BIBLIOGRAFIA

- [1] GOOGLE MAPS, Ubicación de la empresa Arca Continental Lindley, [fecha de consulta: 14 de agosto de 2018]. [Citado el: 22 de Setiembre de 2022.]
- [2] Formulario del FMEA, Manual de Sigo de Ingredion [fecha de consulta: 14 de marzo de 2022]. [Citado el: 22 de octubre de 2022.]
- [3] Agrupación y Definición de Taxonomía, Manual de Sigo de Ingredion [fecha de consulta: 14 de marzo de 2022]. [Citado el: 22 de octubre de 2022.]
- [4] Estandarización de la Taxonomía, Manual de Sigo de Ingredion [fecha de consulta: 14 de marzo de 2022]. [Citado el: 22 de octubre de 2022.]
- [5] Matriz de Criticidad ABC, Manual de Sigo de Ingredion [fecha de consulta: 14 de marzo de 2022]. [Citado el: 22 de octubre de 2022.]
- [6] Flujo de Definición de Criticidad, Manual de Sigo de Ingredion [fecha de consulta: 14 de marzo de 2022]. [Citado el: 22 de octubre de 2022.]
- [7] Estrategia de Mantenimiento , Manual de Sigo de Ingredion [fecha de consulta: 14 de marzo de 2022]. [Citado el: 22 de octubre de 2022.]
- [8] Estrategia de Mantenimiento BDM, Manual de Sigo de Ingredion [fecha de consulta: 14 de marzo de 2022]. [Citado el: 22 de octubre de 2022.]
- [8] Ventajas y Desventajas del BDM, Manual de Sigo de Ingredion [fecha de consulta: 14 de marzo de 2022]. [Citado el: 22 de octubre de 2022.]
- [9] Estrategia de Mantenimiento TBM, Manual de Sigo de Ingredion [fecha de consulta: 14 de marzo de 2022]. [Citado el: 22 de octubre de 2022.]

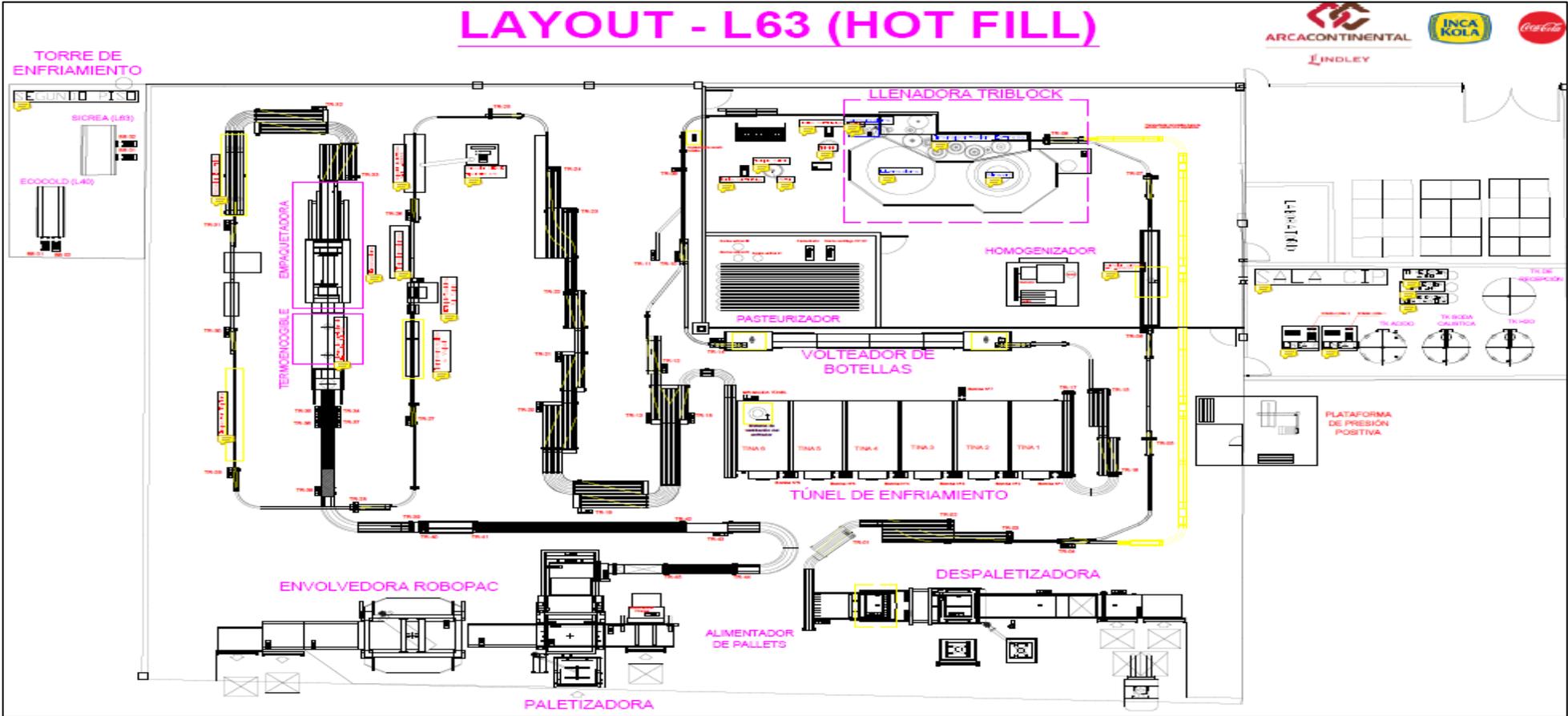
- [10] Ventajas y Desventajas de BTM. Manual de Sigo de Ingridion [fecha de consulta: 14 de marzo de 2022]. [Citado el: 22 de octubre de 2022.]
- [11] Estrategia de Mantenimiento CBM, Manual de Sigo de Ingridion [fecha de consulta: 14 de marzo de 2022]. [Citado el: 22 de octubre de 2022.]
- [12] Ventajas y Desventajas del CBM, Manual de Sigo de Ingridion [fecha de consulta: 14 de marzo de 2022]. [Citado el: 22 de octubre de 2022.]
- [13] Proceso de Elaboración de los Planes de Mantenimiento, Manual de Sigo de Ingridion [fecha de consulta: 14 de marzo de 2022]. [Citado el: 22 de octubre de 2022.]
- [14] Vacíos a Eliminar antes de elaborar los FMEAs , Manual de Sigo de Ingridion [fecha de consulta: 14 de marzo de 2022]. [Citado el: 22 de octubre de 2022.]
- [15] Medición del Índice de Severidad, Manual de Sigo de Ingridion [fecha de consulta: 14 de marzo de 2022]. [Citado el: 22 de octubre de 2022.]
- [17] Índice de Criticidad de Detección, Manual de Sigo de Ingridion [fecha de consulta: 14 de marzo de 2022]. [Citado el: 22 de octubre de 2022.]
- [18] Flujograma para la selección de las acciones preventivas , Manual de Sigo de Ingridion [fecha de consulta: 14 de marzo de 2022]. [Citado el: 22 de octubre de 2022.]
- [19] Modelo de Hoja de Ruta, Manual de Sigo de Ingridion [fecha de consulta: 14 de marzo de 2022]. [Citado el: 22 de octubre de 2022.]
- [20] Criticidad de Ordenes de Ordenes de Planes de Mantenimiento, Manual de Sigo de Ingridion [fecha de consulta: 14 de marzo de 2022]. [Citado el: 22 de octubre de 2022.]
- [21] Estrategia Sistemática de Planes de Mantenimiento (21), Manual de Sigo de Ingridion [fecha de consulta: 14 de marzo de 2022]. [Citado el: 22 de octubre de 2022.]

- [22] Overview de la planificación de Órdenes de Trabajo, Manual de Sigo de Ingredion [fecha de consulta: 14 de marzo de 2022]. [Citado el: 22 de octubre de 2022.]
- [23] Proceso de Planificación de Largo Plazo, Manual de Sigo de Ingredion [fecha de consulta: 14 de marzo de 2022]. [Citado el: 22 de octubre de 2022.]
- [24] Proceso de Planificación a Mediano Plazo, Manual de Sigo de Ingredion [fecha de consulta: 14 de marzo de 2022]. [Citado el: 22 de octubre de 2022.]
- [25] Resumen interfaces del proceso de Programación, Manual de Sigo de Ingredion [fecha de consulta: 14 de marzo de 2022]. [Citado el: 22 de octubre de 2022.]
- [26] Proceso de la Implementación del MP, Manual de Sigo de Ingredion [fecha de consulta: 14 de marzo de 2022]. [Citado el: 22 de octubre de 2022.]
- GALVEZ, J, SILVA, J. [27] “Propuesta de mejora en las áreas de producción y logística para reducir los costos en la empresa molino el cortijo S.a.c. [2014]
- BLANCO, L, SIRLUPÚ, L [28],” Diseño e implementación de una gestión de mantenimiento para aumentar la productividad en el área de armado de una empresa de calzado para dama” en la Universidad Nacional de Trujillo-Perú [2015]
- RODRIGUEZ, M [29],” Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento basado en la mantenibilidad de equipos de acarreo de una empresa minera de Cajamarca”, en su trabajo de tesis para obtener el título de ingeniero industrial en la Universidad Privada del Norte. Cajamarca-Perú. [2016]
- CASTILLO, D. CIEZA, O [30],”Diseño e implementación de un sistema de mantenimiento preventivo basado en la lubricación que permita mejorar la confiabilidad de la maquinaria en la planta Merrill Crowe s.a.”, en la Universidad Privada del Norte. Cajamarca-Perú en la escuela de ingeniería. [2015]

- MUÑOZ, J. [31] “Propuesta de desarrollo y análisis de la gestión del mantenimiento industrial en una empresa de fabricación de cartón corrugado”, en su trabajo de tesis para obtener el título de ingeniero industrial en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima – Perú [2014]
- CONSTANTE, J. [32] “mejoramiento de la producción de una planta embotelladora de cerveza súper línea de cervecería nacional”, en la elaboración de su tesis en la facultad de ingeniería industrial en la universidad de Guayaquil. Ecuador [2014]
- TUAREZ, C. [33] “Diseño de un sistema de mejora continua en una embotelladora y comercializadora de bebidas gaseosas en la ciudad de Guayaquil por medio de la aplicación del TPM (mantenimiento productivo total)”, [2014]
- HIDALGO, N. [7] “Diseño de un sistema de operaciones y mantenimiento para maquinaria y equipos de Borsea S.A.”, en la Universidad de Guayaquil. Guayaquil Ecuador [2014] en la escuela de ingeniería.

**ANEXOS**

Figura N° 40 : Diagrama de Flujo de la Linea Hotfill



Fuente: Arca Continental Lindley

Figura N° 41: Codificación y registro de los Equipos en SAP PM

Repr.estructura ubicación técnica: Lista de estructura

Nivel hacia arriba Detalles completos Clases de material

Ubic.téc. JRL-2000 Válido de 24.08.2023

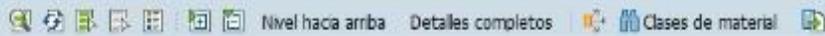
Denominación Planta Zarate

|          |  |   |        |
|----------|--|---|--------|
| 10008192 | TRANSPORTADOR NEUMATICO-LINEA M63          |   |        |
| 10008193 | RINSER TRIBLOCK -LINEA M63                 |   |        |
| 10008194 | LLENADORA TRIBLOCK-LINEA M63               |   |        |
| 157816   | ADAPTADOR ACOUPLE MACHO 1/4 20699211103    | L | 6 UN   |
| 164254   | ANILLO DESLIZANDO 40013966W002             | L | 63 UN  |
| 166359   | ARO DIFUSOR HOTFILL/VNR 6.2X21X6 296       | L | 63 UN  |
| 166360   | ARO DIFUSOR HOTFILL/NJC 6.2X25X5.5 1200    | L | 63 UN  |
| 161925   | (ANULADO)ASIENTO VA MARIP 80 MM HOT FILL L | L | 1 UN   |
| 166491   | BOCINA GUIA VALV 14X17/22.5X21.5 HF        | L | 106 UN |
| 146709   | BOQUILLA AIRE ABS AANAC 1/4-15 90424-89    | L | 4 UN   |
| 160794   | BOTON PARADA EMERGENCIA 0-901-47-439-2     | L | 1 UN   |
| 164463   | BUSHING 500029649W001                      | L | 1 UN   |
| 166699   | CILINDRO DOBLE EF SMC M5 15MM CJ2B10-15    | L | 6 UN   |
| 164232   | CILINDRO LLENADORA HOT FILL CPHF 63        | L | 2 UN   |
| 163239   | CONECT PASAMURO/GRASA 1/8 FT71/-28"14054   | L | 15 UN  |
| 131522   | CONECTOR 90° 3/8" NPT MANG 6MM             | L | 4 UN   |
| 131526   | CONECTOR HEMB MACH BRON 3/8" 1/2"          | L | 2 UN   |
| 160990   | CONECTOR HEMBRA RECTO 5 PINES              | L | 2 UN   |
| 126472   | CONECTOR INSTANTANEO ID-6/4                | L | 2 UN   |
| 157182   | CONECTOR T 12MM 342748-109                 | L | 3 UN   |
| 157169   | CONECTOR T 6MM 342747-102                  | L | 1 UN   |
| 157805   | CONNECTOR 5POL M12 90459-6387              | L | 1 UN   |
| 131545   | CONTROL NIVEL CAPACITIVO                   | L | 1 UN   |
| 126659   | CONTROLADOR TEMP RC FXR4NEY1-FV000         | L | 1 UN   |
| 164443   | CUERPO CENTRAL 500028153W002               | L | 2 UN   |
| 164464   | CUERPO RESPIRO 500013588                   | L | 1 UN   |
| 132287   | DETECTOR INDUCT CIL CF X51-M18KP340 24V L  | L | 1 UN   |
| 153490   | DIAPHR. EPDM/ CPM-I/O/D-60 6-31356 144     | L | 1 UN   |
| 162094   | ELBOW PIPE JOINT THREAD G3/8" 90458-2960   | L | 1 UN   |
| 151370   | ELECTROVALVULA 3/2 484.32.01.M9 24VAC      | L | 1 UN   |
| 170125   | ELECTROVALVULA 5/2 6MM24VDC 230652003902   | L | 3 UN   |
| 105971   | EMPAQUETADURA CLAMP 2 1/2" 6-9611991361    | L | 5 UN   |
| 164252   | EMPAQUETADURA 13014033                     | L | 63 UN  |
| 164253   | EMPAQUETADURA 13014050                     | L | 63 UN  |
| 164427   | EMPAQUETADURA 13050005                     | L | 10 UN  |
| 164446   | EMPAQUETADURA 40029913W021                 | L | 63 UN  |
| 164248   | EMPAQUETADURA 80000GAD140                  | L | 63 UN  |
| 105970   | EMPAQUETADURA CLAMP EPDM 6-9611991360 2"   | L | 5 UN   |
| 161286   | EMPAQUETADURA P/N 80000DLR012              | L | 1 UN   |
| 161293   | EMPAQUETADURA P/N 80000GAC009              | L | 1 UN   |
| 161297   | EMPAQUETADURA P/N 80000GAC013              | L | 1 UN   |
| 161288   | EMPAQUETADURA P/N 80000GDI001              | L | 1 M    |
| 161296   | EMPAQUETADURA P/N 80000GDI002              | L | 1 UN   |
| 161285   | EMPAQUETADURA P/N 80000GDI012              | L | 1 UN   |
| 161289   | EMPAQUETADURA P/N 80000GDI014              | L | 1 M    |

Repr.estructura ubicación técnica: Lista de estructura



Repr.estructura ubicación técnica: Lista de estructura

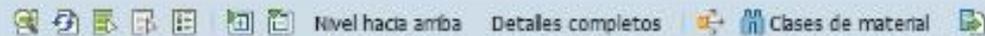


| Ubic.técni.  | JRL-2000                                 | Válido de | 24.08.2023                                    |
|--------------|--|-----------|---|
| Denominación | Planta Zarate                            |           |   |
| • 161289     | EMPAQUETADURA P/N 80000GDI014            | L         | 1 M   |
| • 161291     | EMPAQUETADURA P/N80000GDF015             | L         | 1 UN  |
| • 161927     | FAJA DENTADA 390 L A:12.5MM              | L         | 1 UN  |
| • 105924     | GUARDAMOTOR 0.40-0.63 AMP GV2-ME04       | L         | 1 UN  |
| • 107226     | GUARDAMOTOR 1.6-2.5 AMP GV2-P07          | L         | 1 UN  |
| • 107225     | GUARDAMOTOR 1-1.6 AMP GV2-ME06           | L         | 1 UN  |
| • 164441     | GUIA COFA CENTRADOR 500020340            | L         | 10 UN   |
| • 167800     | GUIA PISTON INOX VALV HOT FILL           | L         | 60 UN   |
| • 151072     | HOT MELI NOZZLE 90459-3197               | L         | 1 UN  |
| • 158137     | INTERRUP SEGURO FUERJA SG TLS1-GD2       | L         | 2 UN  |
| • 131693     | INTERRUPTOR TERMOMAG.2X20 AMP            | L         | 1 UN  |
| • 169331     | JOINTI INOX 500013695                    | L         | 12 UN   |
| • 164249     | JUNTA LABIAL 80000GEA025                 | L         | 63 UN   |
| • 160363     | KIT VALV GEA RE-DN65-SZ-00-DD            | L         | 1 UN  |
| • 114833     | KIT VALVE 6-9611920218                   | L         | 1 UN  |
| • 107332     | MACHO UNC 9/16"-12                       | L         | 1 JGO   |
| • 140090     | MANGUERA NEUMATICA EXT NATURAL PL-4MM    | L         | 15 M  |
| • 106265     | MANGUERA SANITARIA 1/2"                  | L         | 20 M  |
| • 160359     | MANGUERA TEFLON PIPE 10MM                | L         | 50 M  |
| • 160362     | MANGUERA TEFLON PIPE 6MM                 | L         | 50 M  |
| • 126336     | MANOME CVI 0-100 PSI 1/4"NPT INOX 2 1/2" | L         | 1 UN  |
| • 163314     | MOTOR NEUMATICO GAST 4AM-RV-75-GR20      | L         | 1 UN MOTOR NEUMATICO (SISTEMA ELEVACION TAZA) |
| • 157822     | NIPLE MACHO 1/4 NPT                      | L         | 5 UN  |
| • 162474     | O RING SILICONE DI 30/40X5 70SH          | L         | 10 UN   |
| • 162472     | O RING NITRILE DI 32,92X3,53 90SH        | L         | 10 UN   |
| • 169309     | O RING GAH 68                            | L         | 12 UN   |
| • 164439     | O RING 13000263                          | L         | 10 UN   |
| • 164433     | O RING 13000278W003                      | L         | 63 UN   |
| • 164429     | O RING 13001108                          | L         | 63 UN   |
| • 164440     | O RING 13004010W004                      | L         | 63 UN   |
| • 164467     | O RING 13100260W004                      | L         | 63 UN   |
| • 164420     | O RING 13100262W004                      | L         | 63 UN   |
| • 164445     | O RING 13100290W004                      | L         | 63 UN   |
| • 150110     | O RING 16.3X2.4 N/P 6-4722904235         | L         | 2 UN  |
| • 110942     | O RING 2-114 2.62 X 15.54 X 20.78 MM(RC) | L         | 2 UN  |
| • 168325     | O RING NITRILE EJE PEDAL HOTFILL 2X17    | L         | 20 UN   |
| • 112463     | O RING 4253 (RC) / (2-214)               | L         | 24 UN   |
| • 160488     | O RING 9,19X2,62MM 315205-508            | L         | 1 UN  |
| • 162475     | O RING FDA REPLACES 130027/NI-130027FB   | L         | 10 UN   |
| • 162466     | O RING FDA REPLACES 140041 / NI-014041FB | L         | 10 UN   |
| • 162469     | O RING FDA REPLACES 140191 / NI-140191FB | L         | 10 UN   |
| • 162468     | O RING NITRILE FDA 140189 / NI-140189FB  | L         | 10 UN   |
| • 162471     | (ANULADO) O RING 15.47X3.53/NI-140031    | L         | 10 UN   |
| • 162467     | O RING NITRILE FDA140021F / NI-140021FB  | L         | 10 UN   |
| • 164421     | O RING 13000290                          | L         | 63 UN   |

Repr.estructura ubicación técnica: Lista de estructura



Repr.estructura ubicación técnica: Lista de estructura



| Ubic.téc.    | JRL-2000                                 | Válido de | 24.08.2023 |
|--------------|--|-----------|------------|
| Denominación | Planta Zarate                            |           |            |
| • 164421     | O RING 13000290                          | L         | 63 UN      |
| • 164250     | O RING 13000291                          | L         | 63 UN      |
| • 167373     | PANEL IPOP KTP1000 10 6AV6647-0AE11      | L         | 1 UN       |
| • 141855     | PERNO AC GRADO 8: M8X1,25X70MM           | L         | 4 UN       |
| • 166030     | PERNO FLAT INOX M6 X 1 X 20MM            | L         | 6 UN       |
| • 167106     | PIÑON HOT FILL 2 UHMW 20 Ø70 MM          | L         | 1 UN       |
| • 169332     | PROTECTION 16199005                      | L         | 12 UN      |
| • 131985     | (ANULADO) PULSADOR XB2-B5542             | L         | 1 UN       |
| • 162834     | PUSH GREEN BUTTON16766000004 LA3L-A1T17  | L         | 2 UN       |
| • 162835     | PUSH RED BUTTON16766000005 LA3L-A1T17    | L         | 2 UN       |
| • 162836     | PUSH ORANG BUTTON16766000008 LA3L-A1T17A | L         | 2 UN       |
| • 164462     | RASCADOR 13015033                        | L         | 2 UN       |
| • 160142     | REDUCER EM650041                         | L         | 1 UN       |
| • 161907     | RELE ACOFLADO PHOENIX 24 VDC 1CO 2966171 | L         | 2 UN       |
| • 132020     | RELE AUXILIAR 42-48VAC 14 PINES          | L         | 2 UN       |
| • 108755     | RETEN 17X30X7MM                          | L         | 1 UN       |
| • 128720     | RETEN 20X47X7MM                          | L         | 2 UN       |
| • 157446     | RETEN VITON 20X47X7MMVITON               | L         | 1 UN       |
| • 128526     | RETEN 30X62X7MM                          | L         | 2 UN       |
| • 134729     | RETEN 35X62X7MM                          | L         | 2 UN       |
| • 149077     | RETEN LABIO SIMPLE 38X55X7MM             | L         | 1 UN       |
| • 166351     | RETEN DOBLE LABIO 40X62X7                | L         | 2 UN       |
| • 105324     | RETEN 45X65X10MM                         | L         | 1 UN       |
| • 117430     | RETEN 50X90X10MM                         | L         | 2 UN       |
| • 155720     | RETEN 60X110X12MM                        | L         | 2 UN       |
| • 131358     | RETEN 70X90X10MM                         | L         | 1 UN       |
| • 125773     | RETEN 85X110X12MM                        | L         | 2 UN       |
| • 166490     | ROD PEDAL IQ LLENA HOTFI 30X76.3X33.     | L         | 57 UN      |
| • 166496     | ROD SEGUIDOR Ø30.1 MM X76.3 MMX 33.8     | L         | 63 UN      |
| • 105755     | RODAMIENTO BOLAS 6001 2RS1               | L         | 10 UN      |
| • 105213     | RODAMIENTO BOLAS 6001 2Z                 | L         | 38 UN      |
| • 105797     | RODAMIENTO BOLAS 6002 2RS1               | L         | 8 UN       |
| • 105173     | RODAMIENTO BOLAS 6002 2Z                 | L         | 1 UN       |
| • 105798     | RODAMIENTO BOLAS 6003 2RS1               | L         | 3 UN       |
| • 105722     | RODAMIENTO BOLAS 6004 2RS1               | L         | 10 UN      |
| • 105799     | RODAMIENTO BOLAS 6005 2RS1               | L         | 2 UN       |
| • 105800     | RODAMIENTO BOLAS 6006 2RS1               | L         | 4 UN       |
| • 105801     | RODAMIENTO BOLAS 6007 2RS1               | L         | 1 UN       |
| • 105414     | RODAMIENTO BOLAS 6008 2RS1               | L         | 2 UN       |
| • 126485     | RODAMIENTO BOLAS 6013 2Z                 | L         | 1 UN       |
| • 147135     | RODAMIENTO BOLAS 6014-2Z                 | L         | 2 UN       |
| • 154108     | RODAMIENTO BOLAS 6017 2Z                 | L         | 2 UN       |
| • 146115     | RODAMIENTO BOLAS 6020 2RS1               | L         | 2 UN       |
| • 119852     | RODAMIENTO BOLAS 608 2Z                  | L         | 2 UN       |
| • 105720     | RODAMIENTO BOLAS 6201 2RS1               | L         | 2 UN       |

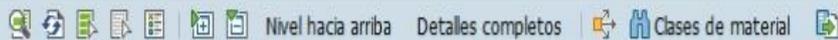
Repr.estructura ubicación técnica: Lista de estructura

| Ubic.téc.    | JRL-2000                                   | Válido de | 24.08.2023 |
|--------------|--|-----------|------------|
| Denominación | Planta Zarate                              |           |            |
| 10008199     | HOMOGENIZADOR GEA-LINEA M63                |           |            |
| 10008200     | PASTEURIZADOR GEA-LINEA M63                |           |            |
| 132276       | ASIENTO VALV MARIPOSA 2"                   | L         | 2 UN       |
| 105722       | RODAMIENTO BOLAS 6004 2RS1                 | L         | 2 UN       |
| 153490       | DIAPHR. EPDM/ CEM-I/O/D-60 6-31356 144     | L         | 1 UN       |
| 153491       | DIAPHRAGM PTFE/EPDM 6-9612306601           | L         | 1 UN       |
| 156313       | EMPAQUE UNION EPDM DIN DN65/5              | L         | 15 UN      |
| 105969       | EMPAQUET CLAMP EPDM 6-9611991359 1 1/2"    | L         | 10 UN      |
| 105971       | EMPAQUETADURA CLAMP 2 1/2" 6-9611991361    | L         | 10 UN      |
| 107226       | GUARDAMOTOR 1.6-2.5 AMP GV2-PO7            | L         | 1 UN       |
| 107225       | GUARDAMOTOR 1-1.6 AMP GV2-ME06             | L         | 1 UN       |
| 106329       | GUARDAMOTOR 16-25 AMP GV3-ME25             | L         | 1 UN       |
| 153500       | KIT SAMSON 3321 DN50 KVS35 6-99041757      | L         | 1 UN       |
| 153502       | KIT SAMSON 3347/3372 DN50 6-0099042536     | L         | 1 UN       |
| 160363       | KIT VALV GEA RE-DN65-32-00-DD              | L         | 1 UN       |
| 153511       | KIT VALV. LKC-2 1 DN25 9611-92-4           | L         | 1 UN       |
| 114833       | KIT VALVE 6-9611920218                     | L         | 1 UN       |
| 148415       | KIT VALVE LKB EPDM 63MM 6-9611-92-30       | L         | 1 UN       |
| 107941       | MANOM GLI CPC 0-160PSI 1/4"NPT BR 2 1/2"   | L         | 1 UN       |
| 129586       | MANOMETRO CVI 0-15BAR-1/4" INOX 2 1/2"     | L         | 1 UN       |
| 120517       | MANOMETRO CPC 0-15PSI 1/4"NPT 2.1/2"       | L         | 1 UN       |
| 170601       | MOTOR DELCROSA B90S/4 2HP 440V             | L         | 1 UN       |
| 153489       | O RING NBR 6-0022340649                    | L         | 1 UN       |
| 105529       | O'RING 2-217 3.53 X 29.74 X 36.80 MM       | L         | 2 UN       |
| 123670       | RELAY 11 CONTACTOS 24V / 10A               | L         | 1 UN       |
| 149077       | RETEN LABIO SIMPLE 38X55X7MM               | L         | 1 UN       |
| 119852       | RODAMIENTO BOLAS 608 2Z                    | L         | 1 UN       |
| 105239       | RODAMIENTO BOLAS 6206 2Z                   | L         | 1 UN       |
| 129744       | RODAMIENTO BOLAS 6208 2RS1                 | L         | 1 UN       |
| 105410       | RODAMIENTO BOLAS 6308 RS1                  | L         | 1 UN       |
| 122441       | RODAMIENTO BOLAS BEP 7308                  | L         | 1 UN       |
| 135747       | MA CF S5 4-20 6ES5 498-1AA51               | L         | 1 UN       |
| 120397       | SEAL SMS 2 1/2" 6-190605                   | L         | 30 UN      |
| 120396       | SEAL SMS RC 2" 6-190604                    | L         | 30 UN      |
| 158065       | SENSOR CAUDAL ELECTROMAGNETI MAG 1100 2" L | L         | 1 UN       |
| 161914       | SENSOR OPTICO REFLEX WL9-2N 131            | L         | 1 UN       |
| 152173       | SENSOR WIBA-3P3161 F20 N/P 90459-7366      | L         | 1 UN       |
| 149642       | SERVICE KIT EPDM LKB ISO 63,5 9611923031 L | L         | 1 UN       |
| 158067       | TRANSMISOR MAG 5000 7ME6910-2CA10-1AA0     | L         | 1 UN       |
| 167046       | VALV SAMSON 3321 DN50 6-318019423          | L         | 1 UN       |
| 158810       | VALV SOLENOIDE INOX 1" 2 VIAS 24V          | L         | 1 UN       |
| 152191       | VARIADOR FREC.10HP/440V ATV31HU75N4A       | L         | 1 UN       |
| 171485       | SENSOR C/TRANS T° PT100 4-20MA 0-200°C     | L         | 5 UN       |
| 10008201     | TANQUE BALANCE -M63                        |           |            |
| 10016446     | BOMBA RECEPCION GRUNDFOS #01-M63           |           |            |

Repr.estructura ubicación técnica: Lista de estructura



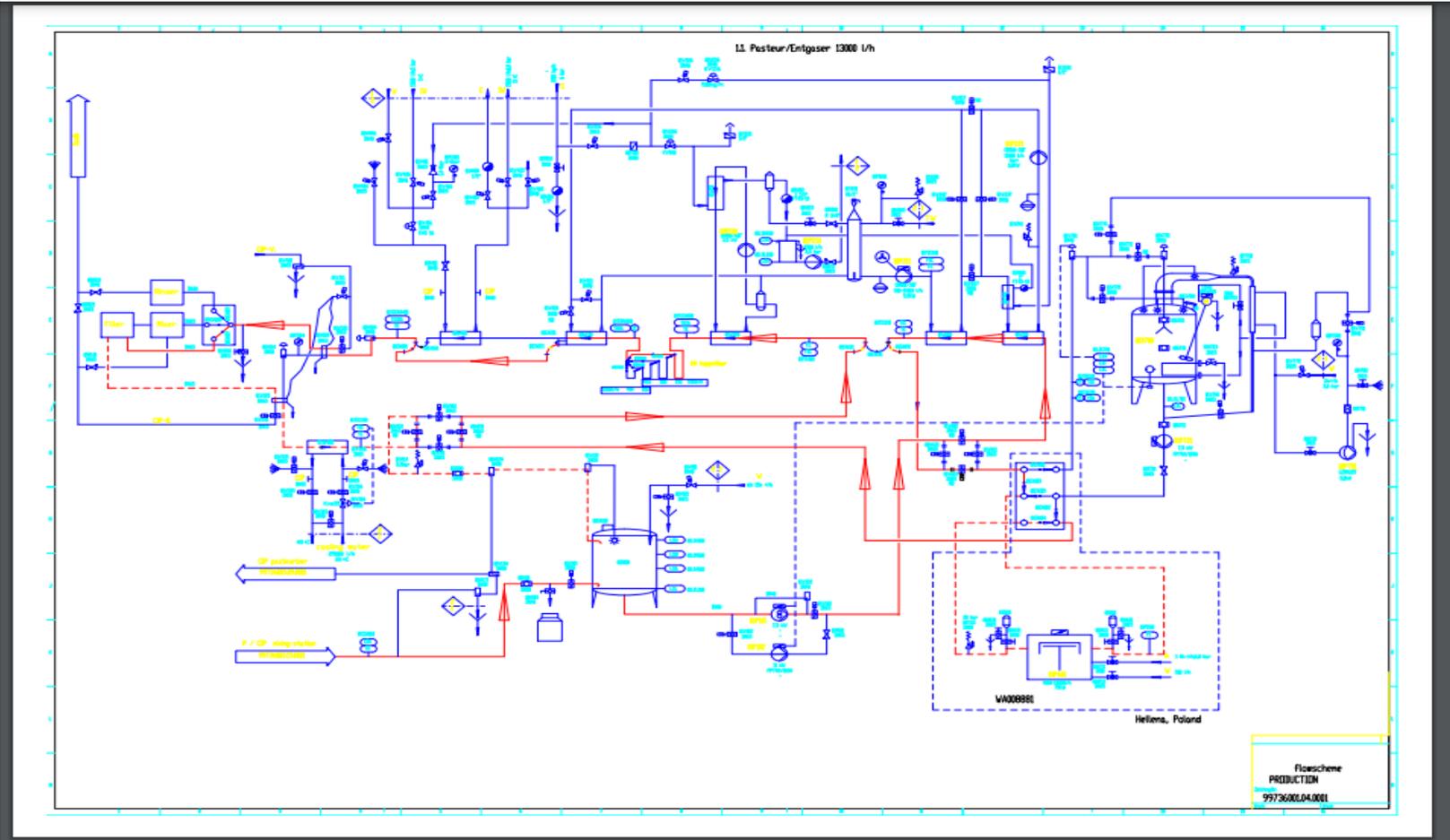
Repr.estructura ubicación técnica: Lista de estructura



| Ubic.téc.    | JRL-2000                                   | Válido de | 24.08.2023                         |
|--------------|--|-----------|------------------------------------|
| Denominación | Planta Zarate                              |           |                                    |
| • 120397     | SEAL SMS 2 1/2" 6-190605                   | L         | 30 UN                              |
| • 120396     | SEAL SMS RC 2" 6-190604                    | L         | 30 UN                              |
| • 158065     | SENSOR CAUDAL ELECTROMAGNETI MAG 1100 2" L | L         | 1 UN                               |
| • 161914     | SENSOR OPTICO REFLEX WL9-2N 131            | L         | 1 UN                               |
| • 152173     | SENSOR WIBA-3P3161 F20 N/P 90459-7366      | L         | 1 UN                               |
| • 149642     | SERVICE KIT EPDM LKB ISO 63,5 9611923031 L | L         | 1 UN                               |
| • 158067     | TRANSMISOR MAG 5000 7ME6910-2CA10-1AA0 L   | L         | 1 UN                               |
| • 167046     | VALV SAMSON 3321 DN50 6-318019423          | L         | 1 UN                               |
| • 158810     | VALV SOLENOIDE INOX 1" 2 VIAS 24V          | L         | 1 UN                               |
| • 152191     | VARIADOR FREC.10HP/440V ATV31HU75N4A       | L         | 1 UN                               |
| • 171485     | SENSOR C/TRANS T° PT100 4-20MA 0-200°C L   | L         | 5 UN SENSORES DE TEMPERATURA PT100 |
| ▼ 10008201   | TANQUE BALANCE -M63                        |           |                                    |
| • 148310     | (ANULADO)SELECTOR NEUMATICO 2 POSICIONES L |           | 1 UN                               |
| ▼ 10016446   | BOMBA RECEPCION GRUNDFOS #01-M63           |           |                                    |
| • 105177     | RODAMIENTO BOLAS 6308 2Z                   | L         | 1 UN                               |
| • 105235     | RODAMIENTO BOLAS 6208 2Z                   | L         | 1 UN                               |
| • 181353     | SELLO MEC MONO SIL/SIL/EPDM T01 30MM       | L         | 1 UN                               |
| • 166351     | RETEN DOBLE LABIO 40X62X7                  | L         | 1 UN                               |
| ▼ 10016447   | BOMBA INTERCAMBIADOR ETAPA(3-4)#02-M63     |           |                                    |
| • 171116     | SELLO MECANICO GRUNDFOS CR10/20 96511844 L |           | 1 UN KIT SELLO MECANICO HQQE       |
| ▼ 10016448   | BOMBA INTERCAMBIADOR ETAPA(2) #03-M63      |           |                                    |
| • 171116     | SELLO MECANICO GRUNDFOS CR10/20 96511844 L |           | 1 UN KIT SELLO MECANICO HQQE       |
| ▼ 10016449   | BOMBA INTERCAMBIADOR ETAPA(1) #04-M63      |           |                                    |
| • 171116     | SELLO MECANICO GRUNDFOS CR10/20 96511844 L |           | 1 UN                               |
| • 122441     | RODAMIENTO BOLAS BEP 7308                  | L         | 1 UN                               |
| • 105729     | RODAMIENTO BOLAS 6206 2RS1/C3              | L         | 1 UN                               |
| ▼ 10016450   | BOMBA RETORNO CONDENSADO #05-M63           |           |                                    |
| • 187066     | KIT SELLO MECANICO AUUE/V CR2/CR4 985167 L |           | 1 UN                               |

Fuente: Arca Continental Lindley

Figura N° 42: PID del Pasteurizador



Fuente: Arca Continental Lidley

