



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA DEL ECUADOR
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Proyecto Técnico previo a la obtención del título de
Ingeniería Industrial**

*Título: Diseño de un plan de mantenimiento
preventivo a los equipos en la sala de jarabes
para una empresa embotelladora de bebidas en
la ciudad de Guayaquil*

*Title: Design of a preventive maintenance plan
for the equipment in the syrup room for a
beverage bottling company in the city of
Guayaquil*

Autor:

Vélez Espinoza Valeria Elizabeth

Director:

Ing. Ana Fabiola Terán Alvarado MSc.

Guayaquil, mayo de 2021

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA

Yo, Valeria Elizabeth Vélez Espinoza, con cédula de ciudadanía No. 093126137-4, declaro que soy el único autor de este trabajo de titulación titulado “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo a los equipos en la sala de jarabes para una empresa embotelladora de bebidas en la ciudad de Guayaquil”. Los conceptos aquí desarrollados, evaluación realizada y las conclusiones del presente trabajo, son de exclusiva responsabilidad del autor.



Valeria Elizabeth Vélez Espinoza

C. C. No.: 093126137-4

DECLARACIÓN DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Quien suscribe, en calidad de autor del trabajo de titulación titulado “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo a los equipos en la sala de jarabes para una empresa embotelladora de bebidas en la ciudad de Guayaquil”, por medio de la presente, autorizo a la UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA DEL ECUADOR a que haga uso parcial o total de esta obra con fines académicos o de investigación.



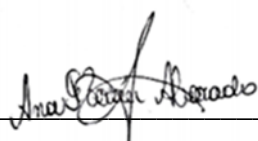
Valeria Elizabeth Vélez Espinoza

C. C. No.: 093126137-4

DECLARACIÓN DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Quien suscribe, en calidad de director del trabajo de titulación titulado “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo a los equipos en la sala de jarabes para una empresa embotelladora de bebidas en la ciudad de Guayaquil”, desarrollado por la estudiante Valeria Elizabeth Vélez Espinoza, previo a la obtención del título de Ingeniería Industrial, por medio de la presente certifico que el documento cumple con los requisitos establecidos en el Instructivo para la Estructura y Desarrollo de Trabajos de Titulación para pregrado de la Universidad Politécnica Salesiana. En virtud de lo anterior, autorizo su presentación y aceptación como una obra auténtica y de alto valor académico.

Dado en la ciudad de Guayaquil, a los 21 días del mes de octubre 2021



Ing. Ana Fabiola Terán Alvarado

Docente director del Proyecto Técnico MSc.

DEDICATORIA

*Para quienes me apoyaron desde el principio,
con mucho amor y gratitud.*

Son mi vida.

*A mis padres: **Mariluz y Lupercio** por haberme brindado la oportunidad de estudiar, quienes me enseñaron el valor del amor al trabajo, la perseverancia, dedicación y esmero, por sus consejos sabios que en el momento exacto han servido para no dejarme caer y enfrentar situaciones difíciles en mis momentos de confusión, pero sobre todo por una vida de sacrificio y esfuerzos constantes, solo deseo que comprendan que este logro mío es suyo y que mi esfuerzo es inspirado en ustedes.*

*A mi amado hijo **Jael Villa** con quien he compartido, la maravillara experiencia de vivir, enseñar, orientar y de crecer juntos, un anhelo por el que luchar y esmerarse.*

*Además, quiero agradecer a mi hermano **José Antonio** por sus consejos de vida y su apoyo incondicional para poder llegar a cumplir mi meta, en muchas ocasiones fuiste un padre, sin duda alguna eres una de las personas que me inspiran a crecer. Gracias por todo, hermano.*

AGRADECIMIENTOS

*Quiero empezar agradeciendo a **Dios**, quien estuvo conmigo en cada paso de mi vida, por mantenerme saludable y ayudarme a sobrellevar esos momentos difíciles, siempre estuviste a mi lado, el ser que amo sobre todas las cosas. Agradezco a mi madre quien siempre estuvo en todos los momentos difíciles de mi vida, ella quien siempre confió en mí.*

*A mi tutor de tesis **Ing. Ana Fabiola Terán Alvarado** gracias por orientarme, por el tiempo y paciencia, pero sobre todo por sus valiosas aportaciones que hicieron enriquecer mi tesis.*

RESUMEN

En el presente proyecto se propone realizar un plan de mantenimiento productivo para una empresa elaboradora de jarabes ubicado en el Km 9.5 vía a Daule en la ciudad de Guayaquil, para esto se planteó un objetivo general y tres objetivos específicos con la finalidad de cumplir con la propuesta planteada. Para la realización de un plan de mantenimiento preventivo se procedió como punto de partida la elaboración de un diagnóstico de la situación inicial de la empresa por medio de un diagrama de Ishikawa siguiendo con el diagnóstico inicial de los equipos y su respectivo levantamiento de información mediante la elaboración de un análisis de criticidad bajo el enfoque AMEF en cuatro zonas específicas del área de producción como lo son el panel de control, tanques, tuberías todo esto correspondiente al filtro UV y a la zona de bomba centrífuga los cuales presentaron elevados porcentajes de NPR también analizados por medio de diagrama de Pareto, demostrando así que es necesaria una intervención directa para contrarrestar estos valores, obtenida esta información se procedió con la selección de repuestos considerados para el correcto funcionamiento de los equipos en mención siendo así garantía inicial para la ejecución de los planes mantenimientos preventivos, los cuales se elaboraron siguiendo las directrices planteadas según la acción, horas de duración del mantenimiento, nombre del equipo, frecuencia con la que se debe realizar el mantenimiento, componentes de carácter importantes, código del puesto de trabajo que interfiere en la actividad, orden de ejecución preestablecido y número de personas asignadas a realizar el mantenimiento. Se concluye que sin un plan de mantenimiento preventivo establecido las maquinas pueden llegar a presentar inconvenientes que repercuten en altos niveles de criticidad y a su vez la presencia de futuros fallos posibles que generen una pérdida de recursos o inconformidad del producto terminado.

Palabras clave: Mantenimiento preventivo, AMEF, NPR, Diagrama, fallo, criticidad, propuesta

ABSTRACT

In this project, it is proposed to carry out a productive maintenance plan for a syrup-making company that is located at Km 9.5 Duale road in the city of Guayaquil. For this, a general objective and three specific objectives were proposed with the purpose of complying with the proposed proposal. To carry out a preventive maintenance plan, the starting point was the elaboration of a diagnosis of the initial situation of the company by means of an Ishikawa diagram, following with the initial diagnosis of the equipment and its respective information gathering by means of the elaboration of a criticality analysis under the FMEA approach in four specific areas of the production area such as the control panel, tanks, pipes and accessories, all of this corresponding to the UV filter and the centrifugal pump area, which presented high percentages of NPR Also analyzed by means of a Pareto diagram, thus demonstrating that a direct intervention is necessary to counteract these values, once this information was obtained, we proceeded with the selection of spare parts considered for the correct operation of the equipment in question, thus being an initial guarantee for the execution of preventive maintenance plans, which are drawn up They followed the guidelines established according to the action, hours of maintenance duration, name of the equipment, frequency with which the maintenance must be carried out, important components, code of the job that interferes in the activity, pre-established order of execution and number of people assigned to carry out the maintenance to be followed. Based on the foregoing, it is concluded that without an established preventive maintenance plan, the machines can have problems that have high levels of criticality and, in turn, the presence of possible future failures that generate a loss of resources or non-conformity of the finished product.

Keywords: Preventive maintenance, FMEA, NPR, Diagram, failure, criticality, proposal

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
1. CAPÍTULO I EL PROBLEMA.....	4
1.1. Antecedentes.....	4
1.2. Justificación del problema.....	4
1.3. Grupo objetivo	5
1.4. Delimitación.....	5
1.4.1. Delimitación espacial	5
1.4.2. Delimitación temporal	5
1.4.3. Delimitación académica.....	6
1.5. Definición del problema.....	6
1.5.1. Formulación del problema	6
1.6. Objetivos	6
1.6.1. Objetivo General.....	6
1.6.2. Objetivos específicos	6
2. CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	7
2.1. Mantenimiento	8
2.1.1. Desarrollo de filosofías de mantenimiento.....	9
2.1.2. Tipos de mantenimiento	10
2.2. Mantenimiento preventivo	11
2.2.1. Plan de mantenimiento preventivo	12
2.3. Mantenimiento Productivo Total (TPM).....	13
2.3.1. Pilares de TPM.....	14
2.4. Análisis de criticidad.....	17
2.5. Análisis de Modo y Efecto de Fallas (AMEF).....	18
2.5.1. Tipos de AMEF	18
2.5.2. Análisis de criticidad: bajo el enfoque del AMEF.....	19
3. CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO	20
3.1. Tipo de estudio	20
3.2. Unidad de análisis	20
3.3. Técnicas para la recopilación de información.....	22
3.3.1. Observación directa	22
3.3.2. Investigación documental.....	22
3.4. Fases metodológicas	23
3.5. Diseño de instrumentos.....	25
3.6. Técnicas para el análisis y presentación de la información.....	27

3.6.1.	Diagrama de Ishikawa	27
3.6.2.	Diagrama de Pareto	27
3.6.3.	Gráfico circular	27
3.6.4.	Análisis de Modos y Efectos de Fallas (AMEF).....	28
3.7.	Diagnóstico situacional del plan de mantenimiento aplicado en la sala de jarabes.....	28
4.	CAPÍTULO IV RESULTADOS	31
4.1.	Diagnosticar la situación actual de los equipos presentes en la sala de jarabes	31
4.1.1.	Diagrama de Ishikawa en la sala jarabes.....	32
4.2.	Identificar los equipos críticos de la sala de jarabe	34
4.2.1.	Levantamiento de información de la línea de jarabes	34
4.3.	Clasificación de los equipos según el análisis de criticidad y AMEF.....	35
4.3.1.	Análisis de criticidad y AMEF en el filtro UV.....	36
4.3.2.	Análisis de criticidad y AMEF de las bombas centrifugas.....	47
4.4.	Selección de repuestos.....	51
4.5.	Diseño del plan de mantenimiento preventivo.....	54
4.5.1.	Plan de mantenimiento preventivo para el filtro UV.....	56
4.5.2.	Plan de mantenimiento preventivo para las bombas centrífugas	63
	CONCLUSIONES	66
	RECOMENDACIONES	67
	BIBLIOGRAFÍA	68
	ANEXOS	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cuadro de resumen de los ocho pilares del TPM.....	16
Tabla 2 Equipos de las salas de jarabe simple y terminado	21
Tabla 3 Criterio de severidad para la evaluación de efectos de falla	25
Tabla 4 Criterio de ocurrencia para la evaluación de efectos de falla.....	26
Tabla 5 Criterio de detección para la evaluación de efectos de falla	26
Tabla 6 Criterios para categorizar acorde al valor del NPR.....	27
Tabla 7 Sistemas y equipos presentes en la sala de jarabes de la empresa embotelladora ...	35
Tabla 8 AMEF en el tablero de control del filtro UV	38
Tabla 9 Lista de componentes en el tablero de control	40
Tabla 10 AMEF en los tanques del filtro UV	42
Tabla 11 Lista de componentes en los tanques	44
Tabla 12 AMEF en las tuberías y accesorios del filtro UV	46
Tabla 13 Lista de componentes en las tuberías y accesorios	47
Tabla 14 AMEF en el sistema de bombeo de las bombas centrífugas	49
Tabla 15 Matriz de selección de repuestos para los componentes del filtro UV	52
Tabla 16 Matriz de selección de repuestos para los componentes de las bobas centrífugas.	52
Tabla 17 Parámetros de mantenimiento en los componentes del filtro UV.....	53
Tabla 18 Parámetros de mantenimiento en los componentes de las bombas centrífugas	53
Tabla 19 Resultados del registro de las políticas de mantenimiento.....	54
Tabla 20 Factores a considerar para el diseño del plan de mantenimiento	55
Tabla 21 Plan de mantenimiento preventivo en el tablero de control del filtro UV	56
Tabla 22 Continuación del Plan de mantenimiento preventivo en el tablero de control del filtro UV	57
Tabla 23 Plan de mantenimiento preventivo en los tanques del filtro UV	58
Tabla 24 Continuación del Plan de mantenimiento preventivo en los tanques del filtro UV	59
Tabla 25 Continuación del Plan de mantenimiento preventivo en los tanques del filtro UV	60
Tabla 26 Continuación del Plan de mantenimiento preventivo en los tanques del filtro UV	61
Tabla 27 Plan de mantenimiento preventivo en las tuberías y accesorios del filtro UV.....	62
Tabla 28 Plan de mantenimiento preventivo en el sistema de bombeo de las bombas centrífugas.....	63
Tabla 29 Continuación del Plan de mantenimiento preventivo en el sistema de bombeo de las bombas centrífugas	64
Tabla 30 Continuación del Plan de mantenimiento preventivo en el sistema de bombeo de las bombas centrífugas	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación geográfica de la empresa a estudiar.....	5
Figura 2 Pilares de TPM	17
Figura 3 Metodología aplicada.	24
Figura 4 Sistema SAP aplicado por el departamento de mantenimiento de la empresa	29
Figura 5 Plantilla AMEF.....	30
Figura 6 Diagrama de flujo de la sala de jarabe.....	31
Figura 7 Diagrama de Ishikawa	33
Figura 8 Filtro UV	40
Figura 9 Diagrama de Pareto de los componentes del tablero de control	41
Figura 10 Tanques en la sala de jarabes.....	44
Figura 11 Diagrama de Pareto de los componentes en los tanques	45
Figura 12 Diagrama de Pareto de los componentes en las tuberías y accesorios.....	47
Figura 13 Grafica circular de la política de mantenimiento más representativa en la sala de jarabes	54

INTRODUCCIÓN

Los planes de mantenimiento preventivos sirven para proporcionar métodos que puedan garantizar que cualquier el producto o servicio funcionará de manera eficiente cuando su usuario lo necesite. Desde este punto de vista, esta teoría incorpora técnicas para determinar qué puede salir mal, qué se debe hacer para evitar que algo salga mal y, si algo sale mal, qué se debe hacer para que haya una rápida recuperación y consecuencias. son mínimos.

Entonces, garantizar un eficiente estado de los equipos tiene varios significados. Sin embargo, generalmente se asocia con la capacidad de un sistema para realizar con éxito una determinada función. Para medir cuantitativamente disponibilidad y confiabilidad de los equipos se utiliza una métrica probabilística, que enunciamos a continuación.

La disponibilidad y confiabilidad de un sistema es la probabilidad de que un sistema funcione sin fallas durante un período de tiempo determinado en condiciones específicas. Otra medida del rendimiento de un sistema es su disponibilidad, que refleja la proporción de tiempo que esperamos que esté operativo. La disponibilidad de un sistema es la probabilidad de garantizar la función deseada, es decir, la probabilidad de que el sistema sea normal en el tiempo t . La disponibilidad de un sistema es una función decreciente de la tasa de fallas y es una función creciente de la tasa de reparación.

La confiabilidad de un sistema depende principalmente de la calidad y confiabilidad de sus componentes y de la implementación y realización de un adecuado programa de inspección y mantenimiento preventivo. Las fallas, degradación y envejecimiento son características de cualquier sistema, sin embargo, es posible prolongar su vida útil y, en consecuencia, retrasar el período de desgaste realizando planes o programas de mantenimiento y monitoreo.

Este tipo de programas conlleva necesariamente gastos y por ello nos lleva a un problema de optimización del mantenimiento. La función principal del mantenimiento planificado es restaurar el equipo a la condición de "como nuevo"; Las inspecciones periódicas deben controlar la condición del equipo y ambas acciones asegurarán la disponibilidad del equipo. Para ello es necesario determinar:

1. Frecuencia de mantenimiento, sustituciones e inspecciones.
2. Reglas de sustitución de componentes.
3. Efecto de los cambios tecnológicos en las decisiones de reemplazo.
4. El tamaño del personal de mantenimiento.
5. Los niveles óptimos de inventario de repuestos.

Existen varias estrategias de mantenimiento; descritas y que naturalmente se enmarca en lo que se conoce como tareas de mantenimiento preventivo, la cual será el eje central del presente trabajo.

Debido a los estrictos estándares de producción y las regulaciones integrales de seguridad y medio ambiente, la empresa se esfuerza hoy en día por producir productos y servicios de alta calidad a bajos costos. Sin embargo, es imposible ignorar la presencia de fallas y mal funcionamiento de equipos o sistemas que interferirán con su eliminación y causarán accidentes con consecuencias negativas para las personas y los equipos. Por lo tanto, los programas y horarios de mantenimiento son esenciales en cualquier entorno empresarial, ya que se deben tomar medidas para reducir las tasas de fallas de las actividades y tareas de mantenimiento en las máquinas y equipos que las componen para reducir el tiempo de inactividad de la producción. tratar con él.

Ideando con ello estrategias orientadas a garantizar la disponibilidad de unidades destinadas a la producción, con el propósito de lograr un bajo índice de paradas forzadas. Entre estas tácticas se puede encontrar la aplicación del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, el cual busca garantizar la funcionalidad de los equipos teniendo como ventaja principal, optimizar de forma eficiente los procesos de producción y disminuir al máximo los posibles riesgos al personal, analizando con ello la causa-raíz que se puedan suscitar y se susciten, basándose en la aplicación de un mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo.

Por lo tanto, se deben desarrollar estrategias para asegurar la disponibilidad de los equipos y máquinas para garantizar la producción con el fin de lograr un bajo nivel de tiempo de inactividad obligatorio. Estas tácticas incluyen el uso de mantenimiento orientado en la prevención de fallas y paralizaciones, cuyo propósito es asegurar la funcionalidad de los sistemas, con la principal ventaja de optimizar eficazmente los procesos productivos y minimizar los posibles riesgos para el personal y así analizar la causa.

El propósito del presente trabajo es diseñar un plan de mantenimiento preventivo en la sala de jarabes de la empresa objeto de estudio, con la finalidad de mejorar dicho programa y garantizar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos presentes en la sala de jarabes mitigando las paralizaciones en la producción de este ingrediente.

Por lo tanto, el trabajo está dividido en 5 apartados, siendo el capítulo I la presentación del problema de estudio y los objetivos necesarios para la solución de este, el capítulo II se enfocó en la presentación de los principales referentes teóricos, para este trabajo se realizó una investigación englobando temas como, mantenimiento, estrategias, tipos de mantenimiento, instrumentos para estos programas, entre otros.

El capítulo III puso en detalle la metodología aplicada para el cumplimiento de los objetivos planteados, lo cual consistió principalmente en el diagnóstico inicial de los equipos, su clasificación según su nivel de criticidad y el diseño de las mejoras en sus tareas de mantenimiento.

El capítulo IV presentó los principales resultados luego de aplicar los métodos e instrumentos de investigación, lo que dio paso al diseño definitivo del plan de mantenimiento preventivo propuesto. Finalizando con las conclusiones y recomendaciones, donde se detallan los principales hallazgos y consejos para trabajos futuros.

CAPÍTULO I EL PROBLEMA

1.1. Antecedentes

La empresa embotelladora de bebidas ubicada en la ciudad de Guayaquil, en la actualidad posee una amplia gama de maquinarias que su gestión de mantenimiento es controlada por el sistema de mantenimiento SAP, donde están registrados los equipos con su respectivo historial de fallos.

Luego de analizar el plan de mantenimiento preventivo actual de la empresa, se evidencia que dicho plan requiere de actualizaciones y mejoras que se ajusten a los planes de producción, a fin de evitar paralizaciones inesperadas, comprometiendo la producción, además existen actividades las cuales no tienen relevancia en cuanto al desempeño, disponibilidad e incluso el tiempo medio de reparación y de fallas, de los equipos luego de aplicarse las tareas de mantenimiento.

Bajo este contexto se pudo constatar una deficiente planificación para el mantenimiento en los equipos de la sala de jarabes, esto se debe a que, las acciones preventivas y correctivas están conformadas por tareas simples que no repercuten en el funcionamiento de dichos equipos. Además, no existe una metodología actualizada para la gestión de mantenimiento por parte de la empresa.

En consecuencia, la falta de un plan de mantenimiento preventivo pone en riesgo la operatividad de la empresa objeto de estudio, además de representar fuertes gastos por mantenimiento correctivo, lo cual se puede convertir en un ciclo repetitivo puesto que, no existen medidas eficientes que puedan prevenir futuros fallos que puedan evitar los peligros en mención.

1.2. Justificación del problema

Para generar mayor competitividad en el mercado, muchas empresas se encuentran obligadas a rediseñar sus procesos con el principal objetivo de mejorar la producción. Bajo esta premisa, se hace más interesante y necesaria la planificación acerca de la gestión de mantenimiento, dado que, mantendrá en óptimas condiciones los equipos, evitando de esta manera interrumpir el proceso productivo. Situación adversa en la que se encuentra la empresa objeto de estudio dado que, a causa de un plan de mantenimiento deficiente y no actualizado existen una serie de fallos en la sala de jarabes generando paralizaciones en toda la producción, debido a que el jarabe se trata de uno de los componentes esenciales para la producción de bebidas carbonatadas e isotónicas. Debido a esto se plantea un plan de mantenimiento preventivo con el fin de aumentar la disponibilidad de los equipos en la sala de jarabes.

1.3. Grupo objetivo

Los principales beneficiarios del plan de mantenimiento preventivo propuesto será la empresa objeto de estudio dado que la disponibilidad de los equipos en la sala de jarabes no repercutirá en la producción de bebidas carbonatadas e isotónicas, siendo estas sus productos estrella.

Además, otro de los beneficiarios será el autor del presente trabajo, ya que, pondrá en práctica ante un problema real todo el conocimiento adquirido, permitiendo de esta manera autoevaluar su capacidad de respuesta frente a los eventos que se suscitan a diario dentro del departamento de mantenimiento.

1.4. Delimitación

1.4.1. Delimitación espacial

La delimitación espacial consiste en ubicar geográficamente el lugar en donde se realizará el proyecto técnico, bajo este contexto la empresa a estudiar se encuentra en el Km 9.5 vía a Daule en la ciudad de Guayaquil.

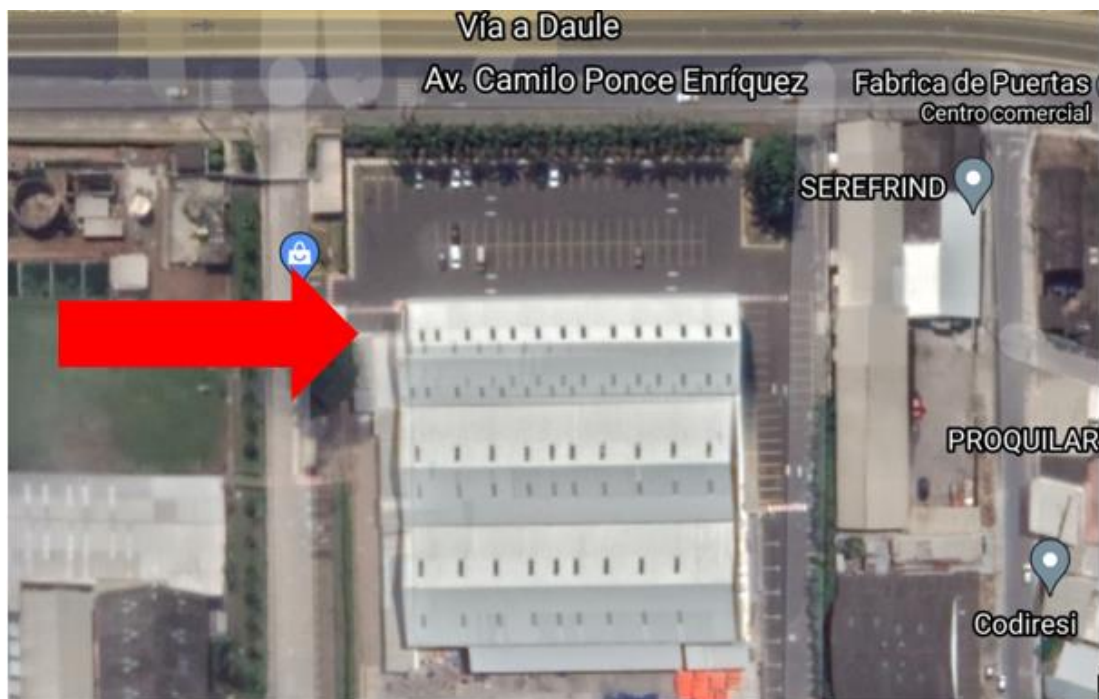


Figura 1 Ubicación geográfica de la empresa a estudiar
Fuente: Google Maps (2021)

1.4.2. Delimitación temporal

Para el desarrollo completo del presente proyecto técnico se estima un periodo de 4 meses mismo que está conformado desde la aprobación del tema hasta la presentación de la documentación final, los meses que comprende este periodo comienza desde mayo hasta el mes de septiembre del 2021.

1.4.3. Delimitación académica

Los conocimientos impartidos por las materias a lo largo de la carrera universitaria se detallan en esta sección, entre las materias esenciales para el desarrollo de este proyecto se tiene:

- Mantenimiento
- Gestión de proyectos
- Procesos de manufactura
- Técnicas de investigación

1.5. Definición del problema

Actualmente la empresa dispone de un plan de mantenimiento preventivo desactualizado respecto a las principales fallas que presentan los equipos dentro de la sala de jarabes en la actualidad, lo cual incide tanto en el desempeño de esta herramienta de prevención como en la disponibilidad de todos los equipos en esta área para lo cual es necesario analizar el plan de mantenimiento preventivo actual relacionarlas con las fallas actuales y generar un nuevo plan de mantenimiento que mitigue la presencia de estas fallas y averías.

1.5.1. Formulación del problema

¿Es posible mejorar la disponibilidad de los equipos presentes en la sala de jarabes mediante la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo en la empresa embotelladora de bebidas?

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General

Proponer un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los equipos de una línea de producción en la sala de jarabes en una empresa embotelladora de bebidas en la ciudad de Guayaquil.

1.6.2. Objetivos específicos

- Realizar un análisis de criticidad a los equipos de la línea de producción de la sala de jarabes en la empresa embotelladora de bebidas.
- Analizar los fallos presentes en la línea de producción de la sala de jarabes en la empresa embotelladora de bebidas.
- Proponer estrategias de mantenimiento preventivo a los equipos de la línea de producción de la sala de jarabes en la empresa embotelladora de bebidas.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Según los autores Franciosi, Lambiase y Miranda (2017), en su investigación titulada “Sustainable maintenance: a periodic preventive maintenance model with sustainable spare parts management” brindaron un modelo de mantenimiento preventivo periódico que establezca el período de mantenimiento óptimo para cada componente del sistema, lo que minimiza los costos convencionales, ambientales y sociales generados por las intervenciones de mantenimiento, además, esto integra el concepto de Economía Circular, eligiendo los repuestos más adecuados para utilizar en las actividades de mantenimiento desde una perspectiva sostenible. El modelo se aplicó en una parte de una planta de producción de pasta obteniendo un plan de mantenimiento, demostrando así los beneficios económicos, ambientales y sociales y confirma la necesidad de introducir consideraciones de sustentabilidad en los procedimientos de mantenimiento convencionales.

De acuerdo con los autores Guiras, Turki, Rezg y Dolgui (2019), en su proyecto titulado “Optimal maintenance plan for two-level assembly system and risk study of machine failure.” trataron sobre la optimización de la planificación del sistema de montaje en dos niveles compuesto por una sola máquina, inventarios en los niveles 1 y 2 para el mantenimiento de existencias de los componentes a ensamblar y producto final ensamblados asumiendo que la máquina procesa todas las operaciones de ensamblaje y está sujeta a fallas aleatorias. Se desarrolló un modelo matemático para incorporar una planificación de suministro para sistemas de ensamblaje de dos niveles bajo tiempos de entrega estocásticos y máquina de averías. Se lleva a cabo un plan de mantenimiento preventivo para reducir la frecuencia de las acciones de mantenimiento correctivo. Para considerar las acciones de mantenimiento, se realizan perfectamente acciones de mantenimiento preventivo para restaurar la máquina al estado “como nueva”, se considera reparación mínima en caso de falla dando como resultado la minimización del costo total, que es la suma del costo de mantenimiento de inventario para los componentes en los niveles 1 y 2, el costo de acumulación y el costo de mantenimiento de inventario para los productos terminados concluyendo que la planificación de mantenimiento óptima obtenida se utiliza en la evaluación de riesgos para encontrar el período de reparación umbral que evita la pérdida de beneficios.

La investigación realizada por los autores Zhao, He, Zhou, Zhang, Han, Li, y Wang (2021), titulada “Functional risk-oriented integrated preventive maintenance considering product quality loss for multistate manufacturing systems” demostraron que en las operaciones anormales antes de la avería de un sistema de fabricación multiestado, la pérdida de calidad del producto podría caracterizar sistemáticamente por adelantado el costo económico afectado. Sin embargo, pocos estudios han considerado los valiosos datos de pérdida de calidad, por tanto, propusieron un nuevo enfoque de optimización orientado al riesgo del mantenimiento integrado

considerando la pérdida de calidad del trabajo en proceso (WIP) obtenido del sistema de fabricación. El riesgo explícito se presenta por las desviaciones dimensionales de las características de calidad clave, mientras que el riesgo implícito se cuantifica por la influencia de los defectos de fabricación a nivel de componentes y sistemas en la fase de uso temprano del producto, además propusieron distintos niveles de acciones de mantenimiento y mediante esto obtuvieron el plan de mantenimiento preventivo integrado para todo el horizonte productivo minimizando la pérdida de calidad del producto y las inversiones en PM. Concluyeron que la combinación de decisión óptima se resuelve mediante un algoritmo genérico presentando de esta manera la estrategia de mantenimiento óptima para verificar la superioridad de este método a través del análisis de un sistema de fabricación de culatas.

2.2. Mantenimiento

El mantenimiento es el conjunto de actividades que se llevan a cabo para mantener un sistema en condiciones en las que pueda realizar su función (Hooi & Leong, 2017). Muy a menudo, estos sistemas son incorporados al sistema de producción donde los resultados son productos y / o servicios. Se pueden realizar algunos trabajos de mantenimiento durante la producción y otros durante las paradas de producción habituales en las noches, los fines de semana y los días festivos. Sin embargo, en muchos casos las unidades de producción deben cerrarse por mantenimiento (Allali, 2017). Esto puede generar tensiones entre los departamentos de producción y mantenimiento de una empresa. Por un lado, el departamento de producción necesita mantenimiento para el bienestar a largo plazo de sus equipos, por otro lado, conduce al cierre de las operaciones y la pérdida de producción. Será evidente que ambos pueden beneficiarse del apoyo a la toma de decisiones basado en modelos matemáticos.

Esta relación existe de varias formas. En primer lugar, al planificar el mantenimiento, es necesario tener en cuenta la producción. En segundo lugar, el mantenimiento también puede verse como un proceso de producción que debe planificarse y, finalmente, se pueden desarrollar modelos integrados para el mantenimiento y la producción

El mantenimiento está relacionado con la producción de varias formas. Primero, el mantenimiento está destinado a permitir la producción, pero para ejecutar el mantenimiento, la producción a menudo debe detenerse (Julca, 2018). Por tanto, este efecto negativo debe tenerse en cuenta en la planificación y optimización del mantenimiento, el cual se presenta específicamente en el cálculo del costo del tiempo de inactividad y en el mantenimiento de oportunidades.

En segundo lugar, el mantenimiento también puede verse como un proceso de producción que debe planificarse. La planificación a este respecto implica determinar los niveles adecuados de capacidad (por ejemplo, mano de obra) en relación con la

demanda. En tercer lugar, se ocupa de la planificación de la producción en la que se deben tener en cuenta los trabajos de mantenimiento.

La cuestión es que los trabajos de mantenimiento reducen la capacidad de producción y, por lo tanto, deben planificarse junto con la producción. El mantenimiento debe realizarse debido a una falla o porque la calidad de los artículos producidos no es lo suficientemente alta. En esta tercera categoría también se considera la planificación integrada de producción y mantenimiento. La relación entre mantenimiento y producción también está determinada por el sector empresarial, se Considera que los siguientes sectores: ferrocarriles, carreteras, aerolíneas y mantenimiento de sistemas eléctricos (Fernandez & Moscoso, 2021).

2.2.1. Desarrollo de filosofías de mantenimiento.

Las técnicas de gestión del mantenimiento han pasado por un importante proceso de metamorfosis en los últimos años. Hoy en día, el avance del mantenimiento ha sido provocado por el aumento de la complejidad en los procesos de fabricación y variedad de productos, la creciente conciencia del impacto del mantenimiento en el medio ambiente y la seguridad del personal, la rentabilidad del negocio y la calidad de los productos (Hernández, Laverde, & Portillo, 2017). Hay un cambio de paradigma en la implementación de estrategias de mantenimiento como el mantenimiento basado en condiciones (CBM) y el mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), por último, se ha enfatizado el mantenimiento basado en riesgos (RBM).

2.2.1.1. Primera generación

La primera generación pertenece típicamente a la época anterior a la Segunda Guerra Mundial. Las industrias no estaban muy mecanizadas. Los equipos eran sencillos y rediseñados, lo que los hacía fiables y fáciles de reparar. Las máquinas se hicieron funcionar hasta que se averiaron y no había forma de predecir las fallas (Fernández, 2018). Las prácticas típicas de mantenimiento fueron (i) mantenimiento básico y de rutina, (ii) servicio de avería reactiva (repararlo cuando se rompiera) y (iii) mantenimiento correctivo

2.2.1.2. Segunda generación

La segunda generación pertenece al período comprendido entre la Segunda Guerra Mundial y finales de la década de 1970. Las industrias se vuelven más complejas con una gran dependencia de las máquinas. El costo de mantenimiento se volvió más alto que otros costos operativos relativos (Larrea, y otros, 2018). Las políticas de mantenimiento adoptadas fueron (i) mantenimiento preventivo planificado, (ii) mantenimiento basado en tiempos y (iii) sistema de planificación y control de obra. Sin embargo, esta generación fue criticada por imponer con frecuencia tratamientos innecesarios, que interrumpieron las operaciones normales y también indujeron fallas debido a operaciones perdidas.

2.2.1.3. Tercera generación

Las estrategias de mantenimiento dentro de 1980 y 2000 se denominan políticas de tercera generación. Según Cooke (2003) esta generación se caracterizó típicamente por (i) un crecimiento continuo en la complejidad de la planta, (ii) un uso acelerado de la automatización, (iii) un sistema de producción justo a tiempo, (iv) una creciente demanda de estándares de calidad de producto y servicio y (v) más estricta La legislación sobre la calidad del servicio de mantenimiento basado en condiciones (CBM), mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) y gestión de mantenimiento asistido por computadora se adoptaron para el mantenimiento durante este período

2.2.1.4. Generación actual

En la década de 1990, las metodologías de inspección y mantenimiento basadas en riesgos comenzaron a surgir y a ganar popularidad después del 2000. Esta generación se caracteriza en gran medida por el inicio de la inspección y el mantenimiento basados en riesgos, además de RCM y CBM. Hasta el año 2000, el mantenimiento y la seguridad se consideraban actividades separadas e independientes. Varios autores sugirieron que un enfoque integrado que incorpore mantenimiento y seguridad es el medio apropiado para optimizar la capacidad de la planta, ya que la seguridad y el mantenimiento no son funciones mutuamente excluyentes (Raouf, 2004).

El objetivo general del proceso de mantenimiento es aumentar la rentabilidad de la operación y optimizar el costo total del ciclo de vida sin comprometer la seguridad o los problemas ambientales. Para Raouf (2004) la planificación de la inspección y el mantenimiento basada en el análisis de riesgos minimiza la probabilidad de falla del sistema y sus consecuencias. Ayuda a la dirección a tomar decisiones correctas con respecto a la inversión en mantenimiento y campos relacionados.

2.2.2. Tipos de mantenimiento

2.2.2.1. Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo es una tarea de mantenimiento que se realiza para identificar y rectificar la causa de fallas de un sistema fallado (Depestre, 2012). El equipo de ingeniería tiene muchos componentes y modos de falla, y su mecanismo de falla es muy complicado. La falla a nivel del sistema puede ocurrir debido a fallas de cualquier subsistema / componente. Por lo tanto, el síntoma de falla del equipo puede ser causado por una causalidad multinivel de fallas latentes.

2.2.2.2. Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo se refiere al mantenimiento de rutina regular para ayudar a mantener el equipo en funcionamiento, evitando tiempos de inactividad no planificados y costos elevados por fallas imprevistas del equipo (Sánchez, 2017). Requiere una planificación y programación cuidadosas del mantenimiento del equipo

antes de que haya un problema real, así como el mantenimiento de registros precisos de las inspecciones anteriores y los informes de servicio. La gestión preventiva puede resultar muy compleja, especialmente para empresas con mucho equipamiento.

2.2.2.3. *Mantenimiento predictivo*

El mantenimiento predictivo es un tipo de mantenimiento que relaciona una variable física con el desgaste o el estado de una máquina (Selcuk, 2017). El mantenimiento predictivo se basa en la medición, seguimiento y monitorización de parámetros y condiciones de funcionamiento de un equipo o instalación. Para ello, se definen y gestionan los valores de pre-alarma y actuación de todos los parámetros que se consideran necesarios para medir y gestionar.

2.3. **Mantenimiento preventivo**

El mantenimiento preventivo (MP) se introdujo en la década de 1950, después del reconocimiento de la necesidad de prevenir fallas (Li, Wang, & Lin, 2021). Como alternativa al mantenimiento correctivo, la MP se ha adoptado para tecnologías emergentes ya que estos sistemas son generalmente más complejos que los basados en el uso de herramientas manuales.

El principio básico de un sistema de MP es que implica tareas de mantenimiento predeterminadas que se derivan de las funcionalidades de la máquina o del equipo y la vida útil de los componentes. En consecuencia, se planifican tareas para cambiar componentes antes de que fallen y se programan durante paradas o paradas de la máquina. Mientras tanto, el mantenimiento predictivo (MPd) es un avance en MP y comúnmente involucra sistemas de monitoreo de condición (Sánchez, 2017). En MPd, las fallas repetitivas o de alto riesgo se estudian utilizando datos históricos que detallan las ocurrencias de fallas operativas de una máquina y luego se realiza el mantenimiento durante su operación, según la condición del componente monitoreado (Pérez, Zacatenco, & Álvarez, 2019). En resumen, MP y MPd son enfoques de mantenimiento proactivo y tienen objetivos similares, pero PM se realiza cuando una máquina se detiene, mientras que MPd se realiza mientras una máquina continúa en funcionamiento.

Según Vera (2019), el MP se realiza desde dos perspectivas, que se conocen como la gerencial y la operativa. La perspectiva gerencial se refiere al apoyo a la toma de decisiones que facilita el análisis de datos. Las entradas para la perspectiva gerencial incluyen la determinación de los objetivos de MP, la planificación para realizar acciones de mantenimiento y los métodos involucrados en la solución de cualquier problema que ocurra con respecto a MP, así como el desempeño de los sistemas. La perspectiva gerencial también se conoce como un proceso externo, ya que basa las decisiones en la historia y el análisis previo a la ejecución de las acciones de MP. Mientras tanto, la perspectiva operativa se refiere a la ejecución de acciones de mantenimiento con el fin de mantener la capacidad de un sistema para realizar sus funciones previstas (de la Cruz, Nápoles, González, Morales, & Morales, 2017). Esta

perspectiva es un proceso interno que consta de aspectos técnicos mediante los cuales se lleva a cabo la MP con base en insumos al proceso externo.

Ambas perspectivas que anteceden el MP son cruciales para asegurar su efectividad y eficiencia. Sin embargo, la perspectiva gerencial juega el papel más importante en la planificación y determinación de soluciones adecuadas y factibles antes de llevar a cabo el MP para que cumpla con sus objetivos. Esto se debe a que, sin una planificación adecuada, la ejecución de las acciones de MP podría afectar el sistema u otros sistemas que luego pueden requerir acciones de planificación adicionales (Tacca, 2018). Por lo tanto, se debe prestar mayor atención a la planificación como la clave para conectar las perspectivas gerencial y operativa. Con la ayuda de la planificación, el MP se puede dirigir de una manera estructurada y sistemática para monitorear y aumentar la vida útil de un sistema.

2.3.1. Plan de mantenimiento preventivo

En el contexto del mantenimiento, la planificación abarca las actividades que se llevan a cabo con la ayuda de todos los recursos de mantenimiento, como los requisitos de materiales, los requisitos de mano de obra, las asignaciones de tiempo y las referencias técnicas relacionadas con los equipos, que se determinan y preparan antes del desempeño de una tarea (Upasani, Bakshi, Pandhare, & Lad, 2017). En otras palabras, sin una planificación adecuada, se producirán procedimientos inconsistentes y poco confiables, lo que puede conducir a interrupciones en la producción. Por lo tanto, la planificación adecuada es básicamente la preparación para realizar las tareas de mantenimiento necesarias de manera prioritaria haciendo referencia a los recursos, la información y el cronograma requeridos.

Como el MP es una de varias políticas de mantenimiento, es pertinente para esa planificación de mantenimiento que requiere una estrategia a largo plazo para ejecutar acciones de mantenimiento dentro de un intervalo predeterminado. Esto asegura que un sistema continúe cumpliendo su función prevista (Basri, Razak, Ab-Samat, & Kamaruddin, 2017). El alcance de la planificación de MP cubre todos los aspectos de MP que deben integrarse con la planificación para ayudar a la toma de decisiones, en los casos de acciones a tomar y el desempeño del sistema a monitorear y mejorar. La planificación de MP también es una característica de la perspectiva de gestión que requiere que se consideren objetivos, planificación y métodos antes de la ejecución de MP en un sistema (Begazo, 2019). Desde la perspectiva gerencial, el proceso de desarrollo de la planificación de MP requiere la incorporación de la política y la planificación de MP para asegurar que las acciones de MP se realicen de una manera probada y estandarizada. La importancia de tener objetivos, planificación y métodos adecuados es proporcionar una mejor comprensión y pautas adecuadas para facilitar el proceso de desarrollo y mejora de la planificación de MP.

Como parte del concepto de planificación, el propósito se describe como el objetivo o meta que se pretende al realizar la planificación de MP. La razón para establecer

objetivos significativos antes de la ejecución de la planificación de MP es acotar y enfocar el estudio y orientar la recopilación de información relacionada. Significativamente, la planificación de MP se describe como una ayuda para la toma de decisiones para determinar cualquier acción que se deba tomar en función del resultado u objetivo a lograr a partir de la planificación realizada en relación con los problemas experimentados en el entorno de mantenimiento.

Desde la perspectiva operativa antes mencionada, en la que la gestión de proyectos consiste en operaciones técnicas, la ejecución de la gestión de proyectos se asocia frecuentemente con una amplia gama de cuestiones. Estos problemas se consideran problemas técnicos que tienen lugar en la planta de producción y que afectarían los procesos de producción y el mantenimiento de la calidad. Se han destacado varios problemas en términos de MP y sus sistemas relacionados, como el tiempo de inactividad del sistema, el deterioro del sistema, las acciones de PM imperfectas, la estimación incorrecta del tiempo para MP, el número insuficiente de personal de mantenimiento y la falta de disponibilidad del sistema (Ramos, 2018). Por lo tanto, los problemas que se han destacado han llamado la atención de los investigadores que desean resolverlos estableciendo objetivos a alcanzar antes de realizar cualquier solución real de problemas.

2.4. Mantenimiento Productivo Total (TPM)

El mantenimiento productivo total (TPM) es una estrategia que opera de acuerdo con la idea de que todos en una instalación deben participar en el mantenimiento, en lugar de solo el equipo de mantenimiento (Muganyi & Mbohwa, 2017). Este enfoque utiliza las habilidades de todos los empleados y busca incorporar el mantenimiento en el desempeño diario de una instalación.

TPM enfatiza el mantenimiento proactivo y preventivo para maximizar la eficiencia operativa de los equipos. Desdibuja la distinción entre las funciones de producción y mantenimiento al poner un fuerte énfasis en capacitar a los operadores para que ayuden a mantener sus equipos.

La implementación de un programa de TPM crea una responsabilidad compartida por los equipos que fomenta una mayor participación de los trabajadores de la planta. En el entorno adecuado, esto puede ser muy eficaz para mejorar la productividad (aumentar el tiempo de actividad, reducir los tiempos de ciclo y eliminar defectos). Antes de analizar más de cerca cómo implementar TPM, vale la pena explicar exactamente qué significa el mantenimiento productivo total. TPM es una metodología para dar servicio y mejorar los sistemas de fabricación y calidad, y el término fue acuñado en 1961 por la empresa japonesa Nippon Denso, un proveedor de la industria automotriz (Narro & Valverde, 2019).

Su principio subyacente es la mejora continua: mejora continua de los procesos de producción a través del mantenimiento autónomo y planificado de maquinaria crítica

para el negocio. Para Narro y Valverde (2019) el TPM se aplica a toda una organización, pero se centra en particular en varias áreas clave:

1. Intenta optimizar la disponibilidad de la maquinaria a través de una combinación de mantenimiento curativo, preventivo y correctivo para lograr la mayor efectividad general del equipo (OEE) posible. Lograr esto permite que la maquinaria funcione con el máximo rendimiento y niveles de calidad.
2. TPM adopta la idea de que todos los miembros de la empresa son responsables del mantenimiento de la maquinaria. Se anima activamente a todos los empleados a participar y sugerir ideas para mejoras y se les informa sobre las consecuencias del tiempo de inactividad de la maquinaria ("pérdidas").
3. TPM traduce esta "filosofía de participación" al despliegue de equipos pequeños y multidisciplinarios de personal bien capacitado, por ejemplo, operadores y técnicos de mantenimiento, servicio y reparación. Todas las tareas están estandarizadas para garantizar una variación mínima.

2.4.1. Pilares de TPM

2.4.1.1. Enfoque en las mejoras

El primer gran pilar del TPM es tener una prioridad clara: mejorar, mejorar y mejorar continuamente. Sólo puede evitar la pérdida de equipos, mano de obra, materias primas y energía cuando todo el equipo comparte esta visión (Dominguez & Rincon, 2019). Es importante que todos se reúnan para identificar los problemas, estén dispuestos a probar nuevos métodos y sean proactivos en la mejora de los procesos.

2.4.1.2. Autonomía

La autonomía es el segundo gran pilar del TPM, en el que cada miembro del equipo es un agente de mantenimiento. Cada uno tiene la autonomía para cuidar de la limpieza, la inspección y el mantenimiento de los equipos y activos en los que trabaja (Cotrina, 2020). Esto hace que cada equipo esté limpio y mantenido, ayuda a detectar fallos de manera temprana, y permite que los técnicos de mantenimiento se encarguen de las tareas más pesadas.

2.4.1.3. Gestión de calidad

Uno de los grandes objetivos del TPM es producir con cero defectos. Algo que, sin duda, también se asocia con una gran satisfacción del cliente. Por lo tanto, la gestión de la calidad y la implementación de procesos internos para detectar fallos son otro de los pilares del TPM (Méndez & Rodriguez, 2017). Se recomienda que se apliquen herramientas de análisis de la causa raíz para encontrar el origen de los principales defectos y cortar estos problemas casi literalmente de raíz.

2.4.1.4. *Mantenimiento planificado*

El mantenimiento planificado, ya sea el mantenimiento correctivo programado o el mantenimiento preventivo, es la mejor manera de evitar el downtime y las paradas imprevistas (Dominguez & Rincon, 2019). Mantener todos los activos en funcionamiento es esencial para asegurar la calidad del servicio y evitar las quejas de los clientes y las no conformidades en la asistencia técnica. El mantenimiento programado que obliga a parar el equipo debe hacerse en horas que no perjudiquen el funcionamiento normal de la empresa.

2.4.1.5. *Gestión de nuevos equipos*

La gestión de nuevos equipos es otro pilar para el éxito de una estrategia de TPM. La experiencia adquirida a lo largo del tiempo debe ser determinante a la hora de comprar nuevos equipos o desarrollar nuevos productos para facilitar el mantenimiento (Bavarsad, Mehrabi, & Gangi, 2020)

2.4.1.6. *Formación continua*

Invertir en la educación y formación continua de cada empleado es otro pilar del TPM. De lo contrario, no podrán ocuparse del mantenimiento rutinario ni identificar posibles fallos. Para que la estrategia funcione, es esencial que cada uno tenga un conocimiento básico de cómo funcionan los activos que utilizan a diario (Méndez & Rodriguez, 2017). Además, como la tecnología también evoluciona, la formación continua es esencial para que tus técnicos conozcan los nuevos modelos de equipos y estén siempre al día con las mejores prácticas y la vanguardia de la industria.

2.4.1.7. *Higiene y seguridad en el trabajo*

Otro objetivo del TPM es evitar los accidentes de trabajo: cero accidentes, cero contaminaciones y cero burnouts. Una buena gestión del mantenimiento no sólo previene los accidentes de trabajo durante el mantenimiento en sí, sino que también contribuye al bienestar de todos los trabajadores (Cotrina, 2020).

2.4.1.8. *TPM a nivel administrativo*

El último de los 8 pilares del TPM es aplicar estos mismos principios a nivel administrativo. Es decir, no todo depende de los trabajadores ya que incluso los directivos pueden adoptar una filosofía basada en la proactividad y la mejora continua de los procesos, de la logística y hasta de la planificación de tareas (Begazo, 2019).

Tabla 1

Cuadro de resumen de los ocho pilares del TPM

Pilares del TPM	Descripción	Ventajas
1. Enfoque en las mejoras	Es un enfoque para la mejora de procesos operativos que se basa en la necesidad de revisar continuamente las operaciones de los problemas, la reducción de costos oportunidad, la racionalización, y otros factores que en conjunto permiten la optimización.	Se concentra el esfuerzo en ámbitos organizativos y de procedimientos puntuales.
2. Mantenimiento Autónomo	Manos a los operadores de equipos responsables de realizar el mantenimiento básico de equipo	Los operadores se sienten responsables de sus máquinas; el equipo se vuelve más de confianza
3. Gestión de calidad	Calidad arraigada en el equipo para reducir defectos	Reducción de defectos y consecuente mejora de beneficios
4. Mantenimiento planificado	Mantenimiento programado utilizando la histórica tasa de fallas del equipo	El mantenimiento se puede programar cuando las actividades de producción son pocas
5. Gestión de nuevos equipos	Diseño de nuevos equipos realizando evaluaciones de lo aprendido de actividades previas de TPM	El nuevo equipo se completa el potencial en un período más corto
6. Formación continua	Uso de equipos multifuncionales para actividades de mejora	Mejora la resolución de problemas, capacidades de los trabajadores
7. Higiene y seguridad en el trabajo	Reducción de la brecha de habilidades y conocimientos mediante la formación de todos los trabajadores	Los empleados adquieren las habilidades necesarias para permitirles resolver los problemas dentro de la organización
8. TPM a nivel administrativo	Difusión de los principios a la administración y funciones dentro de una organización	Las funciones de soporte comprenden el beneficio de estas mejoras

Elaborado por: Valeria Vélez

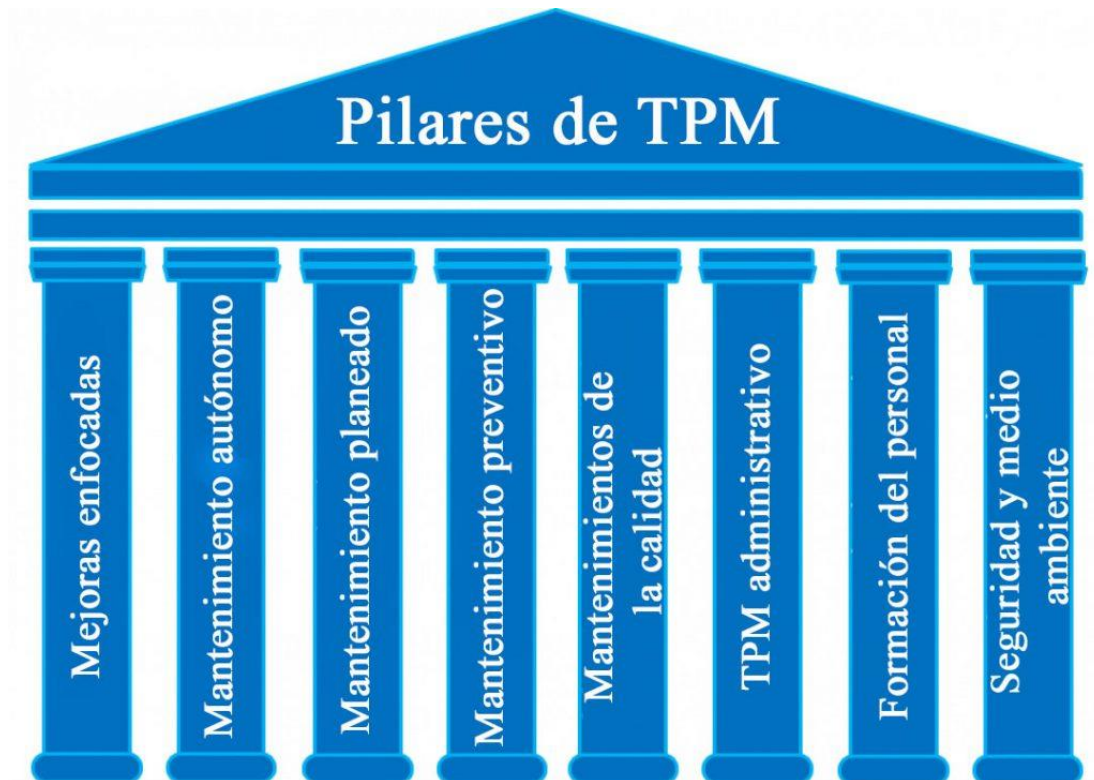


Figura 2 Pilares de TPM
Fuente: BSG Institute (2021)

2.5. Análisis de criticidad

El análisis de criticidad se define como el proceso de asignar a los activos una calificación de criticidad en función de su riesgo potencial. El riesgo se define como "el efecto de la incertidumbre sobre los objetivos", de acuerdo con la norma ISO 31000: 2009 sobre la Gestión de riesgos. Dado que no se puede cuantificar realmente, el riesgo, en este caso, se considera como todas las formas posibles en que los activos pueden fallar y los efectos que esa falla puede tener en el sistema y la operación en su conjunto (Flores, Medina, Vargas, & Vinueza, 2020). Dado esto, el análisis de criticidad está estrechamente relacionado con un análisis de modos y efectos de falla (AMEF) y un análisis de modos, efectos y criticidad de falla (AMECF), que se discutirán más adelante. Una vez que se ha realizado un análisis de criticidad, generalmente se realiza un AMEF en el 20 % superior de los activos más críticos.

Realizar un análisis de criticidad para priorizar los activos para un plan de mantenimiento productivo total (TPM), un programa de monitoreo basado en condiciones o un análisis de la causa raíz en equipos de alta prioridad. La criticidad juega un papel en casi todos los tipos de mantenimiento (López, 2019). Todo se reduce al riesgo y lo que hace que cada equipo sea crítico. El análisis de criticidad le permite comprender los riesgos potenciales del activo que podrían afectar su operación. Garantiza que la confiabilidad se mire desde una lupa basada en el riesgo en lugar de la opinión de cada persona.

- Impacto en el cliente
- Impacto en la seguridad y el medio ambiente
- Capacidad para aislar fallas de un solo punto
- Historial de mantenimiento preventivo (MP)
- Historial de mantenimiento correctivo
- Tiempo medio entre fallos
- Plazo de entrega de repuestos
- Probabilidad de falla

Debido a que el modelo de criticidad se ocupa de múltiples áreas de una organización, un análisis de criticidad debe ser un esfuerzo de toda la empresa. La inclusión de departamentos que se ocupan de operaciones, ingeniería, mantenimiento, adquisiciones y salud y seguridad garantiza que el análisis considere todas las funciones de la operación en su conjunto (Galoso, 2020). Debe comprender que el riesgo se puede definir de manera diferente en varios equipos. Tener un equipo diverso que proporcione información ayuda con la subjetividad de la asignación de riesgos.

2.6. Análisis de Modo y Efecto de Fallas (AMEF)

Análisis del Modo y Efectos de Fallas (AMEF) es actualmente la técnica más utilizada para el análisis de riesgos. El análisis de riesgos es una actividad humana muy natural. Como ejemplo, cuando se conduce un automóvil, usted hace continuamente una evaluación de los riesgos y ajusta su comportamiento si los riesgos aumentan o disminuyen (Fernandez J. M., 2019). El análisis de riesgos sigue siendo una parte esencial de nuestro negocio. Analizamos rutinariamente situaciones y tomamos medidas para minimizar los riesgos posibles de la empresa. AMEF es un método efectivo para diseñar y producir análisis de riesgo. Se examinan los procesos de diseño y fabricación, e identifican oportunidades para las deficiencias y defectos que pueden conducir a la insatisfacción del cliente. El AMEF proporciona una herramienta para capturar todo este conocimiento de una manera estructurada, y ofrece posibilidades de tomar medidas que reduzcan el riesgo de un cliente decepcionado al mínimo.

2.6.1. Tipos de AMEF

Según el autor Urbina y otros (2020) detallan cuatro tipos de AMEF:

- **Productos:** El AMEF aplicado a un producto sirve como herramienta predictiva para detectar posibles fallas en el diseño, aumentando las probabilidades de anticiparse a los efectos que pueden llegar a tener en el usuario o en el proceso de producción.
- **Procesos:** El AMEF aplicado a los procesos sirve como herramienta predictiva para detectar posibles fallas en las etapas de producción, aumentando las probabilidades de anticiparse a los efectos que puedan llegar a tener en el usuario o en etapas posteriores de cada proceso.

- **Sistemas:** El AMEF aplicado a sistemas sirve como herramienta predictiva para detectar posibles fallas en el diseño del software, aumentando las probabilidades de anticiparse a los efectos que pueden llegar a tener en su funcionamiento.
- **Otros:** El AMEF puede aplicarse a cualquier proceso en general en el que se pretendan identificar, clasificar y prevenir fallas mediante el análisis de sus efectos, y cuyas causas deban documentarse

2.6.2. Análisis de criticidad: bajo el enfoque del AMEF

La parte de AMEF de este enfoque de criticidad implica definir el sistema, construir los límites del sistema y los diagramas de parámetros, identificar los modos de falla, analizar los efectos de la falla, determinar las causas raíz de los modos de falla y proporcionar los resultados al equipo de diseño. De acuerdo con Lipol y Haq (2011) porción Análisis de Modos y Efectos Críticos de Fallas (AMECF) incluye transferir todo lo aprendido del AMEF al AMECF, clasificar los efectos de fallas por gravedad, realizar cálculos de criticidad, clasificar la criticidad del modo de falla y determinar los elementos de mayor riesgo, tomar acciones para mitigar fallas y documentar el riesgo restante, y dar seguimiento a efectividad de la acción de corrección.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo de estudio

Para este trabajo se desarrolló una investigación de tipo descriptiva.

La investigación descriptiva es un tipo de investigación que proporciona una descripción en profundidad del fenómeno o la población en estudio. Adicionalmente, enfatiza qué tipo de pregunta se debe hacer en el estudio de investigación. La investigación descriptiva proporciona la respuesta a la parte "qué" de una investigación y no responde a las preguntas por qué / cuándo / cómo. En este sentido, este tipo de estudio es una opción adecuada si desea conocer las tendencias de un campo en particular o la frecuencia de un evento (Mishra & Alok, 2017).

Con base en lo anterior, este tipo de investigación descriptiva tiene como objetivo determinar los equipos en el área, sus especificaciones, funciones y uso para desarrollar un plan de mantenimiento que se cumpla de forma periódica y que se ajustará de acuerdo a su trabajo. En este marco, la investigación se fundamentó en la investigación de carácter proyectiva, debido a que está basada en propuestas, planes, programas o refinamientos de modelos como soluciones a las necesidades de un problema o área específica.

De igual forma, a partir de los equipos críticos obtenidos como resultado de la investigación, se revisan los procedimientos, catálogos, instructivos y manuales de equipos para recolectar información detallada sobre las características y capacidad de trabajo del equipo para intervenir en el lugar de estudio. De acuerdo con esto y el método de recolección de datos, los hechos se presentan tal como son sin manipular de la información observada, lo que significó un diseño de estudio no experimental de acuerdo con la investigación de campo.

Del mismo modo, debido a que su propósito está relacionado con la resolución de problemas, el tipo de investigación basada en ese propósito es un proyecto viable. Como su nombre lo indica, un proyecto viable se utiliza para determinar la viabilidad de una idea, como asegurar que un proyecto sea legal y técnicamente factible, así como económicamente justificable para la solución de un problema (Mesly, 2017).

3.2. Unidad de análisis

La unidad de análisis del presente trabajo se enfoca en el equipamiento que se encuentra en las zonas de jarabe simple y terminado de la empresa embotelladora de refrescos. Se realizó un análisis de criticidad para categorizar los equipos de la zona y crear un plan de mantenimiento que satisfaga las necesidades de la entidad, como se muestra en la siguiente tabla, las máquinas para el respectivo análisis:

Tabla 2
Equipos de las salas de jarabe simple y terminado

Sala	Función	Equipo
Jarabe simple	Almacenamiento	Tanque de jarabe simple #1
		Tanque de jarabe simple #2
	Bombeo	Bomba envío tanque jarabe simple #1
		Bomba envío tanque jarabe simple #2
	Disolución	Elevador de sacos de azúcar
		Tolva de azúcar
		Disolutor
		Tanque de Mezcla
	Filtración	Filtro uv jarabe
		Filtro #1
	Enfriamiento	Intercambiador preparación
	Fuerza y control	Sistema eléctrico
Tubería y accesorios	Intercambiador de calor	
Jarabe terminado	Bombeo	Bomba producto L1
		Bomba producto L2
		Bomba jarabe terminado #1
		Bomba jarabe terminado #2
		Bomba jarabe terminado #3
		Bomba jarabe terminado #4
		Bomba jarabe terminado #5
		Bomba jarabe terminado #6
		Bomba jarabe terminado #7
		Bomba jarabe terminado #8
		Bomba preparación tropical
	Fuerza y control	Sistema eléctrico
	Maduración	Tanque jarabe terminado #1
		Tanque jarabe terminado #2
		Tanque jarabe terminado #3
		Tanque jarabe terminado #4
		Tanque jarabe terminado #5
		Tanque jarabe terminado #6
		Tanque jarabe terminado #7
		Tanque jarabe terminado #8
	Tubería y accesorios	Tuberías y accesorios

Elaborado por: Valeria Vélez.

3.3. Técnicas para la recopilación de información

La recopilación de datos es un proceso metódico de recopilación y análisis de información específica para ofrecer soluciones a preguntas relevantes y evaluar los resultados. Se centra en descubrir todo lo que hay sobre un tema en particular. Los datos se recopilan para someterlos a pruebas de hipótesis que buscan explicar un fenómeno. A continuación, se describen las técnicas utilizadas para el presente estudio:

3.3.1. Observación directa

La observación directa, también conocida como estudio observacional, es un método de recopilación de información evaluativa en el que el evaluador observa al sujeto en su entorno habitual sin alterar ese entorno. La observación directa se utiliza cuando otros procedimientos de recopilación de datos, como encuestas, cuestionarios, etc., no son efectivos; cuando el objetivo es evaluar un proceso, evento o situación de comportamiento en curso; o cuando hay resultados físicos que se pueden ver fácilmente (Hennink, Hutter, & Bailey, 2020).

Con esta técnica, se conoció el área bajo investigación para determinar la profundidad de la investigación que se debe efectuar, y también se contrastó el estado actual de los equipos para determinar si se estaban realizando sus actividades específicas. Las características correspondientes utilizadas para esto para mantener un registro de lo que se observa son fichas de observación como soporte para la recopilación información. De manera similar, utilizando esta técnica, se alcanzó completar una lista de verificación para el equipo en la sala.

3.3.2. Investigación documental

La investigación documental es aquella que utiliza documentos personales y oficiales como material de origen. Los documentos pueden incluir cosas como periódicos, diarios, sellos, directorios, folletos, mapas, publicaciones estadísticas gubernamentales, fotografías, pinturas, discos de gramófono, cintas y archivos de computadora (Merriam & Grenier, 2019).

Con esta técnica se realiza el inventario de área, se identifica el equipo instalado por su plano y como se han distribuidos, y si los mismos han sido actualizados, es decir, se representa gráficamente lo observado en la sala de preparación. Adicionalmente, se utilizaron las órdenes para dar mantenimiento a los equipos como otra fuente documental. Esto también se ve integrado con los reportes diarios de los supervisores del área para conocer los eventos ocurridos en la sala de elaboración del jarabe

Finalmente, se utilizó un cuestionario en la unidad de análisis que este implicado en el mantenimiento de los equipos. En este sentido, se asignaron indicadores de criticidad para clasificar los equipos y finalmente, completado el análisis se realizan los chequeos a los manuales proporcionados.

3.4. Fases metodológicas

El presente trabajo de investigación se desarrolla en las siguientes fases:

- **Recopilación de información del equipo:** esta fase reside en compilar los datos de producción realizados en cada máquina en las áreas de jarabe simple y terminado y analizar los datos obtenidos para identificar las principales fallas que existen.
- **Contexto operativo:** Al recopilar información, es fundamental considerar el contexto operativo para interpretar y mejorar la confiabilidad operativa. Esto no solo tiene un impacto significativo en la funcionalidad de la máquina, sino que también compromete que pueden ocurrir durante la producción de jarabe de refresco.
- **Funciones:** Es necesario considerar las funciones primarias y secundarias de cada máquina, así como su orden e impacto durante el proceso de elaboración de los jarabes simples y terminados. Los operadores deben realizar tareas de control y registrar cada accidente durante el proceso para mantener registros y usarlos para crear planes de mantenimiento.
- **Fallas funcionales:** Consiste en una pérdida total o parcial de la funcionalidad de la máquina. Para registrar estas fallas, se elaboró un plan de control en el que se registró en el sistema cada corte de producción.
- **Modos y causas de falla:** Intenta establecer la causa del tipo de falla reconocida, como suciedad, desgaste, funcionamiento inadecuado o lubricación deficiente.
- **Efectos de la falla:** La amenaza que representa la falla identificada debe definirse en detalle para evitar la seguridad y el impacto ambiental durante la producción de jarabe.
- **Evaluación de defectos:** Para la evaluación, se crea información detallada sobre todas las fallas que han ocurrido y que pueden ocurrir en el equipo de la línea de producción de jarabe en el futuro. También debe continuar grabando e incluir cualquier falla que esté ocurriendo y que no se han tomado en cuenta.
- **Gestión de Recomendaciones:** Está muy relacionado con el registro de requisitos y valoraciones por parte del equipo de inspección y los datos registrados en la empresa para establecer la solución a los problemas encontrados, ya sea correctiva o preventiva.
- **Medición del desempeño:** La implementación exitosa de un plan de mantenimiento depende básicamente de los empleados de producción y mantenimiento del área de producción del jarabe. Por lo tanto, se debe prestar especial atención al proceso de implementación y capacitación del personal que participa en esta etapa.

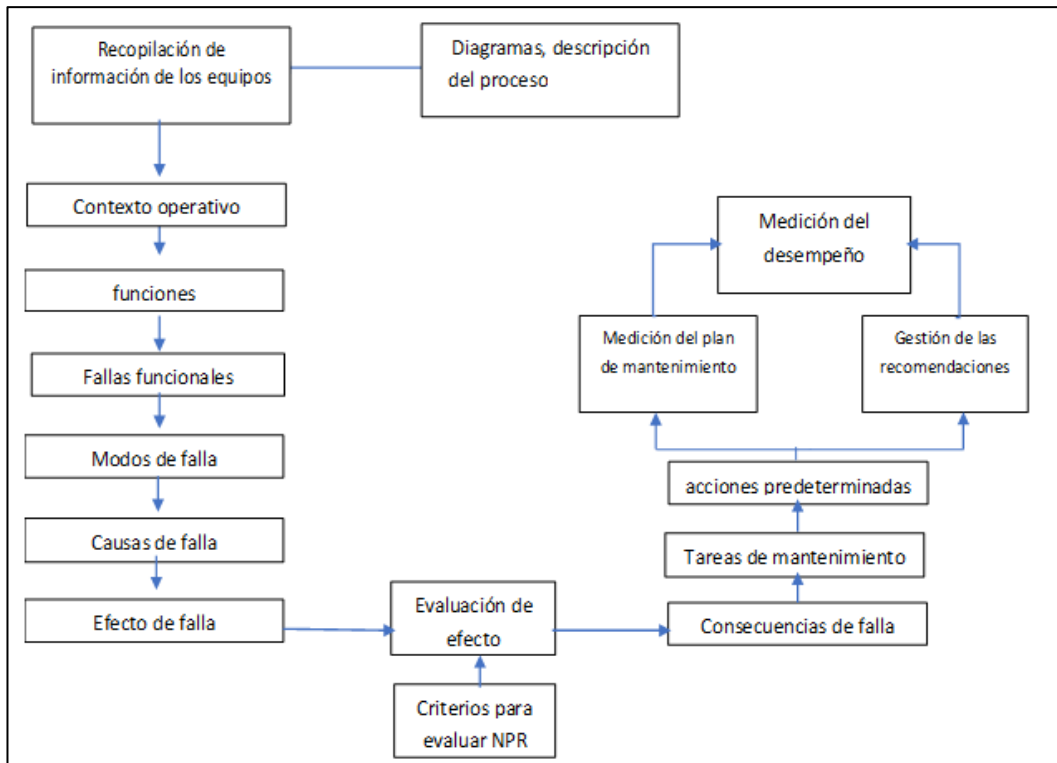


Figura 3 Metodología aplicada.
Elaborado por: Valeria Vélez.

3.5. Diseño de instrumentos

El Análisis de criticidad por Número de Prioridad de Riesgo (NPR) es una alternativa a la matriz de riesgos, el equipo de análisis asigna a cada modo de falla valores numéricos que cuantifican la probabilidad de ocurrencia, la probabilidad de detección y la gravedad del impacto. Por lo tanto, cada modo de falla tiene una puntuación numérica para cuantificar (1) la probabilidad de ocurrencia de falla, (2) la probabilidad de falla no detectada y (3) la gravedad del daño o daño que el modo de falla puede causar. Todos los rangos se dan en una escala del 1 al 10 (o del 1 al 5). Las descripciones de calificación específicas y los criterios para la clasificación de severidad (S), ocurrencia (O) y detección (D).

En la tabla 3 se muestran los criterios de severidad para la evaluación de efectos de falla:

Tabla 3
Criterio de severidad para la evaluación de efectos de falla

Rango	Criterio
1	Fallo menor, ningún efecto perceptible en el rendimiento del producto / sistema y es posible que el cliente no lo note en absoluto
2	La falla causa poco deterioro en el desempeño del sistema / producto y puede ser notada por clientes exigentes (~ 25%) con poca molestia e insatisfacción, también puede ser necesaria una revisión menor.
3	
4	La falla causa cierto deterioro del rendimiento del sistema / producto, puede ser notada por la mayoría de los clientes (~ 75%) con molestia e incomodidad. Alguna parte puede requerir reprocesamiento, otra parte (~ 100%) daños por desperdicio del equipo. Retrabajo no programado y algunos desperdicios
5	
6	
7	La falla causa un gran deterioro del rendimiento del sistema / producto, incluido el no funcionamiento / inoperativo, gran insatisfacción del cliente. Incluso puede requerir un retrabajo total, hasta un 100% de desperdicio, daño del equipo. Sería interrupción del trabajo, sin embargo, no hay violación de la regulación / norma gubernamental.
8	
9	La seguridad del operador / equipo está en peligro con (9) / sin (10) advertencia. Norma / regulación gubernamental violada
10	

Elaborado por: Valeria Vélez

En la tabla 4 se muestran los criterios de ocurrencia para la evaluación de efectos de falla:

Tabla 4

Criterio de ocurrencia para la evaluación de efectos de falla

Rango	Criterio
1	Extremadamente improbable y falla muy improbable 1 en 1,5 millones
2	Rara probabilidad de falla 1 en 150000
3	Muy baja probabilidad de fallas 1 en 15000-30000
4	Baja probabilidad de falla 1 en 2000-5000
5	Fallas ocasionales probablemente 1 en 400-800
6	Número medio de fallas probablemente 1 en 80-150
7	Número moderadamente alto de fallas probablemente 1 en 20-50
8	Gran número de fallas probablemente 1 de cada 8 a 10
9	Número muy alto de fallas probablemente 1 de cada 3 a 6
10	Fracaso casi seguro (1 de cada 3 o menos)

Elaborado por: Valeria Vélez

En la tabla 5 se muestran los criterios de detección para la evaluación de efectos de falla:

Tabla 5

Criterio de detección para la evaluación de efectos de falla

Rango	Criterio
1	Probabilidad muy alta de que, con un control / verificación conocidos, se pueda detectar el modo de defecto / deficiencia o falla existente. Casi seguro para detectar una deficiencia
2	
3	Alta probabilidad de que con un control / verificación conocida se pueda detectar un defecto / deficiencia o un modo de falla existentes. Buena probabilidad de deficiencia de detección / verificación
4	
5	Probabilidad moderada de que, con un control / verificación conocidos, se pueda detectar un defecto / deficiencia o un modo de falla existentes. Existe una posibilidad moderada de detección / verificación
6	
7	
8	Baja probabilidad de que con un control / verificación conocida se pueda detectar un defecto / deficiencia o un modo de falla existentes.
9	
10	Muy baja probabilidad de que con un control / verificación conocida se pueda detectar un defecto / deficiencia o modo de falla existente (probabilidad de detección casi nula).

Elaborado por: Valeria Vélez

Al utilizar esta técnica de evaluación de riesgos, es importante recordar que las calificaciones de NPR son relativas a un análisis en particular. Por lo tanto, la RPN en un análisis es comparable a las NPR en el mismo análisis, pero puede que no sea comparable a las NPR en otro análisis. Por lo tanto, no es posible compartir estos números con otras aplicaciones.

El $NPR = S \times O \times D$. Un NPR más alto es peor que un NPR más bajo, es decir, los números de NPR más altos significan más riesgos. En la siguiente tabla se muestra los criterios para categorizar acorde al valor del NPR:

Tabla 6
Criterios para categorizar acorde al valor del NPR

Tipo de riesgo	Valor del NPR
Crítico (Riesgo intolerable)	500-1000
Semi crítico (riesgo moderado)	125-499
No crítico (riesgo bajo)	1-124

Elaborado por: Valeria Vélez

3.6. Técnicas para el análisis y presentación de la información

3.6.1. Diagrama de Ishikawa

Los diagramas de Ishikawa a veces se denominan diagramas de espina de pescado, diagramas de causa y efecto. Son diagramas causales creados por Kaoru Ishikawa para mostrar las causas de un evento específico. Se asemejan a un esqueleto de pez, con las "costillas" que representan las causas de un evento y el resultado final que aparece en la cabeza del esqueleto. El propósito del diagrama de Ishikawa es permitir que la gerencia determine qué problemas deben abordarse para ganar o evitar un evento en particular (Luca, Pasare, & Stancioiu, 2017). Para el presente trabajo, el diagrama de Ishikawa ilustra visualmente las causas y consecuencias de las condiciones de funcionamiento actuales del equipo de sala de jarabe simple y terminado de una empresa embotelladora de refrescos.

3.6.2. Diagrama de Pareto

El objetivo del análisis de Pareto es asegurar la concentración de las medidas a tomar y las actividades a realizar en los puntos más eficientes, liderando así los factores de control de calidad con respecto a la detección de modos de falla importantes.

Durante el desarrollo del presente trabajo el diagrama de Pareto aplicado es una herramienta de mejora de la calidad que se basa en el principio de que el 80% de un resultado proviene del 20% de sus entradas. Por lo tanto, las averías presentes en las máquinas y equipos de la sala de jarabes aplicaron el mismo principio para el diagnóstico situacional de dichos equipos.

3.6.3. Gráfico circular

Un gráfico circular o de torta es una herramienta estadística que permite la representación de los datos por medio de porcentajes o proporciones. A través de su aplicación, se organizaron los datos obtenidos de los diarios de supervisores y de los equipos presentes en la sala y en el sistema de aplicación y producto SAP, con el fin de facilitar el análisis e interpretación de los resultados obtenidos

Los gráficos circulares o de pastel son herramientas estadísticas que facilitan la representación de los datos como porcentajes o proporciones. A través de la aplicación se organizaron los datos obtenidos de los informes de los supervisores y el equipo presente en la sala y los productos, para suministrar el análisis e interpretación de los resultados obtenidos.

3.6.4. Análisis de Modos y Efectos de Fallas (AMEF)

El análisis de modos y efectos de fallas también documenta el conocimiento y las acciones actuales sobre los riesgos de fallas, para su uso en la mejora continua. El AMEF se utiliza durante el diseño para evitar fallas. Posteriormente se utiliza para el control, antes y durante la operación en curso del proceso. Idealmente, AMEF comienza durante las primeras etapas conceptuales de diseño y continúa a lo largo de la vida útil del producto o servicio, garantizando un correcto desempeño del plan de mantenimiento preventivo. La Tabla 6 presenta la plantilla para el desarrollo del AMEF en la sala de jarabes.

3.7. Diagnóstico situacional del plan de mantenimiento aplicado en la sala de jarabes

El trabajo de campo realizado para la evaluación del plan de mantenimiento actual consiste en revisar los registros de mantenimiento realizado, con estos registros se pudo determinar que la empresa no disponía de medidas preventivas eficientes para el cuidado de sus equipos, las pocas medidas de prevención solo consisten en labores de engrasado y lubricación lo que impide extender el ciclo de vida de los equipos presentes en la sala de jarabes de la empresa embotelladora de bebidas.

El software ERP conocido como SAP es aplicado para el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo, de acuerdo con lo revisado solo disponía del historial de trabajos correctivos realizados, por otro lado, el historial de averías no es debidamente detallado dado la falta de métodos de evaluación de fallos más eficientes. Esto deja como conclusión previa que el sistema SAP no se lo están utilizando con eficiencia al registrar los fallos para evaluar el estado de los equipos y arrojar un plan de mantenimiento preventivo con el que permita mantener la disponibilidad de toda la línea de producción.

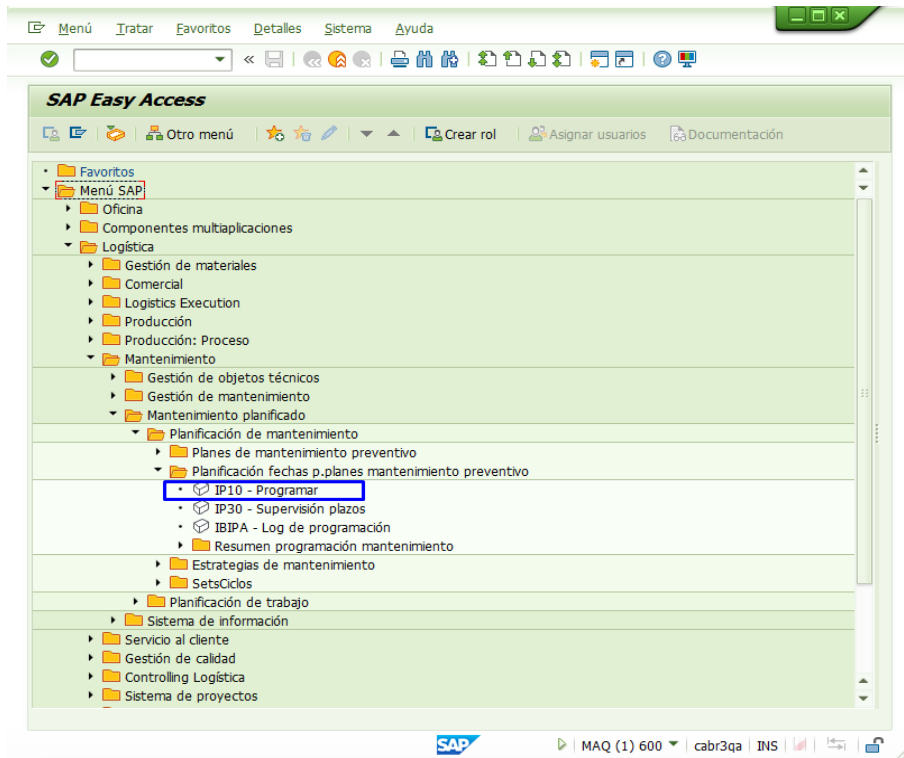


Figura 4 Sistema SAP aplicado por el departamento de mantenimiento de la empresa
Elaborado por: Valeria Vélez

Análisis de Modo y Efecto de la Falla

Nombre de Proceso o Producto:		Preparado por:	
Encargado:		AMEF Fecha (Orig):	

Página : de
Rev.

Pasos Clave del Proceso	Modos de Falla Potenciales	Efectos de Fallas Potenciales	S E V	Causas Potenciales	O C U	Controles de Ocurrencia	D E T	N P R	Acciones Recomendadas	Resp.	Acciones Implementadas	S E V	O C U	D E T	N P R
¿Cuál es el paso del proceso?	¿De qué maneras puede fallar dicho paso del proceso?	¿Cuál es el impacto de las variables de los pasos clave cuando hay un fallo (cliente o requerimientos internos)?	¿Qué tan severo es el efecto para el cliente?	¿Qué causa que el paso clave falle?	¿Que tan seguido ocurre la causa o Modo de Fallo?	¿Cuáles son los controles existentes y procedimientos preventivos de Causa o Modo de Falla?	¿Qué también pueden detectar la Causa o Modo de Falla?		¿Cuáles son las acciones para reducir la Ocurrencia de la Causa o mejorar la Detección?	¿Quién es responsable de las acciones recomendadas ?	Anotar las acciones implementadas. Incluye fecha de completación.				
								0							0
								0							0
								0							0
								0							0
								0							0
								0							0
								0							0
								0							0
								0							0
								0							0

Figura 5 Plantilla AMEF
Elaborado por: Valeria Vélez.

CAPÍTULO IV RESULTADOS

4.1. Diagnosticar la situación actual de los equipos presentes en la sala de jarabes

La gestión del mantenimiento se refiere a todas las actividades que deben diseñarse siguiendo una secuencia lógica con el fin de lograr los objetivos marcados por la empresa embotelladora de bebidas, para garantizar un ambiente de trabajo seguro, el desempeño de las instalaciones de producción, herramientas y otras características físicas de las diversas estructuras de la empresa. En consecuencia y de acuerdo con el objetivo del estudio, se han analizado las condiciones de trabajo de diversos mecanismos de la zona preparatoria y las condiciones de trabajo en las que se desarrolla.

A través de la observación directa, visitas a la sala de jarabes, estudio de los procedimientos, catálogos e instrucciones que utiliza el personal de la empresa objeto de estudio, es posible obtener la información necesaria sobre las características y aspectos relacionados con su funcionamiento. Para ello, se realizó una visita, con la finalidad de observar el proceso de elaboración de la sala de jarabes, donde se encontró que el diagrama de flujo en la Figura 6 estaba desactualizado sin involucrar aquellos subprocesos recientemente implementados en el proceso general.

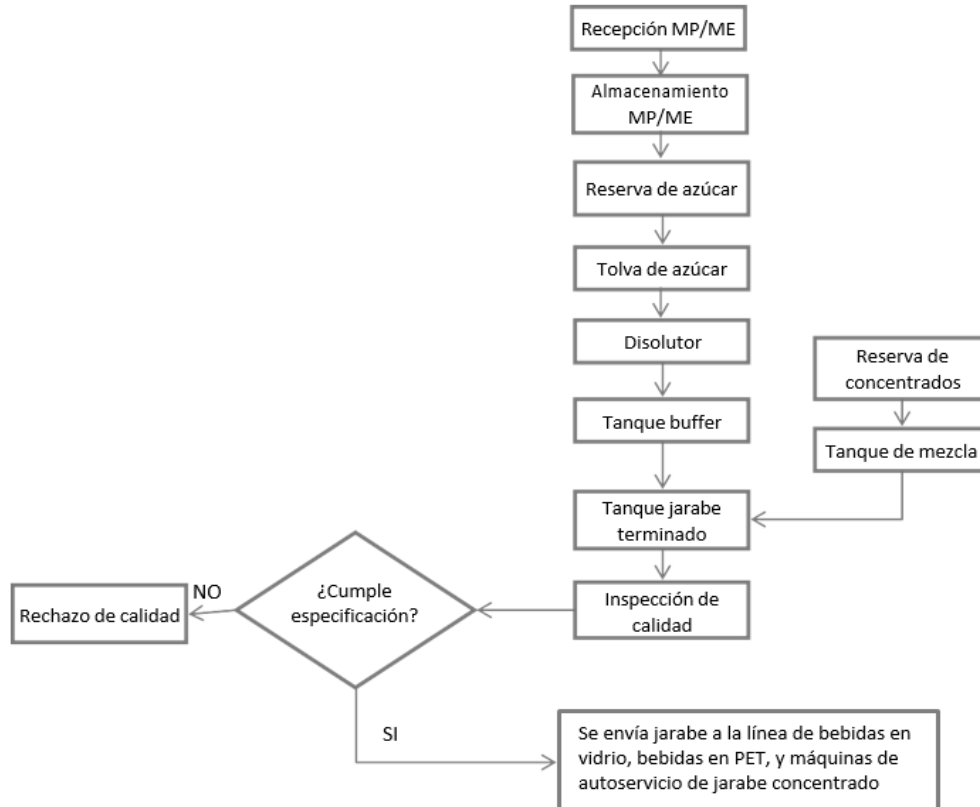


Figura 6 Diagrama de flujo de la sala de jarabe
Elaborado por: Valeria Vélez

4.1.1. Diagrama de Ishikawa en la sala jarabes

Luego del diagrama de flujo en la sala de jarabes, se aplicó como herramienta el diagrama de Ishikawa, que permitió visualizar y analizar los factores causales de la situación actual en el campo de la producción de jarabes. En cuanto al desarrollo de este diagrama se realizó una reunión informal con algunos de los empleados responsables de los procesos de producción en el departamento de mantenimiento y el de producción, sumado al área de calidad de la planta, así como con los operarios de la de la sala de jarabes. Durante este encuentro se llevó a cabo una lluvia de ideas en la que se identificaron diversas causas que se cree que han dado lugar al problema descrito, bajo este contexto la Figura 7 presenta el diagrama de Ishikawa.

Los resultados indican que parte de las causas en cuanto a las paralizaciones de producción generadas en la sala de jarabes, se deben principalmente a la ausencia de tareas de mantenimiento de tipo preventivo como la inspección de equipos, revisión de registro de desempeño, o culpabilidad y disposición de los equipos, además se pudo identificar que el sistema SAP no se encontraba acorde a proceso general en la sala de jarabes, comprometiendo los reportes que este genera y por ende el plan de mantenimiento que actualmente aplicaba la empresa.

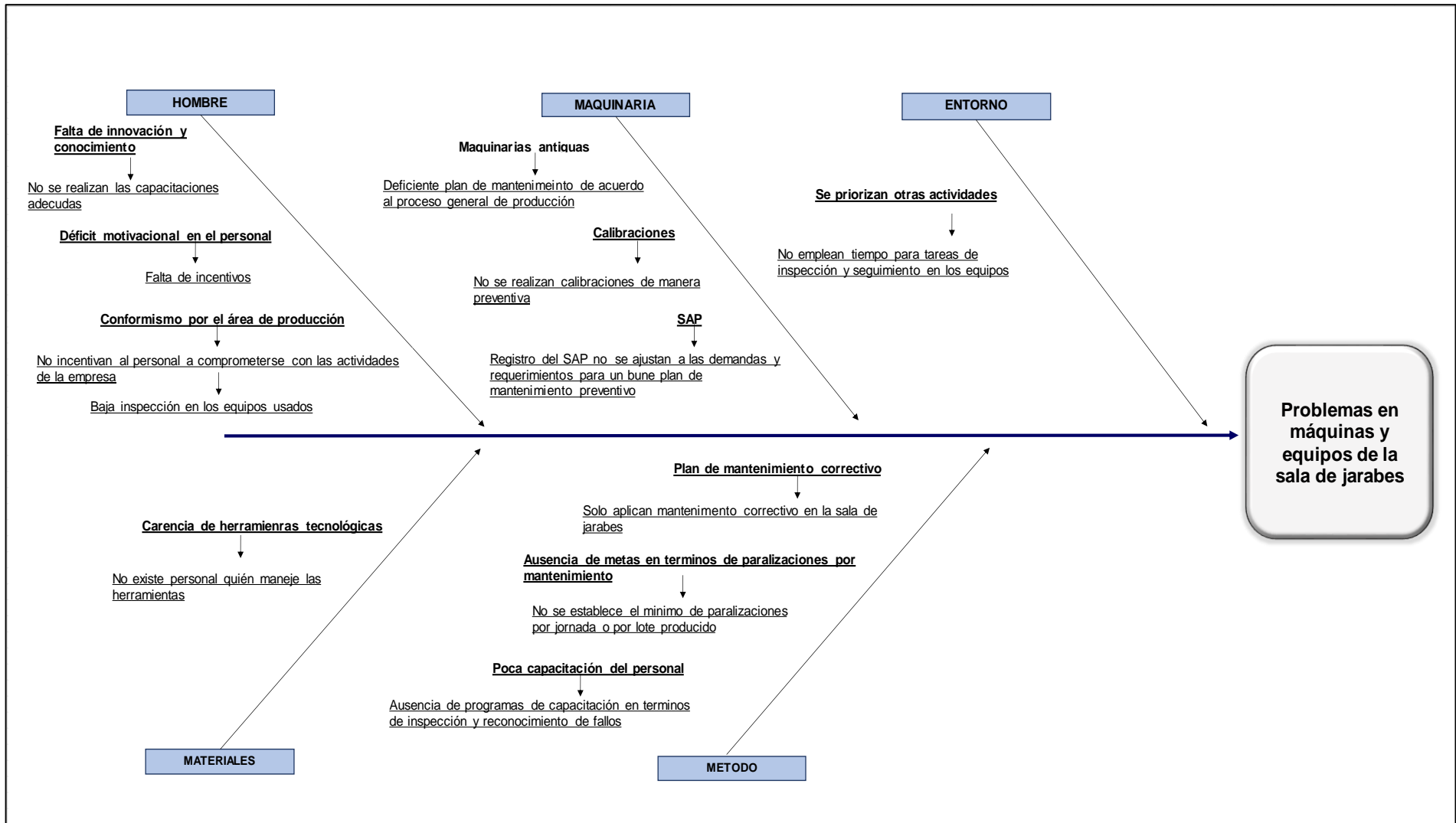


Figura 7 Diagrama de Ishikawa
Elaborado por: Valeria Vélez.

4.2. Identificar los equipos críticos de la sala de jarabe

Metodológicamente, esto permitió a la sala de jarabes de la empresa embotelladora de bebidas evaluar sistemáticamente los requisitos de mantenimiento, desde la comprensión de la función de los equipos hasta las consecuencias de las pérdidas funcionales en el contexto operativo. Para lograr los objetivos de este trabajo de titulación, se requieren una serie de pasos, tales como: levantar información de la línea, clasificación de equipos, análisis de criticidad y análisis de fallas y planes de mantenimiento, creación de planes de mantenimiento. Para resolver este problema, se han desarrollado tres fases.

4.2.1. Levantamiento de información de la línea de jarabes

La recolección de información sobre la línea de jarabe consistió en la identificación, control y documentación de los equipos de la sala de jarabe. La importancia de levantar la línea es conocer y comprender el contexto operacional, así como actualizar los diagramas de proceso, identificando elementos clave de operación y servicio relacionados involucrados en los equipos por evaluar.

Después de que se registraron las características del equipo en la sala de preparación, se creó una herramienta para recopilar información de línea en una tabla de cálculo para determinar la estructura final del equipo a partir de la documentación del mismo y luego actualizar dicha información técnica en el sistema la información en SAP.

Sin embargo, se puede demostrar que algunos equipos del área de jarabes no tienen ninguna información registrada, como: las tuberías y accesorios, el sistema eléctrico, el modelo y marca difieren según los datos técnicos y de registros según la oferta que se consiga en el mercado. Cabe mencionar que, para el tanque de mezcla no se encontró ningún soporte de tipo descriptivo respecto a este equipo.

La Tabla 7 muestra el listado de los equipos que desempeñan sus funciones en la sala tanto para jarabe simple como jarabe terminado, de esta manera se tendrá registro de los equipos, los cuales pasarán por el análisis de criticidad y AMEF a fin de darle un mejor trato y mayor comprensión a los datos analizados.

Tabla 7

Sistemas y equipos presentes en la sala de jarabes de la empresa embotelladora

	N° SAP	TIPO DE EQUIPO	MARCA	MODELO
ALMACENAMIENTO	35700	TANQUE DE JARABE SIMPLE # 01	LANDALUCE	7091
	1267629	TANQUE DE JARABE SIMPLE # 02	LANDALUCE	7091
BOMBEO	10087138	BOMBA ENVIO TANQUE JARABE SIMPLE #01	APV	W70/30
	10087139	BOMBA ENVIO TANQUE JARABE SIMPLE #02	APV	W70/30
DISOLUCIÓN	1194618	ELEVADOR DE SACOS AZÚCAR	ALVAC	DK7620LEM
	35677	TOLVA AZÚCAR 01	FABRIMOCA	SIN REGISTRAR
	35682	DISOLUTOR	VAN DERMOLLEN GMBH	19449 CONTIMOL
	1136220	ELEVADOR DE SACOS DE AZÚCAR	SCHMALZ	JU-65-S-DUMMI
	1183233	TANQUE MEZCLA	SIN REGISTRAR	SIN REGISTRAR
FILTRACIÓN	1299363	FILTRO UV JARABE	WEDECO	SPEKTRON 70
	1183234	FILTRO # 1	SIN REGISTRAR	4LFB12-2
	1183235	FILTRO # 2	SIN REGISTRAR	4LFB12-2
ENFRIAMIENTO	1183236	INTERCAMBIADOR PREPARACIÓN	GIROPAK	SR 35-F
FUERZA Y CONTROL	10087221	SISTEMA ELÉCTRICO	SIN REGISTRAR	SIN REGISTRAR
TUBERÍA Y ACCESORIOS	35681	INTERCAMBIADOR CALOR	APPARATEBAU WARMETECHNIK	300
BOMBEO	10100132	BOMBA PRODUCTO L1	GIROPAK	C216
	10100133	BOMBA PRODUCTO L3	GIROPAK	C216
	10100134	BOMBA PRODUCTO L4	GIROPAK	C216
	10101512	BOMBA JARABE TERMINADO #1	APV	W70/30
	10101513	BOMBA JARABE TERMINADO #2	APV	W70/30
	10101514	BOMBA JARABE TERMINADO #3	APV	W70/30
	10101515	BOMBA JARABE TERMINADO #4	APV	W70/30
	10101516	BOMBA JARABE TERMINADO #5	APV	W70/30
	10107482	BOMBA PREPARACION TROPICAL	APV	W70/30
FUERZA Y CONTROL	10086927	SISTEMA ELÉCTRICO	Sin registrar	Sin registrar
MADURACIÓN	35684	TANQUE JARABE TERMINADO #01	IAPCA	AISI304
	35685	TANQUE JARABE TERMINADO #02	IAPCA	AISI304
	35686	TANQUE JARABE TERMINADO #03	IAPCA	AISI304
	35687	TANQUE JARABE TERMINADO #04	IAPCA	AISI304
	35691	TANQUE JARABE TERMINADO #05	IAPCA	AISI304
TUBERÍA Y ACCESORIOS	RP03-SDJ-JATE-TA	TUBERÍA Y ACCESORIO	Sin registrar	Sin registrar

Elaborado por: Valeria Vélez

4.3. Clasificación de los equipos según el análisis de criticidad y AMEF

Durante el desarrollo de esta fase, se determinó la criticidad de los equipos, la cual se implementa en base a una cierta jerarquía que indica que cada dispositivo debe caer en una de tres categorías de criticidad: "Crítico (Riesgo intolerable)", "Semi crítico (riesgo moderado)" o " No crítico (riesgo bajo)". También se realizó un análisis semicuantitativo, que es parte fundamental del proceso de clasificación de

instrucciones con la misma clase de severidad, determinando así cuáles son las más importantes y próximos a generar una falla en la línea en cuestión.

Para evaluar los 3 criterios de clasificación de criticidad (Ocurrencia, Severidad y Detección) en de cada equipo presente en el área de jarabes, los dispositivos se clasificaron según su nivel de criticidad detallados en la Tabla 6

Para respaldar este análisis, se realiza un Análisis de Modo y Efectos de Falla (AMEF) para definir un conjunto de pautas que permitan identificar problemas potenciales (defectos) y sus posibles consecuencias para la línea de producción de jarabes, priorizando y estableciendo los recursos para la prevención, monitoreo y plan de respuesta a identificar.

Después de determinar los parámetros del análisis de criticidad mediante NPR (Tabla 6), se realiza un AMEF en cada equipo de la línea. El NPR se incluye en el AMEF pronosticado para que el personal responsable pueda clasificar el tipo de riesgo y determinar si es no crítico, semicrítico o crítico.

Cabe destacar que en este trabajo solo se realizó el programa de mantenimiento para dispositivos críticos y semicríticos, teniendo en cuenta esta última clasificación, ya que estos equipos representan un monto considerable en cuanto a las paralizaciones según los informes del área de jarabes en la empresa embotelladora.

4.3.1. Análisis de criticidad y AMEF en el filtro UV

4.3.1.1. AMEF en el tablero de control del filtro UV

El filtro UV es el primer equipo de la lista de la lista de equipos críticos ya que la mayoría de sus elementos tienen un NPR mayor o igual a 500 según lo indicado en el AMEF realizado, incluyendo la Tabla 8 que se clasifica como crítica. Estos elementos se deben considerar para implementar acciones correctivas y preventivas para evitar futuros tiempos de inactividad.

Cabe señalar que los efectos potenciales de falla de este equipo provocan problemas en los jarabes simples que ponen en peligro todo el proceso productivo, lo que representa un daño económico significativo para la empresa, incluyendo costos laborales, costos de equipos y pérdidas. Recursos y, en situaciones extremas, la pérdida de potenciales clientes.

Tabla 8
AMEF en el tablero de control del filtro UV

Nombre de Proceso o Producto:	Filtro UV
Encargado:	

Preparado por:	Pág:
AMEF Fecha (Orig):	Rev.

Pasos Clave del Proceso	Modos de Falla Potenciales	Efectos de Fallas Potenciales	SEV	OCU	DET	NPR	Acciones Implementadas	SEV	OCU	DET	NPR
¿Cuál es el paso del proceso?	¿De qué maneras puede fallar dicho paso del proceso?	¿Cuál es el impacto de las variables de los pasos clave cuando hay un fallo (cliente o requerimientos internos)?	¿Qué tan severo es el efecto para el cliente?	¿Qué tan seguido ocurre la causa o Modo de Fallo?	¿Qué también pueden detectar la Causa o Modo de Fallo?		Anotar las acciones implementadas. Incluye fecha de complicación.				
Tablero de control	Variación de voltaje en tarjeta electrónica	Se apaga el equipo, dejando sin efecto el PLC, dado que no enciende	8	3	4	96	N/A	8	3	4	96
	Variación de voltaje en el panel de control	Presencia de problemas al mostrar información del proceso	10	8	6	480	N/A	10	8	7	560
	Corto circuito en el balasto	El panel indica falla aun cuando esta no existiera	7	6	7	294	N/A	7	6	7	294
	Corto circuito en el selector	No se ejecuta la acción de selección en el proceso	7	8	9	504	N/A	7	8	9	504

	Ruptura de aspas en el ventilador	No se efectúa las funciones establecidas del ventilador dado que no gira	6	2	2	24	N/A	6	2	2	24
	Cables de conexión con elementos sueltos	El panel indica falla aun cuando esta no existiera	9	8	8	576	N/A	9	8	8	576
	Corto circuito en el relé	No se realiza el accionamiento en el área de control	9	7	9	567	N/A	9	7	9	567
	Obstrucción de partículas en los filtros de aire	Desgaste continuo del filtro, se ensucia y se rompe	9	9	9	729	N/A	9	9	9	729

Elaborado por: Valeria Vélez



Figura 8 Filtro UV
Fuente: Empresa objeto de estudio

Al establecerse el NPR del análisis de criticidad se procede a identificar aquellos componentes que generan mayor cantidad de fallas durante la producción de jarabes, todo esto por medio del diagrama de Pareto.

Tabla 9
Lista de componentes en el tablero de control

Componentes	Promedio NPR	% Acumulado
Filtro de aire	729	22%
Cables de conexión	576	40%
Relé	567	57%
Selector	504	73%
Panel de control	480	87%
Balasto	294	96%
Tarjeta electrónica	96	99%
Ventilador	24	100%
TOTAL	3270	

En los resultados arrojados por el diagrama de Pareto se observa que el 73% son los componentes por fallar y, por ende, aquellos que se deben considerar en primera instancia para los mantenimientos de tipo preventivo.

La figura 9 detalla a los resultados mostrados en la tabla 9 para indicar los 3 criterios que caracterizan el análisis de criticidad por NPR de las partes que afectan la estabilidad y rendimiento del tablero de control.

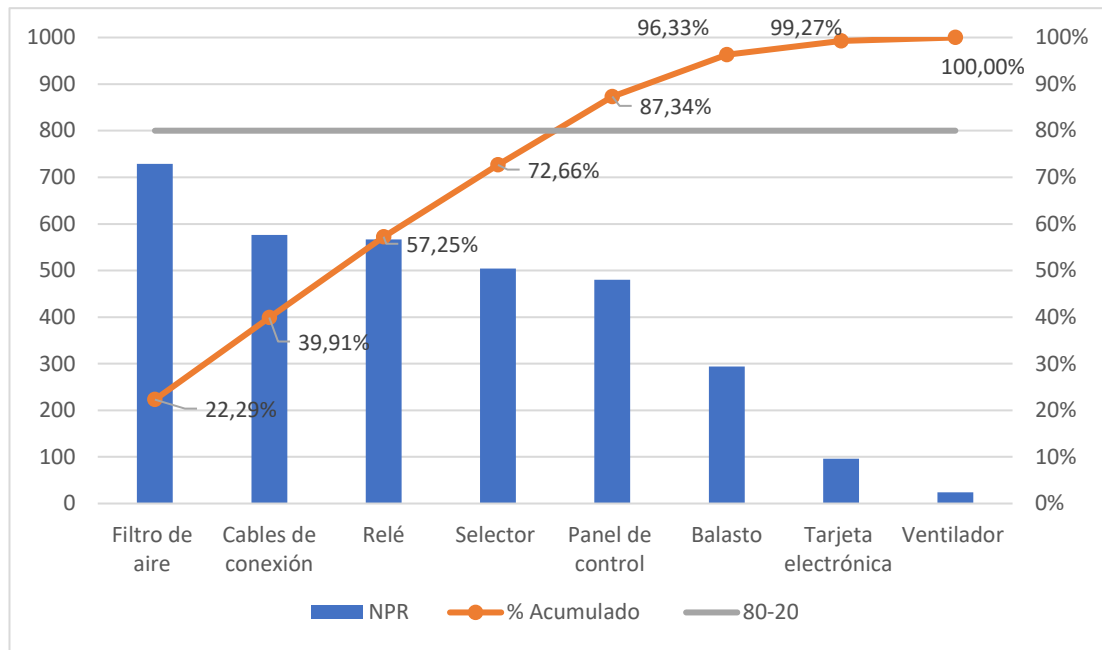


Figura 9 Diagrama de Pareto de los componentes del tablero de control
Elaborado por: Valeria Vélez

Del análisis del diagrama de Pareto se puede concluir que los filtros de aire, los cables de conexión, el relé y el selector, son muy críticos y reducen la estabilidad y rendimiento del equipo en cuestión en un 73% del total, donde se deben enfocar las tareas de mantenimiento preventivo.

4.3.1.2. AMEF en los tanques del filtro UV

Cuando todos los ingredientes están en el tanque, se realiza la automezcla y se mide la descomposición del jarabe. Los datos de pando se pueden enviar a un sistema de control central. El mezclador, que también está conectado al control central, puede ajustar la proporción de mezcla de agua y jarabe en función de la distribución de bebida deseada.

Bajo este contexto, se entiende que el mantenimiento de estos equipos debe ser sumamente eficiente, puesto que la función de los tanques es indispensable en la producción de jarabe, por lo que se requiere de la aplicación del AMEF a fin de mitigar fallas a futuro, promoviendo las tareas de mantenimiento preventivo. La tabla 10 presenta los resultados del AMEF desarrollado en los tanques del filtro UV.

Tabla 10
AMEF en los tanques del filtro UV

Nombre de Proceso o Producto:	Filtro UV
Encargado:	

Preparado por:	Pág:
AMEF Fecha (Orig):	Rev.

Pasos Clave del Proceso	Modos de Falla Potenciales	Efectos de Fallas Potenciales	SEV	OCU	DET	NPR	Acciones Implementadas	SEV	OCU	DET	NPR
¿Cuál es el paso del proceso?	¿De qué maneras puede fallar dicho paso del proceso?	¿Cuál es el impacto de las variables de los pasos clave cuando hay un fallo (cliente o requerimientos internos)?	¿Qué tan severo es el efecto para el cliente?	¿Qué tan seguido ocurre la causa o Modo de Fallo?	¿Qué también pueden detectar la Causa o Modo de Fallo?		Anotar las acciones implementadas. Incluye fecha de complicación.				
Tanque	Desgaste de la cámara del reactor	Bajo rendimiento y deterioro de la cámara del reactor	8	8	8	512	N/A	8	8	8	512
	Desgaste del plato deflector	Se indica falla eléctrica en el panel	7	5	2	70	N/A	7	5	2	70
	Fisura en la manga o tubo cuadrado del tanque	Panel alerta sobre posible falla y se paraliza producción	5	4	5	100	N/A	5	4	5	100
	Contaminación del sensor UV	Valores de tramitancia incorrectos y mal procesado de producto	9	9	10	810	N/A	9	9	10	810
	Daño del accionamiento de la válvula bola	Falla eléctrica en panel de control	7	7	7	343	N/A	7	7	7	343

	Daño del accionamiento de la válvula de muestreo	Los filtros no encienden y tablero no responde	7	6	8	336	N/A	7	6	8	336
	Ineficiencia en el termostato por intervalos de tiempo	Los niveles de temperatura no se accionan y no se nivelan comprometiendo la producción	9	9	7	567	N/A	9	9	7	567

Elaborado por: Valeria Vélez



Figura 10 Tanques en la sala de jarabes
Fuente: Empresa objeto de estudio

Al establecerse el NPR del análisis de criticidad se procede a identificar aquellos componentes que generan mayor cantidad de fallas durante la producción de jarabes, todo esto por medio del diagrama de Pareto.

Tabla 11
Lista de componentes en los tanques

Componentes	Promedio NPR	% Acumulado
Sensor UV	810	30%
Termostato	567	50%
Cámara de reactor	512	69%
Válvula Bola	336	81%
Válvula de muestreo	343	94%
Manga de cuarzo	100	97%
Plato deflector	70	100%
TOTAL	2738	

Elaborado por: Valeria Vélez

En los resultados arrojados por el diagrama de Pareto se observa que el 81% son los componentes a fallar y, por ende, aquellos que se deben considerar en primera instancia para los mantenimientos de tipo preventivo.

La figura 11 detalla a los resultados mostrados en la tabla 11 para indicar los 3 criterios que caracterizan el análisis de criticidad por NPR de las partes que afectan la estabilidad y rendimiento de los tanques.

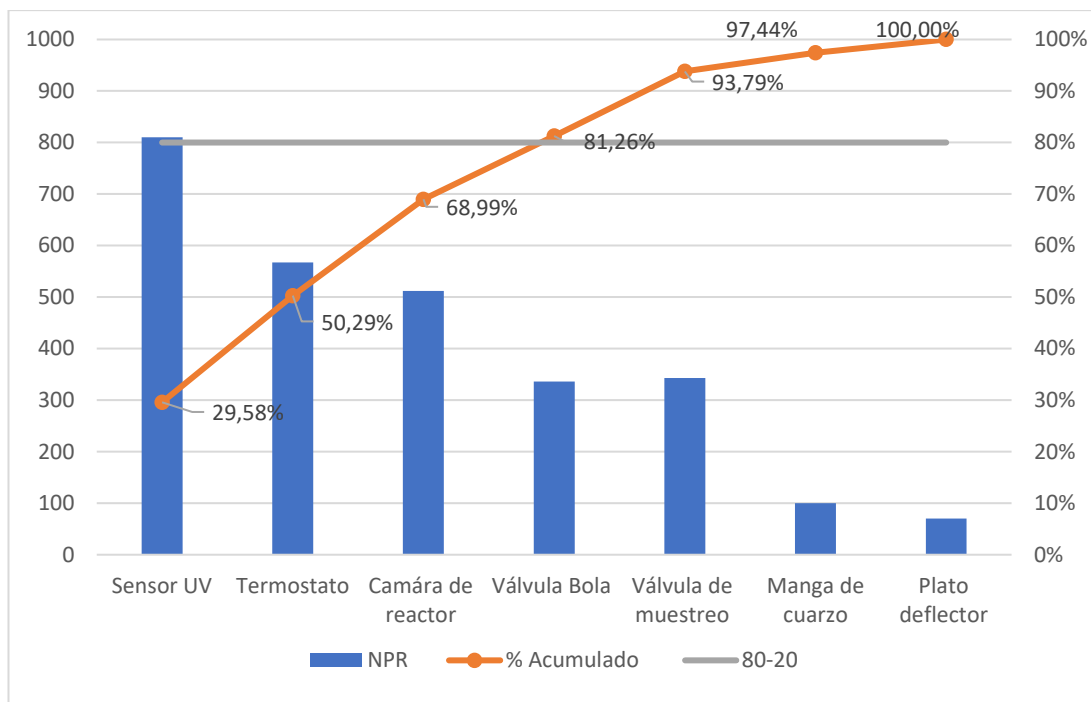


Figura 11 Diagrama de Pareto de los componentes en los tanques
Elaborado por: Valeria Vélez

Del análisis del diagrama de Pareto se puede concluir que el sensor UV, el termostato, la cámara de reactor y la válvula bola, son muy críticos y reducen la estabilidad y rendimiento del equipo en cuestión en un 81% del total, donde se deben enfocar las tareas de mantenimiento preventivo.

4.3.1.3. AMEF en tuberías y accesorios del filtro UV

A partir de este momento la tubería, conexiones, elementos involucrados, entre otros accesorios en el transporte de agua son inoxidable y siguiendo la normativa sanitaria ya que el agua es muy delicada y puede comenzar a generar impurezas si no se hace un debido mantenimiento a los equipos.

A fin de garantizar el paso de fluidos para la producción de jarabes, fue necesario aplicar el AMEF a estos equipos, ya que representan una función clave durante la producción total de parte de la sala de jarabes. La tabla 12 presenta los resultados del AMEF desarrollado en las tuberías y demás accesorios del filtro UV.

Tabla 12

AMEF en las tuberías y accesorios del filtro UV

Nombre de Proceso o Producto:	Filtro UV
Encargado:	

Preparado por:	Pág:
AMEF Fecha (Orig):	Rev.

Pasos Clave del Proceso	Modos de Falla Potenciales	Efectos de Fallas Potenciales	SEV	OCU	DET	NPR	Acciones Implementadas	SEV	OCU	DET	NPR
¿Cuál es el paso del proceso?	¿De qué maneras puede fallar dicho paso del proceso?	¿Cuál es el impacto de las variables de los pasos clave cuando hay un fallo (cliente o requerimientos internos)?	¿Qué tan severo es el efecto para el cliente?	¿Qué tan seguido ocurre la causa o Modo de Fallo?	¿Qué también pueden detectar la Causa o Modo de Fallo?		Anotar las acciones implementadas. Incluye fecha de complicación.				
Tuberías y accesorios	Daño del accionamiento de apertura o cierre de la válvula	El sistema de paso de agua no funciona, disminuyendo o excediendo los niveles de agua	10	9	8	720	N/A	10	9	8	720
	Desgaste en la empaadura	Fuga de fluido	9	9	9	729	N/A	9	9	9	729
	Bajo caudal en el sistema	Baja presión para circulación de líquido	8	5	6	240	N/A	8	5	6	240
	Lento accionar de las válvulas de paso	No se acciona el desfogue de líquido	7	5	3	105	N/A	7	5	3	105

Elaborado por: Valeria Vélez

Al establecerse el NPR del análisis de criticidad se procede a identificar aquellos componentes que generan mayor cantidad de fallas durante la producción de jarabes, todo esto por medio del diagrama de Pareto.

Tabla 13
Lista de componentes en las tuberías y accesorios

Componentes	Promedio NPR	% Acumulado
Empacadura	810	36%
Válvula	567	62%
Caudal del sistema	512	85%
Válvulas de paso	336	100%
TOTAL	2225	

Elaborado por: Valeria Vélez

En los resultados arrojados por el diagrama de Pareto se observa que el 81% son los componentes por fallar y, por ende, aquellos que se deben considerar en primera instancia para los mantenimientos de tipo preventivo.

La figura 12 detalla a los resultados mostrados en la tabla 13 para indicar los 3 criterios que caracterizan el análisis de criticidad por NPR de las partes que afectan la estabilidad y rendimiento de las tuberías y accesorios.

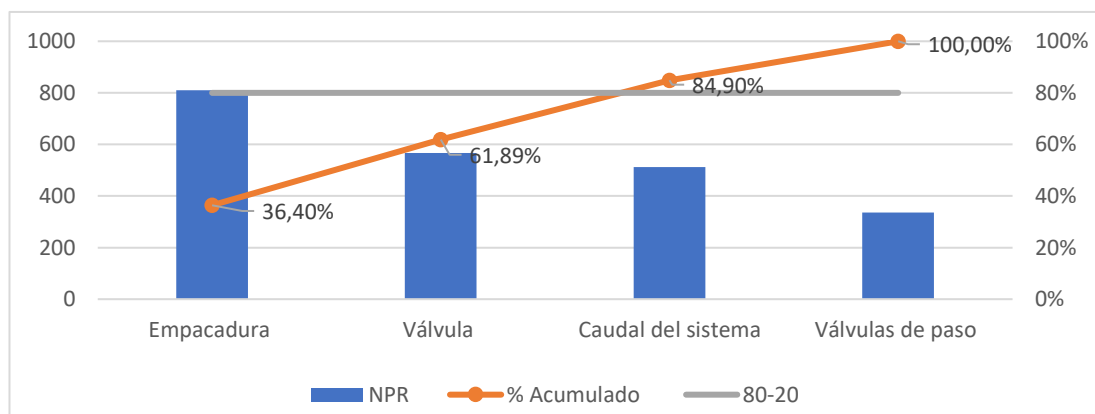


Figura 12 Diagrama de Pareto de los componentes en las tuberías y accesorios
Elaborado por: Valeria Vélez

Del análisis del diagrama de Pareto se puede concluir que la empacadura y las válvulas, son muy críticos y reducen la estabilidad y rendimiento del equipo en cuestión en un 62% del total, donde se deben enfocar las tareas de mantenimiento preventivo.

4.3.2. Análisis de criticidad y AMEF de las bombas centrífugas

Analizado el modo de fallo de cada material, se pudo notar que no siempre es evidente la falla en los dispositivos y en algunos casos ésta puede ser imperceptible. De igual manera, en dichas tablas se describen los posibles síntomas que se puedan presentar y la acción a tomar frente a esta situación. En este orden de ideas, continuando con la

dinámica del estudio se presenta el análisis de modo de efecto de falla de las bombas de producto L1, L3 y L4.

Tabla 14

AMEF en el sistema de bombeo de las bombas centrífugas

Nombre de Proceso o Producto:	Bombas centrífugas
Encargado:	

Preparado por:	Pág:
AMEF Fecha (Orig):	Rev.

Pasos Clave del Proceso	Modos de Falla Potenciales	Efectos de Fallas Potenciales	SEV	OCU	DET	NPR	Acciones Implementadas	SEV	OCU	DET	NPR
¿Cuál es el paso del proceso?	¿De qué maneras puede fallar dicho paso del proceso?	¿Cuál es el impacto de las variables de los pasos clave cuando hay un fallo (cliente o requerimientos internos)?	¿Qué tan severo es el efecto para el cliente?	¿Qué tan seguido ocurre la causa o Modo de Fallo?	¿Qué también pueden detectar la Causa o Modo de Falla?		Anotar las acciones implementadas. Incluye fecha de complicación.				
Sistema de bombeo	Desgaste en los rodamientos de las bombas	Generación de ruidos perjudiciales y atrancamiento del sistema	7	6	3	126	N/A	7	6	3	126
	Errores en la instalación de rodillos	Fuga de fluidos	7	9	8	504	N/A	7	9	8	504
	Bombas presentan desajustes en tornillería	Ruido y vibraciones perjudiciales para los empleados	7	6	7	294	N/A	7	6	7	294
	Suciedad en el motor	Funcionamiento deficiente del motor	8	8	8	512	N/A	8	8	8	512

	Baja potencia del motor	Compromete el rendimiento de las bombas y la producción	10	8	7	560	N/A	10	8	7	560
	Corrosión en el difusor	Paralización del motor y producción	7	7	7	343	N/A	7	7	7	343
	Eje de transmisión del motor desalineado	Paralización del motor y producción	9	7	6	378	N/A	9	7	6	378
	Atascamiento en el impulsor del motor	Paralización del motor y producción	9	4	5	180	N/A	9	4	5	180

Elaborado por: Valeria Vélez

4.4. Selección de repuestos

Después de que el AMEF identificó los mecanismos que estaba investigando, su búsqueda de fallas en los equipos comenzó a recopilar datos y especificaciones para todas las piezas de repuesto asociadas y correspondientes. Durante esta fase, se elaboró una lista de materiales para cargarlos en el sistema a fin de contar con la disponibilidad a futuro y en el momento necesario, es decir, tener acceso a la solicitud de disponibilidad, si se requiere una pieza de repuesto, si ninguno de los casos mencionados anteriormente es el caso, se configure la opción para crear lista de repuestos en el sistema SAP. Al definirse esta fase, la matriz de selección de repuestos debe enviarse a un grupo de ingenieros de materiales que revisarán y completarán los datos según sea necesario en un formato a configurar en el sistema.

Cabe agregar que en detalle de repuestos, existe alguno de estos sin información técnica porque más allá del análisis no se han encontrado datos, la probabilidad de su falla en algunos casos es muy pequeña y cuando es necesario consultar con el manual del fabricante como un elemento importante en el establecimiento de procedimientos de mantenimiento, este caso se destacará al seleccionar piezas de repuesto para el filtro UV, la cámara del reactor y el deflector tienen una tasa de falla con frecuencias de tipo anual según los datos y requieren inspección y procedimientos de limpieza para garantizar la durabilidad y la seguridad.

Asimismo, se encontraron partes como selector, relé, balasto, cable de conexión y válvulas que no tienen datos específicos, ya que en caso de avería suelen ser reemplazados por otros similares, en cambio, por regla general, este dispositivo está muy extendido en el mercado y fácil de comprar.

Por otro lado, la información de los operadores, como los mecánicos y electricistas, así como de los gerentes de mantenimiento, hizo necesario integrar dos mecanismos, como una hélice de motor, en una matriz de selección de bomba centrífuga intercambiable.

Las tablas 15 y 16 presentan la matriz de selección de repuestos para el filtro UV en conjunto con sus principales componentes, al igual que las bombas centrifugas aplicadas para la producción de jarabes.

Tabla 15

Matriz de selección de repuestos para los componentes del filtro UV

EQUIPO	COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	ACCIONES
Sistema de control	Selector	Sin información	1	Crear
Sistema de control	Tarjeta electrónica	Tarjeta electrónica balasto dual reactor rayos UV	1	En planta
Sistema de control	Filtro de aire	Filtro de aire SK3326	1	Crear
Sistema de control	Panel de control	Pantalla UV 150x150 mm Tablero filtro UV	1	Ampliar
Sistema de control	Balasto	Sin información	1	Sin información
Sistema de control	Ventilador	Ventilador axial 11 W	1	En planta
Sistema de control	Relé	Sin información	1	Sin información
Sistema de control	Cables de conexión	Sin información	Sin información	Sin información
Tanque	Plato deflector	Sin información	1	Sin información
Tanque	Cámara reactor	Sin información	1	Sin información
Tanque	Sensor UV	Sensor luz ultravioleta SPEKTRON	1	En planta
Tanque	Manga de cuarzo	Cilindro protector lámpara UV SPEKTRON	4	En planta
Tanque	Válvula de muestreo	Sin información	1	Sin información
Tanque	Válvula de bola	Válvula de bola 3/4" WEDECO	1	Crear

Elaborado por: Valeria Vélez

Tabla 16

Matriz de selección de repuestos para los componentes de las bobas centrifugas

EQUIPO	COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	ACCIONES
Sistema de bombeo	Rodamiento	Sin información	Sin información	Crear
Sistema de bombeo	Sello	Sello lock 182TC-215TC bomba APV	2	Crear
Sistema de bombeo	Bomba	Bomba APV W70/30	1	Crear
Sistema de bombeo	Tornillo del motor	Tornillo adaptador de motor	4	Crear
Sistema de bombeo	Difusor	Adaptador 213TC-215TC	1	Crear
Sistema de bombeo	Impulsor	Impeller 7.5 pulg.	1	Crear
Sistema de bombeo	Anillos	Anillo Impeller nut	2	Crear
Sistema de bombeo	Eje	Sin información	1	Crear
Sistema de bombeo	Motor	25 HP, 3545 RPM, 460 V, 60 Hz.	1	Crear

Elaborado por: Valeria Vélez

Luego de determinar las características dominantes en el análisis y selección de repuestos, se clasificaron las fallas, políticas de mantenimiento y su tipo, así como sus

características de falla. Estos parámetros se presentan en la tabla 17 y tabla 18 como parte del estudio.

Tabla 17

Parámetros de mantenimiento en los componentes del filtro UV

FILTRO UV	COMPONENTE	CLASIFICACIÓN DE LA FALLA	FRECUENCIA	POLÍTICA DE MTO.
TABLERO DE CONTROL	Tarjeta electrónica	Aleatoria	Poco frecuente	A
	Panel de control	Aleatoria	Poco frecuente	A
	Balasto	Aleatoria	Poco frecuente	E
	Selector	Aleatoria	Poco frecuente	E
	Ventilador	Aleatoria	Poco frecuente	A
	Cables de conexión	Aleatoria	Poco frecuente	A
	Relé	Aleatoria	Poco frecuente	E
	Filtro de aire	Periódica	Poco frecuente	A
TANQUE	Cámara de reactor	Aleatoria	Poco frecuente	A
	Plato deflector	Aleatoria	Poco frecuente	A
	Manga o tubo de cuarzo	Periódica	Poco frecuente	A
	Sensor UV	Aleatoria	Poco frecuente	E
	Válvula bola	Aleatoria	poco frecuente	A
	Lámpara	Periódica	Fallas muy frecuentes	A
	Válvula de muestreo	Aleatoria	Poco frecuente	A
	Conector (sócate)	Aleatoria	Poco frecuente	E
Termostato	Aleatoria	Poco frecuente	E	
TUBERÍAS Y ACCESORIOS	Válvula	Aleatoria	Poco frecuente	A
	Empacadura	Aleatoria	Poco frecuente	E

Elaborado por: Valeria Vélez

Tabla 18

Parámetros de mantenimiento en los componentes de las bombas centrífugas

BOMBA	COMPONENTE	CLASIFICACIÓN DE LA FALLA	FRECUENCIA	POLÍTICA DE MTO.
SISTEMA DE BOMBEO	Rodamiento	Aleatoria	Poco frecuente	E
	Sello	Periódica	Muy frecuente	F
	Bomba	Aleatoria	Poco frecuente	A
	Motor	Aleatoria	Poco frecuente	A
	Difusor	Aleatorio	Poco frecuente	A
	Eje	Aleatorio	Poco frecuente	A
	Impulsor	Aleatorio	Poco frecuente	A

Elaborado por: Valeria Vélez

Para determinar las fallas por clasificación, la frecuencia, las características de las fallas presentadas y la política de mantenimiento, se tuvo en cuenta toda la información reflejada en el AMEF, cuyo objetivo principal de las situaciones bajo consideración era favorable para la aplicación de la política de mantenimiento preventivo (A), para los casos en que la falla ocurre con poca frecuencia y claramente requiere reemplazo o sustitución, se decidió establecer una política de mantenimiento correctiva (E). Cabe mencionar que, los acoples y cambios requeridos en las bombas centrífugas, sugirieron que se debería aplicar una política de mejora (F) ya que indican una recurrencia de fallas basadas en el criterio del personal a cargo de los equipos en la sala de jarabes.

Tabla 19
Resultados del registro de las políticas de mantenimiento

A	E	F
15	9	2
57,7%	34,6%	7,7%

Elaborado por: Valeria Vélez

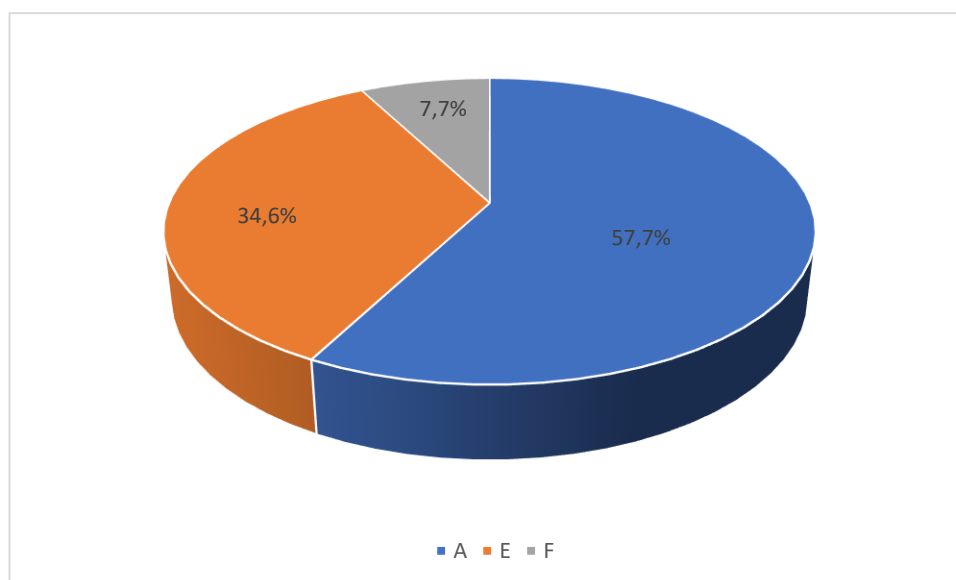


Figura 13 Gráfica circular de la política de mantenimiento más representativa en la sala de jarabes
Elaborado por: Valeria Vélez

4.5. Diseño del plan de mantenimiento preventivo

Al momento que se ejecutó el análisis de criticidad y AMEF como base para la creación del plan de mantenimiento preventivo de los equipos críticos en la sala de jarabes en la empresa embotelladora, clasificando y diferenciando posibles modos de falla, lo que conduce a planes que mitigan las posibles fallas identificadas.

En esta fase, en colaboración con el personal de mantenimiento, a partir de la clasificación de las actividades a realizar (inspección, reposición y limpieza), se desarrolló la implementación de varios planes enfocados como en los equipos como parte de la estrategia de gestión de mantenimiento de la organización. Si bien un AMEF incluye la parte superior derecha “Plan de Mantenimiento” como parte de la

estructura, incluye todas estas actividades y datos de manera consistente para que puedan ser analizados y clasificados debidamente.

Por lo tanto, la gestión de mantenimiento preventivo del filtro UV, que requiere una inspección bimestral de sus principales componentes tanto de la cámara del reactor, el plato deflector y las mangas de cuarzo; estos controles por inspección y trabajos de limpieza de los equipos se coordinó al mismo tiempo con los mecanismos internos dados que se deben realizar acciones invasivas en estos, paralizando la producción. Se aplicó la misma dinámica al sistema de bomba centrífuga dependiendo del equipo analizado, como los motores, los ejes e impulsores.

En relación con esto, se organizaron las actividades, de forma semanal, mensual, trimestral, semestral, anual o por períodos más prolongados tal cual como se muestra en los anexos uno y dos. La herramienta aplicada, en este caso la hoja de ruta está estructurada con una rutina de seguridad y acciones a tomar. Paralelamente, se definió el plan de mantenimiento preventivo propuesto, que contiene toda la información para su preparación e integración con el sistema de aplicación y los productos, teniendo en cuenta los siguientes aspectos.

Tabla 20
Factores a considerar para el diseño del plan de mantenimiento

CLASE ACTIVIDAD	ESTADO DE INSTALACIÓN	PUESTO DE TRABAJO
01 Inspección	0 Fuera de Servicio	Debe cumplir con la nomenclatura en SAP
02 Sustitución	1 En funcionamiento	
20 Lubricación	2 Fuera servicio/Reparación por ente externo	
21 Limpieza		

Elaborado por: Valeria Vélez

Según el análisis del objetivo se detallan tablas correspondientes al plan de mantenimiento de tipo preventivo para el filtro UV y bombas centrífugas, las cuales envían el producto terminado a las líneas de producción, las cuales indican el debido proceso a seguir en cada actividad establecida, con la finalidad de establecer la estructura para el desarrollo de la hoja de ruta.

4.5.1. Plan de mantenimiento preventivo para el filtro UV

Tabla 21 Plan de mantenimiento preventivo en el tablero de control del filtro UV

PLAN DE MANTENIMIENTO											
Filtro UV	#	Componente	Clase de Orden	Clase Actividad	Acción de mantenimiento a ejecutar	Actividad de mantenimiento	Frecuencia de aplicación (semanas)	Duración (horas)	Cantidad de Personas	Estado de instalación	Puesto de trabajo
TABLERO DE CONTROL	1,1	TARJETA ELECTRÓNICA	PM03	001	INSPECCIÓN: * Chequear el estado del PLC. * Ajustar las conexiones de los cables de entrada y salida.	INSP	1	1/6	1	1	R3SJELG2
			PM03	021	LIMPIEZA: * Limpiar con un pañito húmedo la superficie de los variadores, para eliminar el azúcar. * Aplicarle un solvente dieléctrico en las conexiones eléctricas.	LIMP	12	1/3	1	1	R3SJELG2
	1,2	PANEL DE CONTROL	PM03	001	INSPECCIÓN: * Verificar que se visualicen los dígitos. * Verificar que tenga el contraste adecuado. * Verificar que los botones respondan a la operación mediante prueba del display.	INSP	1	1/4	1	1	R3SJELG2
			PM03	021	LIMPIEZA: * Limpiar con un pañito húmedo la superficie de los paneles, para eliminar el azúcar.	LIMP	4	1/3	1	1	R3SJELG2
	1,3	BALASTO	PM03	001	INSPECCIÓN: * Verificar el ajuste de las conexiones. * En caso de avería reemplazar.	INSP	12	1/3	1	1	R3SJELG2

Elaborado por: Valeria Vélez

Tabla 22 Continuación del Plan de mantenimiento preventivo en el tablero de control del filtro UV

TABLERO DE CONTROL	1,4	SELECTOR	PM03	001	INSPECCIÓN: *Verifique el funcionamiento del selector mediante prueba en el equipo, en caso de avería reemplazar.	INSP	12	1/2	1	1	R3SJELG2
	1,5	VENTILADOR	PM03	021	LIMPIEZA: *Verificar la temperatura, en caso de existir aumento indica mal funcionamiento del ventilador * Limpiar el ventilador con agua. Para ello es necesario desmontarlo.	LIMP	12	1/2	1	1	R3SJELG2
	1,6	CABLES DE CONEXIÓN	PM03	001	INSPECCIÓN: * Verificar que el cable de conexión al sensor este debidamente ajustado en los puntos de conexión. *Verificar que el cable no se encuentre partido o doblado.	INSP	4	1/2	1	1	R3SJELG2
			PM03	021	LIMPIEZA: * Aplicar dieléctrico secado rápido en todos los conectores y en los cables.	LIMP	12	1/3	1	1	R3SJELG2
	1,7	RELÉ	PM03	001	INSPECCION: *Verificar su funcionamiento debido. *Extraer de su base ubicada en la tarjeta en caso de estar dañado y sustituir por uno nuevo.	INSP	52	1	1	1	R3SJELG2
	1,8	FILTRO DE AIRE	PM03	002	SUSTITUCIÓN: * Cambiar los filtros de aire .	MTTO	12	1/2	1	0	R3EVELG2

Elaborado por: Valeria Vélez

Tabla 23 Plan de mantenimiento preventivo en los tanques del filtro UV

TANQUE	2,1	CÁMARA DE REACTOR	PM03	001	<p>LIMPIEZA: *Asegurarse de utilizar el equipo de protección personal adecuado. *Cerrar las válvulas tanto de entrada como de salida de las tuberías del sistema para realizar la limpieza. *Asegurarse que el reactor no pueda funcionar en seco. * Utilizar un medidor de flujo de agua para medir el caudal del mismo y garantizar que se encuentre en el rango de presión de funcionamiento admisible.</p>	LIMP	12	1/2	1	0	R3SJELG2
					<p>INSPECCIÓN: *Chequear: El rendimiento de presión hidrostática para asegurar que los reactores no tengan fugas o se revienten. *Revisar el estado en que se encuentra la cámara de reactor.</p>	INSP	12	1/3	1	1	R3SJELG2
	2,2	PLATO DEFLECTOR	PM03	001	<p>INSPECCIÓN: *Revisar el estado en que se encuentra el plato deflector, descartando residuos de sedimentos y materiales en el mismo. *Chequear las bases donde se encuentran conectados los tubos de cuarzo.</p>	INSP	12	1/4	1	1	R3SJELG2

Elaborado por: Valeria Vélez

Tabla 24 Continuación del Plan de mantenimiento preventivo en los tanques del filtro UV

TANQUE	2,3	MANGA O TUBO DE CUARZO	PM03	001	INSPECCIÓN: *Verifique la impermeabilización del cuarso hacia la lámpara, que no presente goteos ni fugas.	INSP	12	1/4	1	1	R3SJELG2
				002	SUSTITUCIÓN: *Realice el cambio de los cuarzos uv, utilizando guantes de latex y evitando manipularlos por el centro. *Retire el cabezal de los tornillos, el O-ring y los tornillos. *Halar el módulo de cuarzo despacio con ambas manos manteniéndolo en posición horizontal para evitar posibles caídas al final del módulo.	MTTO	52	1	1	1	R3SJELG2
	2,4	SENSOR UV	PM03	001	INSPECCIÓN: *Revisar el estado del sensor y su correcto funcionamiento *Validar Los valores de tramitancia * Chequear si existe condensación interna, desgaste, suciedad o mal funcionamiento, reemplazar.	INSP	12	1/3	1	1	R3SJELG2
					SUSTITUIR: *Realice el cambio de la base del sensor. Garantizando que el reactor este despresurizado. *Para el cambio del sensor solo es necesario extraerlo de su base para ser sustituido por uno nuevo.	MTTO	156	1	1	1	R3SJELG2

Elaborado por: Valeria Vélez

Tabla 25 Continuación del Plan de mantenimiento preventivo en los tanques del filtro UV

TANQUE	2,5	VÁLVULA BOLA	PM03	001	<p>INSPECCIÓN: * Verificar que la válvula no presente fugas. Si existen fugas. * Verificar el funcionamiento de la válvula en el panel de control. Si la válvula presenta problemas en el sistema de apertura-cierre o se daña algún elemento de la misma reemplazar.</p>	INSP	4	1/6	1	1	R3EJMEG2
	2,6	LÁMPARA	PM03	001	<p>INSPECCION: *Proceda a destapar. encienda la lampara y verifique su funcionamiento, tratando de no permanecer expuesto a los rayos uv por mas de 5 segundos. *Desenchufe el conectores de la lámpara y retire la lámpara con mucho cuidado utilizando guantes de latex y evitando manipular por el centro *Verifique que el bombillo no se encuentre quemado total o parcialmente, partido ni muy negro en los bordes. *Compruebe la alerta en el panel de control a desconectar cada una de las lamparas individualmente validando el aviso que genera el panel del numero de la lámpara.</p>	INSP	12	1/6	1	1	R3EJMEG2
					002	<p>SUSTITUCIÓN: * Cambiar las lámparas anualmente o cuando la tramitancia se encuentre por debajo de un 70% de eficiencia o cuando la misma posea 8.000 horas de uso.</p>	MTTO	52	1/2		1

Elaborado por: Valeria Vélez

Tabla 26 Continuación del Plan de mantenimiento preventivo en los tanques del filtro UV

TANQUE	2,7	VÁLVULA DE MUESTREO	PM03	001	<p>INSPECCION: * Verificar que la válvula no presente fugas. Si existen fugas. * Verificar el funcionamiento de la válvula en el panel de control. Si la válvula presenta problemas en el sistema de apertura-cierre o se daña algún elemento de la misma reemplazar.</p>	INSP	4	1/3	1	1	R3EJMEG2
	2,8	TERMOSTATO	PM03	001	<p>INPECCIÓN: *Verificar el valor de variación de temperatura que indica en el panel, verificamos que está en buen funcionamiento.</p>	INSP	4	2/3	1	1	R3EJELG2
	2,9	CONECTOR (SÓCATE)	PM03	001	<p>INSPECCIÓN: *Verifique el funcionamiento del conector de las lámparas y el ajuste del mismo, descartando sulfatado del cable, falso contacto y deterioro de los pines.</p>	INSP	4	1/3	1	1	R3EJELG2

Elaborado por: Valeria Vélez

Tabla 27 Plan de mantenimiento preventivo en las tuberías y accesorios del filtro UV

TUBERÍAS Y ACCESORIOS	3,1	VÁLVULA	PM03	001	<p>INSPECCIÓN:</p> <p>* Verificar que la válvula no presente fugas. Si existen fugas.</p> <p>* Verificar el funcionamiento de la válvula en el panel de control. Si la válvula presenta problemas en el sistema de apertura-cierre o se daña algún elemento de la misma reemplazar.</p>	INSP	4	1/3	1	1	R3EJMEG2
	3,2	EMPACADURA	PM03	002	<p>INSPECCIÓN:</p> <p>*Verifique que las bridas que tienen empackadura no presenten fugas, de ser así generar orden y reemplazar empackaduras.</p>	INSP	4	1/2	2	0	R3EJMEG2

Elaborado por: Valeria Vélez

4.5.2. Plan de mantenimiento preventivo para las bombas centrífugas

Tabla 28 Plan de mantenimiento preventivo en el sistema de bombeo de las bombas centrífugas

PLAN DE MANTENIMIENTO											
Bombas	#	Componente	Clase de Orden	Clase Actividad	Acción de mantenimiento a ejecutar	Actividad de mantenimiento	Frecuencia de aplicación (semanas)	Duración (horas)	Cantidad de Personas	Estado de instalación	Puesto de trabajo
SISTEMA DE BOMBEO	1,1	RODAMIENTO	PM03	002	SUSTITUIR: cambiar rodamiento	MTTO	52	1/2	1	1	R3EVMG2
	1,2	SELLO	PM03	001	INPECCIÓN: *Revisar el montaje de los sellos. *Chequear contaminantes dentro del fluido. *Revisar Lubricación de las caras de contacto. * Evaluar la posible presencia de fugas. * Chequear las condiciones de en que se encuentran los sellos en caso de estar dañado y sustituir por uno nuevo.	INSP	4	1/6	1	1	R3EVMG2
				002	SUSTITUIR: *Desactive la alimentación y, desconecte la bomba y el motor del sistema *Verifique que no exista paso de fluido. *Retire el tubo del drenaje antes de instalarlo en el anillo de presión o la placa trasera. *Afloje los tornillos de la brida del motor y retirela. *Limpie la superficie desgastada. *Asegúrese que el agujero de alojamiento para el sello, las superficies de montaje y las conexiones de líneas para el fluido estén limpias y libres de bordes filosos que puedan ocasionar algún daño al mismo. *Extraiga el sello del empaque e instale el nuevo tal y como fue retirado.	MTTO	26	1/2	1	1	R3EVMG2
	1,3	BOMBA	PM03	001	INSPECCIÓN: *Verificar las condiciones físicas de la propela, no debe presentar alabes doblados o con fisuras. *Verificar que los tornillos de ajuste de la propela, que estén ajustados. *Verificar que el impulsor o la carcasa no presenten desgaste. *Revisar condiciones de la base de la bomba (anclaje, protector del acople si aplica) *Revisar condiciones físicas del equipo motor-bomba (pintura, sucio y/o oxido) reportar a fin de programar intervención. *Chequear que el equipo no tenga fugas. *Verificar la presencia de ruidos. *Chequear que el equipo no tenga fugas por las juntas de tuberías o en la voluta.	INSP	1	1/3	1	1	R3EVMG2

Elaborado por: Valeria Vélez

Tabla 29 Continuación del Plan de mantenimiento preventivo en el sistema de bombeo de las bombas centrífugas

SISTEMA DE BOMBEO	1,4	MOTOR	PM03	001	<p>INSPECCIÓN:</p> <p>*Chequear el aislamiento del motor, usando un megahmetro.</p> <p>*Medir la resistencia entre bobina utilizando una pinza amperimétrica.</p> <p>*Medir consumo del motor utilizando un ohmímetro.</p> <p>*Chequear las conexiones y verificar el torque de los tornillos.</p> <p>*Revisar condiciones de caja de conexiones.</p>	INSP	4	1/2	1	1	R3EVELEG2
	1,5	VOLUTA O DIFUSOR	PM03	001	<p>INSPECCIÓN:</p> <p>* Revisar los niveles de tolerancia.</p> <p>*Chequear signos de desgaste y corrosión.</p> <p>*Verificar la lubricación adecuada.</p>	INSP	26	1/2	1	1	R3EVMEG2
	1,6	EJE	PM03	002	<p>SUSTITUIR:</p> <p>*Desconecte la alimentación eléctrica del motor, retirando los fusibles y desconectando los cables.</p> <p>*Cierre la alimentación de agua.</p> <p>*Cierre la aspiración y la impulsión de la bomba y vacíe el cuerpo de la bomba.</p> <p>*Quite la carcasa y el impulsor.</p> <p>*Quite la placa posterior y los componentes del sello del eje.</p> <p>*Afloje los tornillos en la base del eje, y retire el eje para sustituirlo por uno nuevo.</p> <p>*Limpie los alojamientos de los anillos estáticos y giratorios del cierre con aire o agua si es necesario.</p> <p>*Compruebe si las justas tóricas y el anillo estático muestran señales de agrietamiento o desgaste.</p>	MTTO	156	1	1	1	R3EVMEG3

Elaborado por: Valeria Vélez

Tabla 30 Continuación del Plan de mantenimiento preventivo en el sistema de bombeo de las bombas centrífugas

SISTEMA DE BOMBEO	1,7	IMPULSOR	PM03	001	INSPECCION: *Chequear las aspas del impulsor, para observar síntomas de desprendimiento y presencia de la contaminación o moho del sistema. *Revisar si estos presentan signos de corrosión. * chequear signos desgaste.	INSP	26	1/6	1	1	R3EVMEG2
				002	SUSTITUIR: *Desconecte la entrada de la tubería de descarga. *Afloje las abrazaderas ensamblados en los O ring. *Retire suavemente la cubierta y la cubierta de O ring.	MTTO	156	1	1	1	R3EVMEG3

Elaborado por: Valeria Vélez

CONCLUSIONES

Dentro del área de producción se detectó mediante el análisis de criticidad que, el tablero de control presenta niveles críticos elevados que pueden generar problemas en la línea de producción todo esto propiciado por riesgos tales como: cortocircuito en el sector, cortocircuito en el relé, obstrucción de partículas en los filtros de aire, cables de conexión con elementos sueltos, que, según el indicador NPR, arrojan números superiores a 500. En cambio, el tanque del área de producción presenta niveles NPR superiores a los 700 representados por el bajo rendimiento y deterioro de la cámara de reactor y la falta de acción de los niveles de temperatura siguiendo a esto las tuberías y accesorios con un índice de NPR crítico de más de 600 en daño del accionamientos de apertura y desgaste en la empacadora, terminando el análisis de criticidad en las bombas centrifugas con valores entre 500 a 600 en errores de instalación de rodillos, suciedad en el motor y baja potencia de este último.

Una vez realizada el análisis de criticidad se pudo obtener mediante análisis por medio del diagrama de Pareto que los fallos presentados como filtros de aire, los cables de conexión, el relé y el selector en la tubería, representan un elevado porcentaje de hasta el 73% considerado crítico, en cambio el tanque obtuvo un 81% de criticidad presentes en fallos como el termostato, la cámara de reactor y la válvula bola, a su vez la tubería y accesorios obtuvo un 62% de criticidad ya que presenta desgaste de empacadura y las válvulas y el sistema de bombeo en fallos presentados como la baja potencia del motor, suciedad del mismo y la instalación de rodillos genera porcentajes críticos elevados.

Finalizado los análisis de criticidad, se procedió a elaborar del plan de mantenimiento preventivo empezando por la selección de repuestos para las tuberías, bomba centrifuga, tanque y tablero de control, siguiendo por los factores a considerar tanto en la clase de actividad, concluyendo que las inspecciones, sustituciones, lubricación y limpieza son pilares fundamentales a la hora de elaborar un plan de mantenimiento así como también en qué estado debe estar la maquinaria para realizarlo y los puestos de trabajo que interceden en la tarea. Por tanto, el plan de mantenimiento preventivo propuesto sigue los patrones necesarios para sus correctas ejecuciones como la acción que se debe realizar, frecuencia, tiempo de mantenimiento, cantidad de personas que participan en la actividad, estado y puesto encargado de la actividad.

RECOMENDACIONES

Se recomienda, análisis periódicos del estado de las maquinarias, así como también la correcta ejecución de los mantenimientos preventivo propuesto ya que los seguimientos a los procesos ayudan a mantener un óptimo desarrollo del trabajo en el área de producción sin paro de máquinas innecesarios que lo perjudiquen.

En el presente trabajo se obtuvo datos que demostraron fallos en los paneles de controles, tanques, sistema de bomba centrífuga tuberías, por esta razón se recomienda reducir estos índices críticos de NPR mediante los mantenimientos preventivos propuesto en base al procedimiento planteado tomando en consideración los parámetros que este desarrolla.

Se recomienda investigar más métodos de mantenimiento permitiendo de esta manera reforzar los procedimientos que se ejecutan a la hora de realizar el mantenimiento a las maquinas respectivamente, así como también capacitar al personal de trabajo para evitar así fallos no intencionados que puedan afectar a la producción y en peor de los casos la integridad física y mental del individuo.

BIBLIOGRAFÍA

- Allali, H. (2017). Propuesta de un plan de mantenimiento para la flota vehicular MEGALOG.
- Basri, E. I., Razak, I. H., Ab-Samat, H., & Kamaruddin, S. (2017). Preventive maintenance (PM) planning: a review. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*.
- Bavarsad, B., Mehrabi, A., & Gangi, P. (2020). Evaluation of Total Productive Maintenance (TPM) Pillars in Marine Shipping Industry. *Journal of Research on Management of Teaching in Marine Sciences*.
- Begazo, V. F. (2019). Investigación para la mejora del mantenimiento preventivo utilizando la herramienta RCM para optimizar el servicio de mantenimiento a viviendas.
- Calle, J. (19 de Mayo de 2021). BSG Institute. Obtenido de <https://bsginstitute.com/bs-campus/blog/los-8-pilares-del-tpm-1134>
- Cooke, F. L. (2003). Plant maintenance strategy: evidence from four British manufacturing firms. . *Journal of Quality in Maintenance Engineering*.
- Cotrina, R. (2020). Aplicación del mantenimiento productivo total (TPM) en plantas de tratamiento mineral: Una revisión de la literatura científica.
- de la Cruz, M., Nápoles, M., González, E., Morales, Y., & Morales, M. (2017). Procedimiento basado en el modelo conceptual del mantenimiento centrado en la fiabilidad para la reconversión de la industria azucarera en en el contexto cubano. *Tecnología Química*, 37(1), 77-92.
- Depestre, L. (2012). Del Mantenimiento Correctivo al Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad. *Revista Centro Azúcar*, 39(3).
- Dominguez, C., & Rincon, I. C. (2019). Aplicación de los pilares del tpm para la mejora en el mantenimiento de la Flota de Etib sas.
- Fernandez, A., & Moscoso, C. (2021). Propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento basado en principios de las metodologías TPM y RCM para reducir los tiempos de parada de máquina en una empresa del sector de línea blanca.
- Fernández, E. (2018). Gestión de Mantenimiento. *Lean Maintenance y TPM*.
- Fernandez, J. M. (2019). Análisis del modo y efecto de fallas (AMEF).
- Flores, M., Medina, D., Vargas, D., & Vinuesa, B. R. (2020). Asignación de modelos de mantenimiento basada en la criticidad y disponibilidad del equipo. *CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica*, 9(4), 27-34.
- Franciosi, C., Lambiase, A., & Miranda, S. (2017). Sustainable maintenance: a periodic preventive maintenance model with sustainable spare parts management. *IFAC-PapersOnLine*, 50(1), 13692-13697.

- Galoso, Z. F. (2020). Gestión de mantenimiento y disponibilidad de maquinarias y equipos en el sector minero, 2015-2020. Una revisión sistemática.
- Google Maps. (10 de Mayo de 2021). Google Maps. Obtenido de <https://www.google.com/maps/place/TESALIA+CBC+PLANTA+GUAYAQUIL/@-2.1228048,-79.9324852,89m/data=!3m1!1e3!4m2!1m6!3m5!1s0x0:0xe09c16ce23941c53!2sTesalia+CBC+Agencia+Guayaquil+Norte!8m2!3d-2.12176!4d-79.928635!3m4!1s0x0:0x5511a4142abc62a!8m2!3d-2.1225724!4>
- Guiras, Z., Turki, S., Rezg, N., & Dolgui, A. (2019). Optimal maintenance plan for two-level assembly system and risk study of machine failure. . *International Journal of Production Research*, 57(8), 2446-2463.
- Hennink, M., Hutter, I., & Bailey, A. (2020). *Qualitative research methods*. London: Sage.
- Hernández, J. I., Laverde, N. R., & Portillo, A. M. (2017). Auditoría de mantenimiento: La unión de dos herramientas esenciales para beneficio de la producción industrial moderna. *CICAG: Revista del Centro de Investigación de Ciencias Administrativa y Gerenciales*, 15(1), 226-258.
- Hooi, L. W., & Leong, T. Y. (2017). Total productive maintenance and manufacturing performance improvement. *Journal of quality in maintenance engineering*.
- Julca, L. (2018). Diseño e implementación de un sistema de gestión del mantenimiento productivo total (TPM) para reducir los costos operativos en la línea de producción de plataformas de la empresa Fabricaciones Metálicas Carranza SAC.
- Larrea, A. D., Nuela, S. E., Redrobán, C. D., Calderón, E. F., Tenicota, A. G., & Arregui, C. (2018). Aproximación a un análisis conceptual del proceso de mantenimiento en el entorno industrial. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 6(1).
- Li, L., Wang, Y., & Lin, K. (2021). Preventive maintenance scheduling optimization based on opportunistic production-maintenance synchronization. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 32(2), 545-558.
- Lipol, L., & Haq, J. (2011). Risk analysis method: FMEA/FMECA in the organizations. *International Journal of Basic & Applied Sciences*, 11(5), 74-82.
- López, R. G. (2019). *Mantenimiento de equipos en la época actual*.
- Luca, L., Pasare, M., & Stancioiu, A. (2017). Study to determine a new model of the Ishikawa diagram for quality improvement. *Fiability & durability*, 1, 249-54.
- Méndez, J., & Rodriguez, R. S. (2017). Total productive maintenance (TPM) as a tool for improving productivity: a case study of application in the bottleneck

- of an auto-parts machining line. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 92(1), 1013-1026.
- Merriam, S. B., & Grenier, R. S. (2019). *Qualitative research in practice: Examples for discussion and analysis*. London: John Wiley & Sons.
- Mesly, O. (2017). *Project feasibility: Tools for uncovering points of vulnerability*. Boca Raton: CRC Press.
- Mishra, S., & Alok, S. (2017). *Handbook of research methodology*. New Dehli: Educreation.
- Muganyi, P., & Mbohwa, C. (2017). Comparative aspects between TPM and world class maintenance—literature review. *International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Bogota*, (págs. 25-26). Bogota.
- Narro, J. L., & Valverde, R. C. (2019). Mantenimiento Productivo Total (TPM) enfocado en el mantenimiento preventivo, mantenimiento autónomo y la eficiencia general (OEE) para los equipos más críticos en una empresa agroindustrial.
- Pérez, M., Zacatenco, S., & Álvarez, G. (2019). Metodología de mantenimiento predictivo 4.0. *SISTEMAS, CIBERNÉTICA E INFORMÁTICA* 16(2).
- Ramos, J. O. (2018). Aumento de la Disponibilidad Mediante la Implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo a las Maquinarias de la Empresa Atlanta Metal drill sac.
- Raouf, A. (2004). Productivity enhancement using safety and maintenance integration. *Kybernetes*, 33(7), 1116-1126.
- Sánchez, A. (2017). *Técnicas de mantenimiento predictivo: metodología de aplicación en las organizaciones*.
- Selcuk, S. (2017). Predictive maintenance, its implementation and latest trends. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 231(9), 1670-1679.
- Tacca, R. (2018). Mejora del mantenimiento preventivo en equipos de refrigeración para reducir los costos operativos de la empresa candy market campoy, 2018.
- Upasani, K., Bakshi, M., Pandhare, V., & Lad, B. K. (2017). Distributed maintenance planning in manufacturing industries. *Computers & Industrial Engineering*, 108, 1-14.
- Urbina, I. S., Pineda, M. R., Rozo, R. A., & Monsalve, P. G. (2020). DISEÑO DE PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS TALLERES DEL CENTRO CIES SENA REGIONAL NORTE DE SANTANDER UTILIZANDO METODOLOGÍA AMEF. *REVISTA COLOMBIANA DE TECNOLOGIAS DE AVANZADA*, 37.

- Vera, J. (2019). Filosofías de gestión del mantenimiento en las estructuras metálicas de la industria petrolera venezolana. *Innova-Revista de Ingeniería*, 1(2), 117-135.
- Zhao, Y., He, Y., Zhou, D., Zhang, A., Han, X., Li, Y., & Wang, W. (2021). Functional risk-oriented integrated preventive maintenance considering product quality loss for multistate manufacturing systems. . *International Journal of Production Research*, 59 (4), 1003-1020.

ANEXOS

Anexo 1

SALA DE JARABES	EMPRESA EMBOTELLADORA HOJA DE RUTA
<p style="text-align: center;">Hojas de Rutas (Filtro UV)</p> <p style="text-align: center;">INSPECCIÓN ELÉCTRICA SEMANAL FILTRO UV JARABE</p> <p>Realizar las siguientes actividades e identificar las condiciones del elemento o material. Marcar con una equis (x) la condición que corresponda.</p> <p><u>Procedimientos de seguridad antes de realizar el mantenimiento</u></p> <ul style="list-style-type: none">*Active el stop de emergencia.*Verifique que la luz indicadora se encuentre encendida, si la posee (mientras la luzno esté encendida, no se debe intervenir el equipo).*Abra el interruptor principal del equipo si es necesario.*Coloque la tarjeta de seguridad con los datos correspondientes.*Asegúrese que cuente con todos los implementos de seguridad, requeridos según lasactividades de mantenimiento a realizar.*Verifique que cuente con todas las herramientas necesarias para la intervención delequipo y que éstas sean las adecuadas.*Intervenga la máquina, al realizar las actividades de mantenimiento, tenga en cuenta las normas de higiene y seguridad industrial. <p><u>1. Conjunto: Tablero de Control</u></p> <p><u>1.1. Tarjeta electrónica</u></p> <ul style="list-style-type: none">a. Verificar el ajuste de las conexiones.b. Realice una limpieza con aire comprimido a baja presión de la parte interna deltablero y aplicar limpiador electrónico.c. Verifique que este organizado el cableado interno y en caso de ser necesario aplique cinta amarra cable. <p>Bueno () Malo () Cambio () Ajuste ()</p>	
Elaborado por:	Aprobado por: Departamento de mantenimiento

SALA DE JARABES	EMPRESA EMBOTELLADORA HOJA DE RUTA
<p><u>1.1. Panel de control</u></p> <p>a. Verificar que se visualicen los dígitos.</p> <p>b. Verificar que tenga el contraste adecuado.</p> <p>c. Verificar que los botones respondan a la operación mediante prueba del display.</p> <p>Bueno () Malo () Cambio () Ajuste ()</p> <p><u>2. Conjunto: Tanque</u></p> <p><u>2.1. Sensor uv</u></p> <p>a. Revisar el estado del sensor y su correcto funcionamiento.</p> <p>b. Validar los valores de Transmancia.</p> <p>c. Si existe condensación interna, desgaste, suciedad o mal funcionamiento, reemplazar.</p> <p>Bueno () Malo () Cambio () Ajuste ()</p> <p><u>2.2. Termostato</u></p> <p>a. Se desconecta del tanque al verificar el valor de variación de temperatura que indica en el panel, verificamos que está en buen funcionamiento.</p> <p>Bueno () Malo () Cambio () Ajuste ()</p>	
<p>Elaborado por:</p>	<p>Aprobado por:</p> <p>Departamento de mantenimiento</p>

SALA DE JARABES	EMPRESA EMBOTELLADORA
	HOJA DE RUTA
<p>INSPECCIÓN MENSUAL FILTRO UV JARABE</p> <p>Realizar las siguientes actividades e identificar las condiciones del elemento o material. Marcar con una equis (x) la condición que corresponda.</p> <p><u>Procedimientos de seguridad antes de realizar el mantenimiento</u></p> <ul style="list-style-type: none"> *Active el stop de emergencia. *Verifique que la luz indicadora se encuentre encendida, si la posee (mientras la luzno esté encendida, no se debe intervenir el equipo). *Abra el interruptor principal del equipo si es necesario. *Coloque la tarjeta de seguridad con los datos correspondientes. *Asegúrese que cuente con todos los implementos de seguridad, requeridos según las actividades de mantenimiento a realizar. *Verifique que cuente con todas las herramientas necesarias para la intervención de equipo y que éstas sean las adecuadas. *Intervenga la máquina, al realizar las actividades de mantenimiento, tenga en cuenta las normas de higiene y seguridad industrial. <p><u>1. Conjunto: Tablero de Control</u></p> <p><u>1.1. Panel de control</u></p> <p>a. Limpiar con un pañito húmedo la superficie de los paneles, para eliminar el azúcar. Bueno () Malo () Cambio () Ajuste ()</p> <p><u>1.2. Selector</u></p> <p>a. Verifique el funcionamiento del selector mediante prueba en el equipo, en caso de avería reemplazar.</p> <p>Bueno () Malo () Cambio () Ajuste ()</p>	
<p>Elaborado por:</p>	<p>Aprobado por:</p> <p>Departamento de mantenimiento</p>

SALA DE JARABES	EMPRESA EMBOTELLADORA HOJA DE RUTA
<p><u>1.3. Cable</u></p> <p>a. Verificar que el cable de conexión al sensor esté debidamente ajustado en los puntos de conexión.</p> <p>b. Verificar que el cable no se encuentre partido o doblado. Bueno () Malo () Cambio () Ajuste ()</p> <p><u>2 Conjunto: Tanque</u></p> <p><u>2.1. Conector (sócate)</u></p> <p>a. Verifique el funcionamiento del conector de las lámparas y el ajuste del mismo, descartando sulfatado del cable, falso contacto y deterioro de los pines. Bueno () Malo () Cambio () Ajuste ()</p>	
<p>Elaborado por:</p>	<p>Aprobado por:</p> <p>Departamento de mantenimiento</p>

SALA DE JARABES	EMPRESA EMBOTELLADORA
	HOJA DE RUTA
<p>INSPECCIÓN/ MANTENIMIENTO ELÉCTRICO TRIMESTRAL FILTRO UV JARABE</p> <p>Realizar las siguientes actividades e identificar las condiciones del elemento o material. Marcar con una equis (x) la condición que corresponda.</p> <p><u>Procedimientos de seguridad antes de realizar el mantenimiento</u></p> <ul style="list-style-type: none"> *Active el stop de emergencia. *Verifique que la luz indicadora se encuentre encendida, si la posee (mientras la luz no esté encendida, no se debe intervenir el equipo). *Abra el interruptor principal del equipo si es necesario. *Coloque la tarjeta de seguridad con los datos correspondientes. *Asegúrese que cuente con todos los implementos de seguridad, requeridos según las actividades de mantenimiento a realizar. *Verifique que cuente con todas las herramientas necesarias para la intervención del equipo y que éstas sean las adecuadas. *Intervenga la máquina, al realizar las actividades de mantenimiento, tenga en cuenta las normas de higiene y seguridad industrial. <p><u>1. Conjunto: Sistema de Control</u></p> <p><u>1.1. Tarjeta Electrónica</u></p> <ul style="list-style-type: none"> a. Limpiar con un pañito húmedo la superficie de los variadores, para eliminar el azúcar. b. Aplicarle un solvento dieléctrico en las conexiones eléctricas. <p>Bueno () Malo () Cambio () Ajuste ()</p> <p><u>1.2. Balasto</u></p> <ul style="list-style-type: none"> a. Verificar el ajuste de las conexiones. b. Realice una limpieza con aire comprimido a baja presión de la parte interna del tablero y aplicar limpiador electrónico. 	
<p>Elaborado por:</p>	<p>Aprobado por:</p> <p>Departamento de mantenimiento</p>

SALA DE JARABES	EMPRESA EMBOTELLADORA
	HOJA DE RUTA
<p>c. En caso de avería reemplazar. Bueno () Malo () Cambio () Ajuste ()</p> <p><u>1.4. Selector.</u> a. Verifique el funcionamiento del selector mediante prueba en el equipo. Bueno () Malo () Cambio () Ajuste ()</p> <p><u>1.5. Ventilador</u> a. Verificar la temperatura, en caso de existir aumento indica mal funcionamiento del ventilador. b. Limpieza de las aspas o cambio de filtros. Bueno () Malo () Cambio () Ajuste ()</p> <p><u>1. Conjunto: Tanque</u></p> <p><u>2.1 Cámara reactor</u> a. Chequear el rendimiento de presión hidrostática para asegurar que los reactores notengan fugas o se revienten b. Revisar el estado en que se encuentra la cámara de reactor. Bueno () Malo () Cambio () Ajuste ()</p> <p><u>2.2 Plato Deflector</u> a. revisar el estado en que se encuentra el plato deflector, descartando residuos desedimentos y materiales en el mismo. b. chequear las bases donde se encuentran conectados los tubos de cuarzo. Bueno () Malo () Cambio () Ajuste ()</p> <p><u>2.3. Tubo de Cuarzo</u> a. Verifique la impermeabilización del cuarzo hacia la lámpara, que no presentegoteos ni fugas. Bueno () Malo () Cambio () Ajuste ()</p>	
Elaborado por:	Aprobado por: Departamento de mantenimiento

SALA DE JARABES	EMPRESA EMBOTELLADORA HOJA DE RUTA
<p><u>2.4 Sensor uv.</u></p> <p>a. Revisar el estado del sensor y su correcto funcionamiento.</p> <p>b. Validar Los valores de tramitación.</p> <p>c. Chequear si existe condensación interna, desgaste, suciedad o mal funcionamiento, reemplazar.</p> <p><u>2.6. Lámpara</u></p> <p>a. Proceda a destapar. Encienda la lámpara y verifique su funcionamiento, tratando de permanecer expuesto a los rayos uv por más de 5 segundos.</p> <p>b. Desenchufe los conectores de la lámpara y retire la lámpara con mucho cuidado, utilizando guantes de látex y evitando manipular por el centro</p> <p>c. Verifique que el bombillo no se encuentre quemado total o parcialmente, partido ni muy negro en los bordes.</p> <p>d. compruebe la alerta en el panel de control a desconectar cada una de las lámparas individualmente validando el aviso que genera el panel del número de la lámpara con la lámpara desconectada.</p> <p>Bueno () Malo () Cambio () Ajuste ()</p>	
<p>Elaborado por:</p>	<p>Aprobado por:</p> <p>Departamento de mantenimiento</p>

SALA DE JARABES	EMPRESA EMBOTELLADORA HOJA DE RUTA
<p>LIMPIEZA ELÉCTRICA TRIMESTRAL FILTRO UV JARABE</p> <p>Realizar las siguientes actividades e identificar las condiciones del elemento o material. Marcar con una equis (x) la condición que corresponda.</p> <p><u>Procedimientos de seguridad antes de realizar el mantenimiento</u></p> <ul style="list-style-type: none"> *Active el stop de emergencia. *Verifique que la luz indicadora se encuentre encendida, si la posee (mientras la luz no esté encendida, no se debe intervenir el equipo). *Abra el interruptor principal del equipo si es necesario. *Coloque la tarjeta de seguridad con los datos correspondientes. *Asegúrese que cuente con todos los implementos de seguridad, requeridos según las actividades de mantenimiento a realizar. *Verifique que cuente con todas las herramientas necesarias para la intervención del equipo y que éstas sean las adecuadas. *Intervenga la máquina, al realizar las actividades de mantenimiento, tenga en cuenta las normas de higiene y seguridad industrial. <p><u>1. Conjunto: Sistema Control:</u></p> <p><u>1.6. Cables de Conexión</u></p> <p>a. Aplicar dieléctrico secado rápido en todos los conectores y en los cables. Bueno () Malo () Cambio () Ajuste ()</p> <p><u>2. Conjunto: Tanque:</u></p> <p><u>2.1 Cámara reactor</u></p> <ul style="list-style-type: none"> a. Asegurarse de utilizar el equipo de protección personal adecuado. b. Cerrar las válvulas tanto de entrada como de salida de las tuberías del sistema para realizar la limpieza. c. Asegurarse que el reactor no pueda funcionar en seco. d. Utilizar un medidor de flujo de agua para medir el caudal del mismo y garantizar que se encuentre en el rango de presión de funcionamiento admisible. Bueno () Malo () Cambio () Ajuste () 	
<p>Elaborado por:</p>	<p>Aprobado por:</p> <p>Departamento de mantenimiento</p>

SALA DE JARABES	EMPRESA EMBOTELLADORA HOJA DE RUTA
<p>MANTENIMIENTO ELÉCTRICO TRIMESTRAL FILTRO UV JARABE</p> <p>Realizar las siguientes actividades e identificar las condiciones del elemento o material. Marcar con una equis (x) la condición que corresponda.</p> <p><u>Procedimientos de seguridad antes de realizar el mantenimiento</u></p> <ul style="list-style-type: none"> *Active el stop de emergencia. *Verifique que la luz indicadora se encuentre encendida, si la posee (mientras la luzno esté encendida, no se debe intervenir el equipo). *Abra el interruptor principal del equipo si es necesario. *Coloque la tarjeta de seguridad con los datos correspondientes. *Asegúrese que cuente con todos los implementos de seguridad, requeridos según lasactividades de mantenimiento a realizar. *Verifique que cuente con todas las herramientas necesarias para la intervención delequipo y que éstas sean las adecuadas. *Intervenga la máquina, al realizar las actividades de mantenimiento, tenga en cuentalas normas de higiene y seguridad industrial. <p><u>1. Conjunto: Sistema de Control:</u></p> <p><u>1.8. Filtro de Aire.</u></p> <p>a. Cambiar los filtros de aire</p> <p>Bueno () Malo () Cambio () Ajuste ()</p>	
<p>Elaborado por:</p>	<p>Aprobado por:</p> <p>Departamento de mantenimiento</p>

SALA DE JARABES	EMPRESA EMBOTELLADORA HOJA DE RUTA
<p>MANTENIMIENTO ELÉCTRICO ANUAL FILTRO UV JARABE</p> <p>Realizar las siguientes actividades e identificar las condiciones del elemento o material. Marcar con una equis (x) la condición que corresponda.</p> <p><u>Procedimientos de seguridad antes de realizar el mantenimiento</u></p> <p>*Active el stop de emergencia.</p> <p>*Verifique que la luz indicadora se encuentre encendida, si la posee (mientras la luz no esté encendida, no se debe intervenir el equipo).</p> <p>*Abra el interruptor principal del equipo si es necesario.</p> <p>*Coloque la tarjeta de seguridad con los datos correspondientes.</p> <p>*Asegúrese que cuente con todos los implementos de seguridad, requeridos según las actividades de mantenimiento a realizar.</p> <p>*Verifique que cuente con todas las herramientas necesarias para la intervención del equipo y que éstas sean las adecuadas.</p> <p>*Intervenga la máquina, al realizar las actividades de mantenimiento, tenga en cuenta las normas de higiene y seguridad industrial.</p> <p><u>1. Conjunto: Sistema Control</u></p> <p><u>1.1. Relé</u></p> <p>a. Verificar su funcionamiento debido a lo que este controlando el relé.</p> <p>b. Se puede extraer de su base ubicada en la tarjeta en caso de estar dañado y sustituir por uno nuevo.</p> <p>Bueno () Malo () Cambio () Ajuste ()</p> <p><u>2. Conjunto: Tanque</u></p> <p><u>2.1. Tubo (cuarzo)</u></p> <p>a. Realice el cambio de los cuarzos uv, utilizando guantes de látex y evitando manipularlos por el centro.</p> <p>b. Retire el cabezal de los tornillos, los o-ring y los tornillos.</p> <p>c. Halar el módulo de cuarzo despacio con ambas manos manteniéndolo en posición horizontal para evitar posibles caídas al final del módulo de cuarzo.</p> <p>Bueno () Malo () Cambio () Ajuste ()</p>	
Elaborado por:	Aprobado por: Departamento de mantenimiento

SALA DE JARABES	EMPRESA EMBOTELLADORA
	HOJA DE RUTA
<p>MANTENIMIENTO ELÉCTRICO CADA 3 AÑOS FILTRO UV JARABE</p> <p>Realizar las siguientes actividades e identificar las condiciones del elemento o material. Marcar con una equis (x) la condición que corresponda.</p> <p><u>Procedimientos de seguridad antes de realizar el mantenimiento</u></p> <ul style="list-style-type: none"> *Active el stop de emergencia. *Verifique que la luz indicadora se encuentre encendida, si la posee (mientras la luzno esté encendida, no se debe intervenir el equipo). *Abra el interruptor principal del equipo si es necesario. *Coloque la tarjeta de seguridad con los datos correspondientes. *Asegúrese que cuente con todos los implementos de seguridad, requeridos según las actividades de mantenimiento a realizar. *Verifique que cuente con todas las herramientas necesarias para la intervención delequipo y que éstas sean las adecuadas. *Intervenga la máquina, al realizar las actividades de mantenimiento, tenga en cuenta las normas de higiene y seguridad industrial. 	
<p>Elaborado por:</p>	<p>Aprobado por:</p> <p>Departamento de mantenimiento</p>

SALA DE JARABES	EMPRESA EMBOTELLADORA HOJA DE RUTA
<p><u>.Conjunto: Tanque</u></p> <p><u>2.4. Sensor (UV)</u></p> <p>a. Realice el cambio de la base del sensor. Garantizando que el reactor este despresurizado.</p> <p>b. Para el cambio del sensor solo es necesario extraerlo de su base para ser sustituido por uno nuevo.</p> <p>Bueno () Malo () Cambio () Ajuste ()</p> <p>INSPECCIÓN MECÁNICA MENSUAL FILTRO UV JARABE</p> <p>Realizar las siguientes actividades e identificar las condiciones del elemento o material. Marcar con una equis (x) la condición que corresponda.</p> <p><u>Procedimientos de seguridad antes de realizar el mantenimiento</u></p> <p>*Active el stop de emergencia.</p> <p>*Verifique que la luz indicadora se encuentre encendida, si la posee (mientras la luz no esté encendida, no se debe intervenir el equipo).</p> <p>*Abra el interruptor principal del equipo si es necesario.</p> <p>*Coloque la tarjeta de seguridad con los datos correspondientes.</p> <p>*Asegúrese que cuente con todos los implementos de seguridad, requeridos según las actividades de mantenimiento a realizar.</p> <p>*Verifique que cuente con todas las herramientas necesarias para la intervención de equipo y que éstas sean las adecuadas.</p> <p>*Intervenga la máquina, al realizar las actividades de mantenimiento, tenga en cuenta las normas de higiene y seguridad industrial.</p>	
<p>Elaborado por:</p>	<p>Aprobado por:</p> <p>Departamento de mantenimiento</p>

SALA DE JARABES	EMPRESA EMBOTELLADORA HOJA DE RUTA
<p><u>2. Conjunto: Tanque</u></p> <p><u>2.7. Toma de muestra</u></p> <p>a. Verificar el correcto funcionamiento de las válvulas para toma muestra, abra y cierre por completo, si presenta fugas, generar orden y cambiar.</p> <p>Bueno () Malo () Cambio () Ajuste ()</p> <p><u>3. Conjunto: Tubería y Accesorio</u></p> <p><u>3.1. Válvula</u></p> <p>a. Verifique el correcto funcionamiento de las válvulas mariposa de los filtros mediante prueba de cierre total.</p> <p>Bueno () Malo () Cambio () Ajuste ()</p> <p><u>3.2. Empacadura</u></p> <p>a. Verifique que las bridas que tienen empacadura no presenten fugas, de ser así generar orden y reemplazar empacaduras.</p> <p>Bueno () Malo () Cambio () Ajuste ()</p>	
<p>Elaborado por:</p>	<p>Aprobado por:</p> <p>Departamento de mantenimiento</p>

SALA DE JARABES	EMPRESA EMBOTELLADORA HOJA DE RUTA
<p style="text-align: center;">Hoja de Ruta (Bomba Centrífuga)</p> <p style="text-align: center;">INSPECCIÓN MECÁNICA SEMANAL BOMBA CENTRIFUGA JARABE</p> <p>Realizar las siguientes actividades e identificar las condiciones del elemento o material. Marcar con una equis (x) la condición que corresponda.</p> <p><u>Procedimientos de seguridad antes de realizar el mantenimiento</u></p> <ul style="list-style-type: none"> *Active el stop de emergencia. *Verifique que la luz indicadora se encuentre encendida, si la posee (mientras la luzno esté encendida, no se debe intervenir el equipo). *Abra el interruptor principal del equipo si es necesario. *Coloque la tarjeta de seguridad con los datos correspondientes. *Asegúrese que cuente con todos los implementos de seguridad, requeridos según lasactividades de mantenimiento a realizar. *Verifique que cuente con todas las herramientas necesarias para la intervención delequipo y que éstas sean las adecuadas. *Intervenga la máquina, al realizar las actividades de mantenimiento, tenga en cuenta las normas de higiene y seguridad industrial. <p><u>1. Conjunto: Sistema de Bombeo</u></p> <p><u>1.3. Bomba</u></p> <ol style="list-style-type: none"> a. Verificar las condiciones físicas de la propela, no debe presentar alabes doblados o con fisuras. b. Verificar que los tornillos de ajuste de la propela estén ajustados. c. Verificar que el impulsor o la carcasa no presenten desgaste. d. Revisar condiciones de la base de la bomba (anclaje, protector del acople si aplica) e. Revisar condiciones físicas del equipo motor-bomba (pintura, sucio y/o oxidado) reportar a fin de programar intervención. f. Chequear que el equipo no tenga fugas. g. Verificar la presencia de ruidos. 	
Elaborado por:	Aprobado por: Departamento de

	mantenimiento
--	----------------------

SALA DE JARABES	EMPRESA EMBOTELLADORA
	HOJA DE RUTA
<p>INSPECCIÓN ELÉCTRICA MENSUAL BOMBA CENTRIFUGA JARABE</p> <p>Realizar las siguientes actividades e identificar las condiciones del elemento o material. Marcar con una equis (x) la condición que corresponda.</p> <p><u>Procedimientos de seguridad antes de realizar el mantenimiento</u></p> <p>*Active el stop de emergencia.</p> <p>*Verifique que la luz indicadora se encuentre encendida, si la posee (mientras la luz no esté encendida, no se debe intervenir el equipo).</p> <p>*Abra el interruptor principal del equipo si es necesario.</p> <p>*Coloque la tarjeta de seguridad con los datos correspondientes.</p> <p>*Asegúrese que cuente con todos los implementos de seguridad, requeridos según las actividades de mantenimiento a realizar.</p> <p>*Verifique que cuente con todas las herramientas necesarias para la intervención del equipo y que éstas sean las adecuadas.</p> <p>*Intervenga la máquina, al realizar las actividades de mantenimiento, tenga en cuenta las normas de higiene y seguridad industrial.</p> <p><u>1. Conjunto: Sistema de Bombeo</u></p> <p><u>1.4 Motor</u></p> <p>a. Chequear el aislamiento del motor, usando un megahmetro</p> <p>b. Medir la resistencia entre bobina utilizando un ohmímetro</p> <p>c. Medir consumo del motor utilizando una pinza amperimétrica</p> <p>d. Chequear las conexiones y verificar el torque de los tornillos</p> <p>e. Revisar condiciones de caja de conexiones</p> <p>Bueno () Malo () Cambio () Ajuste ()</p>	
Elaborado por:	Aprobado por:
	Departamento de mantenimiento

SALA DE JARABES	EMPRESA EMBOTELLADORA
	HOJA DE RUTA
<p style="text-align: center;">INSPECCIÓN MECÁNICA MENSUAL BOMBA CENTRIFUGA JARABE</p> <p>Realizar las siguientes actividades e identificar las condiciones del elemento o material. Marcar con una equis (x) la condición que corresponda.</p> <p><u>Procedimientos de seguridad antes de realizar el mantenimiento</u></p> <ul style="list-style-type: none"> *Active el stop de emergencia. *Verifique que la luz indicadora se encuentre encendida, si la posee (mientras la luz no esté encendida, no se debe intervenir el equipo). *Abra el interruptor principal del equipo si es necesario. *Coloque la tarjeta de seguridad con los datos correspondientes. *Asegúrese que cuente con todos los implementos de seguridad, requeridos según las actividades de mantenimiento a realizar. *Verifique que cuente con todas las herramientas necesarias para la intervención del equipo y que éstas sean las adecuadas. *Intervenga la máquina, al realizar las actividades de mantenimiento, tenga en cuenta las normas de higiene y seguridad industrial. <p><u>1. Conjunto: Sistema de Bombeo</u></p> <p><u>1.2 Sello</u></p> <ul style="list-style-type: none"> a. Revisar el montaje del sello. b. Chequear contaminantes dentro del fluido. c. Revisar lubricación de las caras de contacto. d. Evaluar la posible presencia de fugas. e. Chequear las condiciones de en que se encuentran los sellos en caso de estar dañado y sustituir por uno nuevo. <p>Bueno () Malo () Cambio () Ajuste ()</p>	
Elaborado por:	Aprobado por: Departamento de mantenimiento

SALA DE JARABES	EMPRESA EMBOTELLADORA		
	HOJA DE RUTA		
<p>INSPECCIÓN/MANTENIMIENTO MECÁNICO SEMESTRAL BOMBA CENTRIFUGA JARABE</p> <p>Realizar las siguientes actividades e identificar las condiciones del elemento o material. Marcar con una equis (x) la condición que corresponda.</p> <p><u>Procedimientos de seguridad antes de realizar el mantenimiento</u></p> <ul style="list-style-type: none"> *Active el stop de emergencia. *Verifique que la luz indicadora se encuentre encendida, si la posee (mientras la luz no esté encendida, no se debe intervenir el equipo). *Abra el interruptor principal del equipo si es necesario. *Coloque la tarjeta de seguridad con los datos correspondientes. *Asegúrese que cuente con todos los implementos de seguridad, requeridos según las actividades de mantenimiento a realizar. *Verifique que cuente con todas las herramientas necesarias para la intervención del equipo y que éstas sean las adecuadas. *Intervenga la máquina, al realizar las actividades de mantenimiento, tenga en cuenta las normas de higiene y seguridad industrial. <p><u>1. Conjunto: Sistema de Bombeo</u></p> <p><u>1.2 Sellos</u></p> <ol style="list-style-type: none"> a. Desactive la alimentación y, desconecte la bomba y el motor del sistema b. Verifique que no exista paso de fluido. c. Retire el tubo del drenaje antes de instalarlo en el anillo de presión o la placa trasera. d. Afloje los tornillos de la brida del motor y retírela. e. Limpie la superficie desgastada. f. Asegúrese que el agujero de alojamiento para el sello, las superficies de montaje y las conexiones de líneas para el fluido estén limpias y libres de bordes filosos que puedan ocasionar algún daño al mismo. 			
<p>Elaborado por:</p>	<p>Aprobado por:</p> <p>Departamento de</p>		

	mantenimiento
--	----------------------

SALA DE JARABES	EMPRESA EMBOTELLADORA HOJA DE RUTA
<p>g. Extraiga el sello del empaque e instale el nuevo tal y como fue retirado. Bueno () Malo () Cambio () Ajuste ()</p> <p><u>1.5 Voluta</u></p> <p>a. Revisar los niveles de tolerancia. b. Chequear signos de desgaste y corrosión. c. Verificar la lubricación adecuada. Bueno () Malo () Cambio () Ajuste ()</p> <p>INSPECCIÓN MECÁNICA ANUAL BOMBA CENTRÍFUGA JARABE</p> <p>Realizar las siguientes actividades e identificar las condiciones del elemento o material. Marcar con una (x) identificando la condición.</p> <p><u>Procedimientos de seguridad antes de realizar el mantenimiento</u></p> <p>*Active el stop de emergencia. *Verifique que la luz indicadora se encuentre encendida, si la posee (mientras la luz no esté encendida, no se debe intervenir el equipo). *Abra el interruptor principal del equipo si es necesario. *Coloque la tarjeta de seguridad con los datos correspondientes. *Asegúrese que cuente con todos los implementos de seguridad, requeridos según las actividades de mantenimiento a realizar. *Verifique que cuente con todas las herramientas necesarias para la intervención del equipo y que éstas sean las adecuadas. *Intervenga la máquina, al realizar las actividades de mantenimiento, tenga en cuenta las normas de higiene y seguridad industrial.</p>	
Elaborado por:	Aprobado por: Departamento de mantenimiento

SALA DE JARABES	EMPRESA EMBOTELLADORA
	HOJA DE RUTA
<p>g Extraiga el sello del empaque e instale el nuevo tal y como fue retirado. Bueno () Malo () Cambio () Ajuste ()</p> <p><u>1.5 Voluta</u></p> <p>a. Revisar los niveles de tolerancia. b. Chequear signos de desgaste y corrosión. c. Verificar la lubricación adecuada. Bueno () Malo () Cambio () Ajuste ()</p> <p>INSPECCIÓN MECÁNICA ANUAL BOMBA CENTRÍFUGA JARABE</p> <p>Realizar las siguientes actividades e identificar las condiciones del elemento o material. Marcar con una (x) identificando la condición.</p> <p><u>Procedimientos de seguridad antes de realizar el mantenimiento</u></p> <p>*Active el stop de emergencia. *Verifique que la luz indicadora se encuentre encendida, si la posee (mientras la luz no esté encendida, no se debe intervenir el equipo). *Abra el interruptor principal del equipo si es necesario. *Coloque la tarjeta de seguridad con los datos correspondientes. *Asegúrese que cuente con todos los implementos de seguridad, requeridos según las actividades de mantenimiento a realizar. *Verifique que cuente con todas las herramientas necesarias para la intervención del equipo y que éstas sean las adecuadas. *Intervenga la máquina, al realizar las actividades de mantenimiento, tenga en cuenta las normas de higiene y seguridad industrial.</p>	
<p>Elaborado por:</p>	<p>Aprobado por:</p> <p>Departamento de mantenimiento</p>

SALA DE JARABES	EMPRESA EMBOTELLADORA HOJA DE RUTA
<p><u>1. Conjunto: Sistema de Bombeo</u></p> <p><u>1.1 Rodamiento</u></p> <p>a. Cambiar rodamiento Bueno () Malo () Cambio () Ajuste ()</p> <p><u>1.7 Impulsor</u></p> <p>a. Chequear las aspas del impulsor, para observar síntomas de desprendimiento y presencia de contaminación o moho en el sistema.</p> <p>c. Revisar si estos presentan signos de corrosión</p> <p>d. Chequear signos desgaste Bueno () Malo () Cambio () Ajuste ()</p> <p>INSPECCIÓN ELECTRICA CADA 3 AÑOS BOMBA CENTRÍFUGA JARABE</p> <p>Realizar las siguientes actividades e identificar las condiciones del elemento o material. Marcar con una (x) identificando la condición.</p> <p><u>Procedimientos de seguridad antes de realizar el mantenimiento</u></p> <p>*Active el stop de emergencia.</p> <p>*Verifique que la luz indicadora se encuentre encendida, si la posee (mientras la luz no esté encendida, no se debe intervenir el equipo).</p> <p>*Abra el interruptor principal del equipo si es necesario.</p> <p>*Coloque la tarjeta de seguridad con los datos correspondientes.</p> <p>*Asegúrese que cuente con todos los implementos de seguridad, requeridos según las actividades de mantenimiento a realizar.</p> <p>*Verifique que cuente con todas las herramientas necesarias para la intervención del equipo y que éstas sean las adecuadas.</p> <p>*Intervenga la máquina, al realizar las actividades de mantenimiento, tenga en cuenta las normas de higiene y seguridad industrial.</p>	
<p>Elaborado por:</p>	<p>Aprobado por:</p> <p>Departamento de mantenimiento</p>

SALA DE JARABES	EMPRESA EMBOTELLADORA
	HOJA DE RUTA
<p><u>2 Conjunto: Sistema de Bombeo</u></p> <p><u>1.6 Eje</u></p> <p>a. Desconecte la alimentación eléctrica del motor, retirando los fusibles y desconectando los cables.</p> <p>b. Cierre la alimentación de agua.</p> <p>c. Cierre la aspiración y la impulsión de la bomba y vacíe el cuerpo de la bomba.</p> <p>d. Quite la carcasa y el impulsor.</p> <p>e. Quite la placa posterior y los componentes del sello del eje.</p> <p>f. Afloje los tornillos en la base del eje, y retire el eje para sustituirlo por uno nuevo.</p> <p>g. Limpie los alojamientos de los anillos estáticos y giratorios del cierre con aire o agua si es necesario.</p> <p>h. Compruebe si las justas tóricas y el anillo estáticos muestran señales de agrietamiento o desgaste.</p> <p>Bueno () Malo () Cambio () Ajuste ()</p> <p><u>1.7 Impulsor</u></p> <p>a. Desconecte la entrada de la tubería de descarga.</p> <p>b. Afloje las abrazadera ensamblados en los anillos o.</p> <p>c. Retire suavemente la cubierta y la cubierta de anillo o.</p> <p>Bueno () Malo () Cambio () Ajuste ()</p>	
<p>Elaborado por:</p>	<p>Aprobado por:</p> <p>Departamento de mantenimiento</p>