UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA

UNIDAD DE POSTGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS

PLAN DE MEJORA DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO BASADO EN EL ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD DE LOS EQUIPOS DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA LÍNEA KRONES, CASO: PLANTA EMBOTELLADORA AREQUIPA

Tesis presentada por :

NUEVO CENTENO, MIGUEL ANGEL

Para optar el Grado Académico de Maestro en Ciencias: Ingeniería de Mantenimiento con mención en Gerencia de Mantenimiento

Asesora: Dra. Elisa Aurora Felipa Castañeda Huaman

AREQUIPA – PERÚ

2020

AGRADECIMIENTO

En estas líneas quiero agradecer a Dios sobre todos los logros obtenidos, a mis padres, por el esfuerzo y la confianza que tuvieron durante toda mi carrera.

Agradezco a mis formadores personales, personas de gran sabiduría, quienes se han esforzado por ayudarme a llegar al punto en el que me encuentro, sencillo no ha sido el proceso, pero gracias a las ganas de transmitirme sus conocimientos y dedicación que los ha regido, he logrado importantes objetivos, como culminar el desarrollo de mi tesis y un prometedor futuro profesional.

A TODOS USTEDES, ¡MUCHAS GRACIAS!!!

DEDICATORIA

A Dios, por los momentos y las cosas hermosas. Que siempre me dio, por darme las fuerzas para seguir adelante y nunca dejarme solo en mí andar.

A mis Padres, Manuel y Carmen, quienes son mi ejemplo a seguir y las gracias infinitas por su apoyo en todo momento.

ÍNDICE GENERAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA ... **¡Error! Marcador no definido.**

AGRADECIMIENTO ii

DEDICATORIA iii

ÍNDICE GENERAL iv

ÍNDICE DE TABLAS vii

ÍNDICE DE FIGURAS ix

RESUMEN x

ABSTRACT xi

INTRODUCCIÓN xii

CAPÍTULO I 13

PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO 13

1. El Problema 13

1.1 Planteamiento del problema 13

1.2 Estado del arte 14

1.3 Formulación interrogativa del problema. 16

1.4 Justificación de la investigación 16

1.5 Delimitación de la investigación. 17

1.6 Limitaciones de la investigación. 18

1.7 Objetivos de la investigación. 18

1.8 Hipótesis 19

1.9 Variables de la investigación 19

1.10 Diseño de la investigación 21

CAPÍTULO II 23

MARCO TEÓRICO 23

2.1 Definición de mantenimiento 23

2.2 Objetivo del mantenimiento 23

2.3 Tipos de mantenimiento 24
2.4 Proceso de mejora continua en mantenimiento 25
2.5 Mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) 26
2.6 Funciones y parámetros de funcionamiento 27
2.7 Técnicas de manejo de fallas 30
2.8 Objetivos del mantenimiento centrado en confiabilidad 33
2.9 Proceso de implantación del RCM 33
2.10 Beneficios de la aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad 34
2.11 Implicancia de la auditoría del RCM 35
2.12 Análisis de criticidad 37
2.13 Pasos del análisis de criticidad 38
2.14 Tipos de productividad 46
2.15 Factores para mejorar la productividad 48
2.16 Importancia de la gestión de activos 52
2.17 El ciclo de vida de la gestión de activos 52
2.18 Beneficios de la aplicación de la norma ISO 55001 54

CAPÍTULO III 56

ANÁLISIS DE LA GESTIÓN ACTUAL DE MANTENIMIENTO 56

3.1 Descripción del proceso de embotellado 56
3.1.1 Proceso productivo de la Bebida Gasificada 56
3.2 Análisis de la gestión actual de mantenimiento 72
3.2.1 Descripción del área de mantenimiento 72
3.2.2 Descripción de la gestión actual de mantenimiento 75
3.2.3 Evaluación de la gestión actual del mantenimiento 77
3.2.4 Diagnóstico de la evaluación 78
3.2.5 Diagnóstico de los indicadores de Mantenimiento de la Línea Krones en el Periodo 2017- 2019 83

CAPÍTULO IV 89

PLAN DE MEJORA DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO BASADO EN EL ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD DE LOS EQUIPOS CRÍTICOS DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA LÍNEA KRONES 89

4.1 Implementación del Centro de Cuidado de Activos 89

4.2 Registro de los activos utilizados en la línea Krones 90
4.3 Determinar los criterios para realizar el análisis de criticidad de los equipos empleados en la línea Krones 91
4.4 Precisar los equipos con mayores niveles de criticidad dentro de la línea Krones 99
4.5 Desarrollo de la taxonomía de los equipos determinados como críticos de la línea Krones 102
4.6 Desarrollo de la criticidad de los componentes de cada equipo crítico 104
4.7 Efectuar un análisis de modos y efectos de falla (AMEF) de los componentes determinados como críticos definidos en la fase anterior. 105
4.8 Desarrollar la propuesta de implementación de los nuevos planes de mantenimiento basados en el R.C.M 110
CAPÍTULO V 111
VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA DE PLAN DE MEJORA DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO BASADO EN EL ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD DE LOS EQUIPOS DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA LÍNEA KRONES 111
5.1 Implementación del Centro de Cuidado de Activos 111
5.2 Registro de los activos utilizados en la línea Krones 111
5.3 Análisis de criticidad de los equipos empleados en la línea Krones 112
5.4 Desarrollo del análisis de confiabilidad de los equipos determinados como críticos de la línea Krones 114
5.5 Evaluación económica de la propuesta de implementación de R.C.M 166
5.6 Objetivos estratégicos de la propuesta de implementación del R.C.M 171
CONCLUSIONES 173
RECOMENDACIONES 175
REFERENCIAS 176
GLOSARIO DE TÉRMINOS 177
Anexos 181

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Criterios para estimar la frecuencia 40
Tabla 2. Criterios de la tabla categoría de los impactos 42
Tabla 3. Diagnóstico de deficiencias 79
Tabla 4.Diagnóstico de deficiencias 80
Tabla 5. Diagnóstico de deficiencias 81
Tabla 6. Diagnóstico de deficiencias 82
Tabla 7. Relación de equipos línea Krones 90
Tabla 8. Severidad Operacional 91
Tabla 9. Severidad de seguridad riesgo potencial de lesiones personales 92
Tabla 10. Severidad de seguridad riesgo potencial del fuego o explosión 92
Tabla 11. Severidad de seguridad. Riesgo de seguridad durante la ejecución de una tarea 93
Tabla 12. Severidad ambiental. Emisiones del ambiente 93
Tabla 13. Severidad ambiental. Derrames químicos 94
Tabla 14. Confiabilidad y diseño 94
Tabla 15. Mantenibilidad 95
Tabla 16. Frecuencia de fallas 96
Tabla 17. Repuestos y tiempos de entrega 97
Tabla 18. Severidad en Calidad: Criterio 1 Efecto en el Cliente 98
Tabla 19. Severidad en Calidad: Criterio 2 Efecto en el Proceso de Elaboración del Producto. 99
Tabla 20. Análisis de criticidad de activos 100
Tabla 21. Tabla de determinación de la taxonomía de equipos 102
Tabla 22. Taxonomía llenadora Krones 103
Tabla 23. Análisis de criticidad de componentes 104
Tabla 24. Análisis de modos y efectos de fallas 107
Tabla 25. Tipo de actividades 109
Tabla 26. Relación de activos en la línea Krones 112
Tabla 27. Análisis de criticidad de activos 113
Tabla 28 .Taxonomía llenadora krones 115
Tabla 29.. Análisis de criticidad de componentes llenadora de botellas krones 116
Tabla 30 . Análisis de modos y efectos de fallas llenadora krones 119
Tabla 31. Taxonomía Lavadora SIDEL 125
Tabla 32. Análisis de criticidad de activos Lavadora de botellas 126
Tabla 33. Análisis de modos y efectos de fallas Lavadora de botellas SIDEL 131
Tabla 34. Taxonomía Mixer Krones 145
Tabla 35. Análisis de criticidad de activos: Mixer krones (preparación de bebida) 146
Tabla 36. Análisis de modos y efectos de fallas Mixer Krones 149
Tabla 37. Taxonomía inspector electrónico botellas vacias 154
Tabla 38. Análisis de criticidad de activos: inspector de botellas vacías 155

Tabla 39. Análisis de modos y efectos de fallas Inspector de botellas vacías l2 valor de criticidad 156
Tabla 40. Taxonomía capsulador arol krones 159
Tabla 41. Análisis de criticidad de activos: capsulador Krones 160
Tabla 42. Análisis de modos y efectos de fallas Capsulador Arol Krones 161
Tabla 43. Taxonomía Coronador Krones 162
Tabla 44. Análisis de criticidad de activos Taxonomía Coronador Krones 163
Tabla 45. Análisis de modos y efectos de fallas Coronador krones valor de criticidad 164
Tabla 46. Cuadro comparativo de horas de paradas por deficiencias mecánicas eléctricas Años 2019 – 2021 . 166
Tabla 47. Cuadro de evaluación de impacto económico por paradas producidas por deficiencia mecánica eléctrica de línea Krones a año 2019 167
Tabla 48. Cuadro de evaluación de impacto económico por paradas producidas por deficiencia mecánica eléctrica de linea krones año 2021 168
Tabla 49. Presupuesto de implementación de metodología RCM 169
Tabla 50. Presupuesto de gastos en recursos materiales y equipos 170

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Niveles de análisis para evaluar criticidad 38
Figura 2. Criterios y sus rasgos preestablecidos 41
Figura 3. Matriz y Criticidad – PEP 44
Figura 4. Diagrama de proceso - operativo línea de embotellado Krones 58
Figura 5. Máquina despaletizadora 59
Figura 6. Máquina desencajonadora 59
Figura 7. Máquina descapsuladora 60
Figura 8. Máquina lavadora 62
Figura 9. Proceso de lavado 63
Figura 10. Máquina omnivisión 64
Figura 11. Diagrama de entrada-función-salida de llenadora Krones 66
Figura 12. Máquina Llenadora 67
Figura 13. Capsulador y coronador 67
Figura 14. Máquina Mixer Krones 68
Figura 15. Máquina inspector de nivel Krones 68
Figura 16. Máquina codificador de botellas 69
Figura 17. Máquina encajonadora 69
Figura 18. Máquina paletizadora 70
Figura 19. Distribución de la línea de producción Krones desde la etapa de ingreso de pallets hasta el paletizado del producto final 71
Figura 20. Organigrama del área de mantenimiento 74
Figura 21. Planificación y control de trabajo 77
Figura 22: Eficiencia Mecánica Eléctrica 83
Figura 23 .TMEF (MTBF) L2 85
Figura 24 .TMPR (MTTR) L2 87

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se realiza un diagnóstico de la gestión actual de mantenimiento en la planta de una empresa embotelladora de bebidas gaseosas, para posteriormente presentar una propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento a partir del sistema RCM, el mismo que se basa en el análisis de criticidad de equipos,componentes de los equipos y análisis de modos y efectos de fallas de los equipos críticos que intervienen en el proceso de embotellado, centrándonos especialmente en los equipos siguientes: llenadora de botellas, lavadora de botellas, inspector de botellas vacías, mixer (preparación de bebida), coronador y capsulador.

El objetivo principal de la presente investigación es la de mejorar la productividad de la empresa motivo de estudio,tomando como punto de partida el mejoramiento de la gestión de mantenimiento

PALABRAS CLAVE: Mantenimiento, confiabilidad, RCM

ABSTRACT

In this research work, a diagnosis of the current maintenance management in the plant of a soft drink bottling company is carried out, to later present a proposal to improve maintenance management from the RCM system, the same that is based in criticality analysis of equipment, equipment components and analysis of failure modes and effects of critical equipment involved in the bottling process, focusing especially on the following equipment: bottle filler, bottle washer, bottle inspector empty, mixer (preparation of drink), crowner and capper.

The main objective of this research is to improve the productivity of the company under study, taking as a starting point the improvement of maintenance management

KEY WORDS: Maintenance, reliability, RCM

INTRODUCCIÓN

En la actualidad en el mercado de bebidas gaseosas se observa un alto nivel de competencia, lo que ha motivado a las empresas del sector a realizar una minuciosa planeación y control del proceso de producción, dando énfasis en la gestión de activos, ya que la ineficiencia en el manejo de los mismos originaría problemas en la gestión de la producción pudiendo presentarse paralizaciones en el proceso de producción que generen pérdidas importantes a la empresa originadas por desfases en el cumplimiento de los volúmenes de producción planificados, los mismos que podrían generar retraso en la atención de los pedidos a los clientes repercutiendo ello a su vez en el volumen de utilidades de la empresa así como en su participación en el mercado.

El primer capítulo está referido al Planteamiento Metodológico, en el segundo capítulo se presenta el marco teórico, en el tercero la descripción del proceso de embotellado, y un análisis de la gestión actual de mantenimiento, en un cuarto capítulo se presenta un plan de mejora de la gestión actual de mantenimiento ,en el quinto capítulo se presenta la validación de la propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento, presentando un análisis de criticidad , taxonomía y modos de efectos y fallas de cada uno de los equipos críticos.

Se concluye la presente investigación presentando una evaluación económica de la propuesta de mejora de gestión diseñada por el investigador

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

Este primer capítulo está referido al planteamiento metodológico en el cual se hace referencia al planteamiento del problema, antecedentes de la investigación, formulación del problema, justificación de la investigación, delimitación de la investigación, limitaciones de la misma, y variables de la investigación.

1. El Problema

1.1 Planteamiento del problema

La gestión de mantenimiento en la actualidad se enfrenta a uno de los problemas más comunes en la mayoría de las organizaciones a nivel mundial, la gran mayoría de las organizaciones están centradas en la operación y la rentabilidad del negocio, y dejan de lado el tener una buena política de gestión de activos y de mantenimiento.

Esto conlleva que en muchos casos se considere a la gestión de mantenimiento como un gasto y no como una inversión en mantener los activos de la empresa con la mayor disponibilidad y eficiencia que a la larga será traducido en mayor rentabilidad para el negocio.

Los enfoques actuales de la gestión de activos de las organizaciones, han llevado a aplicar nuevas herramientas en lo que al mantenimiento se refiere, una de ellas es el RCM (Mantenimiento Centrado en Confiabilidad), técnica para elaborar un plan de mantenimiento en una instalación industrial y cuyo objetivo es lograr incrementar la disponibilidad y reducir los costos de mantenimiento basado en el análisis de fallos.

La planta embotelladora motivo de estudio ubicada en la ciudad de Arequipa desde hace 10 años atrás ha venido cambiando en cuanto a la organización y la infraestructura. La

renovación de líneas de producción con equipos de última tecnología ha llevado a replantear nuevas estrategias en cuanto al mantenimiento se refiere.

Dentro de las cinco líneas de producción con las que cuenta la planta, la línea denominada Krones es la encargada de elaborar productos en su presentación de vidrio retornable en sus tamaños de envase desde 192 ml hasta 1500ml.

La línea Krones en los últimos años no está logrando mantener la eficiencia y productividad deseada, esto generado por los frecuentes paros de máquinas, falta de un stock adecuado de repuestos, falta de un programa de capacitación técnica-operativa, personal operativo desmotivado, los cambios de formatos de productos constantes, etc.

Por tal razón, se tiene la necesidad de realizar este estudio con el ánimo de contribuir al mejoramiento operacional y de la gestión de mantenimiento de los equipos del proceso productivo de la línea Krones. Mediante el análisis de confiabilidad y la evaluación del sistema de gestión de mantenimiento en la empresa embotelladora, con la finalidad de lograr incrementar la eficiencia a un menor costo del mantenimiento.

1.2 Estado del arte

Se presenta el resumen de la revisión de trabajsosimilares de investigación.

Cano (2014), en su Propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento mediante la aplicación de herramientas del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) para línea PET de bebidas gaseosas, precisa como principal conclusión que la mejor alternativa para obtener resultados en el corto plazo y cumplir con los objetivos y lineamientos de la compañía, es el RCM que cuenta con un cumplimiento de 92.6% luego de evaluarla mediante el árbol de decisiones el mismo que refleja la facilidad para adoptarlo como disciplina de trabajo en el área de mantenimiento.

También, Quintanilla (2015), en la tesis titulada Implementación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RC M) al sistema de izaje mineral, de la compañía minera Milpo, unidad "El Porvenir", indica como principal conclusión que la confiabilidad del Sistema de Izaje logró alcanzar el objetivo de incrementar el MTBF entre 100-120 horas sin fallas en el Sistema de Izaje y encontrando una frecuencia adecuada para realizar el mantenimiento preventivo, predictivo y correctivos programados de los equipos.

Asimismo, Morales (2005), en su trabajo de tesis, plantea como objetivo principal demostrar que la implantación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad como filosofía de mantenimiento incrementará el índice de disponibilidad de los Hornos Convertidores PS de la Fundición de Cobre de Southern Perú, siendo una de sus importantes conclusiones que la implantación del RCM, fomentó el trabajo en equipo, convirtiéndolo en algo rutinario; donde las reuniones fueron dinámicas, logrando sinergia al interior del grupo natural de trabajo y ayudando al personal a comprender la labor de su compañero.

Aaros Pizarro (2017), en su trabajo de tesis, llega a la conclusión de que no se encontraban pautas de trabajos para los equipos de esta línea, el cual producía un gran problema al momento de ejecutar alguna acción, producto que la empresa depende netamente de la cantidad de envasado que genera día a día. Se realizaron diferentes análisis para esta línea, determinando que el lavado de botellas era el equipo más crítico que podía producir impacto sobre la empresa.

En este trabajo, la lavadora de botellas era el activo con más fallas entre paradas de plantas con un promedio de 130 intervenciones, por ende se procedió a estudiar este equipo mediante un análisis de modos de fallas y efectos y criticidad, para encontrar junto con los mantenedores y operadores los modos de fallas más recurrentes, concretándose la primera fase de este estudio con una jerarquización de los modos de fallos con más impacto sobre la

producción, de estos, solo fueron 4 de los 15 que se analizaron detalladamente, siguiendo a la segunda fase de este análisis de modos de fallas, se sometieron todo los modos al diagrama de decisiones, que separo a cada uno de estos, otorgándole una tarea de mantenimiento para finalmente planificar la mantención para la siguiente parada de planta, poder generar las pautas de trabajo y Check list a los modos de fallos más críticos, y así evitar demoras en las mantenciones o algún paso mal hecho durante la intervención.

De otro lado, Salvador (2015), en su trabajo de tesis, plantea como finalidad, aumentar la fiabilidad de la instalación, es decir, reducir el tiempo de parada por avería inesperada en la EDAR, de manera que se estudiarán las partes críticas de la planta. Y concluye que con la metodología R.C.M se logra realizar un análisis profundo y detallado de cada avería para seleccionar la tarea de mantenimiento más adecuada para subsanarla.

1.3 Formulación interrogativa del problema.

De acuerdo a la problemática descrita anteriormente nos hacemos la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo mejorar la productividad de la gestión de mantenimiento de los equipos del proceso productivo de la línea Krones de la planta embotelladora en Arequipa?

1.4 Justificación de la investigación

La investigación es importante debido a que los resultados beneficiarán a los responsables y/o operadores de la gestión de mantenimiento de los equipos del proceso productivo de la línea Krones.

La empresa con el fin de mantener una disponibilidad alta y la operatividad de sus equipos, busca reducir las fallas de los equipos mediante análisis y técnicas actualizadas, por

consiguiente, mejorar a través de la implementación de planes de mantenimiento, que permita al trabajador la constante actualización de nuevas técnicas, así como, en seguridad, medio ambiente y hasta incluso reducción de costos en la área de mantenimiento.

Los niveles bajos de eficiencia y utilización que ha tenido en estos últimos años, los equipos del proceso productivo de la línea Krones nos puede ocasionar el paro parcial de la línea de producción, la cual la llamamos paros no programados, es por esto que se plantea como plan estratégico de mantenimiento basarnos en el RCM con la finalidad de poder incrementar nuestra disponibilidad.

El estudio realizado para determinar el plan estratégico de mantenimiento, está basado en la data histórica que tenemos en la empresa con el propósito de analizar que equipos son los más críticos y en qué tiempos debemos reemplazar componentes de acuerdo a los resultados del (RCM).

1.5 Delimitación de la investigación.

1.5.1 Delimitación espacial.

La investigación se llevó a cabo en el departamento de Arequipa, provincia de Arequipa, distrito de Tiabaya.

1.5.2 Delimitación temporal.

El periodo de ejecución estuvo comprendido entre los meses de julio del año 2018 a Julio del año 2019.

1.5.3 Delimitación temática.

La investigación presentada está enmarcada en el campo de las ciencias de la gestión del mantenimiento.

1.6 Limitaciones de la investigación.

Por razones de costos, tiempo y disponibilidad de información, la investigación se circunscribe al análisis de la gestión de mantenimiento de los equipos utilizados en el proceso productivo de la línea Krones de la empresa embotelladora motivo de la presente investigación.

1.7 Objetivos de la investigación.

En base a lo indicado, los objetivos de la investigación se mencionan a continuación.

1.7.1 Objetivo general.

Diseñar un plan de mejora de la gestión de mantenimiento basado en el análisis de confiabilidad de los equipos del proceso productivo de la línea Krones de la planta embotelladora de Arequipa.

1.7.2 Objetivos específicos.

a) Seleccionar y resumir la teoría vigente relacionada con la gestión de mantenimiento, análisis de confiabilidad, productividad y equipos para elaboración de bebidas gaseosas.

b) Describir la problemática actual de la gestión de mantenimiento de los equipos del proceso productivo de la línea Krones en la planta embotelladora de Arequipa.

c) Estructurar y definir las fases y pasos del plan de mejora de la gestión de mantenimiento basado en el análisis de confiabilidad de los equipos del proceso productivo de la línea Krones de la planta embotelladora de Arequipa.

d) Validar y evaluar el plan de mejora propuesto con la gerencia de mantenimiento.

1.8 Hipótesis

1.8.1 Hipótesis general

Implementando el plan de mejora de la gestión de mantenimiento basado en el análisis de confiabilidad de los equipos del proceso productivo de la línea Krones, es factible mejorar significativamente la productividad.

1.9 Variables de la investigación

1.9.1 Variable independiente

La variable independiente es Plan de mejora de la gestión de mantenimiento, basado en el análisis de confiabilidad.

1.9.1.1 Definición conceptual

Se define como plan de mejora a un “Conjunto de medidas de cambio que se toman en una organización para mejorar su rendimiento, eficiencia y eficacia en la gestión de mantenimiento”.

1.9.1.2 Definición operacional

La variable plan de mejora de la gestión de mantenimiento, puede ser operacionalizada, mediante la estructura, fases y pasos del plan propuesto.

1.9.2 Variable dependiente

Productividad.

1.9.2.1 Definición conceptual

Koontz y Weihrich (2004), explicaron que la productividad es la relación insumos productos en cierto periodo con especial consideración a la calidad.

Definen la productividad como la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados. En la fabricación, la productividad sirve para evaluar el rendimiento de los talleres, las máquinas, los equipos de trabajo y los empleados.

1.9.2.2 Definición operacional

El cálculo de la productividad se determina mediante la siguiente:

FÓRMULA:

$$\boldsymbol{Productividad\ (Pr) = \frac{P}{R}}$$

$$\boldsymbol{Pr = \frac{P}{R}\ ,\ \ Pr = \frac{1}{Cu}\ \ ,\ \ \ Pr = \frac{P}{Cp}}$$

Donde:

P = Producción (unidades, precios, cantidades)

R = Suma de Recursos (H-H, H-M, unidades de material, S/.)

Cp.= Costos de producción

Cu = Costo Unitario

1.10 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es del tipo no experimental, porque solo se recolectó información y no se manipularon las variables, también es de carácter transaccional, porque se observaron y analizaron los hechos en un determinado tiempo.

La investigación es de tipo exploratoria porque se basó en el uso de documentos, manuales, textos, revistas, registros, y otros, que ayuden a fundamentar la solución del problema en forma teórica.

Se considera además investigación de campo porque se recopiló la información de los fallos de los equipos tanto del área de producción como de mantenimiento.

1.10.1 Técnicas, instrumentos y fuentes de información

Se aplicaron las siguientes técnicas e instrumentos de análisis:

Análisis de criticidad. Técnica que nos ayudó a analizar y determinar los niveles de importancia de los equipos que conforman el proceso productivo de la línea de producción Krones.

Principio de Pareto. Herramienta que nos ayudó a determinar bajo la regla del 80-20 los equipos y componentes con mayor nivel de criticidad de la línea Krones, así como los impactos que generan cada una de ellas.

Análisis de Causa Raíz. Método utilizado para la identificación y comprensión de problemas con la finalidad de determinar la causa raíz del mismo.

Gráficos circulares e histogramas. Herramientas que sirvieron para mostrar los porcentajes de fallas de cada uno de los equipos.

Se aplicaron también distintas técnicas de recolección de datos:

Entrevistas no estructuradas. Se entrevistó a los operarios, técnicos, supervisores y jefes, encargados de la operatividad y mantenibilidad de los equipos de la línea Krones.

1.10.2 Población y muestra

La investigación se desarrolló en una población constituida de cinco líneas de producción que conforman a toda la planta embotelladora y cuya muestra será dirigida a la investigación de una de las líneas de producción denominada línea Krones.

1.10.3 Forma de tratamiento de los datos

La información recogida para la presente investigación ha sido interpretada y procesada utilizando el programa excel 2010 para presentar los cuadros y gráficas.

1.10.4 Forma de análisis de la información

El análisis de la información se llevó a cabo presentando tablas y gráficos que nos ayudaron a extraer conclusiones, opiniones y propuestas para la solución del problema planteado.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

En este capítulo se presenta el marco teórico el mismo que ha sido elaborado a partir de la lectura de material bibliográfico especializado referido al tema de investigación, resaltando aspectos relacionados con el mantenimiento, la productividad y la gestión de activos.

2.1 Definición de mantenimiento

Existen una serie de definiciones de mantenimiento tomaremos como referencia la definición planteada por Duffuaa(2005), quien define el mantenimiento como "La combinación de actividades mediante las cuales un equipo o un sistema se mantiene en, o se establece a, un estado en el que puede realizar las funciones designadas".

2.2 Objetivo del mantenimiento

Como objetivo básico, el mantenimiento procura contribuir por todos los medios disponibles a reducir, en lo posible, el costo final de la operación de la planta. De este se desprende un objetivo técnico por el que se trata de conservar en condiciones de funcionamiento seguro y eficiente todo el equipo, maquinaria y estructuras de tratamiento. El personal de mantenimiento tiene dos puntos de vista para cumplir estos objetivos: el aspecto humano y el técnico. El evitar los accidentes previene pérdidas humanas y de grandes responsabilidades. Por el lado técnico, la maquinaria, las instalaciones y los equipos bien mantenidos no provocarán pérdidas económicas y facilitarán la producción continua y eficiente de la planta.

2.3 Tipos de mantenimiento

Tradicionalmente, se consideraba que existían tres tipos de mantenimiento distintos: predictivo, preventivo, y correctivo. Sin embargo, existen cuatro tipos de mantenimiento distintos:

2.3.1 Mantenimiento predictivo o a condición

El mantenimiento predictivo o mantenimiento a condición consiste en la búsqueda de indicios o síntomas que permitan identificar una falla antes de que ocurra.

2.3.2 El mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo se refiere a aquellas tareas de sustitución o de trabajo hechas a intervalos fijos independientemente del estado del elemento o componente. Estas tareas solo son válidas si existe un patrón de desgaste: es decir, si la probabilidad de falla aumenta rápidamente después de superada la vida útil del elemento.

Debe tenerse mucho cuidado, al momento de seleccionar una tarea preventiva (o cualquier otra tarea de mantenimiento, de hecho), en no confundir una tarea que se puede hacer, con una tarea que conviene hacer.

2.3.3 El mantenimiento correctivo o trabajo a la rotura

Si se decide que no se hará ninguna tarea proactiva (predictiva o preventiva) para manejar una falla, sino que se reparará la misma una vez que ocurra, entonces el mantenimiento elegido es un mantenimiento correctivo. Este tipo de mantenimiento conviene cuando el costo de la falla (directos indirectos) es menor que el costo de la prevención, o cuando no puede hacerse ninguna tarea proactiva y no se justifica realizar un rediseño del equipo. Esta opción solo es válida en caso que la falla no tenga consecuencias sobre la seguridad o el medio ambiente.

Caso contrario, es obligatorio hacer algo para reducir o eliminar las consecuencias de la falla.

2.3.4 El mantenimiento detectivo o de búsqueda de fallas

El mantenimiento detectivo o de búsqueda de fallas consiste en la prueba de dispositivos de protección bajo condiciones controladas, para asegurarse que estos dispositivos serán capaces de brindar la protección requerida cuando sean necesarios. En el mantenimiento detectivo no se está reparando un elemento que falló (mantenimiento correctivo), no se está cambiando ni reacondicionando un elemento antes de su vida útil (mantenimiento preventivo), ni se están buscando síntomas de que una falla está en el proceso de ocurrir (mantenimiento predictivo). Por lo tanto, el mantenimiento detectivo es un cuarto tipo de mantenimiento.

A este mantenimiento también se lo llama búsqueda de fallas o prueba funcional, y al intervalo cada el cual se realiza esta tarea se lo llama intervalo de búsqueda de fallas, o FFI, por sus siglas en inglés (Failure-Finding Interval). Por ejemplo, arrojar humo a un detector contra incendios es una tarea de mantenimiento detective.

2.4 Proceso de mejora continua en mantenimiento

Según Améndola (2008), la mejora de la gestión de mantenimiento puede visualizarse como un sistema de control donde se definen y evalúan indicadores dirigidos a la ejecución (disponibilidad, confiabilidad, costos, seguridad, personal, calidad, entre otros), y otros relativos a las actividades de mantenimiento (porcentaje del número de horas gastadas en mantenimiento preventivo, costo de outsourcing, recursos logísticos utilizados, organización y métodos).

Mejoras significativas de la gestión de mantenimiento están siendo alcanzadas a través de las siguientes estrategias:

- Mejoramiento continúo del equipo.
- Educación y capacitación de los responsables de la actividad de mantenimiento.
- Establecimiento de prioridades adecuadas a los servicios; de evaluación de servicios necesarios e innecesarios.
- Análisis adecuado de la información y aplicación de soluciones simples pero estratégicas.
- Planificación del mantenimiento con enfoque en la estrategia de mantenimiento específico por tipo de equipo.
- Ejecución de algunas actividades por parte de los operarios de los equipos.

2.5 Mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM)

2.5.1 Definición de mantenimiento centrado en confiabilidad

El autor John Moubray en su libro mantenimiento centrado en confiabilidad precisa la definición siguiente:

El mantenimiento centrado en confiabilidad es “Un proceso utilizado para determinar qué se debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional actual”.

El mantenimiento centrado en Confiabilidad (MCC), o Reliability-centred Maintenance (RCM), ha sido desarrollado para la industria de la aviación civil hace más de 30 años.

El proceso permite determinar cuáles son las tareas de mantenimiento adecuadas para cualquier activo físico. El RCM ha sido utilizado en miles de empresas de todo el mundo:

desde grandes empresas petroquímicas hasta las principales fuerzas armadas del mundo utilizan RCM para determinar las tareas de mantenimiento de sus equipos, incluyendo la gran minería, generación el cítrica, petróleo y derivados, metal-mecánica, etc.

La Norma SAE JA1011 especifica los requerimientos que debe cumplir un proceso para poder ser denominado un proceso RCM.

Según esta norma, las 7 preguntas básicas del proceso RCM son:

- ¿Cuáles son las funciones deseadas para el equipo que se está analizando?
- ¿Cuáles son los estados de falla (fallas funcionales) asociados con estas funciones?
- ¿Cuáles son las posibles causas de cada uno de estos estados de falla?
- ¿Cuáles son los efectos de cada una de estas fallas?
- ¿Cuál es la consecuencia de cada falla?
- ¿Qué puede hacerse para predecir o prevenir la falla?
- ¿Qué hacer si no puede encontrarse una tarea predictiva o preventiva adecuada?

2.6 Funciones y parámetros de funcionamiento

Antes de poder aplicar un proceso para determinar qué debe hacerse para que cualquier activo físico continúe haciendo aquello que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional, necesitamos hacer dos cosas:

Determinar qué es lo que sus usuarios quieren que haga.

Asegurar que es capaz de realizar aquello que sus usuarios quieren que haga. Por esto, el primer paso en el proceso de RCM es definir las funciones de cada activo en su contexto operacional, junto con los parámetros de funcionamiento deseados. Lo que los usuarios esperan que los activos sean capaces de hacer puede ser dividido en dos categorías:

2.6.1 Funciones primarias

Las cuales en primera instancia resumen el porqué de la adquisición del activo. Esta categoría de funciones cubre temas como velocidad, producción, capacidad de almacenaje o carga, calidad de producto y servicio al cliente.

2.6.2 Funciones secundarias

La cual reconoce que se espera de cada activo que haga más que simplemente cubrir sus funciones primarias. Los usuarios también tienen expectativas relacionadas con las áreas de seguridad, control, contención, confort, integridad estructural, economía, protección, eficiencia operacional, cumplimiento de regulaciones ambientales, y hasta de apariencia del activo.

Los usuarios de los activos generalmente están en la mejor posición por lejos para saber exactamente qué contribuciones físicas y financieras hace el activo para el bienestar de la organización como un todo. Por ello es esencial que estén involucrados en el proceso de RCM desde el comienzo.

2.6.3 Fallas funcionales

En el mundo del RCM, los estados de falla son conocidos como fallas funcionales porque ocurren cuando el activo no puede cumplir una función de acuerdo al parámetro de funcionamiento que el usuario considera aceptable.

- Al momento de querer aplicar el RCM se requiere determinar cuáles son aquellas fallas que pudieran ocurrir.
- El proceso de RCM lo hace en dos niveles:

  En primer lugar identifica las circunstancias que llevaron a la falla.

  Luego se pregunta qué eventos pueden causar que el activo falle.

2.6.4 Modos de falla

Se considera como modos de falla los hechos que de manera razonablemente posible puedan haber causado cada estado de falla.

Los modos de falla "razonablemente posibles" incluyen aquellos que han ocurrido en equipos iguales o similares operando en el mismo contexto, fallas que actualmente están siendo prevenidas por regímenes de mantenimiento existentes, así como fallas que aún no han ocurrido pero son consideradas altamente posibles en el contexto en cuestión.

2.6.5 Efectos de falla

El cuarto paso en el proceso de RCM tiene que ver con hacer un listado de los efectos de falla, que describen lo que ocurre con cada modo de falla. Esta descripción debería incluir toda la información necesaria para apoyar la evaluación de las consecuencias de la falla, tal como:

- Qué evidencia existe (si la hay) de que la falla ha ocurrido.
- De qué modo representa una amenaza para la seguridad o el medio ambiente (si la representa).
- De qué manera afecta a la producción o a las operaciones (si las afecta).
- Qué daños físicos (si los hay) han sido causados por la falla.
- Qué debe hacerse para reparar la falla.

2.6.6 Consecuencias de la falla

El proceso de RCM clasifica estas consecuencias en cuatro grupos, de la siguiente manera:

2.6.6.1 Consecuencias de fallas ocultas

Las fallas ocultas no tienen un impacto directo, pero exponen a la organización fallas múltiples con consecuencias serias y hasta catastróficas. La mayoría están asociadas a sistemas de protección sin seguridad inherente.

2.6.6.2 Consecuencias ambientales y para la seguridad

Una falla tiene consecuencias para la seguridad si es posible que cause daño o la muerte a alguna persona. Tiene consecuencias ambientales si infringe alguna normativa o reglamento ambiental tanto corporativo como regional, nacional o internacional.

2.6.6.3 Consecuencias operacionales

Una falla tiene consecuencias operacionales si afecta la producción (cantidad, calidad del producto, atención al cliente, o costos operacionales además del costo directo de la reparación).

2.6.6.4 Consecuencias no-operacionales

Las fallas que caen en esta categoría no afectan a la seguridad ni la producción, solo implican el costo directo de la reparación.

2.7 Técnicas de manejo de fallas

Las técnicas de manejo de fallas se dividen en dos categorías:

2.7.1 Tareas proactivas

Estas tareas se emprenden antes de que ocurra una falla, para prevenir que el ítem llegue al estado de falla. Abarcan lo que se conoce tradicionalmente como mantenimiento "predictivo" o "preventivo", aunque veremos luego que el RCM utiliza los términos reacondicionamiento cíclico, sustitución cíclica, y mantenimiento a condición.

Acciones a falta de. Estas tratan directamente con el estado de falla, y son elegidas cuando no es posible identificar una tarea proactiva efectiva. Las acciones “A FALTA DE” incluyen búsqueda detallada, rediseño, y mantenimiento a rotura.

2.7.2 Tareas proactivas

Muchas personas todavía creen que la mejor manera de optimizar la disponibilidad de la planta es hacer algún tipo de mantenimiento proactivo de rutina. El pensamiento de la Segunda Generación sugería grandes reparaciones, o reposición de componentes a intervalos fijos.

El RCM divide a las tareas proactivas en tres categorías:

- Tareas de reacondicionamiento cíclicas.
- Tareas de sustitución cíclicas.
- Tareas a condición.

2.7.2.1 Tareas de reacondicionamiento y sustitución cíclicas

El reacondicionamiento cíclico implica refabricar un componente o reparar un conjunto antes de un límite de edad específico sin importar su condición en ese momento. De manera parecida, las tareas de sustitución cíclica implican sustituir un componente antes de un límite de edad específico, más allá de su condición en ese momento.

En conjunto estos dos tipos de tareas son conocidos generalmente como mantenimiento preventivo.

2.7.2.2 Tareas a condición

El crecimiento de nuevos tipos de manejo de falla se debe a la continua necesidad de prevenir ciertos tipos de falla, y la creciente ineficacia de las técnicas clásicas para hacerlo.

La mayoría de las nuevas técnicas se basan en el hecho de que la mayoría de las fallas dan algún tipo de advertencia de que están por ocurrir. Estas advertencias se denominan fallas potenciales, y se definen como condiciones físicas identificables que indican que una falla funcional está por ocurrir o están en el proceso de ocurrir.

Las nuevas técnicas son utilizadas para detectar fallas potenciales y permitir actuar evitando las posibles consecuencias que surgirían si se transformaran en fallas funcionales. Se llaman tareas a condición porque, los componentes se dejan en servicio a condición de que continúen alcanzando los parámetros de funcionamiento deseados.

El RCM reconoce tres grandes categorías de acciones “A FALTA DE”.

Búsqueda de fallas. Las tareas de búsqueda de falla implican revisar periódicamente funciones ocultas para determinar si han fallado (mientras que las tareas basadas en la condición implican revisar si algo está por fallar).

Rediseño. Rediseñar implica hacer cambios de una sola vez a las capacidades iniciales de un sistema. Esto incluye modificaciones al equipo también cubre los cambios de una sola vez a los procedimientos.

Ningún mantenimiento programado. Como su nombre lo indica, aquí no se hace esfuerzo alguno en tratar de anticipar o prevenir los modos de falla y se deja que la falla simplemente ocurra, para luego repararla. Esta tarea “A FALTA DE” también es llamada mantenimiento "A ROTURA".

2.8 Objetivos del mantenimiento centrado en confiabilidad

2.8.1 Objetivos estratégicos

El proceso del RCM ayuda a construir capacidades competitivas desde las operaciones de la empresa, gracias a su contribución a la mejora de la efectividad de los sistemas productivos, flexibilidad y capacidad de respuesta, reducción de costos operativos y conservación del conocimiento.

2.8.2 Objetivos operativos

El RCM tiene como propósito en las acciones cotidianas que los equipos operen sin averías y fallos, eliminar toda clase de pérdidas, mejorar la fiabilidad de los equipos y emplear verdaderamente la capacidad instalada.

2.9 Proceso de implantación del RCM

El proceso dependerá básicamente del desempeño del equipo natural de trabajo, el cual se encargará de responder a las siete preguntas básicas del RCM, siguiendo los siguientes pasos: Córdova (2005).

- Conformación del equipo de trabajo.
- Selección del sistema y definición del contexto operacional.
- Análisis de modos y efectos de fallas AMEF.
- Definición de funciones.
- Determinar las fallas funcionales.
- Identificar los modos de fallas.
- Determinar los efectos y consecuencias de las fallas.
- Aplicación de la hoja de decisión, plan de mantenimiento.

2.10 Beneficios de la aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad

Los beneficios de la aplicación del proceso de mantenimiento centrado en confiabilidad son los siguientes:

- Mayor seguridad e integridad ambiental. El proceso de RCM actúa para prevenir o eliminar riesgos ambientales y de seguridad.
- Mejor funcionamiento operacional. El proceso de RCM actúa para mejorar la cantidad de producción, la calidad de producto y el servicio al cliente.
- Mayor costo – eficiencia del mantenimiento. El proceso de RCM analiza cada uno de los eventos que causa la indisponibilidad de un sistema, de esta manera se evalúan las actividades que aseguren resultados sobre el mantenimiento de los equipos.
- Mayor vida útil de componentes costosos.

Mejor trabajo en equipo y mayor motivación del personal. El proceso de RCM establece un solo lenguaje entre el área de producción y mantenimiento, estableciendo una mejor comunicación entre ambas partes. Adicionalmente, el personal involucrado con el proceso se motiva debido a que adquiere un sentido de pertenencia del proceso. Poveda (2011).

Selección del tipo de mantenimiento adecuado.

En el mantenimiento centrado en la confiabilidad, la selección de políticas de mantenimiento está gobernada por la categoría de consecuencias a la que pertenece la falla.

Para fallas con consecuencias ocultas, la tarea óptima es aquella que consigue la disponibilidad requerida del dispositivo de protección.

Para fallas con consecuencias de seguridad o medio ambiente, la tarea óptima es aquella que consigue reducir la probabilidad de la falla hasta un nivel tolerable.

Para fallas con consecuencias económicas (operacionales y no operacionales), la tarea óptima es aquella que minimiza los costos totales para la organización.

2.10.1 La auditoría de RCM

Si se aplica correctamente, el proceso RCM provee la estructura más robusta disponible actualmente para la formulación de estrategias de administración de activos. Estas estrategias inciden profundamente sobre la seguridad, la integridad ambiental y el bienestar económico de la organización que utiliza los activos. Sin embargo, si a pesar de los mejores esfuerzos de las personas que aplican el proceso, ocurre una falla catastrófica, todas las decisiones tomadas con RCM serán sometidas a una profunda y a veces muy controvertida, revisión por parte de instituciones regulatorias, compañías aseguradoras y representantes de las víctimas (o de los sobrevivientes).

Como resultado de esto, cualquier organización que utiliza RCM debe tener mucho cuidado en asegurarse que la gente que lo aplica sepa bien lo que está haciendo, y en estar satisfechos que sus decisiones son sensatas y defendibles.

Las auditorías RCM implican una revisión formal de los contenidos de las hojas de información y de decisión de RCM.

2.11 Implicancia de la auditoría del RCM

Un análisis RCM necesita ser auditado desde el punto de vista del método y del contenido. Cuando se revisa el método aplicado, el auditor verifica que el proceso RCM haya sido aplicado correctamente. Cuando se revisa el contenido, el auditor verifica que se haya reunido la información correcta y que se hayan sacado las conclusiones correctas, ambas cosas desde el punto de vista del activo y del proceso del que forma parte. Las cuestiones que por lo general necesitan ser atendidas son las siguientes:

2.11.1 Niveles de análisis

El análisis debe llevarse a cabo al nivel adecuado. El error más común es analizar los activos con un nivel muy bajo, y el síntoma usual es tener una gran cantidad de ítems con solo una o dos funciones cada uno.

2.11.2 Funciones

Todas las funciones del activo deben ser descritas de manera clara y correcta. Los puntos a tenerse en cuenta son los siguientes:

Cada una de las funciones incluidas debe definir solo una función, a pesar que pueda incorporar más de un estándar de funcionamiento. Como regla, cada una de las funciones incluidas debe contener solo un verbo (a menos que sea un dispositivo de protección).

Los estándares de funcionamiento deben estar cuantificados, y deben indicar qué es lo que debe ser capaz de hacer el activo en su contexto operacional actual, y no su capacidad de diseño (qué puede hacer).

Deben ser listados todos los dispositivos de protección y sus funciones deben estar descriptas correctamente (“hacer X si ocurre Y”).

Se deben listar las funciones de todos los elementos de medición e indicadores, junto con los niveles de precisión deseados.

2.11.3 Fallas funcionales

Deben ser listadas todas las fallas funcionales asociadas con cada función.

2.11.4 Modos de falla

Asegurarse que no se haya omitido ningún modo de falla que haya ocurrido en el pasado o que tengan posibilidad cierta de ocurrir. La descripción de los modos de falla debe ser específica.

2.11.5 Efectos de la falla

La descripción de los efectos de la falla permite decidir principalmente dos aspectos:

- Si la falla será evidente para los operadores del equipo y cómo será evidente.
- Si la falla afecta la seguridad y cómo la afecta.
- Qué efectos tiene la falla sobre la producción o las operaciones.

Los efectos de la falla no deberían describir de manera literal 'el efecto en sí' como "Esta falla afecta la seguridad" o "esta falla es evidente". Deben indicar el tiempo total de parada probable más que el tiempo de reparación, y debe indicar qué debiera ser hecho para rectificar la falla (remplazar, reparar, restaurar, etc.).

2.12 Análisis de criticidad

2.12.1 Definición de análisis de criticidad

Huerta (2001), define el análisis de criticidad como: “Una metodología que permite jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos, en función de su impacto global, con el fin de facilitar la toma de decisiones.

Para realizar un análisis de criticidad se debe: definir un alcance y propósito para el análisis, establecer los criterios de evaluación y seleccionar un método de evaluación para jerarquizar la selección de los sistemas objeto del análisis.

2.12.2 Elementos de un equipo

De acuerdo con su impacto total del negocio, obtenido del producto de la frecuencia de fallas por la severidad de su ocurrencia, sumándole sus efectos en la población, daños al personal, impacto ambiental, pérdida de producción y daños en la instalación. Además, apoya la toma de decisiones para administrar esfuerzos en la gestión de mantenimiento, ejecución de proyectos de mejora, rediseños con base en el impacto en la confiabilidad actual y en los riesgos, el tipo de operación, impacto ambiental, estándares de calidad, niveles de seguridad y existencia de redundancias.

2.13 Pasos del análisis de criticidad

Para realizar el análisis de criticidad se deberá seguir los siguientes pasos:

2.13.1 Definir el nivel de análisis

Se deberán definir los niveles en donde se efectuará el análisis: instalación, sistema, equipo o elemento, de acuerdo con los requerimientos o necesidades de jerarquización de activos:

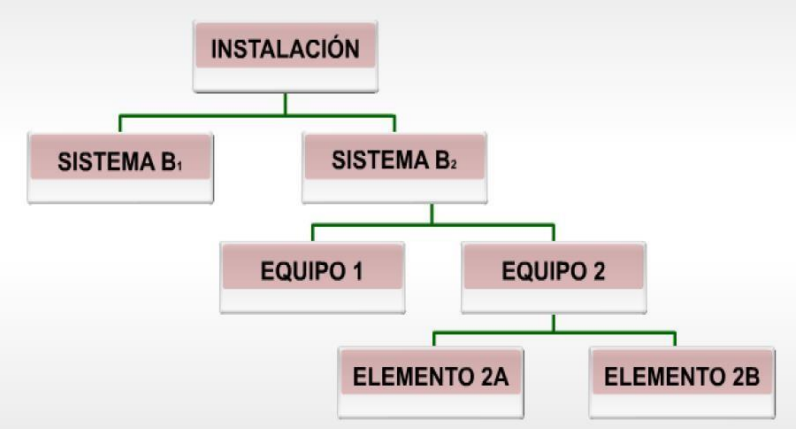


Figura 1. Niveles de análisis para evaluar criticidad
Fuente: bibing.us.es/proyectos/abreproyect

Información necesaria

- Se requiere contar con la siguiente información para realizar el análisis.

- Relación de las instalaciones (se refiere al tipo de instalaciones).
- Relación de sistema y equipo por instalación se requiere a diferentes tipos de sistemas y equipos.
- Ubicación (área geográfica, región) y servicio.
- Filosofía de operación de la instalación y equipo.
- Diagramas de Flujo de Proceso (DFP).
- Registros disponibles de eventos no deseados o fallas funcionales.
- Frecuencia de ocurrencia de los eventos no deseados o las fallas consideradas en el análisis.
- Registros de los impactos en producción (% pérdida de producción debido a la falla del elemento, equipo, sistema o instalación en estudio, producción diferida y costos relacionados).
- Registros de los impactos en la seguridad de los procesos.

2.13.2 Definir la criticidad

La estimación de la frecuencia de falla y el impacto total o consecuencia de las fallas se realiza utilizando criterios y rangos preestablecidos:

Estimación de la frecuencia de la falla funcional.

Para cada equipo puede existir más de un modo de falla, el más representativo será el de mayor impacto en el proceso o sistema. La frecuencia de ocurrencia del evento se determina por el número de eventos por año.

La siguiente tabla muestra los criterios para estimar la frecuencia.

Se utiliza el Tiempo Promedio entre Fallas (TPEF) o la frecuencia de falla en número de eventos por año, en caso de no contar con esta información utilizar base de datos genéricos (PARLOC, OREDA, etc.) y si esta no está disponible basarse en la opinión de expertos.

Tabla 1. Criterios para estimar la frecuencia

Categoría	**Tiempo promedio entre fallas TPEF, en años**	**Número de fallas por año**	**Interpretación**
5	TPEF < 1	$\lambda > 1$	Es probable que ocurran varias fallas en un año.
4	$1 \leq$ TPEF < 1	$0.1 < \lambda \leq 1$	Es probable que ocurran varias fallas en 10 años, pero es poco probable que ocurra en 1 año.
3	$10 \leq$TPEF <100	$0.01 < \lambda \leq 0.1$	Es probable que ocurran varias fallas en 100 años, pero es poco probable que ocurra en 10 años.
2	$100 \leq$TPEF <1000	$0.001 < \lambda \leq 0.01$	Es probable que ocurran varias fallas en 1000 años, pero es poco probable que ocurra en 100 años.
1	TPEF $\geq$ 1000	$0.001 \leq \lambda$	Es probable que ocurran varias fallas en 1000 años.

Fuente: bibing.us.es/proyectos/abreproyect

Para la estimación de las consecuencias o impactos de la falla, se emplean los siguientes criterios y sus rasgos preestablecidos.

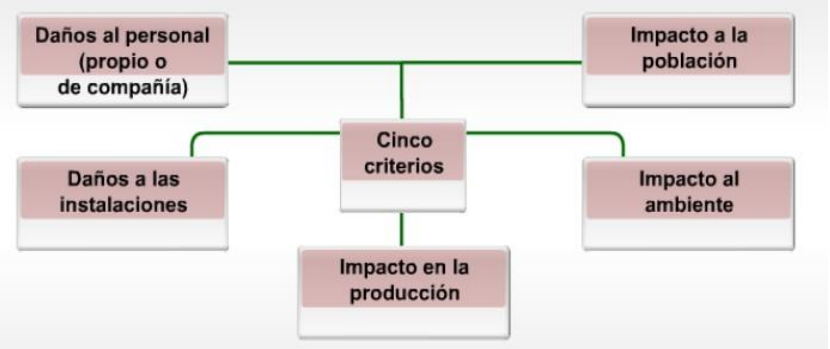


Figura 2. Criterios y sus rasgos preestablecidos
Fuente: bibing.us.es/proyectos/abreproyect

Criterios y rasgos para estimar las consecuencias de las fallas

Los daños al personal, impacto a la población y al ambiente serán categorizados considerando los criterios que se indican en la tabla Categoría de los Impactos.

Los Impactos en la Producción (IP) cuantifican las consecuencias que los eventos no deseados generan sobre el negocio. Este criterio se evaluará considerando los siguientes factores: Tiempo Promedio para Reparar (TPPR), Producción Diferida, Costos de Producción (aceite y gas) IP = (Producción Diferida x TPPR x Costo Unitario del Producto).

El valor resultante permitirá categorizar el IP de acuerdo con los criterios de la tabla Categoría de los Impactos.

Los impactos asociados a Daños de las instalaciones (DI) se evaluaran considerando los siguientes factores:

- Equipos afectados.
- Costos de reparación.
- Costos de reposición de equipos.

DI = (Costos de Reparación + Costos de Reposición de Equipos).

El valor resultante permitirá categorizar el DI de acuerdo con los criterios de la tabla Categoría de los Impactos.

Tabla 2. Criterios de la tabla categoría de los impactos

Categoría	Daños al personal	Efecto en la población	Impacto ambiental	Pérdida de producción (USD)	Daños a la instalación (USD)
5	Muerte o incapacidad total permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros de la empresa.	Muerte o incapacidad total permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros de la comunidad.	Daños irreversibles al ambiente y que violen regulaciones y leyes ambientales.	Mayor de 50 MM	Mayor de 50 MM
4	Incapacidad parcial, permanente, heridas severas o enfermedades en uno o más miembros de la empresa.	Incapacidad parcial, permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros de la población.	Daños irreversibles al ambiente pero que violen regulaciones y leyes ambientales.	De 15 a 50 MM	De 15 a 50 MM
3	Daños o enfermedades severas de varias personas de la instalación. Requiere suspensión laboral.	Puede resultar en la hospitalización de al menos 3 personas.	Daños ambientales regables sin violación de leyes y regularizaciones, la restauración puede ser acumulada.	De 5 a 15 MM	De 5 a 15 MM
2	El personal de la planta requiere tratamiento médico o primeros auxilios.	Puede resultar en heridas o enfermedades que requieran tratamiento médico o primeros auxilios.	Mínimos daños ambientales sin violación de leyes y regulaciones.	De 500 mil a 5 MM	De 500 mil a 5 MM
1	Sin impacto en el personal de la planta.	Sin efecto en la población.	Sin daños ambientales ni violación de leyes y regulaciones.	Hasta 500 mil	Hasta 500 mil

Fuente**:** bibing.us.es/proyectos/abreproyect

Categorías de impactos

De la tabla Categoría de los Impactos, el valor ubicado en la columna Categoría, se asignará a las consecuencias, y este se empleará para realizar el cálculo del nivel de criticidad. El impacto o consecuencia total de una falla se determina sumando los valores de las categorías correspondientes a cada columna o criterio multiplicado por el valor de la categoría obtenida de la tabla que determina la frecuencia de ocurrencia de falla.

2.13.3 Cálculo del nivel de criticidad

Para determinar el nivel de criticidad de una instalación, sistema, equipo o elemento se debe emplear la fórmula:

Criticidad = Frecuencia x consecuencia

Para las variables se utilizan los valores preestablecidos como “categorías” de las tablas Categoría de las Frecuencias de Ocurrencia y Categoría de los impactos, respectivamente.

Una vez obtenido el valor de la criticidad, se busca en la Matriz de Criticidad diseñada para PEP, para determinar el nivel de criticidad de acuerdo con los valores y la jerarquización establecidos.

Matriz de criticidad-PEP

Figura 3. Matriz y Criticidad – PEP
Fuente: bibing.us.es/proyectos/abreproyect

Análisis y validación de los resultados

Los resultados obtenidos deberán ser analizados a fin de definir acciones para minimizar los impactos asociados a los modos de falla identificados que causan la falla funcional.

Este análisis final permitirá validar los resultados obtenidos, a fin de detectar cualquier posible desviación que amerite la reevaluación de la criticidad.

2.13.4 Definir el nivel de análisis

El resultado obtenido de la frecuencia de ocurrencia por el impacto permite “jerarquizar” los problemas, componentes, equipos, sistemas o procesos, basado en la criticidad. El cuál es el objetivo de la aplicación de la metodología.

La valoración del nivel de criticidad y la identificación de los activos más críticos permitirá orientar los recursos y esfuerzos a las áreas que más lo ameriten, así como gerenciar las acciones de mitigación del riesgo en elementos subsistemas, considerando su impacto en el proceso.

2.13.5 Determinar la criticidad

Permite completar la metodología, sin formar parte de la misma. Cuando en la evaluación de un activo obtenemos frecuencias de ocurrencias altas, las acciones recomendadas para llevar la criticidad de un valor más tolerable deben orientarse a reducir la frecuencia de ocurrencia del evento. Si el valor de criticidad se debe a valores altos en alguna de las categorías de consecuencias, las acciones deben orientarse a mitigar los impactos que el evento (modo de falla o falla funcional) puede generar.

Dentro de las acciones o actividades que se recomiendan, se pueden incluir la aplicación de otras metodologías de Confiabilidad, con la finalidad de:

- Identificar las causas raíz de los eventos deseados y recomendar acciones que las eliminen mediante el Análisis Causa Raíz (ACR).
- Mitigar los efectos y consecuencias de los modos de falla y frecuencia de las fallas por medio de las aplicaciones de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC) e Inspección Basada en Riesgo (IBR).
- Complementar y/o validar los resultados mediante análisis RAM.

2.13.6 Sistema de seguimiento de control

Después de la selección de las acciones de mejora en las frecuencias de ocurrencia de los eventos y mitigación de impactos se debe crear y establecer el Seguimiento y Control, para garantizar el monitoreo de le ejecución de las acciones seleccionadas y el cumplimiento de las recomendaciones consecuentes de AC.

Los objetivos de Seguimiento y Control son:

- Asegurar la continuidad en el tiempo de la aplicación de los planes de acción resultantes de la aplicación de la Metodología Análisis de Criticidad.

- Promover la cultura del dato en todos los niveles de la empresa.
- Monitorear los cambios o mejoras que pueden derivarse de la aplicación de las acciones generadas como resultados de los análisis para determinar se requiere un nuevo análisis.

2.13.7 Definición de productividad

La productividad, es genéricamente entendida como la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción o servicios y los recursos utilizados para obtenerla. También puede ser definida como la relación entre los resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos: cuanto menor sea el tiempo que lleve obtener el resultado deseado, más productivo es el sistema. En realidad la productividad debe ser definida como el indicador de eficiencia que relaciona la cantidad de producto utilizado con la cantidad de producción obtenida.

Para Martínez (2007), la productividad es un indicador que refleja que tan bien se están usando los recursos de una economía en la producción de bienes y servicios; traducida en una relación entre recursos utilizados y productos obtenidos, denotando además la eficiencia con la cual los recursos-humanos, capital, conocimientos, energía, etc. son usados para producir bienes y servicios en el mercado.

Koontz y Weihrich (2004), explicaron que la productividad es la relación insumos productos en cierto periodo con especial consideración a la calidad. Productividad la definen como la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados. En la fabricación, la productividad sirve para evaluar el rendimiento de los talleres, las máquinas, los equipos de trabajo y los empleados.

2.14 Tipos de productividad

Se reconocen usualmente tres tipos de productividad:

2.14.1 Productividad laboral

Conocida también como productividad por hora trabajada, tiene que ver con el aumento o la disminución del rendimiento en pro de la obtención del producto final.

2.14.2 Productividad total de los factores (PTF)

Aumento o disminución del rendimiento debido a la variación de uno o varios de los factores que intervienen en la producción, como lo son el trabajo, capital o los conocimientos. Está asociada además a la tecnología y la eficiencia técnica en relación a las variaciones interanuales o al ritmo de crecimiento de la empresa.

2.14.3 Productividad marginal

También llamado "producto marginal" del insumo, se trata de la variación experimentada en la producción de un bien, cuando se incrementa uno solo de los factores que intervienen en su producción, mientras el resto permanece constante.

2.14.4 Importancia de la productividad

La productividad es un elemento clave en la supervivencia de las empresas y organizaciones. Primero que nada por su impacto directo en la rentabilidad, dado que el aumento de los márgenes de productividad suele traducirse en un aumento de la ganancia final; y en segundo lugar porque también tiene que ver con el manejo de los recursos de la organización, tales como insumos materiales, energía, capital humano y trabajo, pudiendo así también tener consecuencias ecológicas (a mayor productividad, mayor consumo de agua y energía, o mayor subproducción de contaminantes, por ejemplo), sociales (una caída en la productividad puede ocasionar despidos masivos, por ejemplo) o de otra naturaleza, en una sociedad determinada.

2.15 Factores para mejorar la productividad

Bain (2003), señala que existen dos factores que pueden contribuir al mejoramiento de la productividad.

2.15.1 Factores internos

Algunos factores internos son susceptibles de modificarse más fácilmente que otros, por lo que se les clasifica en dos grupos, duros y blandos. Los factores duros incluyen los productos, la tecnología, el equipo y las materias primas; mientras que los factores blandos incluyen la fuerza de trabajo, los sistemas y procedimiento de organización, los estilos de dirección y los métodos de trabajo.

2.15.2 Factores duros

Producto. La productividad de este factor significa el grado en el que el producto satisface las exigencias del cliente; y se le puede mejorar mediante un perfeccionamiento del diseño y de las especificaciones.

Planta y equipo. La productividad de este factor se puede mejorar el prestar atención a la utilización, la antigüedad, la modernización, el costo, la inversión, el equipo producido internamente, el mantenimiento y la expansión de la capacidad, el control de los inventarios, la planificación y control de la producción, entre otros.

Tecnología. La innovación tecnológica constituye una fuente importante de aumento de la productividad, ya que se puede lograr un mayor volumen de bienes y servicios, un perfeccionamiento de la calidad, la introducción de nuevos métodos de comercialización, entre otros, mediante una mayor automatización y una mejor tecnología de la información.

Materiales y energía. En este rubro, hasta un pequeño esfuerzo por reducir el consumo de materiales y energía puede producir notables resultados. Además, se pone énfasis en las materias primas y los materiales indirectos.

2.15.3 Factores blandos

Persona. Se puede mejorar la productividad de este factor para obtener la cooperación y participación de los trabajadores, a través de una buena motivación, de la constitución de un conjunto de valores favorables al aumento de la productividad, de un adecuado programa de sueldos y salarios, de una buena formación y educación, y de programas de seguridad.

Organización y sistemas. Para mejorar su productividad se debe volver más flexible, capaz de prever los cambios del mercado y de responder a ellos, estar pendientes de las nuevas capacidades de la mano de obra, de las innovaciones tecnológicas, así como poseer una buena comunicación en todos los niveles.

Métodos de trabajo. Se debe realizar un análisis sistemático de los métodos actuales, la eliminación del trabajo innecesario y la realización del trabajo necesario con más eficacia, a través de un estudio del trabajo y de la formación profesional.

Estilos de dirección. Es el responsable del uso eficaz de todos los recursos sometidos al control de la empresa, debido a que influye en el diseño organizativo, las políticas de personal, la descripción del puesto de trabajo, la planificación y control operativos, las políticas de mantenimiento y compras, los costos de capital, las fuentes de capital, los sistemas de elaboración del presupuesto, las técnicas de control de costos y otros.

2.15.4 Factores externos

Ajustes estructurales. Los cambios estructurales de la sociedad influyen a menudo en la productividad nacional y de la empresa independientemente de la dirección adoptada por las

compañías. Sin embargo a largo plazo los cambios en la productividad tienden a modificar a esta estructura.

Cambios económicos. El traslado de empleo de la agricultura a la industria manufacturera; el paso del sector manufacturero a las industrias de servicio; y por otro lado las variaciones en la composición del capital, el impacto estructural de las actividades de investigación, desarrollo y tecnología, las economías de escala, y la competitividad industrial.

Cambios demográficos y sociales. Dentro de este aspecto destacan las tasas de natalidad y las de mortalidad, ya que a largo plazo tienden a repercutir en el mercado de trabajo, la incorporación de las mujeres a la fuerza de trabajo y los ingresos que perciben, la edad de jubilación, y los valores y actitudes culturales.

Recursos naturales. Comprenden la mano de obra, capacidad técnica, educación, formación profesional, salud, actitudes, motivaciones, y perfeccionamiento profesional; la tierra y el grado de erosión que tiene, la contaminación del suelo, la disponibilidad de tierras, la energía y su oferta, las materias primas y sus precios, así como su abundancia.

Administración pública e infraestructura. Comprende las leyes, reglamentos o prácticas institucionales que se llevan a cabo y que repercuten directamente en la productividad.

Medición de la productividad. Gaither y Frazier (2009), definieron productividad como la cantidad de productos y servicios realizados con los recursos utilizados y propusieron la siguiente medida.

$$\textbf{PRODUCTIVIDAD} = \frac{\textbf{C}\text{antidad de productos o servicios realizados}}{\text{Cantidad de recursos utilizados.}}$$

Indicadores de productividad. Koontz y Heinrich (2004), señalan que existen tres criterios comúnmente utilizados en la evaluación del desempeño de un sistema, los cuales están relacionados con la productividad.

Eficiencia. Es la relación con los recursos o cumplimiento de actividades, como la relación entre la cantidad de recursos utilizados y la cantidad de recursos estimados o programados y el grado en el que se aprovechan los recursos utilizados transformándose en productos. La eficiencia está vinculada en la productividad; pero si solo se utilizará este indicador como medición de la productividad únicamente se asociaría la productividad al uso de los recursos, solo se tomaría en cuenta la cantidad y no la calidad de lo producido, se pone un énfasis mayor hacia adentro de la organización buscar a toda costa ser más eficiente y obtener un estilo eficientista para toda la organización que se materializaría en un análisis y control riguroso del cumplimiento de los presupuestos de gastos, el uso de las horas disponibles y otros.

Efectividad. Es la relación entre los resultados logrados y los resultados propuestos, permite medir el grado de cumplimiento de los objetivos planificados. Se considera la cantidad como único criterio, se cae en estilos efectivistas, aquellos donde lo importante es el resultado, no importa a qué costo.

La efectividad se vincula con la productividad a través de impactar en el logro de mayores y mejores productos.

Eficacia. Valora el impacto de lo que se hace, del producto o servicio que se presta. No basta con producir con 100% de efectividad el servicio o producto que se fija, tanto en cantidad y calidad, sino que es necesario que el mismo sea el adecuado; aquel que logrará realmente satisfacer al cliente o impactar en el mercado. Del análisis de estos tres indicadores se desprende que no pueden ser considerados ninguno de ellos de forma independiente, ya que cada uno

brinda una medición parcial de los resultados. Es por ello que deben ser considerados como indicadores que sirven para medir de forma integral la productividad.

Gestión de activos. El autor Robert Davis en su obra Introducción a la gestión de activos indica:

La Gestión de Activos es una disposición mental a ver los activos físicos no como pedazos de metal, plástico o cemento inanimados e invariables sino como objetos y sistemas que responden a su medio, que cambian, que por lo general se deterioran con el uso y que progresivamente envejecen luego fallan, dejan de funcionar y mueren.

2.16 Importancia de la gestión de activos

Robert Davis, precisa que la gestión de activos es importante porque puede ayudar a las organizaciones a:

- Reducir los costos totales de operar sus activos.
- Reducir los costos de capital de invertir en la base de activos.
- Mejorar el desempeño operativo de sus activos (reducir la tasa de fallas, aumentar la disponibilidad, etc.).
- Reducir los potenciales efectos negativos sobre la sanidad de operar los activos.
- Reducir los riesgos de seguridad de operar los activos.
- Minimizar el impacto ambiental de operar los activos.
- Mantener y mejorar la reputación de la organización.
- Mejorar el desempeño regulatorio de la organización.
- Reducir los riesgos legales asociados con la operación de los activos.

2.17 El ciclo de vida de la gestión de activos

El ciclo de vida de la gestión de activos está compuesto por las fases siguientes:

A adquirir. Esto incluye todo lo que implica planificar, diseñar y comprar un activo. Algunos diagramas de ciclo de vida muestran la planificación como una función separada. La aplicación correcta de estas actividades asegura que el activo sea correcto para su propósito.

Puesta en marcha. Esto incluye todas las actividades de instalar/crear o construir el activo y asegurarse de que sea totalmente operativo. Es un hecho comprobado que una mayor incidencia de fallas después de la primera instalación de un activo. Esto se refleja en la necesidad de que en la etapa de puesta en marcha del ciclo de vida se supervise la operación inicial de los activos.

Operar. Esto es por lo general la mayor parte del ciclo de vida de un activo, durante la cual cumple la función para la que se lo diseñó. Durante este período el activo debe someterse al monitoreo, mantenimiento, renovación y actualizaciones potenciales apropiados para cumplir con cualquier tipo de cambio en los requisitos operativos o de estado. Para muchos activos, esta fase dura décadas. Incluso siglos. Esta es la fase con la que los ingenieros están más familiarizados.

Eliminar. A menudo esta es la fase que más se pasa por alto. Los activos pueden durar más que la vida de un ser humano y por lo tanto puede ser difícil considerar la eliminación del activo cuando esto va a suceder en un futuro tan lejano.

La Norma ISO 55001 define los requisitos para un sistema de gestión, para la gestión de activos.

El sistema de gestión de la Norma ISO 55001 provee un marco para establecer políticas de gestión de activos, objetivos y procesos, y permite que una organización alcance sus metas estratégicas.

La Norma ISO 55001 utiliza un proceso estructurado, eficaz y eficiente que conduce a la mejora continua y a la creación de valor en ejecución al gestionar costos, desempeño y riesgos.

Las Normas ISO 55000 y 55002 complementan la Norma ISO 55001 al proveer los aspectos generales, los principios y la terminología (ISO 55000) y las directrices para su aplicación.

(ISO 55002). Esta norma se enfoca en la necesidad de un sistema de gestión, y por lo tanto no especifica requisitos financieros, contables o técnicos para la gestión de tipos de activos específicos.

2.18 Beneficios de la aplicación de la norma ISO 55001

Mejoras del desempeño. La gestión eficaz y eficiente de oportunidades a corto y largo plazo mejora la sostenibilidad, permitiendo que la organización consistentemente alcance o supere las expectativas de desempeño y responsabilidad social de las partes interesadas.

Mejoras en el costo. Un sistema de gestión de activos facilita la mejora del retorno sobre la inversión y el modo en que se medirá la reducción de costos sin sacrificar el desempeño organizacional de corto o largo plazo. Además, mejora el valor de los activos para potenciar el resultado.

Gestión de riesgos. La revisión en ejecución de procesos, procedimientos y desempeño de activos posibilita decisiones de gestión basadas en información y un balance de datos de costo, riesgos y desempeño que mejora la eficacia y eficiencia organizacional.

Aseguramiento del crecimiento y mejora del negocio. Un sistema de gestión sólido contribuye con las mejoras por medio de planes de implementación formales, colaborativos, prioritarios y coordinados que permiten que toda la organización comunique y comprenda los objetivos y compromisos.

Toma de decisiones confiables. Implementar un sistema de gestión de activos conduce a una toma de decisiones confiable para el desarrollo, coordinación y control de las actividades relacionadas con el activo.

También alinea estas actividades con los principales objetivos organizacionales.

Mejora de la confianza de las partes interesadas a partir del cumplimiento y la mejora de la reputación. Utilizar la Norma ISO 55001, basada en las directrices de la Norma ISO 55002, apoya políticas y estrategias claras que mantienen y mejoran constantemente el sistema de gestión de activos y muestra alineación con otros sistemas de gestión.

CAPÍTULO III

ANÁLISIS DE LA GESTIÓN ACTUAL DE MANTENIMIENTO

El capítulo en mención, presenta un análisis de cómo se lleva actualmente la gestión de mantenimiento haciendo hincapié en las deficiencias de la misma y a su vez una propuesta de plan de mejora con la finalidad de corregir las deficiencias encontradas.

3.1 Descripción del proceso de embotellado

3.1.1 Proceso productivo de la Bebida Gasificada

El proceso productivo de elaboración de las bebidas gasificadas se describe a continuación, en las etapas siguientes:

Tratamiento de agua. El agua es sometida a un tratamiento para ser aceptada a los requerimientos de la OMS, The Coca Cola Company, entre otras.

Consiste en varios pasos de filtración y desinfección con el cual se asegura la inocuidad del agua, quede libre de microorganismos, removiendo sabores extraños y contaminantes químicos.

Elaboración del jarabe simple. El agua tratada es mezclada con edulcorantes nutritivos como es el azúcar en medidas exactas formando el jarabe simple, el cual es filtrado a baja presión eliminando las impurezas.

Elaboración de la bebida terminada. El agua tratada y el jarabe terminado, se dosifican en proporciones adecuadas en un depósito donde son mezclados. La bebida sin gas (agua-jarabe) es impulsada por una bomba al carbonatador (estanque) donde el líquido cae sobre una bandeja distribuidora, la cual tiene pequeñas perforaciones en línea con las placas de enfriamiento.

Por estos orificios escurre la bebida en forma de una delgada lámina que desciende por las placas de enfriamiento el cual es absorbido a medida que va perdiendo calor hasta depositarse en la parte inferior del estanque carbonatador.

Finalmente, por efecto de la presión la bebida terminada, sale por una cañería en dirección a la llenadora.

3.1.1.1 Descripción de la línea de vidrio Krones

La planta embotelladora de la empresa cuenta con cinco líneas de envasado dentro de las cuales se tiene una línea exclusivamente para envases retornables, denominada línea 2 o línea Krones.

En temporada alta (junio, julio, noviembre y diciembre) las producciones se dan de modo continuo, en tres turnos de lunes a viernes y sábados solo dos turnos. En temporada baja (de enero a mayo y desde agosto hasta octubre) las producciones solo se dan en 2 turnos de lunes a sábado.

Se trabajan 3 turnos con los siguientes horarios.

Primer turno 6:00 –14: horas, segundo turno 14:00 –22:00 horas, tercer turno 22:00 – 6:00 horas. Con intervalos de paro de 4 horas diarias para el saneado de llenadoras y limpieza de toda la línea de producción.

Los domingos se programan actividades de mantenimiento preventivo de limpieza, ajuste y cambio de refacciones, entre semana se detectan anomalías y se realiza mantenimiento correctivo.

La línea de producción N°2 es un proceso en donde el envase de gaseosa es tratado, para que al momento de realizar el llenado del producto no se encuentre con algún tipo de partículas. Ya sea por un mal enjuague después de la salida de la lavadora o por partículas de vidrios en el caso de los envases de dicho material mencionado. El proceso de producción para la línea N° 2 comienza cuando el operador de montacargas va depositando los pallets con cajas de botellas vacías, en este punto, el encargado del despaletizador será el que continúe con el trabajo.

Figura 4. Diagrama de proceso - operativo línea de embotellado Krones
Fuente: Elaboración propia

El despaletizador es el equipo encargado de trasladar las cajas vacías del pallet al transporte de cajas, este equipo es de fabricación alemana de marca Ketner, cuenta con dos cabezales de descarga, dos mesas de descarga de cajas, dos transportes unifilares de cajas su funcionamiento es totalmente automatizado, tiene la capacidad de descargar un aproximado de 2 pallets por minuto en formatos de envases de 296 y 192 ml,y de 4 pallets por minuto en formato de envase de 1.5 Lt,1Lt y 625 Ml, dicho equipo lo podemos visualizar en la imagen.

Figura 5. Máquina despaletizadora
Fuente: Archivos fotográficos de la empresa

Posteriormente, las cajas son trasladadas hacia la máquina desencajonadora donde son sacadas las botellas de las cajas y son colocadas en las cintas transportadoras de botellas para seguir su proceso junto a estas. Hay un trabajador encargado de retirar del proceso aquellas botellas que no pueden ser lavadas y que tienen algún tipo de daño o deformidad. Las demás siguen por las cintas hasta la siguiente máquina.

En la siguiente imagen podemos visualizar la máquina desencajonadora de marca Alemana Ketner, ella cuenta con 6 cabezales dobles de extracción de botellas, la misma que podrá desencajonar hasta cuarenta cajas por minuto a su velocidad máxima.

Figura 6. Máquina desencajonadora
Fuente: Archivos fotográficos de la empresa.

De la maquina desencajonadora, las botellas con sistema tapa rosca son transportadas hacia la máquina descapsuladora, de fabricación Alemana de marca Krones, con una capacidad máxima de descapsulado de 32,000 botellas por hora, para el retiro de la tapa rosca de la botella, mientras que la botellas con sistema de tapa corona son enviadas directamente a la máquina lavadora a través de un by pass que evita el ingreso al descapsulador.

A continuación visualizaremos la máquina descapsuladora.

Figura 7. Máquina descapsuladora
Fuente: Archivos de la empresa

Luego del descapsulado, las botellas son enviadas hacia la lavadora para su proceso de lavado.

Descripción de la máquina lavadora.

Las lavadoras de botellas HYDRA son máquinas fabricadas con un sistema muy avanzado, las mismas constan de un conjunto de elementos componibles cuyos módulos se pueden combinar y conectar de varias maneras con la finalidad de obtener la adaptación óptima para el proceso de lavado deseado.

La producción (botellas/h) y el tiempo de tratamiento con soda (min) se establecen en función de la cantidad y delas dimensiones de los baños cáusticos, que pueden ser con o sin extracción de etiquetas.

Gracias a la combinación con tres módulos diferentes de pre tratamiento y con tres módulos de post tratamiento es posible realizar varios procesos de limpieza.

Datos técnicos de la maquina lavadora:

Tipo. Hyda DH 1-0-1/5710-118

Paso cadena .172 mm

Paso alveolos. 118MM

Número alveolos por viga 45

Número total vigas 337

Número total de vigas que contienen botellas: 262

Número de botellas en la maquina: 104 mm

Altura máxima botella: 345 mm

Número de baños detergentes doble: 1

Número de baños detergentes soltero: 1

Número de extracción de etiquetas: 2

Dimensiones principales:

Ancho total: 9076 mm

Ancho entre paredes: 5710 mm

Longitud total: 13466 mm

Altura: 5910 mm

Altura interna requerida para el edificio: 6800 mm

Capacidad tanques:

1° PRELAVADO 350 lt

Baño detergente doble 58089 lt

Baño detergente soltero 36385 lt

Baño de inmersion en agua 4739 lt

Baño rociadores – 1° enjuague 353 lt

Baño rociadores – 2° enjuague 334 lt

Baño rociadores – 3enjuague 316 lt

4° enjuague 297 lt

Total baños caustico 94474 lt

Figura 8. Máquina lavadora
Fuente: Archivos fotográficos de la empresa.

Descripción del proceso de lavado:

A continuación se describe el paso a paso de este proceso.

La máquina sigue un proceso de limpieza de botellas vacías que consta de varias fases:

Las botellas sucias se desplazan sobre una cinta transportadora y se introducen en las vigas porta botellas mediante unas uñas introductoras de botellas.

Las botellas se transportan en las vigas porta botellas durante todo el proceso de limpieza.

Las vigas se conducentes mediante una pareja de cadenas laterales y rodillos.

Primera fase: Pre lavado. En esta fase se eliminan los residuos de las botellas y se efectúa el pre lavado con el agua de la zona de post tratamiento.

Segunda fase. Recuperación I. Las botellas se precalientan en un baño de inmersión de breve duración con el calor que proviene de la zona de recuperación II.

Tercera fase. Mediante los baños de inmersión y el rociado de soda se realiza la efectúa limpieza y desinfección en esta fase las botellas se exponen a la temperatura máxima de todo el proceso.

Cuarta fase recuperación II. Se recupera el calor de las botellas en el cual se transfiere a la zona de recuperación I.

Quinta fase post tratamiento. En el post tratamiento los residuos de soda adheridos se enjuagan y se eliminan gradualmente .El ultimo lavado se realiza con agua potable, mientras que las botellas se enfrían gradualmente el agua se calienta y se utiliza nuevamente en la fase de pre tratamiento.

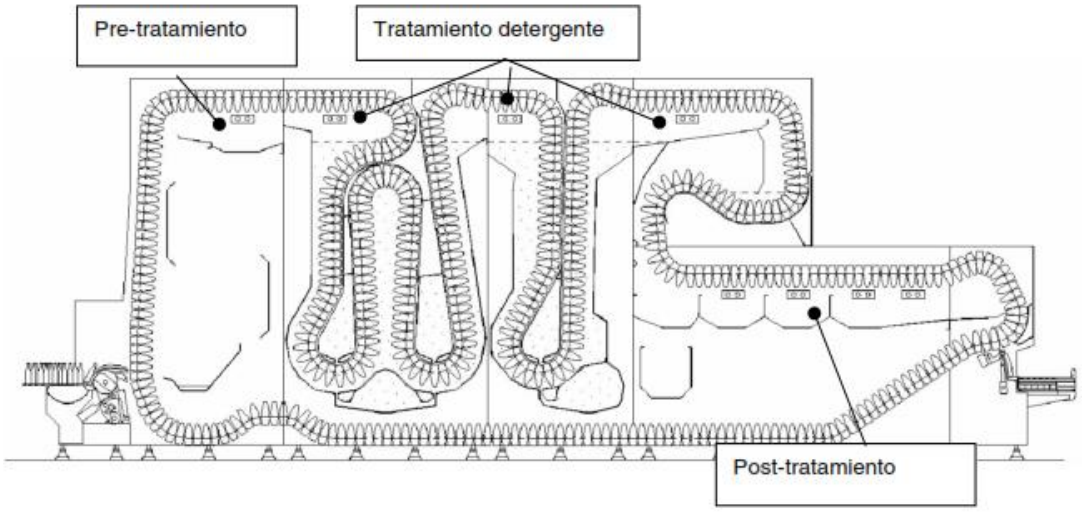


Figura 9. Proceso de lavado
Fuente: Archivos fotográficos de la empresa.

Saliendo de los sistemas de lavado las botellas siguen por las cintas transportadoras donde pasan por el Omnivision donde son revisadas por la máquina y luego por el operador; siendo rechazadas si están sucias, picadas en paredes internas o paredes externas.

Continuación visualizaremos la maquina inspector de botellas vacías Omnivision II.

Figura 10. Máquina omnivisión
Fuente: Archivos fotográficos de la empresa.

Ya finalizando los pasos de lavado y revisión de las botellas, por lo tanto, ya pueden ser llenadas. El encargado de turno debe ordenar los envases en las cintas transportadoras para que estas entren de manera correcta a la llenadora, puesto que muchas veces y debido a las vibraciones de las máquinas; se caen o se quedan pegadas congestionando hacia atrás el paso de las botellas.

Descripción de la máquina llenadora

Datos técnicos de la maquina llenadora Krones

Fabricante: Fabricante Alemán “Krones”

Modelo: Sensometic

Número de serie: 131-779

Año de fabricación: 2002

Año de instalación: 2010

Los equipos cuentan con sus requerimientos de instalación que son: energía eléctrica, red de aire comprimido, iluminación y ventilación.

La instalación cumple con los requisitos de acuerdo a especificaciones de fabricante.

Tensión: 3x220 / 440 Vca

Potencia máxima instalada: 46.89 KVA. / 45.62 KW

Frecuencia: 60Hz

Corriente máxima: 65Amp

Tensión circuito de control: 24Vcc

Aire comprimido: Entrada de presión de suministro 7 bar, presión de regulación de pistones a 3 bar, presión del regulador mando de válvulas 6 bar, presión de control de sistemas de capsulado 6 bar.

Las temperaturas de saneado no rebasan los límites de temperatura que marca el fabricante que son menor a 80°c.

La velocidad de la máquina es de 42000 botellas / hora que es la recomendación del fabricante.

La llenadora Krones trabaja de acuerdo al programa de producción, estas se rigen en función de 2 estaciones.

En temporada alta (junio, julio, noviembre y diciembre) las producciones se dan de modo continuo, tres turnos de lunes a viernes, y sábados solo dos turnos. En temporada baja (de enero a mayo y desde agosto hasta octubre) las producciones solo se dan en 2 turnos de lunes a sábado.

Se trabajan 3 turnos con los siguientes horarios.

Primer turno 6:00 – 14: horas, segundo turno 14:00- 22:00 horas, tercer turno 22:00 – 6:00 horas. Con intervalos de paro de 4 horas diarias para el saneado de llenadoras y limpieza de toda la línea de producción.

Los domingos se programan actividades de mantenimiento preventivo de limpieza, ajuste y cambio de refacciones, entre semana se detectan anomalías y se realiza mantenimiento correctivo.

Se cuenta con los manuales originales del equipo en idioma español, además se tiene contacto vía telefónica y correo electrónico con técnicos especializados de Krones Alemania.

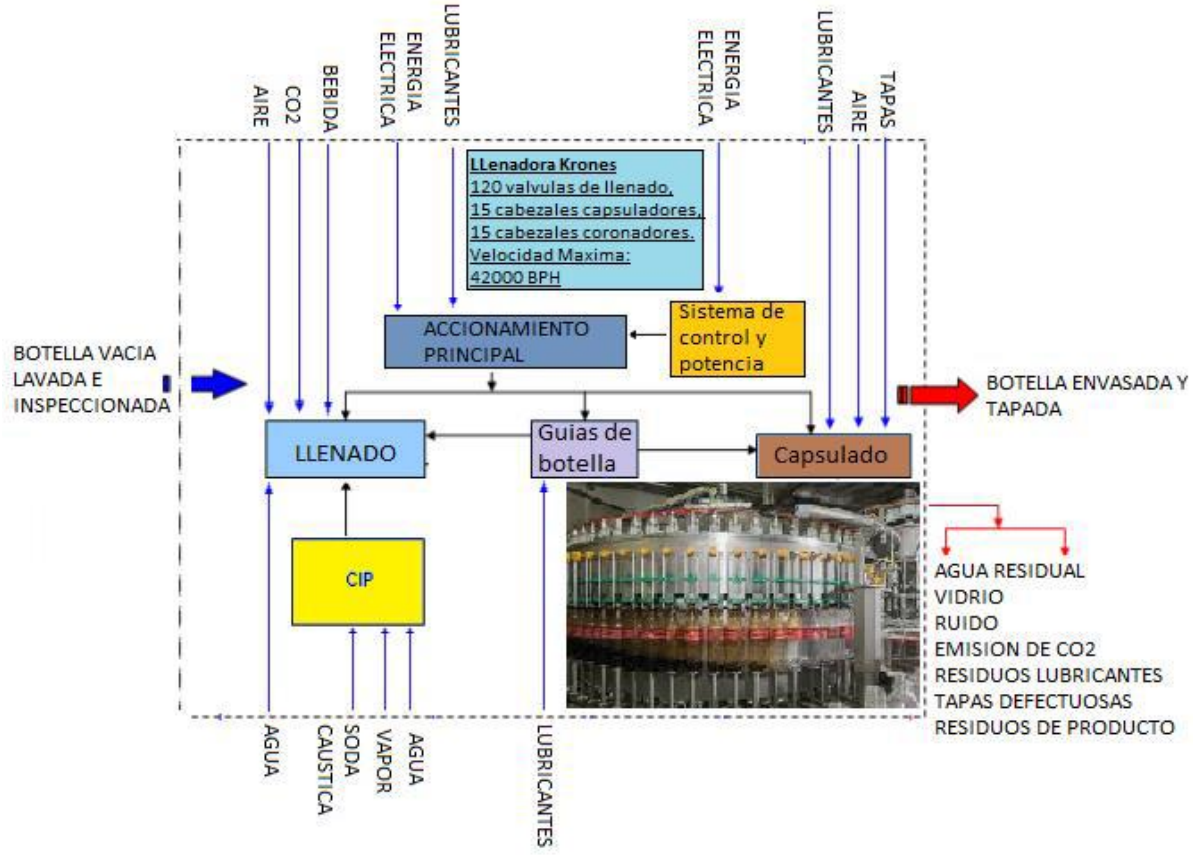


Figura 11. Diagrama de entrada-función-salida de llenadora Krones
Fuente: Archivos fotográficos de la empresa

A continuación presentamos una imagen de la llenadora.

Figura 12. Máquina Llenadora
Fuente: Archivos fotográficos de la empresa

Inmediatamente finalizado este proceso, pasan a la coronadora (chapas) o capsuladora (tapas plásticas) dependiendo del tipo de envase y son selladas.

A continuación visualizaremos la máquina capsuladora y coronadora.

Figura 13. Capsulador y coronador
Fuente: Archivos fotográficos de la empresa

También llegan a la llenadora, a través de tuberías especializadas, la mezcla de jarabe, agua y CO2, los cuales son los componentes que forman la bebida en el Mixer para ser ingresada a la botella. La mezcla que se realiza es en proporciones a la cantidad de producción, tipo de bebida y formato de envase que se requiera producir en el día.

A continuación visualizamos la máquina Mixer Krones.

Figura 14. Máquina Mixer Krones
Fuente: Archivos fotográficos de la empresa

Siguiendo por la línea de producción, las botellas pasan por la inspección visual donde el inspector electrónico de botellas llenas se encarga de ver aquellas botellas mal llenadas, mal selladas o si están en malas condiciones; de ser así, no pueden ser aprobadas.

A continuación visualizamos la máquina inspector de nivel Krones.

Figura 15. Máquina inspector de nivel Krones
Fuente: Archivos fotográficos de la empresa

Posterior al inspector de botellas llenas, las botellas pasan por el codificador de botellas donde son codificadas cada una de estas para lograr la trazabilidad del producto y colocar la fecha de vencimiento del mismo.

Figura 16. Máquina codificador de botellas
Fuente: Archivos fotográficos de la empresa

Finalizando la línea de producción, las botellas llegan a la encajonadora donde las botellas son puestas en las cajas que también han sido revisadas y lavadas para su uso.

A continuación visualizamos la máquina encajonadora.

Figura 17. Máquina encajonadora
Fuente: Archivos fotográficos de la empresa

La Paletizadora se encarga de ordenar las cajas de botellas, apilarlas o bien cargarlas a los camiones de distribución del producto en la zona de carga.

A continuación visualizaremos la imagen de la máquina paletizadora:

Figura 18. Máquina paletizadora
Fuente: Archivos fotográficos de la empresa

A continuación mostramos la distribución de la línea de producción Krones desde la etapa del ingreso de pallets vacíos hasta el paletizado del producto final.

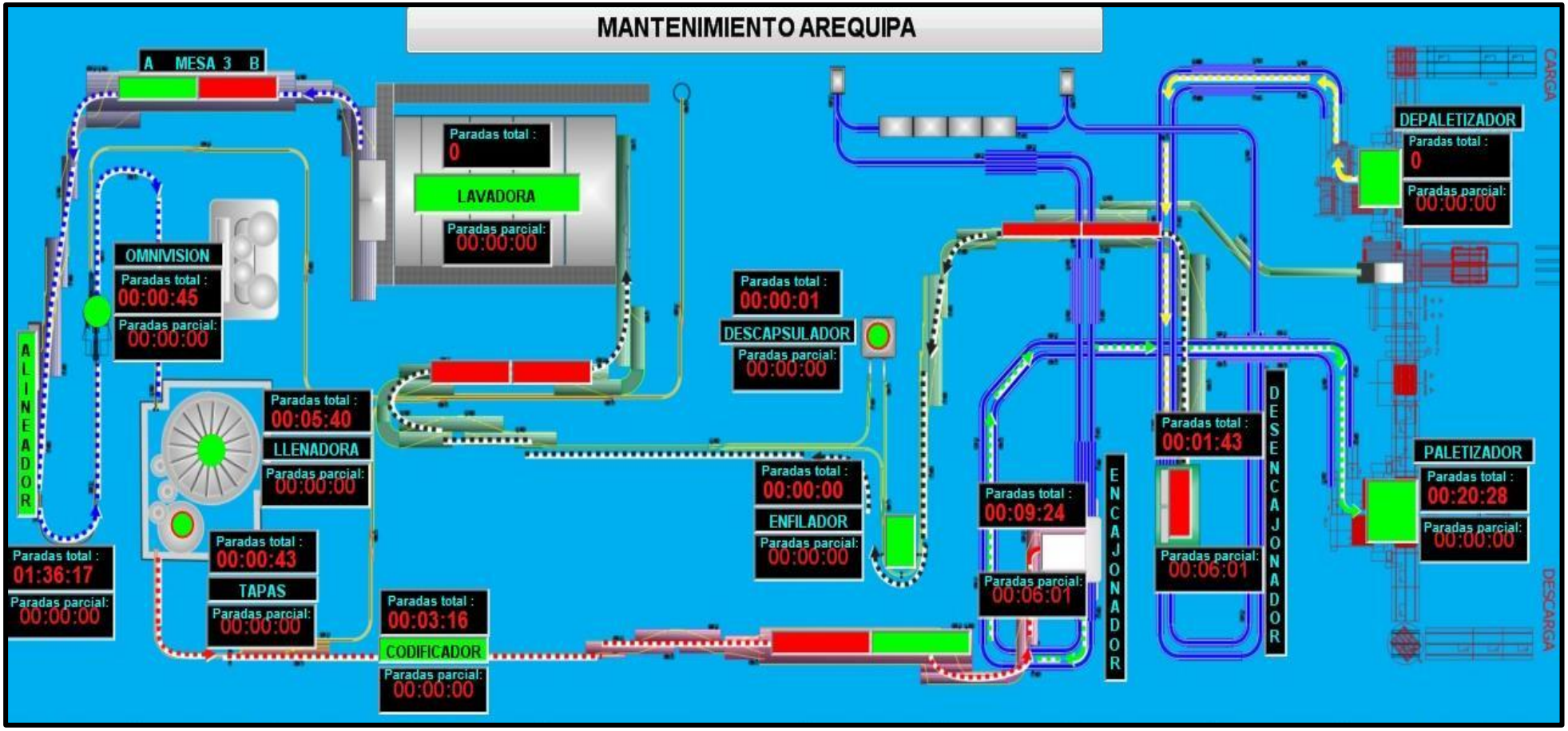


Figura 19. Distribución de la línea de producción Krones desde la etapa de ingreso de pallets hasta el paletizado del producto final
Fuente: Archivos de la empresa

3.2 Análisis de la gestión actual de mantenimiento

3.2.1 Descripción del área de mantenimiento

El departamento de mantenimiento tiene la principal tarea de velar por el buen funcionamiento de las líneas de producción; esto se logra a través de la organización de los mantenimientos preventivos, correctivos, predictivos y de rutina. El departamento se conforma de la siguiente manera:

Jefe de mantenimiento. Asegura el buen funcionamiento de los planes de mantenimiento, y es quien informa a la gerencia cómo se desenvuelven los planes mensualmente a través de indicadores.

Supervisores de mantenimiento. Encargados del funcionamiento de las líneas durante la producción, programación y ejecución de los mantenimientos respectivos y del control y seguimiento de los pendientes del sistema integrado de gestión.

Supervisor planner. Encargado de llevar el control del mantenimiento, desde el punto de vista de presupuesto, llevar el control de las órdenes de trabajo y elaborar los indicadores de mantenimiento mensuales y de los repuestos para los equipos.

Mecánicos. Trabajan directamente en los equipos revisando fallas, solventando problemas, con la finalidad de que el equipo tenga el menor tiempo parado.

Electricistas. Personal que se encarga de realizar las actividades de carácter eléctrico, esto puede incluir: tableros eléctricos, breakers, revisión de sensores, entre otras.

Instrumentistas. Encargados de los sistemas automatizados, control de procesos y actuadores, válvulas, electroválvulas, sistema neumático de equipos, manómetros digitales,

termómetros, densímetros, entre otros. A continuación se muestra el organigrama actual del área de mantenimiento.

Jefe de Mantenimiento	1
Supervisores	3
Tecnicos electricos /instrumentistas	9
Tecnico Mecanico/ Lubricador	12
Asistente	1
Sup. Planner	1
Total	27

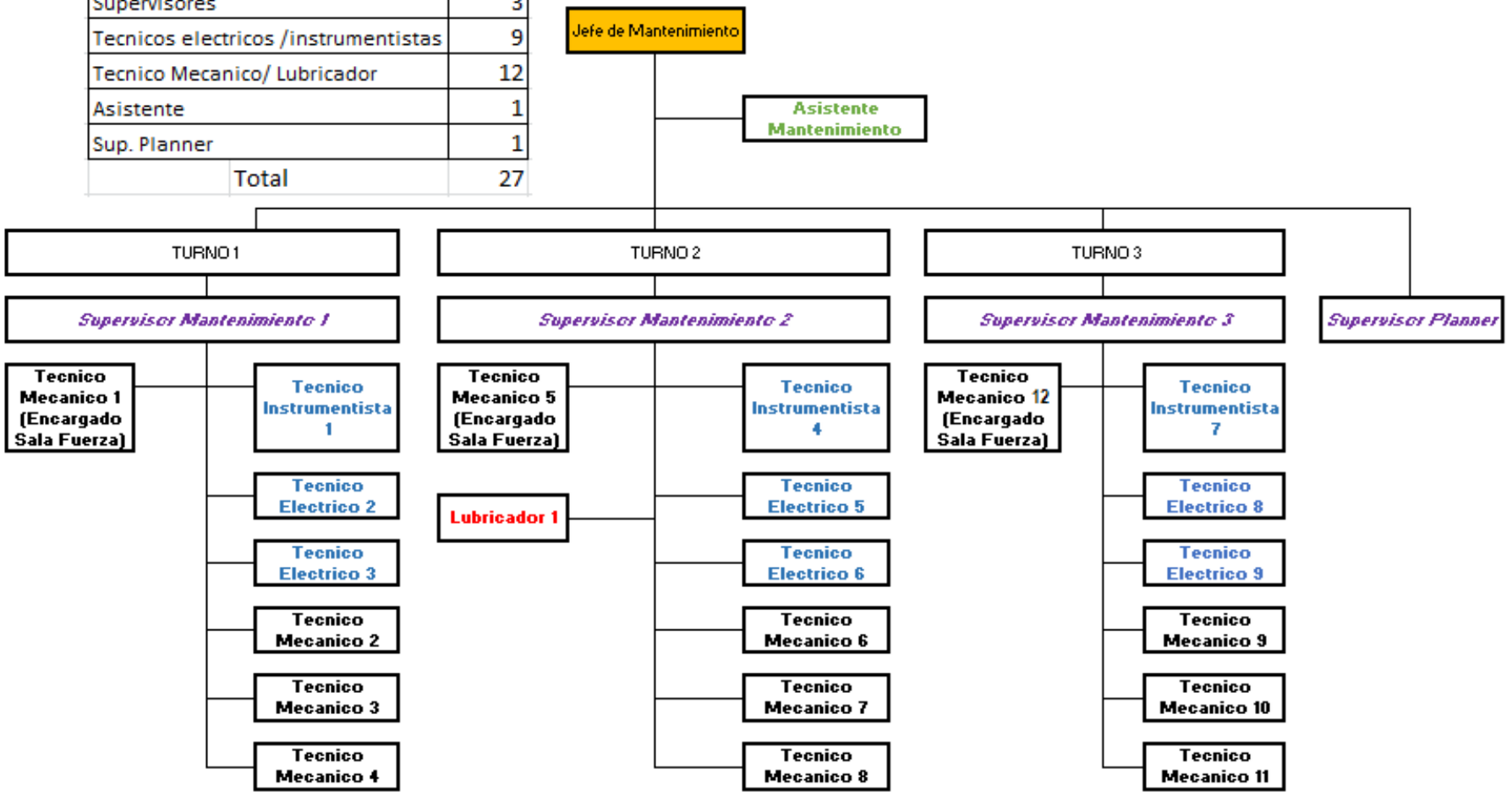


Figura 20. Organigrama del área de mantenimiento
Fuente: Archivos de la empresa

3.2.2 Descripción de la gestión actual de mantenimiento

A manera de introducción indicaremos que la empresa, motivo de estudio, cuenta con el módulo de mantenimiento SAP/PM, el cual proporciona la información necesaria para llevar acabo la gestión de mantenimiento de los activos de la empresa. La gestión de mantenimineto obedece a un proceso cuyas fases son las siguientes:

3.2.2.1 Fase 1. Identificación de trabajo

En esta primera fase se realiza la identificación de anomalías y se genera aviso de avería mediante el SAP/PM.

Dicha función es realizada por el supervisor de mantenimiento, el planner de mantenimiento, el técnico de mantenimiento y el cliente de operaciones. Si el aviso de avería genera un mantenimiento correctivo emergente, el supervisor de mantenimiento o el planner procederá asignando la actividad requerida al técnico de mantenimiento para su posterior ejecución, análisis, reparacion y cierre de la actividad realizada.

Si el aviso de avería no es emergente, el planner de mantenimiento programará la actividad de mantenimiento para realizarlo con posterioridad dependiendo de la disponibilidad de personal, del equipo y los repuestos.

3.2.2.2 Fase 2. Planificación

El planner de mantenimiento visualiza los avisos de avería, evalúa si es un trabajo que llevará a cabo el personal de planta o en su defecto si el trabajo será realizado por un tercero para luego proceder a generar la orden de mantenimiento. Y posteriormente realizar la programación en forma conjunta con el supervisor de mantenimiento. A su vez, el planner planifica las actividades contempladas por el mismo plan de mantenimiento de los equipos.

3.2.2.3 Fase 3. Programación

En dicha fase el supervisor y el planner evalúan el trabajo a realizar en función de la disponibilidad del equipo, disponibilidad de personal y repuestos.

3.2.2.4 Fase 4. Asignación diaria

En esta fase el supervisor de mantenimiento recibe las actividades diarias de mantenimiento y las asigna al personal de turno a cargo.

3.2.2.5 Fase 5. Ejecución

En la fase en mención el técnico de mantenimiento recibe la actividad de mantenimiento y procede a la ejecución de la misma.

3.2.2.6 Fase 6. Verificación de ejecución

Consiste en la verificación y pruebas de funcionamiento de la actividad realizada por el técnico de mantenimiento. Esta verificación estará a cargo del supervisor de mantenimiento, técnico de mantenimiento, planner y cliente de operaciones.

3.2.2.7 Fase 7. Captura y cierre

En esta fase se notifica y cierra la orden de mantenimiento a través del SA/PM, finalizando de esta manera el ciclo de planificación y control de trabajo.

El proceso descrito en líneas anteriores lo podemos visualizar en la siguiente imagen:

Figura 21. Planificación y control de trabajo
Fuente: Archivo documental de la empresa.

3.2.3 Evaluación de la gestión actual del mantenimiento

Para evaluar la gestión actual del mantenimiento en la empresa embotelladora se consideró los aspectos siguientes:

1. Gestión de la Estrategia
2. Gestión de la Información
3. Información Técnica
4. Organización y Desarrollo
9. Planes de Cuidado de Activos
10. Planificación y Control del Trabajo.
11. Cuidado de los Activos por el Operador
12. Gestión de Materiales
16. Medición del Desempeño

Para llevar a cabo el diagnóstico se ejecutó las siguientes actividades:

Se buscó evidencias de que el PDCA (Ciclo de Deming) de la gestión del mantenimiento está sistematizado y destacar puntos positivos y negativos de las relaciones.

- Entrevistas a técnicos y supervisores de mantenimiento.
- Revisión de la operación del módulo de mantenimiento SAP/PM.
- Evaluaciones de indicadores de mantenimiento.

3.2.4 Diagnóstico de la evaluación

Luego de haber realizado la evaluación de la gestión de mantenimiento se llegó a determinar las deficiencias, las mismas que visualizaremos en los cuadros siguientes:

Tabla 3. Diagnóstico de deficiencias

KPA	Desviación	Consecuencia			
1	Falta de una estrategia para el mantenimiento.	Dificultades de ajustes presupuestarios y correcta alocación de recursos.			
1	Faltan políticas y estrategias para la gestión de los activos.	Falta de alineación de las áreas de apoyo con las áreas más involucradas con los equipos.	No está claro a todos la dirección a seguir.	No está definida la línea de visión desde los indicadores del negocio hasta los indicadores de gestión de activos.	
2	SAP PM configurado superficialmente	Decisiones vulnerables. Poca confianza en las acciones. Reincidencia de problemas.	Dudas de la integridad y veracidad de los datos.	El SAP demanda mucho tiempo para extraer información o emitir un reporte.	Sistema es considerado burocracia.
2	Estructura del equipo limitada (Taxonomía no definida).	Imposibilidad de cálculo de los indicadores tácitos de confiabilidad a nivel componente (MTBF, MTTR).	Imposibilidad de cálculo del ciclo de vida.		
2	Planes de mantenimientos no basados en criticidad.	Imposibilidad de acompañar tendencias.	Dificultades de planear y sacar indicadores de cumplimiento.	Sistema no contribuye eficazmente para la reducción de los problemas.	
2	No actúan en el análisis y clasificación de las informaciones.	Incerteza de los datos.	Necesidad de reuniones constantes.	Dificultades en tratar, utilizar y analizar la información.	No se garantiza retroalimentar los planos de mantenimiento después del análisis de causa raíz.
3	No hay un mecanismo formal para controlar la información técnica referente al equipo.	Pérdida de tiempo en consultas a manuales y procedimientos especiales.	Los manuales de procedimientos son superficiales.	La información es centralizada en pocas personas y no es fácilmente accesible al personal técnico.	

Fuente: Elaboración propia

*Tabla 4.*Diagnóstico de deficiencias

KPA	Desviación	Consecuencia			
4	Descripción de funciones no alineadas con las necesidades de gestión de activos.	Indefensión en las funciones de planeación.	Indefensión en las funciones de confiabilidad.	Falta establecer los indicadores correctos para cada nivel de puesto.	Falta establecer la tabla de habilidades por puesto y entrenamientos necesarios.
4	Dificultades de transferir conocimiento.	Eficiencia abajo del esperado.	Mala calidad de trabajo.	Pérdida del conocimiento.	Bajo desempeño, compromiso e involucramiento.
4	Transferencia empírica del conocimiento tácito.	Alta dependencia del conocimiento tácito de los técnicos de mantenimiento.	Reincidencia de problemas.		
9	No posee o trabaja con matrices de criticidad.	Dificultades de escoger la correcta táctica de mantenimiento por componente.			
9	No priorizan tácticas orientadas a la eliminación o para evitar fallas.	Rentabilidad abajo del posible.	Una cultura de reconocimiento al arreglo rápido, más que prevención.		
9	Planes de mantenimiento con poco CM.	Realización de los planes no impide las fallas o aumenta consistentemente la disponibilidad de criterios.		Dificultades en tratar, utilizar y analizar la información.	No se garantiza retroalimentar los planes de mantenimiento después del análisis de causa raíz.
9	Función Confiabilidad no disponible.	Eficiencia abajo del esperado.	Costos de mantenimiento arriba del óptimo (Costo/Riesgo/desempeño).	Mal aprovechamiento del presupuesto existente, cuando limitado.	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Diagnóstico de deficiencias

KPA	Desviación	Consecuencia		
10	No hay evidencia de control de calidad del trabajo/servicio/MO realizado.	Retrabajos.	Tiempos muertos.	
10	La falta de mediciones en indicadores de procesos hace que todos se pierdan mirando los indicadores reactivos.	Acierto limitado en toma de decisiones.	Poca efectividad de la gestión en resolver problemas.	Demoras en reaccionar frente a desviaciones.
10	Distribución de tareas estratégicas en base a necesidades y emergencias.	Eficiencia abajo del esperado.		
10	No hay sistema de atribución de tarea por competencia o criticidad.	Posicionamiento equivocado de recursos.	Desempeño de los KPIs depende del personal que realiza la tarea, más que del proceso o procedimiento.	
10	Causa raíz necesita ser tratada con más profundidad y las acciones acompañadas para su efectiva ejecución.	Proyectos de mejora son enfocados en paros grandes, problemas económicos o urgentes.	Reincidencia de problemas.	
10	Poca evidencia de toma de decisiones basadas en análisis de causa raíz.	Reincidencia de problemas.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Diagnóstico de deficiencias

KPA	Desviación		Consecuencia
10	Éxitos o fracasos en planes de mejora no son monitoreados.	Decisiones vulnerables. Poca confianza en las acciones. Reincidencia de problemas.	
10	Dificultades de generar, tratar, analizar, fundamentar y utilizar la información.	Poca confianza en las acciones propuestas para arreglar los problemas.	
11	Mantenimiento autónomo con diferentes niveles de cumplimiento y actuación.	No se reportan fallas en tiempo.	Desperdicio de recursos de mantenimiento.
12	Falta técnica para definición de niveles de inventario de artículos de MRO.	Compras de última hora.	Precios con poca negociación o no negociadas en partes y respuestas.
12	Falta técnica en la definición del presupuesto para compra de partes y manutención de los niveles de máximos y mínimos.	Retrasos en la ejecución de los trabajos y riesgos de fallas en la operación.	
16	Mediciones de desempeño similares para todos los niveles.	Menos desempeño del personal de lo que podrían tener.	Menos compromiso de lo que podrían tener.

Fuente: Elaboración propia

3.2.5 Diagnóstico de los indicadores de Mantenimiento de la Línea Krones en el Periodo 2017- 2019

A continuación se presenta los indicadores referidos a la gestión de mantenimiento de la Línea Krones, como son: Indicador de eficiencia mecánica eléctrica, indicador de tiempo medio entre fallas, e indicador de tiempo medio para reparar.

A continuación mostramos el comportamiento de la eficiencia mecánica eléctrica en dicho periodo:

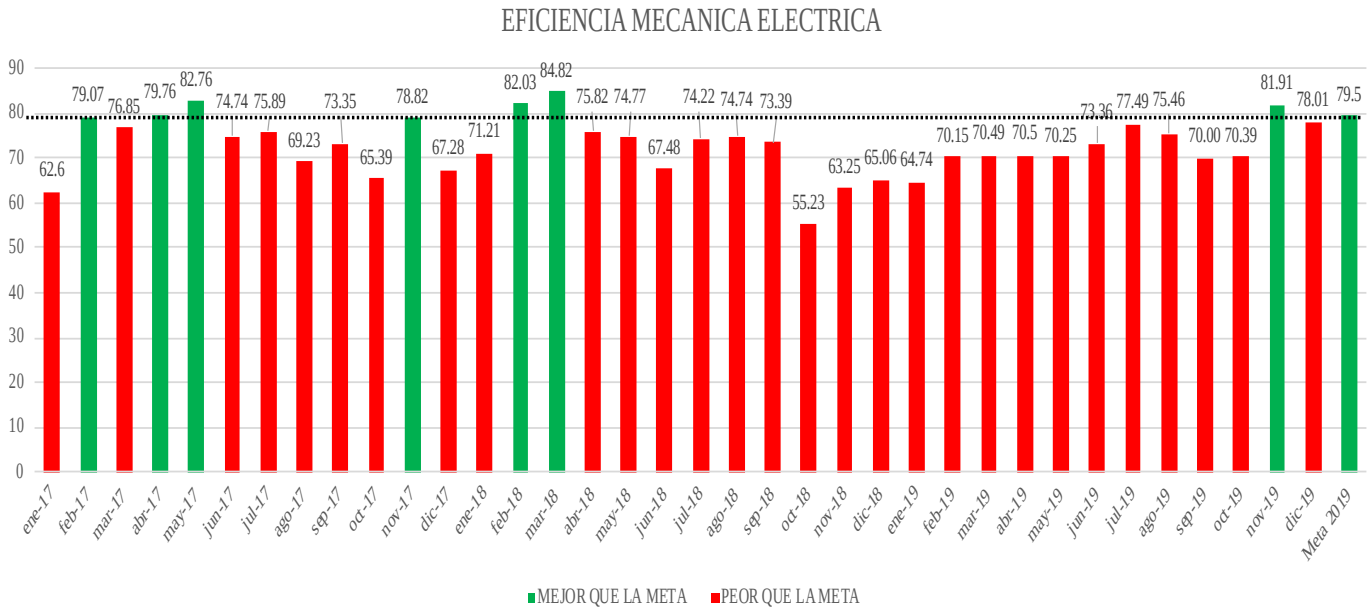


Figura 22: Eficiencia Mecánica Eléctrica
Fuente: Archivo documental de la empresa

El gráfico referido a la eficiencia mecánica eléctrica nos permite visualizar el nivel de eficiencia de funcionamiento de los equipos de la línea Krones.

Con relación a dicho indicador debemos precisar que el parámetro referencial es 79.5% de eficiencia sobre un total del 100%, con ello queremos indicar que el mínimo nivel de eficiencia que se busca es de 79.5%.

En base a ello debemos indicar que en el año 2017, fue solamente en los meses de febrero, abril, mayo, y noviembre que se logró niveles óptimos niveles de eficiencia mecánica eléctrica, siendo en el mes de mayo en el que se logró el más alto nivel de eficiencia mecánica eléctrica logrando un nivel del 82.76 %, y el mes de enero fue el mes en que se registró el más bajo nivel de eficiencia mecánica eléctrica con un nivel de 62.6%.

En el año 2018 empeoró la eficiencia mecánica eléctrica, con relación al año 2017, lográndose resultados óptimos solamente en los meses de febrero y marzo, el mejor resultado se obtuvo en el mes de febrero, logrando un nivel de eficiencia del 84.82% y el peor en el mes de junio, logrando un nivel de eficiencia mecánica eléctrica equivalente al 55.23%.

En cuanto al año 2019, debemos precisar que la mejor eficiencia mecánica eléctrica se logró en el mes de noviembre logrando un nivel de eficiencia mecánica eléctrica del 81.91%, y el peor nivel de eficiencia mecánica eléctrica en el mes de enero, habiendo alcanzado un porcentaje de eficiencia equivalente al 64.74%.

Como se podrá deducir los registros estadísticos con los que cuenta la empresa nos llevan a determinar que se torna una necesidad urgente el mejorar los niveles de eficiencia mecánica eléctrica mediante el mejoramiento de la gestión de mantenimiento la misma que se presenta en la presente investigación.

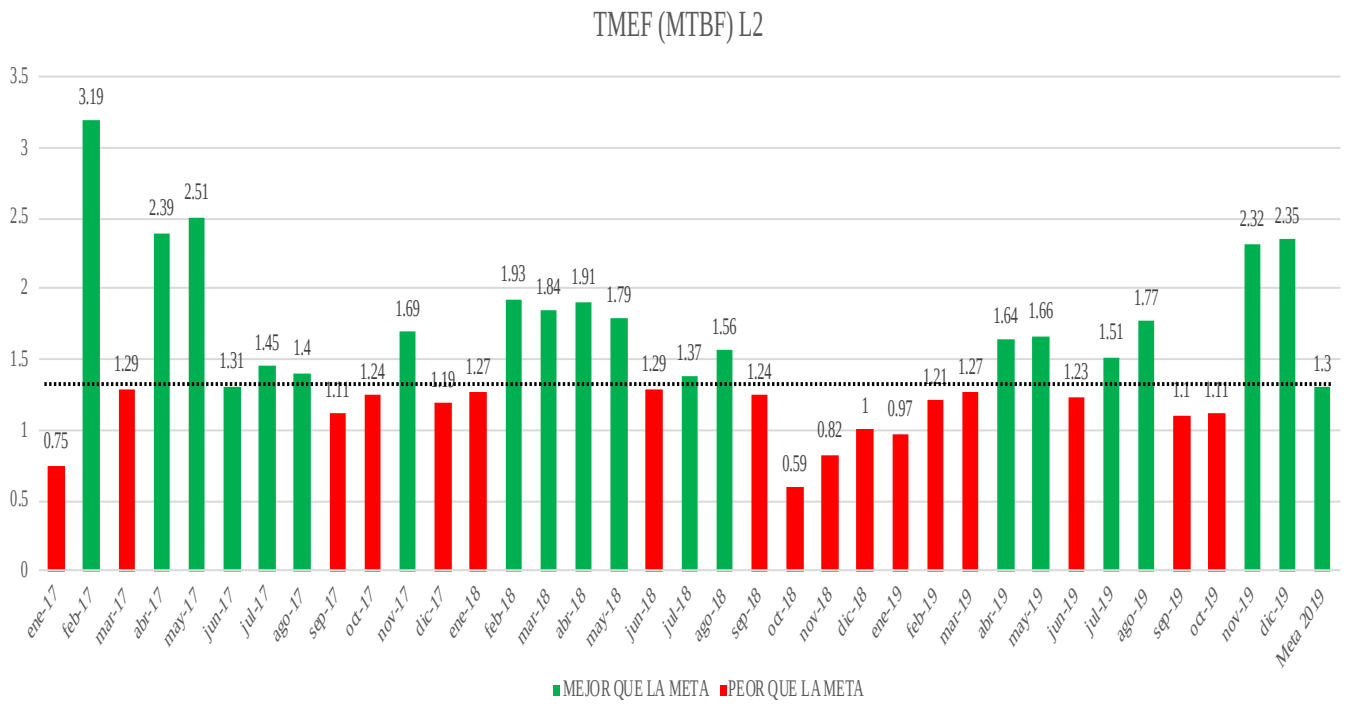


Figura 23 .TMEF (MTBF) L2
Fuente: Archivo documental de la empresa

El indicador de tiempo medio entre fallas permite precisar cuánto es el tiempo que transcurre entre una falla y otra, cabe señalar que el parámetro de medición es de 1.3 horas, es decir, que el tiempo recurrente entre una falla y otra debería estar por encima del parámetro indicado.

Luego de analizar los registros existentes con relación al año 2017, debemos precisar que fueron en los meses de febrero abril y mayo en los que se logró los mejores resultados, siendo en el mes de febrero en el que se logró un tiempo medio entre fallas de 3.19 horas, el tiempo más corto entre fallas se registró en el mes de enero con un tiempo entre una falla y otra de 0.75 minutos.

En cuanto al comportamiento del tiempo medio entre fallas del año 2018 debemos precisar que fue en los meses de febrero, marzo y abril, que se logró los mejores tiempos siendo

en el mes de febrero el que se logró el mejor tiempo, con un registro de 1.93 horas entre una falla y otra.

El tiempo más corto entre una falla y otra se registró en el mes de octubre con un registro de 0.59 horas entre una falla y otra.

En lo que respecta al tiempo medio entre fallas correspondiente al año 2019, debemos indicar que fue en los meses de noviembre y diciembre donde se logró los mejores resultados, destacando el mes de diciembre en el que se logró un registro de 2.35 horas entre una y otra falla, el registro más deficiente fue en el mes de enero donde el tiempo transcurrido entre una falla y otra fue de 0.97 minutos.

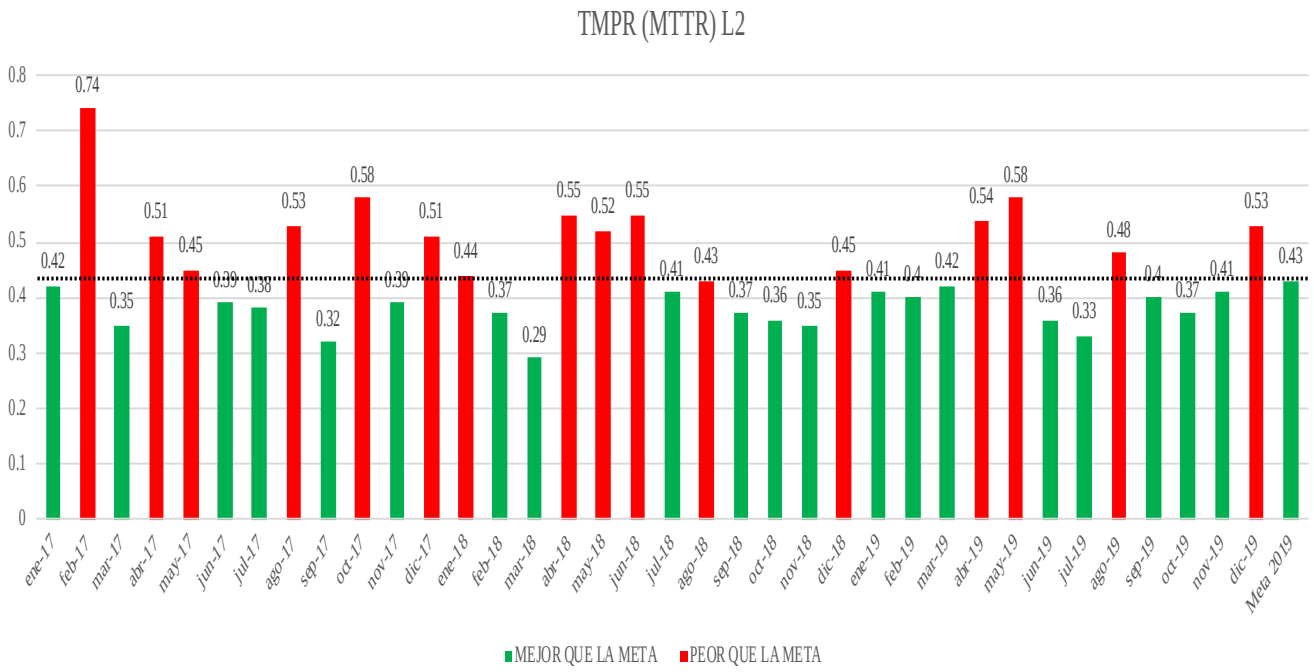


Figura 24 .TMPR (MTTR) L2
Fuente: Archivo documental de la empresa

En la gráfica que antecede podemos visualizar el indicador referido al tiempo medio para reparar, el mismo que está referido al tiempo que se toma el departamento de mantenimiento de la empresa para solucionar una falla registrada en el funcionamiento de la línea Krones, cabe indicar que el parámetro de referencia es de 0.43 minutos, que es el tiempo máximo que debería emplearse para solucionar una falla.

En cuanto al comportamiento de dicho indicador y en lo que respecta al año 2017, debemos precisar que los mejores tiempos se registraron en los meses de setiembre y marzo, siendo en el mes de setiembre el mes en que se logró el mejor tiempo con un registro de 0.32 minutos, y fue en el mes de febrero en el que se registró el peor tiempo, con un registro equivalente a 0.74 minutos.

En lo que respecta al comportamiento de dicho indicador en el año 2018, debemos precisar que fue en los meses de marzo y noviembre en los cuales se registró los mejores

tiempos, en el mes de marzo se visualiza un registro equivalente a 0.29 minutos y en noviembre de 0.35, y los peores registros se presentan en los meses de abril y mayo con 0.55 minutos y 0.52 respectivamente.

En el año 2019 el comportamiento del indicador en mención registra sus mejores tiempos en los meses de enero y noviembre y los peores registros en los meses de abril y mayo con un registro de 0.54 minutos y 0.58 minutos respectivamente.

Cabe señalar que en el periodo comprendido del 2017 al 2019 es el año 2019 en el que se visualiza los mejores tiempos.

Luego de analizar los resultados obtenidos en los tres indicadores mencionados, se considera necesario presentar una propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento a través del RCM, propuesta que ha sido desarrollada en la presente investigación.

Cabe resaltar que la ineficiencia en el manejo de la gestión de mantenimiento puede originar paralizaciones en el proceso productivo que se reflejan en perjuicio económico para la empresa, dé allí la importancia que tiene el manejar eficientemente la gestión de mantenimiento dentro de los diferentes aspectos que comprende la gestión empresarial.

CAPÍTULO IV

PLAN DE MEJORA DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO BASADO EN EL ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD DE LOS EQUIPOS CRÍTICOS DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA LÍNEA KRONES

En el presente capítulo describiremos el proceso de la propuesta planteada para mejorar la gestión de mantenimiento en la empresa motivo de estudio, la misma que estará basada en el RCM, el cual consiste en establecer un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad.

La propuesta planteada contempla un proceso que contiene las fases siguientes:

4.1 Implementación del Centro de Cuidado de Activos

En dicha fase se conformó un equipo multidisciplinario el cual se encargó de presentar las bases para la implementación del RCM.

El equipo multidisciplinario para implementar el centro de cuidado de activos estuvo conformado por: Jefe del área de producción, jefe del área de seguridad y salud ocupacional, jefe del área de control de calidad, jefe del área de mantenimiento, 1 supervisor de mantenimiento, 3 técnicos de mantenimiento, jefe de supply chaing management haciendo un total de 10 personas que integraron el equipo que ejecutó el proyecto.

4.2 Registro de los activos utilizados en la línea Krones

En esta fase del proceso se determinó una relación de los equipos empleados en la línea Krones (línea 4), definiéndose a su vez la ubicación técnica, la sub área, el código y el nombre del activo asignado por el software de gestión SAP.

Para describir la relación de los activos utilizados en la línea Krones utilizaremos la tabla siguiente:

Tabla 7. Relación de equipos línea Krones

Ubicación técnica	Sub-área	Código	Activo

Fuente: Elaboración propia

En dicha tabla podemos distinguir cuatro columnas con los conceptos siguientes:

Ubicación Técnica, Sub Área, Código, Nombre del activo.

La primera columna en la que se consignó la ubicación técnica está compuesta de la siguiente manera:

JRL: Se refiere a la razón social de la empresa.

700: Se refiere al centro de costo, que en este caso es Arequipa.

LNP: Se refiere a la línea de producción, que en este caso es la línea Krones.

La segunda columna se refiere a la SUB AREA, que está compuesta de los elementos siguientes:

JRL: Se refiere a la razón social de la empresa.

700: Se refiere al centro de costo, que en este caso es Arequipa.

LNP 04: Se refiere a la línea de producción, la cual es la línea Krones identificada con el número 4.

En la tercera columna se precisa el código que identifica al activo.

En la cuarta columna se precisa el nombre de cada uno de los activos considerados dentro de la línea Krones.

4.3 Determinar los criterios para realizar el análisis de criticidad de los equipos empleados en la línea Krones

En esta fase del proceso se precisó los criterios para determinar el nivel de criticidad de cada uno de los equipos empleados en la línea Krones, los mismos que fueron diseñados por el área de gestión de activos del corporativo

Los criterios considerados para medir la criticidad son: severidad operacional, severidad de seguridad, severidad ambiental, confiabilidad y diseño, mantenibilidad, frecuencia de fallas, repuestos y tiempos de entrega.

Para la medición de los diferentes factores considerados, se consideró una serie de parámetros que se presentan en las tablas que a continuación se visualizan.

4.3.1 Severidad operacional

La severidad operacional se define como el riesgo de pérdida funcional directa o indirecta resultante de una falla atribuible a un activo.

Tabla 8. Severidad Operacional

Puntuación	Impacto
00	Sin impacto.
20	Capacidad reducida.
40	Paro Total con duración menor a 1 hora.
60	Paro Total con duración menor a 1 turno.
80	Paro Total con duración de más a 1 turno.
100	Paro Total con duración de 1 día o más.

Fuente: Registro documental de la empresa

4.3.2 Severidad de seguridad

La severidad de seguridad indica el daño que se puede producir a los colaboradores, activos y/o instalaciones si el riesgo se materializa.

Tabla 9. Severidad de seguridad riesgo potencial de lesiones personales

Puntuación	Impacto
00	Sin riesgo.
12	Accidente de trabajo que requiere primeros auxilios.
24	Accidentes de trabajo con impacto bajo.
36	Accidentes de trabajo con impacto medio.
48	Accidentes de trabajo con impacto Alto y/o Crítico.

Fuente: Registro documental de la empresa

Tabla 10. Severidad de seguridad riesgo potencial del fuego o explosión

Puntuación	Impacto
00	Sin riesgo
12	El CEPRO está expuesto a multas o procesos legales por incumplimiento de regulaciones o acuerdos locales, estatales y/o federales.
24	Impacto Bajo – El activo/componente no se incendiará, pero las chispas resultantes pueden causar flamazos, conatos de incendio o daños leves en el área cercana.
36	Impacto Medio – El fuego o explosión puede dañar al activo/componente y propagarse a otros activos/componentes o áreas contiguas.
48	Impacto Alto – El fuego o explosión puede causar daños importantes a otros activos/componentes, complejos o edificios que tengan un impacto grave en las operaciones productivas.

Fuente: Registro documental de la empresa

Tabla 11. Severidad de seguridad. Riesgo de seguridad durante la ejecución de una tarea

Puntuación	Impacto
00	Sin riesgo.
12	El CEPRO está expuesto a multas o procesos legales por incumplimiento de regulaciones o acuerdos estatales, locales y/o federales.
24	Impacto Bajo – Trabajos en alturas donde se requiere equipos de elevación e izares de carga.
36	Impacto Medio – Trabajos en alturas donde se necesita equipos de protección contra caídas línea de vida.
48	Impacto Alto – Trabajo en espacios confinados. Riesgo de electrocución. Riesgo de atrapamiento.

Fuente: Registro documental de la empresa

4.3.3 Severidad ambiental

La severidad ambiental indica el efecto que produce la actividad humana sobre el medio ambiente.

Tabla 12. Severidad ambiental. Emisiones del ambiente

Puntuación	Impacto
00	Sin Riesgo.
15	Impacto Bajo – Acumulación de polvo y/o tierra en el piso y/o el activo/componente.
30	Impacto Medio – Generación de polvo, humo o gases liberados fuera de las instalaciones del CEPRO que pueden afectar a los activos/componentes y a los colaboradores que los operan y/o mantienen. (Ej. Olores asfixiantes, irritantes, gases corrosivos, venenos, entre otros.)
45	Impacto Alto – generación a polvo, humo o gases liberados fuera de las instalaciones del CEPRO que pueden afectar a los activos/componentes, a los colaboradores que los operan y/o mantienen y/o a la comunidad. (Ej. Olores asfixiantes, irritantes, gases corrosivos, venenos, entre otros.)
60	El CEPRO está expuesto a multas o procesos legales por incumplimiento de regulaciones o acuerdos locales, estatales y/o federales.

Fuente: Registro documental de la empresa

Tabla 13. Severidad ambiental. Derrames químicos

Puntuación	Impacto
00	Sin Riesgo.
15	Impacto Bajo – Derrame de fluidos de movimiento lento. (Ej. Grasas) ocurridos en piso de concreto dentro del CEPRO
30	Impacto Medio – Impacto Alto – Derrame de líquidos o polvos en el suelo o aguas dentro del CEPRO.
45	Impacto Alto – Derrame de líquidos o polvos en el suelo o aguas fuera del CEPRO.
60	El CEPRO está expuesto a multas o procesos legales por incumplimiento de regulaciones o acuerdos locales, estatales y/o federales.

Fuente: Registro documental de la empresa

4.3.4 Confiabilidad y diseño

La criticidad de confiabilidad y diseño se enfoca en el análisis en que un activo y/o componente, en su contexto operativo, minimiza o mitiga el impacto de una falla.

Tabla 14. Confiabilidad y diseño

Puntuación	Impacto
00	Sin pérdida funcional, a pesar de la ocurrencia de una falla de un activo y/o componente sus afectos no causan impacto en la funcionalidad del Sistema.
20	Auto redundante, Sistema que cuenta con un activo y/o componente auxiliar que en el momento en que detecta una falla en el activo principal comienza a funcionar de manera automática.
40	Redundancia manual, activo y/o componente auxiliar que debe ser activado de manera manual para comenzar a funcionar en caso de falla del activo principal.
60	Bypass, técnica utilizada para modificar la ruta original del Sistema para minimizar el impacto funcional al presentarse una falla.
80	Capacidad reducida, pérdida considerable de la capacidad productiva debido a una falla de un activo y/o componente en el sistema.
100	Pérdida funcional, pérdida de las capacidades productivas.

Fuente: Registro documental de la empresa

4.3.5 Mantenibilidad

La mantenibilidad es la propiedad de un sistema que representa la cantidad de esfuerzo requerida para conservar su funcionamiento normal o para restituirlo una vez se ha presentado un evento de falla.

Se dirá que un sistema es altamente mantenible cuando el esfuerzo asociado a la restitución sea bajo.

Sistemas poco mantenibles o de baja mantenibilidad requieren de grandes esfuerzos para sostenerse o restituirse. El sistema debe repararse fácilmente (ser mantenible) y debe conservarse de manera rentable o restaurarse a una condición utilizable (confiable).

Tabla 15. Mantenibilidad

Puntuación	**Impacto**
00	La capacidad de realizar las tareas y la velocidad de reacción es alta. Se considera una alta disponibilidad de los consumibles y refacciones necesarias para realizarlas.
25	Se cuenta de alguno de los 3 factores (capacidad, velocidad de reacción y/o consumibles y refacciones) pero no están disponibles en el mismo momento.
50	La capacidad de realizar las tareas de mantenimiento y la velocidad de reacción es baja. Ese considera una baja disponibilidad de los consumibles y refacciones necesarias para realizarlas.
100	No existe capacidad de realizar las tareas de mantenimiento y la velocidad de reacción es extremadamente baja o nula. Es extremadamente difícil conseguir los consumibles o refacciones necesarias para realizarlas.

Fuente: Registro documental de la empresa.

4.3.6 Frecuencia de fallas

La frecuencia de falla es la cantidad de eventos de falla del activo y/o componentes ocurridos en los últimos dos años.

Tabla 16. Frecuencia de fallas

Puntuación	***Impacto***
00	Falla poco común, remota posibilidad de ocurrencia, ninguna falla ha sido asociada con procesos idénticos. El proceso está dentro de control estadístico. (CPk > 2.0; casi nunca se ha presentado).
	Probabilidad muy baja, procesos casi idénticos han tenido únicamente fallas aisladas. El proceso está dentro de control estadístico. (CPk > 1.66; se presenta una vez a más de dos años).
20	Baja probabilidad de ocurrencia, procesos similares han tenido fallas aisladas. El proceso está dentro del control estadístico (CPk > 1.33; se presenta una vez cada dos años).
	Existe probabilidad de ocurrencia, procesos similares tienen experiencias de fallas repetidas, el proceso está dentro del control estadístico (CPk > 1.33; se presenta una vez al año).
40	Moderada probabilidad de ocurrencia, procesos similares tienen experiencias de fallas repetidas, pero no en mayores proporciones, el proceso está dentro del control estadístico (CPk >1.00; se presenta una vez al semestre).
	Moderada probabilidad de ocurrencia, procesos similares tienen experiencias de fallas repetidas, en mayores proporciones, el proceso no está dentro del control estadístico (CPk no es confiable, se presenta una vez al cuatrimestre).
60	Alta probabilidad de ocurrencia, procesos similares tienen experiencias de fallas repetidas, el proceso no está dentro del control estadístico (CPk no es confiable se presenta de una a cuatro veces al mes).
	Alta probabilidad de ocurrencia, procesos similares tienen experiencias de fallas repetidas (CPk no es confiable, se presenta entre una a cinco veces a la semana).
80	Muy alta probabilidad de ocurrencia, la causa es casi inevitable. Se requieren pasos adicionales al proceso para negociar con las fallas (CPk no es confiable, se presenta diariamente y/o en cada arranque).
100	Es segura la ocurrencia de falla. Se presenta en todos los turnos.

Fuente: Registro documental de la empresa

4.3.7 Repuestos y tiempos de entrega

El tiempo de entrega de las refacciones o repuestos necesarios en caso de la ocurrencia de una falla es determinante en términos de la criticidad de los activos y/o componentes sujetos de este análisis.

Tabla 17. Repuestos y tiempos de entrega

Puntuación	***Impacto***
00	Tiempo de Entrega < 1 Semana
20	Tiempo de Entrega de 1 a 3 semanas
40	Tiempo de Entrega de 3 a 6 Semanas
60	Tiempo de Entrega de 6 Semanas a 3 Meses
80	Tiempo de Entrega de 3 Meses a 6 Meses
100	Tiempo de Entrega > 6 Meses

Fuente: Registro documental de la empresa

4.3.8 Severidad en Calidad

La severidad en calidad analiza el grado de impacto de la falla en el producto y en el proceso.

Evalúar la frecuencia de fallas del activo basado en la siguiente ponderación:

Tabla 18. Severidad en Calidad: Criterio 1 Efecto en el Cliente

Puntuación	Impmpacto
00	Sin Efecto
15	Molestia o Incomodidad Razonable para esperar que la naturaleza menor de esta falla podría no causar cualquier afecto real sobre el producto o su procesamiento por el consumidor. El consumidor probablemente no notará la falla. La falla solo causa una ligera molestia al cliente y/o consumidor notara solo un ligero deterioro o inconveniencia con el producto o procesamiento de este. Lineamientos de TPM (Emplayado incorrecto). Resultará en una queja interna como consecuencia del incumplimiento de una característica secundaria de poco impacto a una característica critica (Atributo de Calidad). TAG (fuga de agua en tubería, presión de agua, Presencia de floc) JAR (Temperatura de agua) Generación de subproducto que genera un reproceso. El problema será detectado durante la etapa. Resultará en una queja interna como consecuencia del incumplimiento de una característica critica (Atributo de Calidad) y regresará el subproducto. TAG (flúor, aluminio) JAR (Volumen, Brix y Tiempo de almacenamiento del Jarabe) Saneamiento de equipos (Residual químico)
30	Perdida o degradación de una característica de calidad secundaria, generación de subproducto no conforme (Jarabe terminado, agua tratada) la falla es detectada fuera (posterior) del proceso.
45	Pérdida o degradación de una característica de calidad, resultará en una queja del cliente y regresará el producto del mercado. Afectando la imagen corporativa e insatisfacción del consumidor. Incumplimiento a un atributo de calidad (Apariencia de producto, Sabor, Brix, Gas, Torque, Código, Tapa, Envase, Microbiología de carbonatados)
60	Falla en el cumplimiento con requerimientos de seguridad y/o regulatorios. Incumplimiento con reglamentos gubernamentales. (Contenido Neto, Condición de envase), Involucra problemas potenciales de salud al consumidor. (Microbiología para Embotellado, Apariencia por presencia de Vidrio)

Fuente: Registro documental de la empresa

Tabla 19. Severidad en Calidad: Criterio 2 Efecto en el Proceso de Elaboración del Producto.

Puntuación	Impacto
00	Sin Efecto Aparente.
15	Interrupción Menor. Leve o ligera inconveniencia al proceso, operación u operador.
30	Interrupción Moderada. Puedes ser que una proporción del producto tenga que ser retrabajado en la estación antes de ser procesada. Puedes ser que 100% del producto tenga que ser retrabajado en la estación antes de ser procesada. Puede ser que una proporción del producto tenga que ser retrabajado fuera de la línea. Puedes ser que 100% del producto tenga que ser retrabajado fuera de la línea.
45	Interrupción Significativa. Puede ser que una proporción del producto sea desechado, desviación del proceso primario incluyendo una disminución en la velocidad de la línea o adición de mano de obra Interrupción Mayor. Puedes ser que 100% del producto sea desechado, paro de línea o paro del envió.
60	Falla en el cumplimiento con requerimientos de seguridad y/o regulatorios. No se alcanza indicador de calidad/productividad o se verá afectada la operación segura del colaborador.

Fuente: Registro documental de la empresa

4.4 Precisar los equipos con mayores niveles de criticidad dentro de la línea Krones

Esta acción consistió en determinar los equipos con mayores niveles de criticidad que conforman la línea Krones.

Para determinar los niveles de criticidad de los diferentes equipos empleados en la línea Krones se diseñó la tabla que visualizaremos a continuación:

Tabla 20. Análisis de criticidad de activos

Ubicación Tecnica	Sub-Area	CODIGO	ACTIVO		Severidad Operacional	Severidad de seguridad	Riesgo Potencia Lesiones Personal	Riesgo Potencia Fuego Exposicion	Riesgo Potencia Ejecucion Tarea Man	Severidad ambiental	Emision al Ambiente	Derrame Quimico	Confiabilidad y diseño	Mantenibilidad	Frecuencia de Fallas	Repuestos y Tiempos de Entrega	Severidad en Calidad	Severidad Calidad Efecto Cliente	Severidad Calidad Efecto eleboracion	Suma de criterios	Criticidad del activo
JRL-700-LNP	JRL-700-LNP-LN04	10007990	LLENADORA BOTELLAS KRONES L2		80	108	48	24	36	60	30	30	100	50	80	80	120	60	60	678	76.70
JRL-700-LNP	JRL-700-LNP-LN04	10007994	LAVADORA DE BOTELLAS SIDEL L2		60	120	48	24	48	60	30	30	100	25	80	60	120	60	60	625	70.70

Fuente: Elaboración propia

La primera columna en la que se consignó la ubicación técnica está compuesta de la siguiente manera:

JRL: Se refiere a la razón social de la empresa.

700: Se refiere al centro de costo, que en este caso es Arequipa.

LNP: Se refiere a la línea de producción, que en este caso es la línea Krones.

La segunda columna se refiere a la SUB AREA, que está compuesta de los elementos siguientes:

JRL: Se refiere a la razón social de la empresa.

700: Se refiere al centro de costo, que en este caso es Arequipa.

LNP 04: Se refiere a la línea de producción, la cual es la línea Krones identificada con el número 4.

Las columnas siguientes hacen referencia a los diferentes criterios que se utilizaron para medir los niveles de criticidad de los diferentes equipos.

Las ponderaciones para determinar los niveles de criticidad de cada equipo fueron determinados por los respectivos jefes de cada área.

La columna denominada suma de criterios es la suma de los valores obtenidos en el análisis de criticidad de cada uno de los aspectos tomados como referencia para dicho fin.

En la última columna denominada criticidad del activo, se precisa el nivel de criticidad del activo valor que se obtuvo dividendo la suma de criterios entre 884 x 100.

El valor obtenido obedece a la aplicación de la fórmula siguiente:

NIVEL DE CRITICIDAD = (Suma de criterios / 884) x 100

Donde:

Suma de criterios: Sumatoria de las ponderaciones de los diferentes criterios tomados para el análisis de criticidad.

884: Constante obtenida de la suma de cada una de las ponderaciones, de los diferentes criterios que se emplearon para realizar el análisis de criticidad.

En el análisis de criticidad se tomó como punto de partida la Ley o Principio de Pareto también conocida como la Regla del 80/20 (o 20/80), la cual establece que, de forma general y para un amplio número de fenómenos, aproximadamente el 80% de las consecuencias proviene del 20% de las causas. Es decir el total de activos representan el 100%, solo el 20% de activos serán los asignados como críticos (Principio de Pareto).

La tabla detallada en la que se presenta dicho análisis se visualizara en el capítulo V.

4.5 Desarrollo de la taxonomía de los equipos determinados como críticos de la línea Krones

En esta fase del proceso se clasificó cada uno de los componentes de cada equipo que conforma la línea Krones.

Para llevar a cabo dicha clasificación se diseñó la tabla que visualizamos a continuación.

Tabla 21. Tabla de determinación de la taxonomía de equipos

Taxonomía Llenadora Krones			
Nivel Equipo	Nivel Sistema	Nivel Ensamble	Nivel Componente

Fuente: Elaboracion propia

Como se puede observar la tabla incluye cuatro columnas, que son las siguientes:

Nivel Equipo: En esta columna se precisa el nombre del equipo.

Nivel Sistema: En esta columna se presenta un desglose de los sistemas que conforman cada equipo.

Nivel Ensamble: En dicha columna se presenta el desglose del nivel de sistema.

Nivel Componente: En dicha columna se presenta un desglose del nivel de ensamble.

Como ejemplo explicaremos como se llenó la tabla referida al equipo llenadora.

Tabla 22. Taxonomía llenadora Krones

TAXONOMÍA LLENADORA KRONES			
Nivel Equipo	Nivel Sistema	Nivel Ensamble	Nivel Componente
Llenadora Krones	Transmisión	Transmisión principal	Motor eléctrico principal
			Caja reductora principal
			Caja reductora secundaria (1)
			Árbol articulado (1)
			Templador de fajas de transmisión
			Piñón enlace transmisión (1)
			Piñón de ataque
			Transmisión de molinetes (4)
			Encoder

Fuente : Elaboración propia

4.6 Desarrollo de la criticidad de los componentes de cada equipo crítico

En esta fase del proceso se realizó un análisis de criticidad de cada uno de los componentes de los equipos más críticos que conforman la línea Krones.

Para llevar a cabo dicho análisis se tomó como punto de partida el diseño de la tabla que se visualiza a continuación:

Tabla 23. Análisis de criticidad de componentes

Nivel de ensamble	Componente	Función	Criterios	Suma de criterios	Criticidad del componente

Fuente: Elaboracion propia

En la estructura de dicha tabla se pueden distinguir los conceptos siguientes:

Nivel ensamble: En dicha columna se presenta el desglose del nivel de sistema.

Componente: En esta columna se cita cada uno de los componentes del equipo.

Función: En ella se explica la función de cada componente del equipo.

Criterios: En esta columna se presenta los diferentes criterios que se tomaron en cuenta para determinar la criticidad de cada componente.

Suma de criterios: En esta columna se presenta la sumatoria de las ponderaciones de los diferentes criterios tomados para el análisis de criticidad.

En la última columna denominada criticidad del componente, se precisa el nivel de criticidad del componente.

El valor obtenido obedece a la aplicación de la fórmula siguiente:

NIVEL DE CRITICIDAD = (Suma de criterios / 884) x 100

Donde:

Suma de criterios: Sumatoria de las ponderaciones de los diferentes criterios tomados para el análisis de criticidad.

884: Constante obtenida de la suma de cada una de las ponderaciones, de los diferentes criterios que se emplearon para realizar el análisis de criticidad.

En el análisis de criticidad se tomó como punto de partida la Ley o Principio de Pareto también conocida como la Regla del 80/20 (o 20/80), la cual establece que, de forma general y para un amplio número de fenómenos, aproximadamente el 80% de las consecuencias proviene del 20% de las causas. Es decir el total de componentes representan el 100%, solo el 20% de componentes serán los asignados como críticos (Principio de Pareto).

Se diseñó una tabla para cada uno de los componentes, las cuales se presentan de manera detallada en el capítulo V.

4.7 Efectuar un análisis de modos y efectos de falla (AMEF) de los componentes determinados como críticos definidos en la fase anterior.

Se considera como modos de falla los hechos que de manera razonablemente posible que puedan haber causado cada estado de falla.

Los efectos de falla, describen lo que ocurre con cada modo de falla. Esta descripción deberá incluir toda la información necesaria para apoyar la evaluación de las consecuencias de la falla, tal como:

Que evidencia existe (si la hay) de que la falla ha ocurrido.

De qué modo representa una amenaza para la seguridad o el medio ambiente (si la representa).

De qué manera afecta a la producción o a las operaciones (si las afecta).

Qué daños físicos (si los hay) han sido causados por la falla.

Qué debe hacerse para reparar la falla.

Para el análisis de modos y efectos de falla se diseñó una tabla que se visualiza a continuación:

Tabla 24. Análisis de modos y efectos de fallas

Subsistema o sección del activo	Componente	Criticidad componente	Función	Falla funcional	Modo de falla	Causa raíz	Actividad detección y/o prevención	Tiempo estimado	Clase actividad	Especialidad técnica requerida	Requiere el equipo en operación o detenido	Frecuencia sugerida

Fuente: Elaboración propia

La tabla que antecede presenta los conceptos siguientes:

Subsistema zona o sección del activo: En esta columna se presenta un desglose de los sistemas que conforman cada equipo.

Componente: En esta columna se cita cada uno de los componentes del equipo.

Criticidad del componente: En esta columna se presenta el valor obtenido de criticidad para cada componente.

Función: En ella se explica la función de cada componente del equipo.

Falla Funcional: En esta columna se precisa el tipo de falla funcional detectada, se define como falla funcional aquella que impide al sistema en su conjunto cumplir su función principal.

Modo de Falla: En esta columna se precisa, cual es el evento que causó la falla funcional.

Causa: En esta columna se presenta la causa raíz que origino el modo de falla.

Actividad detección y prevención: En esta columna se precisa las acciones a tomar para corregir la falla.

Tiempo estimado: En esta columna se precisa el tiempo que se tomará para realizar la actividad de detección y prevención.

Clase de actividad: Esta columna está referida a la actividad más conveniente que deberá llevarse a cabo para prevenir las fallas, tomando en consideración una serie de aspectos que se visualizan en la tabla que se presenta a continuación:

Tabla 25. Tipo de actividades

CORRECTIVO		PREVENTIVO						
PM01		PM02						
		BASADO EN CONDICIÓN		PERIÓDICO				
EMERGENCIA DE MAQUINA	AVISO DE AVERIA	INSPECCIÓN DE CONDICIÓN	MONITOREO DE CONDICIÓN	INSPECCIONES PERIÓDICAS	REEMPLAZO DE PARTES PERIÓDICO	ACTIVIDADES PERIÓDICAS		
CORRECTIVO EMERGENCIA	CORRECTIVO PROGRAMADO	INSPECCIÓN DE CONDICIÓN	MONITOREO DE CONDICIÓN	TAREAS INSPECCIONES PERIÓDICAS	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	LUBRICACIÓN	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	ACR, ADM, TECNICO Y PROYECTOS
M1	M2	P8	P9	P1	P2	P6	P7	P4
005	003	008	009	001	002	006	007	004
Actividad resultante de la perdida funcional de un componente y/o activo y debe ser corregida inmediatamente	Actividad derivada de una solicitud de mantenimiento, mediante la cual se detectó una condición fuera de estándar y debe ser corregida a la brevedad	Actividades de inspección y/o búsqueda de fallas basadas en observaciones sensoriales contra un estándar o función. (aceptable/no aceptable) ruido audible, coloración, desgaste, calentamiento, olor, etc.	Actividades de búsqueda de fallas basadas en monitoreo con instrumentos analíticos dentro de un rango aceptable de operación (variables) Corriente, vibración, temperatura, conteo de partículas etc.	Actividades de búsqueda de fallas para comprobar la función del componente dentro del estándar establecido. Normalmente se realizan con maquina detenida	Actividades de restauración de las condiciones iniciales del componente y/o activo de manera planificada	Actividades especializada en tácticas de tribología para la conservación de los componentes del activo	Actividades basadas en revisión sensorial, ajustes de máquina, lubricación y limpieza realizada por el operador para la conservación del componente y/o activo	Actividades de analisis, confiabilidad, proyectos y mejora relacionados con el desempeño de un activo.
EQUIPO DETENIDO		EQUIPO OPERANDO		EQUIPO DETENIDO		EQUIPO DETENIDO/MARCHA		

Fuente: Registro documental de la empresa

Especialidad técnica requerida: En ella se precisa cuál es la especialidad que se encargará de realizar la actividad de detección y prevención, podría ser el técnico mecánico, técnico eléctrico, el técnico instrumentista, el técnico lubricador o el operador.

Requiere el equipo en operación o detenido: En ella se precisa si la actividad de detección se puede realizar con el equipo en funcionamiento o detenido.

Frecuencia sugerida: En esta columna se establece cada cuanto tiempo se debe realizar la actividad de detección y prevención.

Se diseñó para cada equipo crítico una tabla, las mismas que se presentan de manera detallada en el capítulo V.

4.8 Desarrollar la propuesta de implementación de los nuevos planes de mantenimiento basados en el R.C.M

En base a los análisis realizados en los pasos anteriores del proceso se presentó una propuesta de nuevos planes de mantenimiento basados en el R C M, el cual se basa en planes de mantenimiento basados en la confiabilidad, dicha propuesta se presenta de manera detallada en el capítulo V.

CAPÍTULO V

VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA DE PLAN DE MEJORA DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO BASADO EN EL ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD DE LOS EQUIPOS DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA LÍNEA KRONES

En el presente capítulo procederemos a desarrollar cada una de las fases del proceso llevado a cabo, que permitieron diseñar la propuesta de plan de mejora de la gestión de mantenimiento basado en el análisis de confiabilidad de los equipos del proceso productivo de la línea Krones, asi como su respectivo análisis economico.

5.1 Implementación del Centro de Cuidado de Activos

El equipo multidisciplinario para implementar el centro de cuidado de activos estuvo conformado por: Jefe del área de producción, jefe del área de seguridad y salud ocupacional, jefe del área de control de calidad, jefe del área de mantenimiento, 1 supervisor de Mantenimiento, cuatro técnicos de mantenimiento jefe de suplain chaing management, haciendo un total de 10 que integraron el equipo que ejecuto el proyecto.

El objetivo principal del equipo conformado fue el de presentar una propuesta de plan de mejora de la gestión de mantenimiento basado en el análisis de confiabilidad de los equipos del proceso productivo de la línea Krones, ello a partir básicamente del análisis de criticidad de cada uno de los equipos.

5.2 Registro de los activos utilizados en la línea Krones

Los equipos que componen la línea Krones los podemos visualizar en la tabla siguiente:

Tabla 26. Relación de activos en la línea Krones

Ubicación Tecnica	Sub-Area	CODIGO	ACTIVO
JRL-700-LNP	JRL-700-LNP-LN04	10007990	LLENADORA BOTELLAS KRONES L2
JRL-700-LNP	JRL-700-LNP-LN04	10007994	LAVADORA DE BOTELLAS SIDEL L2
JRL-700-LNP	JRL-700-LNP-LN04	10007993	MIXER PROPORCIONADOR KRONES L2
JRL-700-LNP	JRL-700-LNP-LN04	10008001	INSPECTOR DE BOTELLASFILTEC VACIAS L2
JRL-700-LNP	JRL-700-LNP-LN04	10007991	CAPSULADOR AROL L2
JRL-700-LNP	JRL-700-LNP-LN04	10007992	CORONADOR KRONES L2
JRL-7000-LNP	JRL-7000-LNP-LN04	10008002	TRANSP. BOTELLAS TRAMO1 DESCENC-LAVAD L2
JRL-7000-LNP	JRL-7000-LNP-LN04	10007999	PALETIZADORA KETTNER L2
JRL-7000-LNP	JRL-7000-LNP-LN04	10016788	ACUMULADOR DE PALETAS BUENAS KETTNER L2
JRL-7000-LNP	JRL-7000-LNP-LN04	10016789	ACUMULADOR DE PALETAS MALAS KETTNER L2
JRL-7000-LNP	JRL-7000-LNP-LN04	10007996	ENCAJONADORA SIDEL L2
JRL-7000-LNP	JRL-7000-LNP-LN04	10007997	DESENCAJONADORA KETTNER L2
JRL-7000-LNP	JRL-7000-LNP-LN04	10016774	CODIFICADOR VIDEO JET 1620 N°1 L2
JRL-7000-LNP	JRL-7000-LNP-LN04	10016787	TRANSPORTE DE PALETAS L2
JRL-7000-LNP	JRL-7000-LNP-LN04	10016782	TRANSP. BOTELLAS L2
JRL-7000-LNP	JRL-7000-LNP-LN04	10008032	INSPECTOR DE BOTELLAS FILTEC LLENAS L2
JRL-7000-LNP	JRL-7000-LNP-LN04	10007995	DESCAPSULADOR KRONES L2
JRL-7000-LNP	JRL-7000-LNP-LN04	10008003	TRANSPORTADOR CAJAS L2

Fuente: Elaboración propia

5.3 Análisis de criticidad de los equipos empleados en la línea Krones

En la tabla que se presenta a continuación podemos visualizar el análisis de criticidad de los activos que componen la línea Krones.

Lograndose determinar que de los 18 equipos registrados solo fueron seleccionados 6 equipos como críticos, aplicando el principio de Pareto.

Tabla 27. Análisis de criticidad de activos

Ubicación Tecnica	Sub-Area	CODIGO	ACTIVO	Severidad Operacional	Severidad de seguridad	Riesgo Potencia Lesiones Personal	Riesgo Potencia Fuego Exposicion	Riesgo Potencia Ejecucion Tarea Man	Severidad ambiental	Emision al Ambiente	Derrame Quimico	Confiabilidad y diseño	Mantenibilidad	Frecuencia de Fallas	Tiempos y Tiempos de Entrega	Severidad en Calidad	Severidad Calidad Efecto Cliente	Severidad Calidad Efecto elaboracion	Suma de criterios	Criticidad del activo
JRL-700-LNP	JRL-700-LNP-LN04	10007990	LLENADORA BOTELLAS KRONES L2	80	108	48	24	36	60	30	30	100	50	80	80	120	60	60	678	76.70
JRL-700-LNP	JRL-700-LNP-LN04	10007994	LAVADORA DE BOTELLAS SIDEL L2	60	120	48	24	48	60	30	30	100	25	80	60	120	60	60	625	70.70
JRL-700-LNP	JRL-700-LNP-LN04	10007993	MIXER PROPORCIONADOR KRONES L2	60	84	36	12	36	60	30	30	100	25	60	60	120	60	60	569	64.37
JRL-700-LNP	JRL-700-LNP-LN04	10008001	INSPECTOR DE BOTELLASFILTEC VACIAS L2	100	60	36	12	12	30	15	15	100	25	60	60	120	60	60	555	62.78
JRL-700-LNP	JRL-700-LNP-LN04	10007991	CAPSULADOR AROL L2	80	60	36	0	24	30	15	15	100	50	80	60	90	45	45	550	62.22
JRL-700-LNP	JRL-700-LNP-LN04	10007992	CORONADOR KRONES L2	80	60	36	0	24	60	30	30	100	50	60	60	60	45	15	530	59.95
JRL-7000-LNP	JRL-7000-LNP-LN04	10008002	TRANSP. BOTELLAS TRAMO1 DESCENC-LAVAD L2	100	60	24	12	24	45	15	30	100	50	20	40	45	15	30	460	**52.04**
JRL-7000-LNP	JRL-7000-LNP-LN04	10007999	PALETIZADORA KETTNER L2	40	72	36	0	36	30	15	15	100	50	80	60	0	0	0	432	**48.87**
JRL-7000-LNP	JRL-7000-LNP-LN04	10016788	ACUMULADOR DE PALETAS BUENAS KETTNER L2	20	72	48	12	12	60	30	30	80	25	80	60	15	15	0	412	**46.61**
JRL-7000-LNP	JRL-7000-LNP-LN04	10016789	ACUMULADOR DE PALETAS MALAS KETTNER L2	20	72	48	12	12	60	30	30	80	25	80	60	15	15	0	412	**46.61**
JRL-7000-LNP	JRL-7000-LNP-LN04	10007996	ENCAJONADORA SIDEL L2	40	60	48	0	12	15	15	0	100	25	60	80	30	15	15	410	**46.38**
JRL-7000-LNP	JRL-7000-LNP-LN04	10007997	DESENCAJONADORA KETTNER L2	40	60	48	0	12	60	30	30	100	25	60	60	0	0	0	405	**45.81**
JRL-7000-LNP	JRL-7000-LNP-LN04	10016774	CODIFICADOR VIDEO JET 1620 N°1 L2	40	48	36	0	12	60	30	30	0	25	80	60	75	45	30	388	**43.89**
JRL-7000-LNP	JRL-7000-LNP-LN04	10016787	TRANSPORTE DE PALETAS L2	20	60	48	0	12	60	30	30	80	25	80	40	15	15	0	380	**42.99**
JRL-7000-LNP	JRL-7000-LNP-LN04	10016782	TRANSP. BOTELLAS L2	40	60	48	0	12	60	30	30	40	25	80	40	15	15	0	360	**40.72**
JRL-7000-LNP	JRL-7000-LNP-LN04	10008032	INSPECTOR DE BOTELLAS FILTEC LLENAS L2	40	24	24	0	0	60	30	30	80	25	0	40	75	30	45	344	**38.91**
JRL-7000-LNP	JRL-7000-LNP-LN04	10007995	DESCAPSULADOR KRONES L2	40	36	36	0	0	60	30	30	60	25	40	80	0	0	0	341	**38.57**
JRL-7000-LNP	JRL-7000-LNP-LN04	10008003	TRANSPORTADOR CAJAS L2	20	60	48	0	12	60	30	30	40	25	80	40	15	15	0	340	**38.46**

Fuente: Elaboración propia

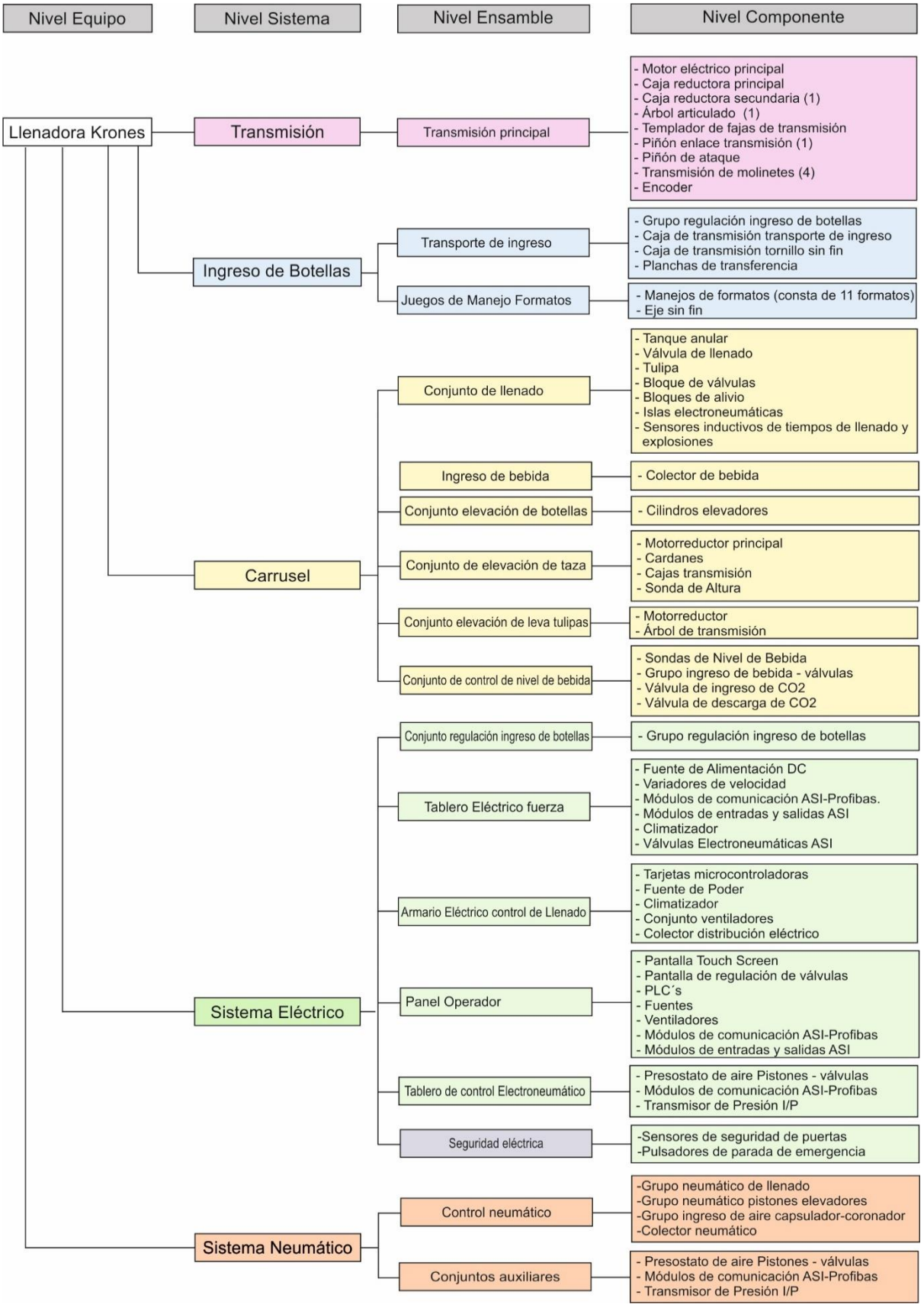
5.4 Desarrollo del análisis de confiabilidad de los equipos determinados como críticos de la línea Krones

A continuación se presentara la información correspondiente al análisis de confiabilidad de los equipos críticos de los cuales se determinaron la taxonomía, análisis de criticidad de componentes y análisis de modos y efectos de fallas.

5.4.1 Análisis de confiabilidad de Llenadora

A continuación se procederá a determinar el análisis de confiabilidad de la Llenadora Krones

Tabla 28 .Taxonomía llenadora krones



Fuente : Elaboración propia

Tabla 29.. Análisis de criticidad de componentes llenadora de botellas krones

MANTENIMIENTO ANALISIS DE CRITICIDAD DE COMPONENTES: LLENADORA DE BOTELLAS KRONES																			
COMPONENTE	FUNCIÓN	SeveridadOperacional	Severidaddeseguridad	RiesgoPotencialLesiones Personal	RiesgoPotenciaFuego Exposición	RiesgoPotenciaEjecución TareaManto	SeveridadAmbiental	EmisionalAmbiente	DerrameQuimico	Confiabilidadydiseño	Mantenibilidad	FrecuenciadeFallas	RepuestosyTiempode Entrega	SeveridaddenCalidad	SeveridadCalidadEfecto Cliente	SeveridadCalidadEfecto Elaboración	Sumadecriterios	Criticidaddelcomponente
Válvula de llenado	Dosificar el ingreso de bebida a la botella en la medida especificada, su control es por medio de una sonda que da el nivel.	40	0	0	0	0	0	0	0	100	25	80	80	105	60	45	430	48,6
Tulipa	Centrar y hermetizar la botella con el bloque de alivio del carrusel.	40	0	0	0	0	0	0	0	100	25	40	80	105	60	45	390	44,1
Grupo neumático llenado	Controlar la secuencia de llenado de bebida , considerando que el sistema de llenado es netamente neumático. Ejm: válvulas, mangueras, conectores, reguladores de presión, filtros.	60	0	0	0	0	0	0	0	100	25	40	60	105	60	45	390	44,1
Tarjetas microcontroladoras	Comunicar información de PLC a las islas electro neumáticas.	40	24	0	24	0	0	0	0	100	0	40	80	105	60	45	389	44
Grupo regulación ingreso de botellas	Guías regulables se encargan de dar la medida exacta para el paso de botella hacia el sin fin de la llenadora según formato, por medio de dos espárragos y sus respectivas tuercas, de manera que el pistón trabador de botella funcione correctamente.	60	0	0	0	0	0	0	0	100	0	40	60	105	60	45	365	41,3
Grupo ingreso de bebida	Conjunto de válvulas encargada de aperturar y cerrar el ingreso de bebida al tanque anular, tiene una válvula moduladora (100) controlada por PLC, sondas de nivel, y seteadas el PID en el panel de operación.	40	0	0	0	0	0	0	0	100	0	40	80	105	60	45	365	41,3
Manejos de formatos (consta de 11 formatos)	Conformado por 4 estrellas de los molinetes (ingreso llenadora, salida de llenadora, salida de capsulador, ingreso coronador y salida de coronador) una estrella de capsulador, una estrella coronador, y 14 guías que se encargan de transportar la botella desde el ingreso (botella vacía) hasta la descarga botella llena y tapada.	60	0	0	0	0	0	0	0	100	25	40	0	120	60	60	345	39
Bloque de válvulas	Es un bloque de 5 válvulas normalmente abiertas accionadas por aire que vienen de las micro válvulas de las islas controladas por el PLC. Estas comunican presiones del tanque con la válvula de llenado, y con las tuberías de alivio y el CIP.	40	0	0	0	0	0	0	0	100	0	40	60	105	60	45	345	39
Bloques de alivio	Son un bloque de 2 válvulas normalmente abiertas accionadas por aire que vienen de las micro válvulas de las islas controladas por el PLC, que comunican el espacio entre botella y válvula con tubería de alivio.	40	0	0	0	0	0	0	0	100	0	40	60	105	60	45	345	39
Grupo de lubricación	Lubricar las partes móviles de sistema de transmisión, engranajes, rodamiento de molinetes, cremallera de carrusel, colectores de bebida.	100	0	0	0	0	30	15	15	100	25	40	20	30	15	15	345	39
Templador de fajas de transmisión	Sistema de tensado de fajas de transmisión motor-caja de transmisión principal.	60	0	0	0	0	0	0	0	100	25	40	20	90	60	30	335	37,9
Cilindros elevadores	Recepcionar y entregar de botellas al bloque de alivio (casquillo o cono). La botella queda centrada y presionada entre 3 - 4 bar para iniciar el proceso de llenado.	40	0	0	0	0	0	0	0	100	0	40	80	75	60	15	335	37,9
Climatizador	Mantiene temperatura correcta dentro de los armarios eléctricos de tarjetas electrónicas de control de llenado, fuentes .etc.	60	24	0	24	0	45	45	0	100	0	20	80	0	0	0	329	37,2
Plancha de transferencia de botellas	Sirve de base para que botellas sea transferida desde el ingreso hasta la salida de llenadora.	60	0	0	0	0	0	0	0	100	0	40	20	105	60	45	325	36,8
Sin fin	Da el paso de la botella a la estrella de ingreso y plancha de transferencia.	60	0	0	0	0	0	0	0	100	0	40	20	105	60	45	325	36,8
Conjunto ventiladores	Aumentar la velocidad del aire en un espacio habitado.	40	24	0	24	0	75	60	15	0	50	40	80	15	0	15	324	36,7
Pantalla Touch Screen	Permitir mediante un toque directo sobre su superficie: la entrada de datos y órdenes al dispositivo, y a su vez muestra los resultados introducidos previamente; actúa como periférico de entrada y salida de datos.	80	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	80	45	0	45	305	34,5
Pantalla de regulación de válvulas	Controlar los elementos de llenado.	80	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	80	45	0	45	305	34,5
PLC´s	Controlador lógico programable	80	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	80	45	0	45	305	34,5
Ventiladores	Aumentar la velocidad del aire en un espacio habitado, mantiene la temperatura adecuada al ambiente donde se encuentra el PLC y los demás componentes electrónicos.	20	24	0	24	0	75	60	15	0	50	40	80	15	0	15	304	34,4

COMPONENTE	FUNCIÓN	SeveridadOperacional	Severidaddeseguridad	RiesgoPotencialesiones Personal	RiesgoPotencialFuego Exposición	RiesgoPotencialEjecución TareaManto	Severidadambiental	EmisiónalAmbiente	DerrameQuimico	Confiabilidadydiseño	Mantenibilidad	FrecuenciadeFallas	RequestosyTiemposde Entrega	SeveridaddeCalidad	SeveridadCalidadEfecto Cliente	SeveridadCalidadEfecto Elaboración	Sumadecriterios	Criticidaddelcomponente
Variadores de velocidad	Controlar la velocidad de giro en motores de corriente alterna (AC) mediante el control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor.	60	24	0	24	0	0	0	0	100	0	20	60	0	0	0	264	29,9
Colector distribución eléctrico	Es un método de hacer una conexión eléctrica a través de un ensamblaje rotativo, que va en la parte superior del carrusel.	60	24	0	24	0	0	0	0	100	0	0	80	0	0	0	264	29,9
Colector neumático	Ingreso de aire hacia la parte móvil (carrusel).	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	60	0	0	0	260	29,4
Módulos de entradas y salidas ASI	Estos módulos se encargan del trabajo de intercomunicación entre los dispositivos industriales exteriores al PLC y todos los circuitos electrónicos de baja potencia que comprenden a la unidad central de proceso del PLC, que es donde se almacena y ejecuta el programa de control.	60	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	80	15	0	15	255	28,8
Válvulas Electro neumáticas ASI	Electroválvulas que se encargan de la activación de pistones neumáticos de ingreso de botellas, entrega de tapas y apertura de válvulas	60	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	80	15	0	15	255	28,8
Cardanes	Transmitir la potencia de motor reductor a las cajas reductoras.	40	0	0	0	0	0	0	0	100	25	0	80	0	0	0	245	27,7
Cajas transmisión	Cambiar el movimiento horizontal a vertical, para cambio de posición del tanque anular.	40	0	0	0	0	0	0	0	100	25	0	80	0	0	0	245	27,7
Módulos de entradas y salidas ASI	Estos módulos se encargan del trabajo de intercomunicación entre los dispositivos industriales exteriores al PLC y todos los circuitos electrónicos de baja potencia que comprenden a la unidad central de proceso del PLC, que es donde se almacena y ejecuta el programa de control.	60	24	0	24	0	0	0	0	100	0	0	60	0	0	0	244	27,6
Presostato de aire Pistones-válvulas	Abrir o cerrar un circuito eléctrico, en función del cambio de un valor de presión prefijado, en un circuito neumático de pistones elevadores, bloque de válvulas.	60	24	0	24	0	0	0	0	100	0	0	60	0	0	0	244	27,6
Módulos de comunicación ASIProfibas	Es un estándar de comunicaciones para buses de campo.	60	24	0	24	0	0	0	0	100	0	0	60	0	0	0	244	27,6
Encoder	Convertir el movimiento en una señal eléctrica que transmite al PLC.	60	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	80	0	0	0	240	27,1
Caja de transmisión transporte de ingreso	Transmitir la potencia de la parte inferior de la transmisión de la llenadora hacia la cadena de ingreso de botellas.	60	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	80	0	0	0	240	27,1
Caja de transmisión tornillo sin fin	Transmitir la potencia de la parte inferior de la transmisión de la llenadora hacia la cadena de ingreso de botellas.	60	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	80	0	0	0	240	27,1
Tanque anular	Es el tanque depósito de bebida. Va montado al grupo de llenado, distribuidor de bebida, aire.	80	0	0	0	0	0	0	0	100	50	0	0	0	0	0	230	26
Fuente de Alimentación DC	Convertir la corriente alterna, en una o varias corrientes continuas, que alimentan los distintos circuitos que se conectan a la misma.	40	24	0	24	0	0	0	0	100	0	0	60	0	0	0	224	25,3
Fuente de Poder	Transformar una corriente eléctrica alterna en una corriente eléctrica continua.	40	24	0	24	0	0	0	0	100	0	0	60	0	0	0	224	25,3
Climatizador	Mantener un clima correcto y sensible dentro de los armarios eléctricos.	40	24	0	24	0	0	0	0	100	0	0	60	0	0	0	224	25,3
Fuentes	Transformar una corriente eléctrica alterna en una corriente eléctrica continua.	40	24	0	24	0	0	0	0	100	0	0	60	0	0	0	224	25,3
Módulos de comunicación ASIProfibas	Es un estándar de comunicaciones para buses de campo.	40	24	0	24	0	0	0	0	100	0	0	60	0	0	0	224	25,3
Islas electro neumáticas	Contiene las electroválvulas 3/2 control de sistema de llenado y alivio.	40	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	80	0	0	0	220	24,9
Sonda de altura	Monitorear los cambios de nivel de altura entre el carrusel y leva tulipas, con ayuda de una sonda.	40	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	80	0	0	0	220	24,9
Módulos de comunicación ASIProfibas	Es un estándar de comunicaciones para buses de campo.	60	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	60	0	0	0	220	24,9

COMPONENTE	FUNCIÓN	SeveridadOperacional	Severidaddeseguridad	RiesgoPotencialLesiones Personal	RiesgoPotencialFuego Exposición	RiesgoPotencialEjecución TareaManto	Severidadambiental	EmisionalAmbiente	DerrameQuimico	Confiabilidadydiseño	Mantenibilidad	FrecuenciadeFallas	RepuestosyTiempode Entrega	SeveridadenCalidad	SeveridadCalidadEfecto Cliente	SeveridadCalidadEfecto Elaboración	Sumadecriterios	Criticidaddelcomponente
Transmisor de Presión I/P	Sensor que mide el valor de presión o la variación de la misma y lo convierte en una señal eléctrica para el control de presión en tanque anular.	60	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	60	0	0	0	220	24,9
Sistema neumático pistones elevadores	Elementos que transportan el aire. Ejm: mangueras, conectores, reguladores de presión.	60	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	60	0	0	0	220	24,9
Sistema ingreso de aire capsulado coronador	Elementos que transportan el aire. Ejm: mangueras, conectores, reguladores de presión, electroválvulas, sopladores pistones.	60	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	60	0	0	0	220	24,9
Colector de bebida	Ingresar la bebida uniformemente hacia el tanque anular.	80	24	0	0	24	0	0	0	100	0	0	0	15	0	15	219	24,8
Motor reductores	Dar la transmisión a mecanismo para el cambio de posición de la leva de tulipas.	60	60	0	24	36	75	15	60	0	0	20	0	0	0	0	215	24,3
Válvula de ingreso de CO2 (101)	Modular ingreso de CO2	40	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	60	15	0	15	215	24,3
Válvula de descarga de CO2 (102)	Modular la descarga de CO2	40	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	60	15	0	15	215	24,3
Motor eléctrico principal	Transmitir potencia mecánica a la caja de engranes 1500 lb/pie a un velocidad de 0-1700 rpms	80	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	180	20,4
Caja reductora principal	Transmitir potencia mecánica a la taza y la caja secundaria.	80	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	180	20,4
Caja reductora secundaria (1)	Transmitir potencia mecánica a los molinetes y coronador- capsulador.	80	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	180	20,4
Árbol articulado (1)	Transmitir potencia entre la caja de engranes primaria y secundaria.	80	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	180	20,4
Piñón enlace transmisión (1)	Transmitir movimiento - potencia del engranaje de capsulador a los engranajes de los molinetes.	80	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	180	20,4
Piñón de ataque	Transmitir potencia de la caja principal al carrusel.	80	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	180	20,4
Transmisión de molinetes (4)	Transmitir potencia de la sección (inferior) de transmisión de la llenadora a la parte superior de las estrellas (manejos)	80	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	180	20,4
Árbol de transmisión	Cambiar el movimiento horizontal a vertical, para cambio de posición de la leva.	60	12	0	0	12	75	15	60	0	0	20	0	0	0	0	167	18,9
Motor reductores	Dar la transmisión a mecanismo para el cambio de posición de tanque anular.	40	0	0	0	0	0	0	0	100	25	0	0	0	0	0	165	18,7
Transporte de botellas	Es la cadena de tablita de ingreso de botellas al sin fin, la motricidad la da caja reductora (transmisión de llenadora).	60	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	160	18,1
Sondas de Nivel de Bebida	Medir la altura de bebida en el tanque anular.	20	0	0	0	0	0	0	0	80	25	20	0	15	0	15	160	18,1
Sensores inductivos de tiempos de llenado y explosiones	Los sensores de proximidad inductivos sólo pueden detectar objetos metálicos para la secuencia de llenado de botellas.	40	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	140	15,8
Sensores de seguridad de puertas	Garantizar la seguridad de las puertas.	40	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	140	15,8
Pulsadores de parada de emergencia	Parar la máquina, transporte de salida, y pone sistemas auxiliares en off, válvulas off.	40	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	140	15,8

Fuente:Elaboracion propia

Tabla 30 . Análisis de modos y efectos de fallas llenadora krones

AMEF DE EQUIPO CRITICO A: LLENADORA KRONES VALOR DE CRITICIDAD: 76.70 NUMERO DE ACTIVO SAP: 10007990					LISTA DE INSTRUCCCIONES PARA PLANIFICACION					
COMPONENTE	FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CAUSA RAIZ (APLICAR 5 X QUE´S)	ACTIVIDAD DETECCION Y/O PREVENCION (Qué y cómo, para evitar la causa raíz)	TIEMPO ESTIMADO (hrs)	CLASE ACTIVIDAD	ESPECIALIDAD TÉCNICA REQUERIDA (eléctrico, mecánico, lubricador, operador)	REQUIERE EL EQUIPO EN OPERACIÓN/DETENIDO	FRECUENCIA SUGERIDA
Válvula de llenado	Dosificar el ingreso de bebida a la botella en la medida especificada, su control es por medio de una sonda que da el nivel.	No dosifica la bebida correctamente (Espumeo, llenado irregular)	Sonda rota	Explosión de botella	Realizar inspección de sondas posterior a una explosión extrema de min 8 botellas. Revisar válvulas en zona de explosión, en caso se encuentre inoperativa realizar cambio de válvula completa y verificar paralelismo de sondas.	0,083	INSPECCION PERIODICA	OPERADOR	DETENIDO	DIARIO (Check List)
Válvula de llenado				Estrella de ingreso descentrada.	Realizar inspección visual de ingreso de botella a carrusel. Verificar altura de carrusel con respecto a los pistones, si fuera necesario realizar la corrección (el mal ingreso de botellas al carrusel tendría como consecuencia fragmentación de vidrio en algunas botellas).	0,083	INSPECCIÓN CONDICION	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO (Check List)
Válvula de llenado				Mala manipulación de operarios.	Capacitar personal nuevo y reemplazo de refrigerio sobre el funcionamiento de la máquina, paradas de emergencias y puesta en marcha.	1	ACR, ADM Ó TÉCNICO	OPERADOR	OPERACIÓN	MENSUAL
Válvula de llenado				Tuerca de porta sello centrador botella desajusta.	Realizar ajuste de 120 porta sellos. Garantizar que el porta sello de repuesto se encuentre operativo, si se encuentra uno en mal estado realizar su cambio, para cualquier eventualidad reportar a supervisor.	3	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	OPERADOR	DETENIDO	QUINCENAL
Válvula de llenado				Sonda defectuosa	Revisar repuestos nuevos que lleguen al almacén y comprobar: aislamiento, continuidad de extremos de sonda, tanto para sondas nacionales o importadas.	1	INSPECCION PERIODICA	ELECTRICO	DETENIDO	MENSUAL
Válvula de llenado				Sonda doblada	Realizar inspección y corrección de perpendicularidad de sonda de llenado con respecto al tanque anular. Si la sonda está muy dañada cambiar válvula por la de repuesto.	2	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	OPERADOR	DETENIDO	MENSUAL
Válvula de llenado			Llenadora descalibrada / modo llenado	Altura de taque anular con respecto a los pistones muy elevado.	Realizar inspección de altura de tanque con respecto a los cilindros elevadores. El rango es entre 5 a 15 mm como máximo.	0,083	INSPECCION PERIODICA	OPERADOR	DETENIDO	DIARIO (Check List)
Válvula de llenado				Presión de ingreso de control de llenado muy bajo.	Realizar inspección de: 1. Presión ingreso de aire en manómetro de tubería principal = mín 6 bar. 2. Presión de ingreso a válvulas de mando = mín 5 bar. 3. Presión de aire a grupo capsuladora, coronador y pistones de ingreso de botella = mín 5 bar. 4. Presión de cilindros elevadores = entre 3 a 4 bar.	0,083	MONITOREO DE CONDICIÓN	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO (Check List)
Válvula de llenado				Valores de tiempo de llenado en pantalla no corresponde según formato.	Realizar inspección de: Valores de tiempo de llenado Presurización Llenado Inicial Descarga Pausa Soplado *Estos valores están en el manual de operación de operadores	0,083	MONITOREO DE CONDICIÓN	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO (Check List)
Válvula de llenado				Manejo de formato mal ajustado.	Verificar el ajuste de manijas y formatos (este debe corresponder al producto que se hará).	0,083	INSPECCION PERIODICA	OPERADOR	DETENIDO	DIARIO (Check List)
Válvula de llenado				Valores PID nivel y presión de tanque anular no correctos.	Verificar: valores de PID, presión GAIN 30, P 15, I 2, D 0 Y valores PID nivel de bebida en tanque GAIN , P 50, I 2, D 0 (tamaños grandes 400-2 litros) / GAIN 20, P15, I1, D0 (tamaño 192-296). Estos valores están en el manual de operación de operadores.	0,083	MONITOREO DE CONDICIÓN	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO (Check List)
Válvula de llenado				Mangueras de islas neumáticas no están colocadas en posición incorrecta	Después de un mantenimiento autónomo verificar el correcto posicionamiento de mangueras neumáticas de colores (M4).	2	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	OPERADOR	DETENIDO	MENSUAL
Válvula de llenado					Programar marcar con TAG las mangueras de color rojo y el abridor de válvulas de acuerdo a la posición y realizar la verificación del codificado.	4	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	OPERADOR	OPERACIÓN	SEMESTRAL
Válvula de llenado				Excesivo tiempo de parada por no tener válvulas de repuesto operativas.	Realizar mantenimiento a válvulas de repuesto para asegurar operatividad. En caso se encuentre inoperativa reportar y proceder a cambio de elemento.	1	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	OPERADOR	OPERACIÓN	QUINCENAL
Válvula de llenado				Mala posición de sensores inductivos regulables.	Verificar correcto posicionamiento de sensores inductivos de presencia de ingreso de botella, explosión de botellas, seguridad de tulipa, presencia de guías de ingreso.	0,083	INSPECCIÓN CONDICION	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO (Check List)
Válvula de llenado			Elemento de válvula desgastado	Desgaste de partes	Realizar mantenimiento de kit de 120 válvulas. (MANTENIMIENTO MAYOR)	16	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	OPERADOR	DETENIDO	ANUAL
Válvula de llenado				Desgaste prematuro	Realizar la revisión de 10 válvulas, verificar estado de kit de válvulas. En caso de deterioro proceder al reemplazo de partes	8	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	OPERADOR	DETENIDO	MENSUAL
Válvula de llenado			Válvula mal regulada	Sondas desniveladas	Realizar la nivelación de sondas, tomar como referencia la separación de 3.0 mm entre el aislante de la sonda parte superior con respecto al apriete de regulador sonda.	2	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	OPERADOR	DETENIDO	TRIMESTRAL
Válvula de llenado				Conectores rápidos y mangueras dañadas, pernería desajustada.	Verificar ajuste de pernería en conjunto de llenado, conector rápido y cilindro membrana, en caso presente fuga proceder al ajuste y/o cambio de pernería.	2	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	OPERADOR	DETENIDO	TRIMESTRAL

AMEF DE EQUIPO CRITICO A: LLENADORA KRONES VALOR DE CRITICIDAD: 76.70 NUMERO DE ACTIVO SAP: 10007990					LISTA DE INSTRUCCCIONES PARA PLANIFICACION					
COMPONENTE	FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CAUSA RAIZ (APLICAR 5 X QUE´S)	ACTIVIDAD DETECCION Y/O PREVENCION (Qué y cómo, para evitar la causa raíz)	TIEMPO ESTIMADO (hrs)	CLASE ACTIVIDAD	ESPECIALIDAD TÉCNICA REQUERIDA (eléctrico, mecánico, lubricador, operador)	REQUIERE EL EQUIPO EN OPERACIÓN/DETENIDO	FRECUENCIA SUGERIDA
Tulipa centradora (centradores)	Centrar y hermetizar la botella con el bloque de alivio del tanque anular.	No hermetiza correctamente la botella con respecto a la válvula	Centradores tulipa doblados	Explosión de botellas	Garantizar el paralelismo de centradores en producción luego de una incidencia anómala. Ejemplo: explosión de varias botellas, trabones en ingreso y descarga.	4	INSPECCION PERIODICA	OPERADOR	DETENIDO	SEMANAL
Tulipa centradora (centradores)					Realizar cambio de rolos, puente superior e inferior de centradores y pasadores.(MANTENIMIENTO MAYOR)	8	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	OPERADOR	DETENIDO	ANUAL
Tulipa centradora (centradores)					Verificar y corregir paralelismo de los centradores con respecto a cono casquillo (D15) y al cono válvula (aro difusor).	4	INSPECCION PERIODICA	MECANICO	DETENIDO	MENSUAL
Tulipa centradora (centradores)				Botella trabada en la descarga	Verificar inspección visual planchas de transferencia al ingreso de carrusel de 2mm a 3mm por encima de disco botella de pistones, y descarga 2mm a 3mm por debajo de disco botella de los pistones.	1	INSPECCION PERIODICA	OPERADOR	DETENIDO	MENSUAL
Tulipa centradora (centradores)				Botella colgada en suspeción botella (CAMPANA)	Verificar visualmente el desgaste de sello centrador campana y realizar el cambio si fuera necesario. *Mantener repuestos operativos.	2	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	OPERADOR	DETENIDO	QUINCENAL
Tulipa centradora (centradores)				Cambio de sello centrador botella (CAMPANA)	Realizar el cambio de sellos centrador botella a los 120 puestos, cada mes y verificar el diámetro interior 17mm, la dureza, e inspección visual antes del cambio. Frecuencia: Mensual	2	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	OPERADOR	DETENIDO	MENSUAL
Grupo neumático llenado	Controlar la secuencia de llenado de bebida , considerando que el sistema de llenado es netamente neumático. Ejm: válvulas, mangueras, conectores, reguladores de presión, filtros.	No controla la secuencia de llenado de bebida (Llenado irregular)	Falta aire	Reguladores ingreso de aire en presiones no adecuadas	Realizar inspección visual de presiones de aire en: 1. Ingreso principal= mín 6 bar 2. Bloques de llenado = min 5 bar 3. Elementos de control del capsulador, coronador y pistones de ingreso de botella = mín 5 bar 4. Cilindros elevadores = 3 a 4 bar.	0,083	MONITOREO DE CONDICIÓN	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO (Check List)
Grupo neumático llenado			Fuga de aire por conectores rápidos rotos, mangueras rotas.	Tiempo de uso, temperaturas extremas (saneado)	Realizar inspección visual de fugas de aire en el sistema neumático de conectores rápidos, colector de aire por los testigos, reguladores de presión, unidades de mantenimiento.	0,083	INSPECCION PERIODICA	OPERADOR	DETENIDO	DIARIO (Check List)
Grupo neumático llenado					Realizar cambio de conectores rápidos dañados, mangueras M4 dañadas.	2	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	OPERADOR	DETENIDO	TRIMESTRAL
Grupo neumático llenado					Realizar inspección de unidades de mantenimiento, reguladores, filtros. Si los filtros estuvieran contaminados realizar su cambio. Probar el funcionamiento de trabajo al finalizar.	2	INSPECCION PERIODICA	MECANICO	DETENIDO	MENSUAL
Grupo neumático llenado					Realizar cambio de filtros de aire estéril para control de bloque de válvulas, bloques de alivio, válvulas y contra presión taza de llenado y filtros de CO2.	4	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	SEMESTRAL
Grupo neumático llenado					Realizar lubricación de COLECTOR DE AIRE. Inspección de manguera de 1 pulgada, manguera M12 y del ajuste abrazaderas. Si hubiera alguna anomalía hacer aviso de avería y reportar a supervisor.	1	LUBRICACIÓN	LUBRICADOR	DETENIDO	SEMANAL
Grupo neumático llenado			Fuga de aire por conectores rápidos rotos, mangueras rotas.	Desgaste de elementos	Cambio de conectores rápidos, mangueras dañadas de ingreso de aire pistones elevadores.	8	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	ANUAL
Tarjetas micro controladoras	Se encargan de transmitir la información del PLC a las islas de válvulas electro neumáticas para el control de proceso de llenado.	No hay transmisión de datos entre el PLC y Electroválvulas (No llena).	Tarjeta en el panel manda perturbación	Tarjetas electrónicas con resto de bebida (suciedad)	Realizar inspección de funcionamiento de batería de ventiladores, e inspección visual de tarjetas electrónicas. Comprobar ajuste de seguros, si hubiera un ventilador en mal estado realizar su cambio.	1	INSPECCION PERIODICA	ELECTRICO	DETENIDO	MENSUAL
Tarjetas micro controladoras					Realizar ajuste de terminales de fuentes y seguros de tarjetas electrónicas.	1	INSPECCION PERIODICA	ELECTRICO	DETENIDO	MENSUAL
Tarjetas micro controladoras					Implementar formato para reportar fallas por PERTURBACIÓN en tarjetas que se visualiza en el panel de operación KRONES y cambio de tarjetas que ocurran por mes.	0,083	ACR, ADM Ó TÉCNICO	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO (Check List)
Tarjetas micro controladoras					Realizar limpieza de tarjetas microcontroladoras: Se realiza lavado de tarjetas con agua y un cepillo de dientes y luego se secan con soplador y dejan en aire abierto para ser secadas por el sol min 8	12	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	ELECTRICO	DETENIDO	SEMESTRAL
Grupo regulación ingreso de botellas	Dar la regulación de la medida exacta para el paso de botella hacia la llenadora según formato.	Deficiente paso de botella hacia llenadora (Caída de botellas al ingreso).	Mala regulación	Mal ajuste de pernos M6 o pernos faltantes, no se tiene referencias de la tolerancia entre botellas con diferencia de medidas.	Completar perno M6 a rueda de tope de regulación por formatos.	0,083	INSPECCION PERIODICA	OPERADOR	DETENIDO	DIARIO (Check List)
Grupo regulación ingreso de botellas				Falta limpieza, lubricación y ajuste de los espárragos.	Realizar limpieza de guías de ingreso, transporte de ingreso (retirar vidrios), lubricar los tornillos, calibrar los topes regulables para cada formato, completar sino estuvieran, inspección de estrellas trabadoras estén completas y operativas de acuerdo al formato.	2	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	OPERADOR	DETENIDO	SEMANAL
Grupo regulación ingreso de botellas					Realizar lubricación de: pistón trabador de botella y pistón trabador de estrella. Lubricar y ajustar pernería. Verificar reguladores de caudal de pistón. Lubricar carril. Verificar paralelismo de guías de ingreso respecto la cadena de ingreso.	2	LUBRICACIÓN	LUBRICADOR	DETENIDO	TRIMESTRAL

AMEF DE EQUIPO CRITICO A: LLENADORA KRONES VALOR DE CRITICIDAD: 76.70 NUMERO DE ACTIVO SAP: 10007990					LISTA DE INSTRUCCCIONES PARA PLANIFICACION					
COMPONENTE	FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CAUSA RAIZ (APLICAR 5 X QUE S)	ACTIVIDAD DETECCION Y/O PREVENCION (Qué y cómo, para evitar la causa raíz)	TIEMPO ESTIMADO (horas)	CLASE ACTIVIDAD	ESPECIALIDAD TÉCNICA REQUERIDA (eléctrico, mecánico, lubricador, operador)	REQUIERE EL EQUIPO EN OPERACIÓN/DETENIDO	FRECUENCIA SUGERIDA
Grupo regulación ingreso de botellas	Conjunto de válvulas encargada de la apertura y cierre del ingreso de bebida al tanque anular, tiene una válvula moduladora (100) controlada por PLC y sondas de nivel.	Válvulas de ingreso de bebida no tiene apertura o cierre correcto (Llenado irregular)	Guías desniveladas	Inadecuada nivelación de las guías o guías desgastadas	Realizar nivelación de guías de ingreso. Inspección de espárragos y tuercas.	2	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	TRIMESTRAL
Grupo regulación ingreso de botellas					Programar mantenimiento preventivo, cambio de perfil en GUIAS DE INGRESO, lubricación de pistón y verificar funcionamiento, desmontaje de espárragos y tuerca para verificar desgaste, lubricación. Regular guías con respecto a transporte, cambio de cinta de desgaste transporte de ingreso y ajuste de pernos.	6	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	SEMESTRAL
Grupo ingreso de bebida			Valores PID mal sintonizados	PID con valores errados	PID nivel de bebida en tanque GAIN , P 50, I 2, D 0 (tamaños grandes 400-2 litros) / GAIN 20, P15, I1, D0 (tamaño 192-296) Estos valores están en el manual de operación de operadores.	0,083	MONITOREO DE CONDICIÓN	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO (Check List)
Grupo ingreso de bebida					Realiza inspección visual de válvula de ingreso de bebida (100) hermeticidad, apertura y cierre en manual. Si hubiera alguna anomalía reportar a supervisor y reportar en cuaderno de incidencias.	0,25	INSPECCION PERIODICA	OPERADOR	DETENIDO	SEMANAL
Grupo ingreso de bebida					Realizar cambio de empaques válvulas de compuerta grupo de ingreso de bebida manuales	4	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	CADA 2 AÑOS
Grupo ingreso de bebida			Válvula no apertura correctamente	Diafragma de válvula rota	Realizar mantenimiento autónomo de inspección válvulas de ingreso de bebida: * Durante el ciclo de agua caliente abrir el grifo (está a un costado de válvula), * Si sale agua por el grifo, la junta del árbol de accionamiento está defectuosa.	0,083	INSPECCIÓN CONDICION	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO (Check List)
Grupo ingreso de bebida			Fuga de jarabe	Membrana de válvula modula ingreso de bebida rota.	Realizar cambio de empaque de válvula, lubricar elementos y probar al momento al término de mantenimiento.	4	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	SEMESTRAL
Grupo ingreso de bebida					Realizar cambio de válvula reguladora 8-000-01-620-0	4	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	CADA 2 AÑOS
Manejos de formatos	Conformado por 4 estrellas de los molinetes (ingreso llenadora, salida de llenadora, salida de capsuladora e ingreso coronador, y salida de coronador), una estrella de capsuladora, una estrella coronador, 14 guías, que se encargan de transportar la botella desde el ingreso (botella vacía) hasta la descarga botella llena y tapada. Se tiene 11 formatos.	Transporte inadecuado de botellas desde el ingreso (Botellas Vacías) hasta la salida de botellas(botellas llenas)	Rotura de botellas de vidrio	Manejos perfiles en "T" desgastados	Realizar inspección de desgaste de perfiles en ¨T¨ y estrellas, verificar el juego que existe con la botella.	0,083	INSPECCIÓN CONDICION	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO (Check List)
Manejos de formatos					Realizar limpieza y sanitizado de formatos, cadena de tablitas ingreso de llenadora (POR DENTRO)	4	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	OPERADOR	DETENIDO	SEMANAL
Manejos de formatos					Realizar mantenimiento autónomo ajuste de pernos, y cambio de guías muy desgastadas, FORMATO 192 CC-SP, FORMATO 192 IK FORMATO 192 FN , FORMATO 296 CC-IK , FORMATO 296 FN, FORMATOS 4OO CC-IK-FN-SP, FORMATO 625 CC / FORMATO 625IK, FORMATO 1LITRO CC-IK, FORMATO 11/2 CC - FORMATO 11/2 IK.	8	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	OPERADOR	DETENIDO	MENSUAL
Manejos de formatos					Programar mantenimiento cambio de perfiles en "T" de formatos, así como aumentar en stock de seguridad del repuesto perfil "T" SAP 163015 a 20 metros.	7	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	SEMESTRAL
Manejos de formatos					Programar la nivelación de soportes de las estrellas y base donde van los formatos, y verificar ajuste de conos. Nota se tomará como referencia formato 296 para estas regulaciones.	4	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	TRIMESTRAL
Manejos de formatos					Programar mantenimiento base de guía de salida, nivelar con respecto a cadena de tablitas, (probar con formato de 296).	6	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	SEMESTRAL
Bloque de válvulas	Es un bloque de 5 válvulas normalmente abiertas accionadas por aire que vienen de las micro válvulas de las islas controladas por el PLC. Estas comunican presiones del tanque con la válvula de llenado, y con las tuberías de alivio y el CIP.	No hay conexión de presiones entre el tanque anular y la válvula de llenado.(Llenado irregular)	Falta aire al bloque de válvulas	Operador no inspecciona el correcto ingreso de aire al bloque de válvulas.	Realizar inspección presión de ingreso de aire a bloque de válvulas en manómetro, el valor no debe ser menor a 5 bar.	0,083	INSPECCION PERIODICA	OPERADOR	DETENIDO	DIARIO (Check List)
Bloque de válvulas			Espumeo	Valores de tiempo de llenado en pantalla no corresponde según formato.	Realizar inspección de valores de tiempo de llenado estén correctos PRESURIZACIÓN, LLENADO INICIAL, DESCAR1, PAUSA Y SOPLADO. * Estos valores están en el manual de operación de operadores (variable).	0,083	MONITOREO DE CONDICIÓN	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO (Chek List)
Bloque de válvulas				Mangueras intercambiadas	Realizar inspección de posición de mangueras después de un mantenimiento autónomo de bloque de válvulas.	0,083	INSPECCIÓN CONDICION	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO (Check List)
Bloque de válvulas			Fuga de aire por conectores rápidos rotos, mangueras rotas, membranas dañadas.	Membrana dañada-conectores dañados	Realizar inspección de fugas de aire de bloques por testigos, conectores rápidos 1/8 M4, si hubiera cualquier anomalía realizar el cambio y reportar a supervisor.	0,083	INSPECCIÓN CONDICION	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO (Check List)
Bloque de válvulas					Realizar mantenimiento autónomo: Limpieza y cambio de membranas, o´rings, conectores dañados de bloque de válvulas. Se debe completar 10 bloques por mes.	4	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	OPERADOR	DETENIDO	TRIMESTRAL
Bloque de válvulas					Mantener repuestos de bloque de válvula operativo para cambiar si se presentara alguna eventualidad. Para ello se debe cambiar los elementos necesarios.	1	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	OPERADOR	OPERACIÓN	QUINCENAL

AMEF DE EQUIPO CRITICO A: LLENADORA KRONES VALOR DE CRITICIDAD: 76.70 NUMERO DE ACTIVO SAP: 10007990					LISTA DE INSTRUCCCIONES PARA PLANIFICACION					
COMPONENTE	FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CAUSA RAIZ (APLICAR 5 X QUE´S)	ACTIVIDAD DETECCION Y/O PREVENCION (Qué y cómo, para evitar la causa raíz)	TIEMPO ESTIMADO (horas)	CLASE ACTIVIDAD	ESPECIALIDAD TÉCNICA REQUERIDA (eléctrico, mecánico, lubricador, operador)	REQUIERE EL EQUIPO EN OPERACIÓN/DETENIDO	FRECUENCIA SUGERIDA
Bloque de válvulas			Botella desnivelada esporádicamente	Desgaste en los elementos consumibles (Anillos, Cambio de membranas de mando, fuelles de teflón).	Realizar el desmontaje de 120 bloque de válvulas y realizar limpieza y el cambio de elementos consumibles Anillo "o" y cambio de membranas mandos que estén dañadas y fuelles teflón que estuvieran dañados.(MANTENIMIENTO MAYOR)	16	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	OPERADOR	DETENIDO	ANUAL
Bloques de alivio	Es un bloque que va montado en el tanque anular que conecta el tanque con la botella mediante un sello, este bloque sirve para bajar la presión que existe en la botella al terminar el llenado. Es activado por válvulas normalmente abiertas, que son activadas por micro válvulas controladas por el PLC.	No se despresuriza la botella al terminar el llenado.(Llenado irregular)	Falta aire al bloque de válvulas	Operador no inspecciona el correcto ingreso de aire al bloque de alivio.	Realizar inspección presión de ingreso de aire a bloque de válvulas en manómetro, este valor no debe ser menor a 5 bar.	0,083	MONITOREO DE CONDICIÓN	OPERADOR	DETENIDO	DIARIO (Check List)
Bloques de alivio				Valores de tiempo de llenado en pantalla no corresponde según formato.	Realizar inspección de valores de tiempo de llenado estén correctos (PRESURIZACIÓN, LLENADO INICIAL, DESCAR1, PAUSA Y SOPLADO). * Estos valores están en el manual de operación de operadores.	0,083	MONITOREO DE CONDICIÓN	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO (Check List)
Bloques de alivio			Fugas de aire	Membrana dañada-conectores	Realizar inspección de fugas de aire de bloques de alivio por testigos, conectores rápidos 1/8 M4 y 1/8 M6. Reportar a supervisor cualquier anomalía.	4	INSPECCIÓN CONDICION	OPERADOR	DETENIDO	SEMANAL
Bloques de alivio					Realizar mantenimiento autónomo: Cambio de membranas, o´rings, conectores dañados, ajuste de conos, inspección desgaste de fuelles teflón. Se debe completar 10 bloques de alivio durante el mes.	4	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	OPERADOR	DETENIDO	TRIMESTRAL
Bloques de alivio					Mantener repuestos bloque de alivio operativo para cambio ante cualquier eventualidad, hacer cambio de elementos si fuera necesario.	1	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	OPERADOR	DETENIDO	QUINCENAL
Bloques de alivio					Cambio de membranas de mando, o'ring a 120 bloques de válvulas, ver desgaste de fuelle teflón para su cambio, conectores dañados para su cambio.(MANTENIMIENTO MAYOR)	16	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	OPERADOR	DETENIDO	ANUAL
Bloques de alivio			CASQUILLO / D=15 desajustado	Vibración y explosiones	Realizar inspección de ajuste de casquillo cónico de alivio, si fuera necesario cambio de o'ring, y completar pernos cónicos M3.	2	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	OPERADOR	DETENIDO	MENSUAL
Bloques de alivio			Fugas de aire por bloques de alivio	Membrana mando rota	Realizar inspección de fuga por testigo de bloque de válvulas y bloque de alivio, de encontrarse fuga se realiza el cambio.	0,083	INSPECCIÓN CONDICION	OPERADOR	DETENIDO	DIARIO (Check List)
Bloques de alivio			Fuelle teflón no hermetiza correctamente	Fuelle teflón roto	Realizar inspección y limpieza de fuelle teflón, bloque de válvulas, bloque de alivio, así como cambio de o'rings, si hubiera dañado un elemento fuelle realizar su cambio (en caso el llenado sea deficiente).	0,083	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	OPERADOR	DETENIDO	DIARIO (Check List)
Grupo de lubricación	Lubricar las partes móviles de sistema de transmisión, engranajes , rodamiento de molinetes, cremallera de carrusel, colectores de bebida.	No lubrica partes móviles. (Parada llenadora)	Ruido excesivo de partes móviles (sobrecarga de motor).	Falta lubricante	Realizar lubricación de elementos móviles por puntos cremallera carrusel, piñón de ataque, engranajes de transmisión, poleas dentadas gusano sin fin, rodamiento árbol capsuladora, colector de aire, colector de bebida, tronco central capsuladora y coronadora. TODO ESTO ESTA ESPECIFICADO EL LA CARTILLA DE LUBRICACIÓN DE LLENADORA.	1	LUBRICACIÓN	LUBRICADOR	DETENIDO	SEMANAL
Grupo de lubricación					Lubricar cilindros de elevación. NOTA: DETALLES EN CARTILLAS DE LUBRICACIÓN LLENADORA	0,5	LUBRICACIÓN	LUBRICADOR	DETENIDO	DOS VECES POR SEMANA(Check List)
Grupo de lubricación				Fugas de lubricación	Inspeccionar que el estado de mangueras y conectores permita una correcta aplicación de la grasa a elementos móviles.	8	LUBRICACIÓN	LUBRICADOR	DETENIDO	MENSUAL
Grupo de lubricación				Falta lubricar	Realizar limpieza y lubricar cajas y cardanes del conjunto elevador de tanque anular, luego retirar grasa restante.	4	LUBRICACIÓN	LUBRICADOR	DETENIDO	MENSUAL
Grupo de lubricación					Realizar lubricación del colector de bebida en los 5 puntos detallados en la cartilla de lubricación de llenadora.	0,5	LUBRICACIÓN	LUBRICADOR	DETENIDO	SEMANAL
Grupo de lubricación					Inspeccionar consumo de corriente motor principal. (AMPERAJE)	0,5	MONITOREO DE CONDICIÓN	ELECTRICO	OPERACIÓN	MENSUAL
Grupo de lubricación					Realizar lubricación de conjunto elevador de leva de centradores.	0,5	LUBRICACIÓN	LUBRICADOR	DETENIDO	SEMANAL
Templador de fajas de transmisión	Sistema de tensado de fajas de transmisión motor caja de transmisión principal.	Tensado inadecuado genera desincronización del motor principal con la caja reductora. (Fragmentación de vidrio en botella)	Fajas destemplada	Estiramiento de fajas (DESGASTE)	Programar mantenimiento preventivo, inspección templado de fajas y verificar alineamiento. Si estuvieran fajas dañadas cambiar el juego (6 fajas).	3	INSPECCION PERIODICA	MECANICO	DETENIDO	MENSUAL
Templador de fajas de transmisión			Fajas rota	Desgaste de fajas	Programar mantenimiento preventivo, cambio de fajas de transmisión y alinear poleas de transmisión	8	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	SEMESTRAL
Templador de fajas de transmisión					Realizar inspección visual de juego de carrusel en arranque. Comprobar que la botella no choque con difusor L4 (eso generalmente pasa al reanudar ingreso de botella a carrusel), si hubiera alguna anomalía reportar a mecánico para corrección.	0,083	INSPECCIÓN CONDICION	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO (Check List)
Cilindros elevadores				Retén de cilindro elevador dañado	Realizar autónomo: Inspección de fugas de aire pistones elevadores, Inspección de sistema de lubricación (cuba de aceite), Verificar que el inyector de lubricante apunte al vástago del pistón.	1	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	OPERADOR	DETENIDO	MENSUAL
Cilindros elevadores				Pernos desaflojados	Programar ajuste de pernos de pistas de pistones.	2	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	OPERADOR	DETENIDO	TRIMESTRAL

AMEF DE EQUIPO CRITICO A: LLENADORA KRONES VALOR DE CRITICIDAD: 76.70 NUMERO DE ACTIVO SAP: 10007990					LISTA DE INSTRUCCCIONES PARA PLANIFICACION					
COMPONENTE	FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CAUSA RAIZ (APLICAR 5 X QUE´S)	ACTIVIDAD DETECCION Y/O PREVENCION (Qué y cómo, para evitar la causa raíz)	TIEMPO ESTIMADO (horas)	CLASE ACTIVIDAD	ESPECIALIDAD TÉCNICA REQUERIDA (eléctrico, mecánico, lubricador, operador)	REQUIERE EL EQUIPO EN OPERACIÓN/DETENIDO	FRECUENCIA SUGERIDA
Cilindros elevadores	Recepcionar y entregar de botellas al bloque de alivio (casquillo ó cono). La botella queda centrada y presionada entre 3 - 4 bar para iniciar el proceso de llenado.	Mala transferencia en la recepción y entrega de botella y centrado inadecuado	Fuga de aire no hermetiza botella con bloque de alivio por tanto no llenan	Disco botella más alto de plancha de transferencia	Verificar que disco botella estén alineados a un mismo nivel. Verificar nivelación de plancha de transferencia, con respecto a disco botella.	4	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	OPERADOR	DETENIDO	MENSUAL
Cilindros elevadores				Falta lubricar	Agregar aceite a vaso lubricador superior (1/2 litro). NOTA: Verificar procedimiento de la cartilla lubricación de pistones de llenadora KRONES, el cual se realizara dos veces por semana. Agregar aceite unidad de mantenimiento ingreso de aire a pistones.	0,5	LUBRICACIÓN	LUBRICADOR	DETENIDO	DOS VECES POR SEMANA(Check List)
Cilindros elevadores					Realizar mantenimiento preventivo corrección de fugas de aire pistones elevadores, Inspección de sistema de lubricación (cuba de aceite), el inyector de lubricante debe apuntar al vástago del pistón. Nivelar disco botella estén alineados a un mismo nivel. Nivelar plancha de transferencia, con respecto a disco botella. Lubricar y probar funcionamiento.	8	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	TRIMESTRAL
Cilindros elevadores					Mantenimiento mayor de cilindros elevadores.	48	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	ANUAL
Climatizador	Mantener la temperatura correcta dentro de los armarios eléctricos de tarjetas electrónicas de control de llenado, fuentes .etc.	Temperatura de tablero eléctrico fuera de estándar.	Error tarjetas micro controladoras	Filtro malla climatizador saturado	Realizar inspección visual de temperatura de armario eléctrico en el panel de control, se debe visualizar en el panel de control los valores entre 24 y 30.	0,083	MONITOREO DE CONDICIÓN	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO (Check List)
Climatizador					Programar limpieza de filtro malla climatizador.	1	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	ELECTRICO	DETENIDO	MENSUAL
Climatizador					Realizar inspección de funcionamiento de ventiladores y climatizador de armario eléctrico (que va en la parte superior del carrusel)	1	INSPECCION PERIODICA	ELECTRICO	DETENIDO	MENSUAL
Planchas de transferencia	Sirve de base para que botellas sea transferida desde el ingreso hasta la salida de llenadora.	Transferencia de botella inadecuado (Fragmentación de vidrio).	Rotura de botella en transferencias	Plancha de transferencia a desnivel	Realizar inspección de la regulación de planchas de transferencia, la botella no debe tropezarse al momento de ingresar y salir de la llenadora.	2	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	OPERADOR	DETENIDO	TRIMESTRAL
Planchas de transferencia					Regular plancha de transferencia con respecto a los disco botellas NOTA: 2mm más alto al ingreso y 2mm más bajo a la descarga con respecto al disco botella.	1	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	OPERADOR	DETENIDO	SEMANAL
Planchas de transferencia					Verificar el nivel planchas de transferencia con respecto a disco botella (pistones) regulando de 2 mm por encima en el ingreso y 2 por debajo en la descarga de carrusel.	2	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	MENSUAL
Planchas de transferencia				Desgaste de plancha de transferencia	Cambiar de planchas de transferencia.	8	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	SEMESTRAL
Sin fin	Da el paso de la botella a la estrella de ingreso y plancha de transferencia.	Paso de botella a la estrella de ingreso inadecuado (Fragmentación de vidrio)	Rotura de botella	Sin fin desfasado con respecto a la botella	Realizar inspección de ingreso de botella por el sin fin a estrella de ingreso, para verificar si se encuentra desfasado	0,083	INSPECCIÓN CONDICION	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO (Check List)
Sin fin				Rodamientos desgastados	Realizar inspección de juego de sin fin con respecto al eje. Cualquier anomalía reportar a supervisor. NOTA: Se tiene 11 sin fin.	2	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	OPERADOR	DETENIDO	MENSUAL
Sin fin					Realizar cambio de rodamientos.	4	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	SEMESTRAL
Sin fin				Chaveta desgastada	Realizar inspección desgaste de canal chavetera y chaveta	0,5	INSPECCION PERIODICA	MECANICO	DETENIDO	MENSUAL
Sin fin					Cambio de chaveta	2	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	TRIMESTRAL

Fuente:Elaboracion propia

Después de haber realizado el análisis de confiabilidad considerando los 3 aspectos. Taxonomía, análisis de criticidad de componentes y análisis de modos y efectos de fallas pudimos abordar a las siguientes conclusiones:

El análisis taxonómico nos permitió identificar 65 componentes en los diferentes sistemas que componen el equipo como son: Transmisión, ingreso de botellas, carrusel, sistema eléctrico, sistema neumático.

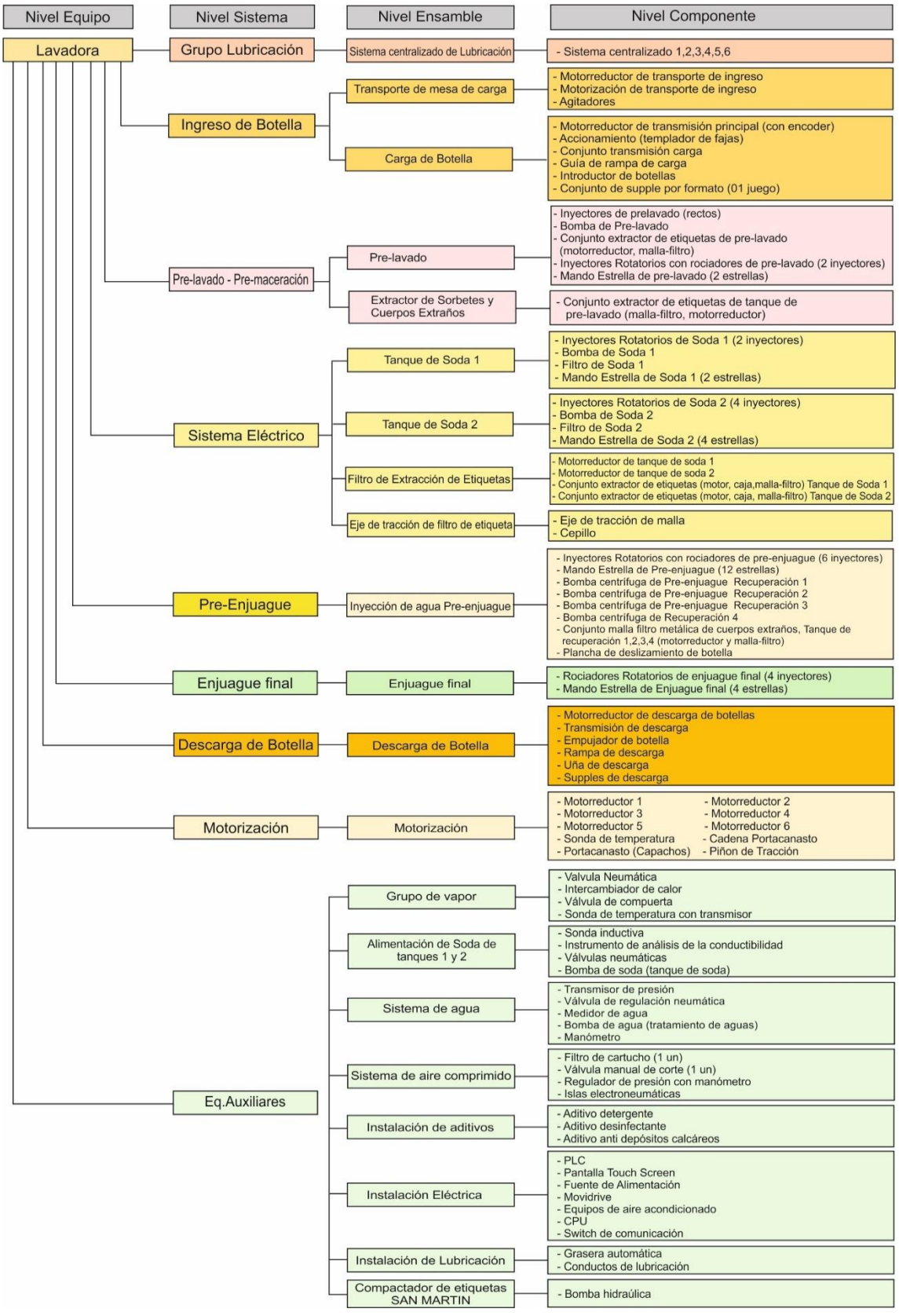
Después de haber realizado el análisis de criticidad de componentes y de aplicar el Principio de Pareto se determinó realizar el AMEF a 15 componentes los cuales presentan el mayor índice de criticidad, observándose un rango de puntuación máximo de 48.6 para el componente válvula de llenado y un rango de puntuación mínimo de 36.8 para el componente sin fin.

En cuanto al AMEF, el objetivo principal es determinar las causas raíz que originan las fallas para a su vez definir la acción correctiva, el responsable de la ejecución, y la frecuencia de la actividad a realizar. Este análisis nos permitió identificar 59 causas raíz y sus respectivas actividades de detección y prevención.

5.4.2 Análisis de confiabilidad de Lavadora Sidel

A continuación se procederá a determinar el análisis de confiabilidad de la Lavadora Sidel

Tabla 31. Taxonomía Lavadora SIDEL



Fuente:Elaboracion propia

Tabla 32. Análisis de criticidad de activos Lavadora de botellas

MANTENIMIENTO ANALISIS DE CRITICIDAD DE ACTIVOS: LAVADORA DE BOTELLAS																			
COMPONENTE	FUNCIÓN	SeveridadOperacional	SeveridaddeseguridadPersonal	RiesgoPotencialLesionesPersonal	RiesgoPotenciaFuegoExposición	RiesgoPotenciaEjecuciónTareaManto	SeveridadAmbiental	EmisiónalAmbiente	DerrameQuimico	ConfiabilidadydiseÑo	Mantenibilidad	FrecuenciadeFallas	RepuestosyTiempodeEntrega	SeveridaddeCalidad	SeveridadCalidadEfectoCliente	SeveridadCalidadEfectoelaboración	Sumadecriterios	CriticidaddelcomponenteComponente
Rociadores Rotatorios de enjuague final (4 inyectores)	Sirven para introducir una determinada cantidad de agua fresca hacia el centro de la botella, este sería el enjuague final. Se llaman también duchas de enjuague.	60	24	0	0	24	0	0	0	100	50	60	80	105	60	45	479	54,2
Rociadores Rotatorios pre enjuague (6 inyectores)	Sirven para introducir una determinada cantidad de agua recuperada del enjuague final a través de las bombas de RECUPERACIÓN 1, RECUPERACIÓN 2, RECUPERACIÓN 3, que Inyectan agua hacia el centro de la botella. Tiene rociadores de agua en la parte superior.	60	24	0	0	24	0	0	0	100	50	40	80	105	60	45	459	51,9
Rociadores e inyectores Rotatorios, pre-maceración (2 inyectores)	Sirven para introducir una determinada cantidad de agua recuperada hacia el centro de la botella a una temperatura de 30 a 40 grados centígrados antes de ingresar al tanque 1 de soda. Tiene rociadores de agua en la parte superior.	60	24	0	0	24	0	0	0	100	50	40	80	105	60	45	459	51,9
Inyectores Rotatorios de Soda 1 (2 inyectores)	Sirven para introducir una determinada cantidad de detergente hacia el centro de la botella.	60	24	0	0	24	0	0	0	100	50	40	80	105	60	45	459	51,9
Inyectores Rotatorios de Soda 2 (4 inyectores)	Sirven para introducir una determinada cantidad de detergente hacia el centro de la botella.	60	24	0	0	24	0	0	0	100	50	40	80	105	60	45	459	51,9
Bomba de Soda 1	Sirve para aumentar el flujo de soda que va hacia los rociadores rotatorios hasta una presión no menor a 2 bar y temperatura de 70 grados centígrados +/- 2. La presión se verifica en el manómetro.	60	24	0	24	0	0	0	0	100	50	40	60	105	60	45	439	49,7
Bomba de Soda 2	Sirve para aumentar el flujo de soda que va hacia los rociadores rotatorios hasta una presión no menor a 2 bar y temperatura de 70 grados centígrados +/- 2. La presión se verifica en el manómetro.	60	24	0	24	0	0	0	0	100	50	40	60	105	60	45	439	49,7
Bombas centrífugas de Pre enjuague de tanques de recuperación 1, 2, y 3	Envían el agua recuperada de los rociadores finales de los tanques 1, 2 y 3 (pasa de tanque a tanque por rebose) y a los pre enjuagues respectivos 1, 2, y 3. Las bombas tienen las mismas características de operación.	60	24	0	24	0	0	0	0	100	50	40	60	105	60	45	439	49,7
Bomba Pre-lavado	Sirve para aumentar el flujo de agua de la cuarta recuperación de enjuague y va hacia los inyectores pre-lavados y rociadores rotatorios de pre-maceración a una presión no menor a 1,4 bar y temperatura de 30-40 grados centígrados.	60	24	0	24	0	0	0	0	100	50	40	60	105	60	45	439	49,7
Bomba centrífuga de 4ta recuperación	Sirve para tomar agua del tanque de recuperación 4 (pre enjuagues) e inyectar al tanque de pre-lavado/maceración, al tanque de pre-enjuagado y al tanque para lavadora de cajas.	60	24	0	24	0	0	0	0	100	50	40	60	105	60	45	439	49,7
Transmisión de descarga	El sistema de descarga botellas comprende una uña que toma la botella del alvéolo y la coloca sobre la plataforma de descarga, tiene Dispositivo de seguridad del descenso de descarga: interviene cuando el movimiento del descenso encuentra obstáculos. Para restablecer las condiciones de trabajo, mediante un pulsador situado en la caja de pulsadores de la descarga es necesario hacer retroceder las rampas, quitar el obstáculo y colocar las rampas en la posición correcta; luego, con la correspondiente llave suministrada de serie, girar el eje de los descensos hasta colocarlo en la posición correcta.	60	0	0	0	0	0	0	0	80	25	60	80	105	60	45	410	46,4
Sistema centralizado 1,2,3,4,5,6	Se encarga de inyectar grasa automáticamente por 6 bombas de lubricación centralizada a todas las partes móviles de la transmisión, a través de mangueras. Cada bomba está encargada de lubricar una determinada zona.	100	24	0	0	24	30	15	15	80	50	20	80	0	0	0	384	43,4
Filtro de Bomba de tanque de soda 1	Filtra la soda que succiona la bomba del tanque de soda 1 y evita que se obstruya el impelente de la bomba 1.	40	24	24	0	0	0	0	0	100	25	40	40	105	60	45	374	42,3
Filtro de Bomba de tanque de soda 2	Filtra la soda que succiona la bomba del tanque de soda 2 y evita que se obstruya el impelente de la bomba 2.	40	24	24	0	0	0	0	0	100	25	40	40	105	60	45	374	42,3
Conjunto de supple de CARGA Y DESCARGA	Son acoples que sirven para reducir los canales de ingreso y descarga. Cada formato tiene sus supples.	60	0	0	0	0	0	0	0	80	50	80	100	0	0	0	370	41,9
Porta canasto (capachos)	Las botellas entran en la máquina y se alojan en bolsillos para facilitar la extracción de etiquetas y para el centrado perfecto del chorro con el cuello de la botella. Comprende: el cuerpo, que está hecho de hierro y soldado mediante puntos a lado de la viga y la puntera es de plástico.	60	24	24	0	0	0	0	0	80	50	60	80	0	0	0	354	40
Conjunto introductor de botella	El dedo de introductor toma la botella de la plataforma de acumulación y la introduce dentro de los alvéolos. La transmisión está dotada de 2 sistemas de seguridad: Dispositivo de seguridad del introductor, Dispositivo de seguridad del balancín, su transmisión es por dentro de la faja.	60	24	24	0	0	0	0	0	80	50	80	60	0	0	0	354	40
Conjunto extractor de sorbetes de pre-lavado (motor reductor, malla-filtro)	Sirve para extraer sorbetes y cuerpos extraños, está ubicado debajo de inyectores de pre-lavado, la malla gira por acción de motor reductor y extrae sorbetes y cuerpos extraños hacia un contenedor fuera de la máquina. El agua es filtrada y bombeada hacia tanques para un nuevo uso.	40	0	0	0	0	0	0	0	100	25	60	20	105	60	45	350	39,6

COMPONENTE	FUNCIÓN	SeveridadOperacional	Severidaddeseguridad	RiesgoPotencialLesionesPersonal	RiesgoPotencialFuegoExposición	RiesgoPotencialEjecuciónTareaManto	Severidadambiental	EmisiónalAmbiente	DerrameQuimico	Confiabilidadydiseño	Mantenibilidad	FrecuenciadeFallas	RepuestosyTiemposdeEntrega	SeveridadenCalidad	SeveridadCalidadEfectoCliente	SeveridadCalidadEfectolaboración	Sumadecriterios	Criticidaddelcomponente
Conjunto extractor de sorbetes de tanque de pre maceración (malla-filtro, motor reductor)	Extrae materiales sólidos, sorbetes, papeles y cuerpos extraños de los tanques pre-maceración y filtra el agua para volver a inyectarla. Gira la malla por acción de motor reductor y retira los sorbetes hacia un contenedor fuera de la máquina.	40	0	0	0	0	0	0	0	100	25	60	20	105	60	45	350	39,6
Conjunto extractor de etiquetas (motor, caja, malla filtro) del tanque de soda 1	Extrae las etiquetas de tanque de soda 1 que suben a la parte superior por efecto que realiza el agitador de soda, y filtra la soda por las mallas que son accionadas por motor reductor, caja reductora y saca las etiquetas a un contenedor fuera de la máquina, las mallas se limpian por acción de un cepillo que gira en dirección contraria a la malla.	40	0	0	0	0	0	0	0	100	25	60	20	105	60	45	350	39,6
Conjunto extractor de etiquetas (motor, caja, malla filtro) del tanque de soda 2	Extrae las etiquetas de tanque de soda 2 que suben a la parte superior por efecto que realiza el agitador de soda, y filtra la soda por las mallas que son accionadas por motor reductor, caja reductora y saca las etiquetas a un contenedor fuera de la máquina, las mallas se limpian por acción de un cepillo que gira en dirección contraria a la malla.	40	0	0	0	0	0	0	0	100	25	60	20	105	60	45	350	39,6
Conjunto malla filtro metálica cuerpos extraños del tanque de recuperación 1,2,3,4 (motor reductor, malla-filtro)	Extrae cuerpos extraños que llegaron a este punto y filtra agua del tanque de recuperación 1, 2,3 y 4. Son accionados por un solo motor reductor para las 4 mallas, lo extraído cae a un tanque contenedor debajo de las mallas.	40	0	0	0	0	0	0	0	100	25	60	20	105	60	45	350	39,6
Motorización de transporte de ingreso	Componentes de que sirven para el transporte de botellas hacia la rampa de carga, consta de cadena de tablitas, y bastidor (pág. 3571 manual de partes)	60	0	24	0	0	0	0	0	100	50	80	60	0	0	0	350	39,6
Inyectores de prelavado (rectos)	Sirve para introducir una determinada cantidad de agua recuperada hacia el centro de la botella. Es el inicio de lavado, los inyectores no son rotativos y apuntan a una sola dirección.	40	24	0	0	24	0	0	0	100	50	40	80	0	0	0	334	37,8
Transmisor de presión	Un transmisor de presión es un equipo de medición que transforma la presión de agua en un valor eléctrico. Este valor suele ser de 4 a 20 campos y se traslada al PLC.	40	0	0	0	0	0	0	0	100	25	0	60	105	60	45	330	37,3
Motor reductor del tanque de s	Generan turbulencia en la parte inferior del tanque de soda 1 para que las etiquetas extraídas se trasladen a la parte superior y sean extraídas por la malla filtro.	80	36	0	0	36	0	0	0	100	50	0	60	0	0	0	326	36,9
Motor reductor del tanque de s	Generan turbulencia en la parte inferior del tanque de soda 2 para que las etiquetas extraídas se trasladen a la parte superior y sean extraídas por la malla filtro.	80	36	0	0	36	0	0	0	100	50	0	60	0	0	0	326	36,9
Filtro de Bomba de tanque de soda 1	Filtra la soda que succiona la bomba del tanque de soda 1 y evita que se obstruya el impelente de la bomba 1.	40	24	0	0	24	0	0	0	100	25	20	40	75	30	45	324	36,7
Filtro de Bomba de tanque de soda 2	Filtra la soda que succiona la bomba del tanque de soda 2 y evita que se obstruya el impelente de la bomba 2.	40	24	0	0	24	0	0	0	100	25	20	40	75	30	45	324	36,7
Plancha de deslizamiento de botella	Plancha de forma especial que está antes de pre-lavado.	100	48	0	0	48	0	0	0	80	50	20	20	0	0	0	318	36
Movidrive	Es un sistema para el control de la velocidad de giro en motores de corriente alterna (AC) mediante el control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor.	60	48	0	24	24	0	0	0	100	50	20	20	15	0	15	313	35,4
Cadena Porta canasto	Cadena con acoplamientos especiales para llevar los porta canastos durante el giro.	80	0	0	0	0	0	0	0	100	50	0	80	0	0	0	310	35,1
CPU	Es la parte de una computadora en la que se encuentran los elementos que sirven para procesar datos.	60	24	0	24	0	0	0	0	100	25	20	80	0	0	0	309	35
Equipos de aire acondicionado	Mantiene un clima correcto y sensible dentro de los armarios eléctricos.	20	48	0	24	24	75	60	15	0	50	20	80	15	0	15	308	34,8
Motor reductor transporte de ingreso	Motor reductor que da la motorización al sistema de cadenas de tablitas, para que ingresen a rampas de carga.	60	36	12	24	0	0	0	0	100	50	20	40	0	0	0	306	34,6
Alimentación de soda	La lavadora está dotada de un equipo de control y dosificador.	60	60	0	24	36	45	15	30	100	0	20	20	0	0	0	305	34,5
Válvulas de regulación neumática de ingreso de agua	Se abre cuando arranca la lavadora y cierra cuando para evitar desperdicio de agua fresca.	40	24	0	0	24	0	0	0	40	50	60	80	0	0	0	294	33,3
Motor reductor transmisión principal (con encoder)	Motor reductor que da la motorización al sistema de carga de botella hacia los bolsillos de los capachos. Tiene un sistema que regula la tensión de la faja.	60	24	0	24	0	0	0	0	100	50	20	40	0	0	0	294	33,3
Motor reductor 1	El movimiento de la máquina se genera por una serie de motor reductor controlado por variador de frecuencia controlada automáticamente por el PLC.	100	48	0	24	24	0	0	0	100	25	0	20	0	0	0	293	33,1
Motor reductor 2	El movimiento de la máquina se genera por una serie de motor reductor controlado por variador de frecuencia controlada automáticamente por el PLC.	100	48	0	24	24	0	0	0	100	25	0	20	0	0	0	293	33,1
Motor reductor 3	El movimiento de la máquina se genera por una serie de motor reductor controlado por variador de frecuencia controlada automáticamente por el PLC.	100	48	0	24	24	0	0	0	100	25	0	20	0	0	0	293	33,1
Motor reductor 4	El movimiento de la máquina se genera por una serie de motor reductor controlado por variador de frecuencia controlada automáticamente por el PLC.	100	48	0	24	24	0	0	0	100	25	0	20	0	0	0	293	33,1
Motor reductor 5	El movimiento de la máquina se genera por una serie de motor reductor controlado por variador de frecuencia controlada automáticamente por el PLC.	100	48	0	24	24	0	0	0	100	25	0	20	0	0	0	293	33,1

COMPONENTE	FUNCIÓN	SeveridadOperacional	Severidadeseguridad	RiesgoPotencialLesionesPersonal	RiesgoPotencialFuegoExposición	RiesgoPotencialejecuciónTareaManto	Severidadambiental	EmisiónalAmbiente	DerramesQuimico	Confiabilidadydiseño	Mantenibilidad	FrecuenciadeFallas	RepuestosyTiempoaleEntrega	SeveridadenCalidad	SeveridadCalidadEfectoCliente	SeveridadCalidadEfectoelaboración	Sumadecriterios	Criticidaddelcomponente
Motor reductor 6	El movimiento de la máquina se genera por una serie de motor reductor controlado por variador de frecuencia controlada automáticamente por el PLC.	100	48	0	24	24	0	0	0	100	25	0	20	0	0	0	293	33,1
Pantalla Touch Screen	Permite la entrada de datos y órdenes al dispositivo, y a su vez muestra los resultados introducidos previamente; actúa como periférico de entrada y salida de datos.	40	0	0	0	0	0	0	0	100	50	20	80	0	0	0	290	32,8
Accionamiento	La rampa de carga y el introductor tiene dos posiciones, las cuales son activadas por mecanismo pistón pag. 171-1 manual de partes.	60	0	0	0	0	0	0	0	100	50	20	60	0	0	0	290	32,8
Línea de Ingreso de Vapor	Esta prevista de una instalación centralizada de calentamiento, controlado por el plc. Cada baño de detergente está dotado de calentamiento independiente. Conste de: válvula neumática , Intercambiador de calor, válvula de corte, sonda de temperatura con transmisor.	40	24	0	0	24	0	0	0	100	25	20	80	0	0	0	289	32,7
Piñón de Tracción	Es la rueda de arrastre de cadena.	80	0	0	0	0	0	0	0	100	25	0	80	0	0	0	285	32,2
Mando Estrella de Pre enjuagues (12 estrellas)	Mecanismo que da la rotación sincronizada a los rociadores.	20	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	60	105	60	45	285	32,2
Mando Estrella de tanque de soda 2 (4 estrellas)	Mecanismo que da la rotación sincronizada a los rociadores.	20	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	60	105	60	45	285	32,2
Mando Estrella de tanque de soda 1 (2 estrellas)	Mecanismo que da la rotación sincronizada a los rociadores.	20	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	60	105	60	45	285	32,2
Mando Estrella de enjuague final (4 estrellas)	Mecanismo que da la rotación sincronizada a los rociadores.	20	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	60	105	60	45	285	32,2
Mando Estrella de pre maceración (2 inyectores)	Mecanismo que da la rotación sincronizada a los ejes de los rociadores.	20	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	60	105	60	45	285	32,2
Filtro de soda	Filtra la soda antes de entrar a los tanques.	40	60	0	24	36	45	15	30	100	0	20	20	0	0	0	285	32,2
Supples de descarga	Son acoples que sirven la reducir los canales de descarga. Cada formato tiene sus supples.	40	0	0	0	0	0	0	0	80	25	60	80	0	0	0	285	32,2
Agitadores	El movimiento de los agitadores en generado por motor reductor y hacen mover a los separadores adelante y atrás para ayudar a un correcto ingreso de botellas.	60	12	12	0	0	0	0	0	80	50	40	40	0	0	0	282	31,9
PLC	Controlador lógico programable.	40	0	0	0	0	0	0	0	100	50	0	80	0	0	0	270	30,5
Guía de rampa de carga	Guía por donde se desliza la botella de la mesa de acumulación al alvéolo.	60	0	0	0	0	0	0	0	80	50	20	60	0	0	0	270	30,5
Filtro de Soda de tanque 1	Filtra la soda antes de la bomba.	40	0	0	0	0	0	0	0	100	0	20	0	105	60	45	265	30
Filtro de Soda de tanque 2	Filtra la soda antes de la bomba.	40	0	0	0	0	0	0	0	100	0	20	0	105	60	45	265	30
Rampa de descarga	Mecanismo por donde se desliza la botella, tiene un Dispositivo de seguridad de las rampas el cual interviene cuando una botella se traba dentro del alvéolo y golpea la parte superior de las rampas. Para restablecer las condiciones de trabajo es necesario, mediante un pulsador especial, hacer retroceder las rampas, quitar el obstáculo y, con el mismo pulsador, colocar las rampas en la posición correcta. El movimiento de las rampas está generado por un pistón neumático dotado de un sensor de posición.	40	0	0	0	0	0	0	0	80	25	40	80	0	0	0	265	30
Empujador de Botella	Mecanismo que empuja las botellas cuando ya descendieron y las lleva a la cinta de salida, tiene el Dispositivo de seguridad del empujador, el cual interviene cuando el movimiento del empujador encuentra obstáculos. Para restablecer las condiciones de trabajo, es necesario, mediante un pulsador especial, hacer retroceder las rampas, quitar el obstáculo y, con el mismo pulsador, colocar las rampas en la posición correcta. El movimiento del empujador está generado por un pistón neumático dotado de un sensor de posición.	40	0	0	0	0	0	0	0	80	25	40	80	0	0	0	265	30
Sensor fotocélula	Fotocélula cinta de descarga: interviene cuando una botella se desplaza fuera de las cintas de descarga. Para restablecer las condiciones de trabajo es necesario quitar la botella y colocarla correctamente sobre la cinta.	40	0	0	0	0	0	0	0	80	25	40	80	0	0	0	265	30
Sistema de lubricación	Lubricación automática, mangueras conectores, reguladores.	100	24	0	0	24	30	15	15	100	0	0	0	0	0	0	254	28,7
Motor reductor descarga de botellas	El movimiento de todas las partes es generado por una transmisión única, que mueve la motorización mediante reductor.	60	24	0	24	0	0	0	0	100	25	20	20	0	0	0	249	28,2
Uña de Carga	Componente que se encarga de guiar la botella hacia el bolsillo de capacho.	60	24	0	0	24	15	15	0	100	25	20	0	0	0	0	244	27,6
Guía de Rampa	Sirve de guía a las botellas en el ingreso.	60	24	0	0	24	15	15	0	100	25	20	0	0	0	0	244	27,6
Sensor fotoeléctrico	Sensor de seguridad en caso entre una botella fuera de posición.	40	24	0	0	24	0	0	0	100	0	20	60	0	0	0	244	27,6
Fuente de Alimentación	Se encarga de transformar una corriente eléctrica alterna en una corriente eléctrica continua.	60	24	0	24	0	0	0	0	100	0	20	20	15	0	15	239	27
Líneas de ingreso de agua	Está compuesto de tuberías, válvulas de bola y bridas.	40	24	0	0	24	0	0	0	100	25	20	20	0	0	0	229	25,9

COMPONENTE	FUNCIÓN	SeveridadOperacional	SeveridadSeguridad	RiesgoPotencialLesionesPersonal	RiesgoPotenciaFuegoExposición	RiesgoPotencialEjecuciónTareasManto	SeveridadambientalEmisiónalAmbiente	DerrameQuimico	ConfiabilidadydiseñoMantenibilidad	FrecuencialeFallas	RepuestosyTiemposdeEntrega	SeveridadaCalidad	SeveridadCalidadEfectoCliente	SeveridadCalidadEfectoelaboracion	Sumadecriterios	CriticidaddelcomponenteSistema neumático
Sistema neumático	Compuesto por: unidad de mantenimiento, reguladores de presión, conectores, mangueras, electroválvulas y pistones neumáticos.	20	24	0	0	24	0	0	0	100	0	40	40	0	0	0	224	25,3
Línea de Ingreso de Vapor	La lavadora de botellas está provista de una instalación centralizada de calentamiento, controlada mediante PLC. Cada baño de detergente está dotado de un sistema de calentamiento independiente. La sonda de temperatura obtiene la temperatura del baño y envía el dato al PLC. Según el valor de set point fijado el PLC controla la entrada del fluido de calentamiento mediante la abertura de la válvula neumática. Todos los datos correspondientes a la regulación de la temperatura se muestran en la pantalla situada en el cuadro del operador. 1 Válvula neumática 2 Intercambiador de calor de haz de tubos con tubos en AISI 304 3 Válvula de corte 4 Sonda de temperatura con transmisor	40	24	24	0	0	30	30	0	80	25	20	0	0	0	0	219	24,8
Cepillo	Sirve para la limpieza de malla filtro de tanques de soda 1 y 2.	40	0	0	0	0	0	0	0	80	25	0	60	0	0	0	205	23,2
Transmisión de ingreso	Transmitir movimiento a la cadena de tablitas al ingreso a la lavadora.	40	24	0	0	24	15	15	0	100	0	20	0	0	0	0	199	22,5
Sensor	Dispositivo de seguridad de las rampas.	40	0	0	0	0	0	0	0	100	0	20	20	0	0	0	180	20,4
Sonda de temperatura	Sensor que está instalado en cada uno de los 6 motores reductores que monitorean la temperatura de cada uno de ellos.	20	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	60	0	0	0	180	20,4
Válvula de regulación neumática	En función a los datos de regulación introducidos por el transmisor de presión manda la abertura y cierre de la electroválvula de agua. Esta válvula es modulante y tiene sus valores de PID en el panel de operador.	20	0	0	0	0	0	0	0	20	25	0	0	105	45	60	170	19,2
Medidor de agua	Mide el ingreso de agua y lo muestra en el panel del operador.	20	0	0	0	0	0	0	0	20	25	0	0	105	45	60	170	19,2
Bomba de agua (tratamiento de aguas)	Es una bomba centrífuga que está en la parte de tratamiento de agua.	20	0	0	0	0	0	0	0	20	25	0	0	105	45	60	170	19,2
Switch de comunicación	Dispositivo de interconexión, se usa para conectar equipos en red.	20	24	0	0	24	0	0	0	100	0	20	0	0	0	0	164	18,6
Aditivo detergente	Este aditivo es fundamental para despegar las etiquetas y lavar correctamente las botellas. La máquina está dotada de una tubería de introducción del aditivo en los baños de soda, el PLC gobierna el funcionamiento de la bomba dosificadora del aditivo y la abertura de cada válvula en función de la concentración establecida y la cantidad de soda que entra en cada baño (ECOLAB).	0	0	0	0	0	0	0	0	20	25	0	0	105	60	45	150	17
Aditivo desinfectante	Este aditivo se dosifica en los inyectores desinfectantes para evitar la formación de flora bacteriana en la última zona de enjuague. Se utiliza una bomba volumétrica de membrana de mando neumático. El PLC establece la cantidad de desinfectante que hay que introducir según la cantidad de agua potable que entra del último enjuague. Ninguno de los instrumentos mide la concentración de desinfectante por lo tanto, es necesario efectuar controles periódicos mediante análisis (ECOLAB).	0	0	0	0	0	0	0	0	20	25	0	0	105	60	45	150	17
Aditivos anti depósito calcáreo	Este aditivo se dosifica en el primer y segundo enjuague para evitar la precipitación de carbonatos. Utiliza una bomba volumétrica de membrana de mando neumático. El PLC establece la cantidad de aditivo que hay que introducir, según la cantidad de agua potable que entra en el último enjuague. (ECOLAB)	0	0	0	0	0	0	0	0	20	25	0	0	105	60	45	150	17
Trampa de condensado de tanque de soda 1 y 2	Atrapa el líquido formado cuando el vapor pasa por el intercambiador de calor de fase gaseosa a fase líquida, para enviarlo a tanque de condensado de caldero.	0	24	0	0	24	0	0	0	20	25	20	40	0	0	0	129	14,6
Bomba de agua	Bombear agua a las distintas zonas.	20	24	0	24	0	0	0	0	20	0	20	20	0	0	0	104	11,8
Manómetro de presión de soda	Mide la presión real de la soda cuando fluye por la tubería	40	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	40	0	0	0	100	11,3
Sonda inductiva	Mide la conductibilidad de la solución de soda. La sonda inductiva está dotada de una sonda de temperatura para corregir la medida cuando cambia la temperatura.	20	0	0	0	0	0	0	0	20	25	0	0	0	0	0	65	7,35
Instrumento de análisis de la conductividad	La señal es elaborada por el instrumento que envía una señal en proporción a la concentración de NaOH al PLC.	20	0	0	0	0	0	0	0	20	25	0	0	0	0	0	65	7,35
Válvulas neumáticas	En función a los datos de regulación introducidos, manda la abertura y cierre de la electroválvula de la soda del baño correspondiente.	20	0	0	0	0	0	0	0	20	25	0	0	0	0	0	65	7,35
Bomba de soda (tanque de soda)	Es bomba centrifuga que trabaja en forma automática, está ubicada en el tanque contenedor de soda líquida.	20	0	0	0	0	0	0	0	20	25	0	0	0	0	0	65	7,35
Válvula neumática	Es una válvula moduladora controlada por el PLC con una salida de 4 a 20 miliamperios, controla la entrada de fluido de calentamiento mediante su apertura.	20	0	0	0	0	0	0	0	20	25	0	0	0	0	0	65	7,35

COMPONENTE	FUNCIÓN	SeveridadOperacional	Severidaddeseguridad	RiesgoPotencialLesionesPersonal	RiesgoPotenciaFuegoExposicion	RiesgoPotenciaEjecucionTareaMantto	Severidadambiental	EmisionesAmbiente	DerrameQuimico	ConfiabilidadydiseÑo	Mantenibilidad	FrecuenciadeFallas	RepuestosyTiempodeEntrega	SeveridaddeCalidad	SeveridadCalidadEfectoCliente	SeveridadCalidadEfectodeloboracion	Sumadecriterios	CriticidaddelComponente
Intercambiador de calor	Los intercambiadores de calor de haz de tubos están sumergidos completamente en el tanque. Para cualquier mantenimiento o limpieza vaciar el baño y hacer que se enfríe antes de acceder al mismo, los intercambiadores están colocados en correspondencia del retorno de la solución del filtro de extracción de etiquetas asegurando de esta forma un óptimo coeficiente de intercambio térmico y una temperatura homogénea en todo el baño detergente.	20	0	0	0	0	0	0	0	20	25	0	0	0	0	0	65	7,35
Válvula de compuerta	Válvula que sirve para servicio cuando se hace mantenimiento a la válvula neumática.	20	0	0	0	0	0	0	0	20	25	0	0	0	0	0	65	7,35
Sonda de temperatura con transmisor	Sirve para medir la temperatura de detergente soda y envía el dato al PLC según el valor del set point fijado.	20	0	0	0	0	0	0	0	20	25	0	0	0	0	0	65	7,35
Manómetro	Da la medida de presión real en la tubería de ingreso de agua. Si la presión está por debajo de 0,5 bar no garantiza correcto enjuague.	20	0	0	0	0	0	0	0	20	25	0	0	0	0	0	65	7,35

Fuente:Elaboracion propia

Tabla 33. Análisis de modos y efectos de fallas Lavadora de botellas SIDEL

AMEF DE EQUIPO CRITICO A: LAVADORA DE BOTELLAS SIDEL VALOR DE CRITICDAD: 70.70 NUMERO DE ACTIVO SAP: 10007994					LISTA DE INSTRUCCCIONES PARA PLANIFICACION					
COMPONENTE	FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CAUSA RAIZ (APLICAR 5 X QUE´S)	ACTIVIDAD DETECCION Y/O PREVENCION (Qué y cómo, para evitar la causa raíz)	TIEMPO ESTIMADO (horas)	CLASE ACTIVIDAD	ESPECIALIDAD TÉCNICA REQUERIDA (eléctrico, mecánico, operador)	REQUIERE EL EQUIPO EN OPERACIÓN/DETENIDO	FRECUENCIA SUGERIDA
Rociadores Rotatorios de enjuague final (4 inyectores)	Sirven para introducir una determinada cantidad de agua fresca hacia el centro de la botella, este sería el enjuague final. Se llaman también duchas de enjuague. Presión de trabajo: 1.5 a 2 bar	No enjuaga	Existe residual de soda en la botella.	Desalineación	Verificar la alineación del chorro de AGUA FRESCA en el enjuague final, éste debe inyectar al centro de la botella. Verificar puntos de referencia que se implementaron. Reportar anomalías al supervisor.	0,08	INSPECCIÓN CONDICION	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO
				Baja presión	Realizar inspección de presión de agua en el manómetro 1.5 bar min - 2 bar Max.	0,08	MONITOREO DE CONDICIÓN	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO
				Regulación de presos tato	Verificar que la presión de enjuague final esté entre 0.5bar y 2bar y verificar la inyección de agua en estrellas. Reportar anomalías al supervisor y anotar en el cuaderno de incidencias.	0,08	MONITOREO DE CONDICIÓN	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO
					Realizar inspección y calibración si fuera necesario del funcionamiento de presos tato, válvula de control modulante. Reportar anomalías al supervisor para que genere el aviso de avería.	2	INSPECCIÓN CONDICION	INSTRUMENTISTA	OPERACIÓN	SEMANAL
				Valores de PID no corresponden.	Verificar los valores de consumo de agua según formato y PID en el panel de operador. Cualquier anomalía informar a mantenimiento: P (gain) - 2 / I (sec) - 4 / D (sec) - 0.	0,08	MONITOREO DE CONDICIÓN	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO
				Falla de válvula moduladora	Realizar inspección de válvula moduladora, desmontar para Verificar la lubricación interna y que el sello no tenga fugas. Si fuera necesario realizar el cambio.	4	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	TRIMESTRAL
					Realizar pruebas de residual de soda en todas las botellas de los bolsillos de capachos.	0,08	MONITOREO DE CONDICIÓN	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO
				Empaques dañados	Verificar fugas de agua en exceso por fuelle y abrazaderas de inyectores del enjuague final.	0,08	INSPECCIÓN CONDICION	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO
					Verificar el ajuste de la varilla y el reapriete de los pernos de sujeción, si detecta alguna condición fuera de estándar, proceda a reemplazar de los ROCIADORES ROTATIVOS DE ENJUAGUE FINAL	8	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	MENSUAL
				Desgaste de elementos sujeción de eje	Cambio de soportes, o ‘ring, retenes, tornillos (tornillos solo si fueran necesario) en el enjuague final.	12	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	SEMESTRAL
				Desgaste del eje	Verificar el desgaste del eje contra el estándar (XXXX) mediante un micrómetro	0,5	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	ANUAL
Rociadores Rotatorios pre-enjuague	Sirven para introducir una determinada cantidad de agua recuperada del enjuague final a través de las bombas de RECUPERACIÓN	No	Enjuague	Desalineación	Verificar la alineación del chorro AGUA RECUPERADA, la inyección debe ser al centro de la botella, verificar puntos de referencia que se implementaron. Reportar al supervisor cualquier anomalía.	0,08	INSPECCIÓN CONDICION	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO
					Verificar que los rociadores de PRE-ENJUAGUE no estén obstruidos.	0,08	INSPECCIÓN CONDICION	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO
				Empaques dañados	Verificar fugas de agua en exceso por fuelle y abrazaderas inyectores de PRE-ENJUAGUE	0,08	INSPECCIÓN CONDICION	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO
				Baja presión pre-enjuagues	Realizar inspección de presiones de bombas de recuperación, BOMBA 1, 2, 3 = 20 PSI como min. Cualquier	0,08	MONITOREO DE CONDICIÓN	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO

AMEF DE EQUIPO CRITICO A: LAVADORA DE BOTELLAS SIDEL VALOR DE CRITICDAD: 70.70 NUMERO DE ACTIVO SAP: 10007994					LISTA DE INSTRUCCCIONES PARA PLANIFICACION					
COMPONENTE	FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CAUSA RAIZ (APLICAR 5 X QUE´S)	ACTIVIDAD DETECCION Y/O PREVENCION (Qué y cómo, para evitar la causa raíz)	TIEMPO ESTIMADO (horas)	CLASE ACTIVIDAD	ESPECIALIDAD TÉCNICA REQUERIDA (eléctrico, mecánico, operador)	REQUIERE EL EQUIPO EN OPERACIÓN/DETENIDO	FRECUENCIA SUGERIDA
(6 inyectores)	1, RECUPERACIÓN 2, RECUPERACIÓN 3, que inyectan agua hacia el centro de la botella. Tiene rociadores de agua en la parte superior.	enjuaga	deficiente	Soportes sueltos	Verificar el ajuste de la varilla y el reapriete de los pernos de sujeción, si detecta alguna condición fuera de estándar, proceda a reemplazar de los ROCIADORES ROTATIVOS DE PRE-ENJUAGUE	240	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	MENSUAL
				Desgaste de elementos sujeción de	Cambio de soportes, o ‘ring, retenes, tornillos (tornillos solo si fueran necesario) en el Pre-	16	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	SEMESTRAL
				Desgaste del eje	Verificar el desgaste del eje contra el estándar (XXXX) mediante un micrómetro. Si fuera necesario realizar el cambio,	30	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	ANUAL
Rociadores e inyectores Rotatorios, pre-maceración (2 inyectores)	Sirven para introducir una determinada cantidad de agua recuperada hacia el centro de la botella a una temperatura de 30 a 40 °C y a una presión de 1.4 bar como mínimo de ingresar al tanque 1 de soda. Tiene rociadores de agua en la parte superior.	Baja presión de agua	Fuga de agua por inyectores	Falta presión	Realizar inspección de presión agua de recuperada, inyectada por la bomba de prelavado no menor 1.4 bar la lectura se visualiza en el manómetro a la salida de la bomba de prelavado	0,08	MONITOREO DE CONDICIÓN	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO
			Rotura de botella	Baja temperatura de agua	Verificar que la temperatura de agua tanque pre-maceración este entre 30 y 40 grados centígrados.	0,08	MONITOREO DE CONDICIÓN	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO
				Desalineación	Realizar inspección visual para corroborar la alineación de la varilla respecto a la botella, en el PRE-LAVADO verificar puntos de referencia que se implementaron. Reportar al supervisor las anomalías.*Se mira a través de las ventanas.	0,08	INSPECCIÓN CONDICION	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO
					Verificar que los rociadores estén trabajando correctamente rocía en la zona de PRELAVADO y no estén obstruidas.	0,08	INSPECCIÓN CONDICION	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO
				Soporteria desajustada	Verificar el ajuste de la varilla y el reapriete de los pernos de sujeción, si detecta alguna condición fuera de estándar, proceda a reemplazar.	16	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	TRIMESTRAL
				Desgaste de elementos sujeción de eje	Cambio de soportes, o ‘ring, retenes, tornillos (tornillos solo si fueran necesario) en la zona de PRE-MACERACIÓN.	16	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	SEMESTRAL
				Empaques dañados	Verificar fugas de agua en exceso por fuelle y abrazaderas en el PRE-LAVADO.	0,08	INSPECCIÓN CONDICION	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO
				Desgaste del eje	Verificar el desgaste del eje contra el estándar (XXXX) mediante un micrómetro. Si fuera necesario realizar el cambio.	30	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	ANUAL
Inyectores Rotatorios de Soda 1 (2 inyectores)	Sirven para introducir una determinada cantidad de detergente hacia el centro de la botella.	Baja presión de soda	Exceso de fuga de soda por eje	Soportería desajustada	Verificar que la presión de soda en el manómetro de salida de la bomba de soda 1 esté mínimo en 2 bar y la temperatura en 70 °C.	0,08	MONITOREO DE CONDICIÓN	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO
					Realizar ajuste de la varilla y el apriete de los pernos de sujeción, si detecta alguna condición fuera de estándar, proceda a reemplazar.	12	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	TRIMESTRAL
				Desgaste de elementos sujeción de eje	Cambio de soportes, o ‘ring, retenes, tornillos (tornillos solo si fueran necesario) en los INYECTORES DE SODA TANQUE 1.	16	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	SEMESTRAL
				Empaques dañados	Verificar fugas de soda en exceso por fuelle y abrazaderas en TANQUE DE SODA 1	0,08	INSPECCIÓN CONDICION	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO

AMEF DE EQUIPO CRITICO A: LAVADORA DE BOTELLAS SIDEL VALOR DE CRITICDAD: 70.70 NUMERO DE ACTIVO SAP: 10007994					LISTA DE INSTRUCCCIONES PARA PLANIFICACION					
COMPONENTE	FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CAUSA RAIZ (APLICAR 5 X QUE´S)	ACTIVIDAD DETECCION Y/O PREVENCION (Qué y cómo, para evitar la causa raíz)	TIEMPO ESTIMADO (horas)	CLASE ACTIVIDAD	ESPECIALIDAD TÉCNICA REQUERIDA (eléctrico, mecánico, operador)	REQUIERE EL EQUIPO EN OPERACIÓN/DETENIDO	FRECUENCIA SUGERIDA
Soda 2	Menor a 2 bar y temperatura de 70 +/- 2 °C. La presión se verifica en el manómetro.	deficiente		Rodamientos dañados	Realizar cambio de rodamientos y retenes de motor de bomba de SODA 2	4	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	ANUAL
				Sello mecánico dañado	Realizar inspección fugas de soda por bomba. Si hubiera alguna anomalía en el TANQUE DE SODA 2 realizar el aviso de avería correspondiente.	0,08	INSPECCIÓN CONDICION	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO
					Realizar cambio de sello mecánico de bomba de SODA 2	4	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	ANUAL
				Falla de motor	Realizar mantenimiento eléctrico a motor de BOMBA DE SODA 2		MANTENIMIENTO PLANIFICADO	ELECTRICO	DETENIDO	ANUAL
Bombas centrífugas de Pre enjuague de tanques de recuperación 1, 2, y 3	Envían el agua recuperada de los rociadores finales de los tanques 1, 2 y 3 (pasa de tanque a tanque por rebose) y a los pre-enjuagues respectivos 1, 2, y 3. Las bombas tiene las mismas Características de operación.	Lavado deficiente	Baja presión	Impulsor obstruido	Verificar que la presión de inyección en la tubería de salida esté en 1.5 bar como mínimo. Tomar la lectura en el manómetro.	0,08	MONITOREO DE CONDICIÓN	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO
				Motor en mal estado	Medir el consumo de las BOMBAS DE RECUPERACIÓN 1, 2, 3. El consumo nominal es 8.1 amperios. Usar la cámara termo gráfica.	0,5	INSPECCION PERIODICA	ELECTRICO	OPERACIÓN	MENSUAL
				Rodamientos dañados	Realizar el cambio de rodamientos y retenes del motor de la BOMBA 1 DE RECUPERACIÓN	4	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	ANUAL
					Realizar el cambio de rodamientos y retenes del motor de la BOMBA 2 DE RECUPERACIÓN	4	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	ANUAL
					Realizar el cambio de rodamientos y retenes del motor de la BOMBA 3 DE RECUPERACIÓN	4	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	ANUAL
				Sello mecánico dañado	Realizar inspección fugas de agua por BOMBA 1, BOMBA2, BOMBA3. Si hubiera laguna anomalía realizar aviso de avería.	0,25	INSPECCION PERIODICA	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO
					Realizar cambio de sello mecánico de BOMBA DE RECUPERACIÓN 1	2	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	ANUAL
					Realizar cambio de sello mecánico de BOMBA DE RECUPERACIÓN 2	2	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	ANUAL
					Realizar cambio de sello mecánico de BOMBA DE RECUPERACIÓN 3	2	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	ANUAL
				Falla de motor	Realizar mantenimiento eléctrico a motor BOMBA PREENJUAGUE 1	48	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	ELECTRICO	DETENIDO	ANUAL
					Realizar mantenimiento eléctrico a motor BOMBA PRE-ENJUAGUE 2	48	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	ELECTRICO	DETENIDO	ANUAL
					Realizar mantenimiento eléctrico a motor BOMBA PRE-ENJUAGUE 3	48	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	ELECTRICO	DETENIDO	ANUAL
	Sirve para aumentar el flujo de agua de la cuarta recuperación de enjuague y va hacia los inyectores			Impulsor obstruido	Verificar que la presión de inyección en la tubería de salida esté en 1.4 bar como mínimo. Tomar la lectura en el manómetro.	0,08	MONITOREO DE CONDICIÓN	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO
					Identificar fugas de agua por tuberías, bridas o válvula de compuerta, abrazaderas en el PRE-LAVADO.	0,08	INSPECCIÓN CONDICION	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO
				Motor en mal estado	Medir el consumo de las BOMBAS DE PRELAVADO, el consumo nominal es 8.1 amperios. Usar la cámara termo gráfica para medir la temperatura.	0,5	INSPECCION PERIODICA	ELECTRICO	OPERACIÓN	MENSUAL

AMEF DE EQUIPO CRITICO A: LAVADORA DE BOTELLAS SIDEL VALOR DE CRITICDAD: 70.70 NUMERO DE ACTIVO SAP: 10007994					LISTA DE INSTRUCCCIONES PARA PLANIFICACION					
COMPONENTE	FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CAUSA RAIZ (APLICAR 5 X QUE´S)	ACTIVIDAD DETECCION Y/O PREVENCION (Qué y cómo, para evitar la causa raíz)	TIEMPO ESTIMADO (horas)	CLASE ACTIVIDAD	ESPECIALIDAD TÉCNICA REQUERIDA (eléctrico, mecánico, operador)	REQUIERE EL EQUIPO EN OPERACIÓN/DETENIDO	FRECUENCIA SUGERIDA
Bomba Pre-lavado	pre-lavados y rociadores rotatorios de pre-maceración a una presión no menor a 1,4 bar y temperatura de 30 a 40°C.	Lavado deficiente	Baja presión	Rodamientos dañados	Realizar cambio de rodamientos y retenes de motor de BOMBA PRE-LAVADO	4	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	ANUAL
				Sello mecánico dañado	Verificar si existe fuga de agua por bomba de PRE-LAVADO. Si hubiera alguna anomalía realizar el aviso de avería correspondiente.	0,08	INSPECCIÓN CONDICION	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO
					Realizar cambio de sello mecánico DE BOMBA PRELAVADO	2	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	ANUAL
				Falla de motor	Realizar mantenimiento eléctrico a motor de BOMBA PRE-LAVADO	48	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	ELECTRICO	DETENIDO	ANUAL
Bomba centrífuga de 4ta recuperación	Sirve para tomar agua del tanque de recuperación 4 (pre enjuagues) e inyectar al tanque de prelavado/maceración, al tanque de pre enjuagado y al tanque para lavadora de cajas.	Parada de máquina por falta de agua en los tanques.	Baja presión	Impulsor obstruido	Verificar que la presión de inyección en la tubería de salida esté en 20 psi como mínimo. Tomar la lectura en el manómetro.	0,08	MONITOREO DE CONDICIÓN	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO
					Identificar fugas de agua por tuberías, bridas o válvula de compuerta, abrazaderas en el PRE-ENJUAGUE.	0,08	INSPECCIÓN CONDICION	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO
				Motor en mal estado	Medir el consumo de la BOMBA DE 4TA RECUPERACION, el consumo nominal es 7.3 amperios. Usar la cámara termo gráfica para medir la temperatura.	0,5	INSPECCION PERIODICA	ELECTRICO	OPERACIÓN	MENSUAL
				Rodamientos dañados	Realizar cambio de rodamientos y retenes de motor de BOMBA DE RECUPERACIÓN 4	4	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	ANUAL
				Sello mecánico dañado	Verificar si existe fuga de agua por bomba de PRE-ENJUAGUE. Si hubiera alguna anomalía realizar el aviso de avería correspondiente.	0,08	INSPECCIÓN CONDICION	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO
					Realizar cambio de sello mecánico DE BOMBA DE RECUPERACIÓN 4.	2	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	ANUAL
				Falla de motor	Realizar mantenimiento eléctrico a motor de BOMBA DE 4TA RECUPERACIÓN	48	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	ELECTRICO	DETENIDO	ANUAL
	El sistema de descarga botellas comprende una uña			Regulación	Capacitar al personal nuevo y a los relevos sobre cómo regular y cuál es el modo de trabajo del sistema de uñas de descarga. Estandarizar. * Solo personal capacitado realizara la regulación de introductores.	1	ACR, ADM O TÉCNICO	OPERADOR	OPERACIÓN	MENSUAL
					Verificar que la presión de ingreso a pistones RAMPA DE DESCARGA-UÑAS DE EMPUJE esté en 2.5 a 3 bar.	0,08	MONITOREO DE CONDICIÓN	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO
					Inspección visual de correcto funcionamiento de uñas de descarga con respecto a la caída de botellas y empujadores de acuerdo al formato que se produzca. Si fuera necesario regular	0,08	INSPECCIÓN CONDICION	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO
					Realizar limpieza del exceso de vidrio, sorbetes, cuerpos extraños, en rampas de descarga y empujadores, cadena de salida. NOTA: Cubrir sensores para no mojarlos.	2	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	OPERADOR	DETENIDO	SEMANAL

AMEF DE EQUIPO CRITICO A: LAVADORA DE BOTELLAS SIDEL VALOR DE CRITICDAD: 70.70 NUMERO DE ACTIVO SAP: 10007994					LISTA DE INSTRUCCCIONES PARA PLANIFICACION					
COMPONENTE	FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CAUSA RAIZ (APLICAR 5 X QUE´S)	ACTIVIDAD DETECCION Y/O PREVENCION (Qué y cómo, para evitar la causa raíz)	TIEMPO ESTIMADO (horas)	CLASE ACTIVIDAD	ESPECIALIDAD TÉCNICA REQUERIDA (eléctrico, mecánico, operador)	REQUIERE EL EQUIPO EN OPERACIÓN/DETENIDO	FRECUENCIA SUGERIDA
Transmisión de descarga	que toma la botella del bolsillo y la coloca sobre la plataforma de descarga, tiene Dispositivo de seguridad del descensor de descarga: interviene cuando el movimiento del descenso encuentra obstáculos. Para restablecer las condiciones de trabajo, mediante un pulsador situado en la caja de pulsadores de la descarga es necesario hacer retroceder las rampas, quitar el obstáculo y colocar las rampas en la posición correcta; luego, con la correspondiente llave suministrada de serie, girar el eje del descensor hasta colocarlo en la posición correcta.	Desabasto cimiento de botellas	Caída de botellas		Verificar que no haya fugas de grasa en los puntos de lubricación, mangueras y conectores. Limpiar exceso de grasa. NOTA: Revisar cartilla de lubricación.	2	LUBRICACIÓN	LUBRICADOR	DETENIDO	MENSUAL
					Realizar mantenimiento de rampa de descarga, uñas de descarga y plancha de transferencia, eliminar las virutas que se originan por la rotura de botella.	4	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	OPERADOR	DETENIDO	SEAMANAL
				Sincronización de descarga	Alinear uñas de descarga y verificar que el envase este centrado por las rampas, y el ajuste de pernería de la Transmisión de Descarga.	4	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	MENSUAL
					Verificar que la regulación del limitador, ajuste de pernos, espárragos, rotulas de articulación este correcto.	2	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	MENSUAL
					Revisar el correcto funcionamiento de los dos sensores de seguridad de limitador de torque, de los sensores de posición de pistones y del sensor inductivo de seguridad del eje principal de Transmisión de descarga.	2	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	ELECTRICO	DETENIDO	MENSUAL
				Motor reductor en mal estado	Realizar inspección del consumo nominal = 3 amperios. Medición de temperatura con la cámara termografía a la TRANSMISIÓN DE DESCARGA	0,5	INSPECCION PERIODICA	ELECTRICO	OPERACIÓN	MENSUAL
				Desgaste de conjuntos de transmisión	Realizar el cambio de chumaceras, rotulas articuladas, rodamiento retenes de motor, cambio de aceite caja reductora, y limitador de torque si fuera necesario, mantenimiento mayor a TRANSMISIÓN DE DESCARGA.	16	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	ANUAL
				Falla de motor	Realizar mantenimiento eléctrico del MOTORREDUCTOR de transmisión descarga.	48	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	ELECTRICO	DETENIDO	ANUAL
					Realizar cambio de aceite a la caja reductora	2	LUBRICACIÓN	LUBRICADOR	DETENIDO	SEMESTRAL
	Se encarga de			Falta grasa	Verificar que las 6 cubas de las bombas centralizadas estén llenas y que no exista rotura de mangueras. Limpiar el exceso de grasa. Reportar al supervisor si hubiera una anomalía o falta de grasa en cubas.	1	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	OPERADOR	OPERACIÓN	SEMANAL
					Comprobar al inicio de turno que las bombas de lubricación centralizada estén prendidas y en AUTOMATICO en el panel de control del operador, deben estar seteadas en: PAUSA (MIN) - SET 600 / N. CYCLES BOMBA - SET 1. Reportar a supervisor si hubiera una anomalía o exceso de consumo de grasa.	0,08	MONITOREO DE CONDICIÓN	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO

AMEF DE EQUIPO CRITICO A: LAVADORA DE BOTELLAS SIDEL VALOR DE CRITICDAD: 70.70 NUMERO DE ACTIVO SAP: 10007994					LISTA DE INSTRUCCCIONES PARA PLANIFICACION					
COMPONENTE	FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CAUSA RAIZ (APLICAR 5 X QUE´S)	ACTIVIDAD DETECCION Y/O PREVENCION (Qué y cómo, para evitar la causa raíz)	TIEMPO ESTIMADO (horas)	CLASE ACTIVIDAD	ESPECIALIDAD TÉCNICA REQUERIDA (eléctrico, mecánico, operador)	REQUIERE EL EQUIPO EN OPERACIÓN/DETENIDO	FRECUENCIA SUGERIDA
Sistema centralizado 1,2,3,4,5,6	Se encarga de Inyectar grasa automáticamente por 6 bombas de lubricación centralizada a todas las partes móviles de la transmisión, a través de mangueras. Cada bomba está encargada de lubricar una determinada zona. VER LA CARTILLA DE LUBRICACIÓN DE LAVADORA SIDEL DE VIDRIO.	Lubricación inexistente o deficiente.	Chumacera deteriorada		Llenar grasa ALVANIA EP2 a las cubas de bombas de lubricación centralizada, limpiar grasa excedente, son 6 bombas y cada una contiene 1200 gramos de grasa. Ver plantilla de lubricación lavadora (revisar cartilla de lubricación).	1	LUBRICACIÓN	LUBRICADOR	OPERACIÓN	MENSUAL
				Manguera rota	Comprobar que la grasa entre a todas las zonas de la máquina y sobretodo que salga del tubo de purga de los engrasadores de los ejes.	2	LUBRICACIÓN	LUBRICADOR	OPERACIÓN	SEMANAL
					Controlar que no haya pérdida a lo largo de los tubos, en los racores, ni mangueras rotas.	1	LUBRICACIÓN	LUBRICADOR	DETENIDO	MENSUAL
					Comprobar la integridad de todos los tubos flexibles que desde los distribuidores llegan a cada punto de la máquina, prestando una atención especial a las zonas de carga y descarga de las botellas.	1	LUBRICACIÓN	LUBRICADOR	OPERACIÓN	SEMANAL
					Lubricar manualmente las rótulas de transmisión carga y descarga, y chumaceras de la butacla (seguridad de botella sobre salida de picos en bolsillo de capacho).	1	LUBRICACIÓN	LUBRICADOR	OPERACIÓN	SEMANAL
					Lubricar manualmente acoples de la transmisión de los extractores de etiquetas.	1	LUBRICACIÓN	LUBRICADOR	OPERACIÓN	SEMANAL
Filtro de Bomba de tanque de soda 1	Filtra la soda que succiona la bomba del tanque de soda 1 y evita que se obstruya el impelente de la bomba 1.	Baja presión de soda del tanque 1	Filtro saturado	Filtro con cuerpos extraños, etiquetas, sorbetes, etc.	Realizar la limpieza del filtro e inspección de malla filtro y empaque. Si estuviera en mal estado realizar su cambio, cerrar las válvulas de servicio y drenar soda con válvula que se encuentra debajo del filtro. Abrir la tapa y realizar la limpieza. Al momento de armar verificar que el empaque de la tapa este en buen estado y proceder a cerrar.	1	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	OPERADOR	DETENIDO	SEMANAL
					Verificar que la presión de inyección en la tubería de salida sea como mínimo 2 bar (manómetro).	0,08	MONITOREO DE CONDICIÓN	OPERADOR	DETENIDO	DIARIO
Filtro de Bomba de tanque de soda 2	Filtra la soda que succiona la bomba del tanque de soda 2 y evita que se obstruya el impelente de la bomba 2.	Baja presión de soda del tanque 2	Filtro saturado	Filtro con cuerpos extraños, etiquetas, sorbetes, etc.	Realizar la limpieza del filtro e inspección de malla filtro y empaque. Si estuviera en mal estado realizar su cambio, cerrar las válvulas de servicio y drenar soda con válvula que se encuentra debajo del filtro. Abrir la tapa y realizar la limpieza. Al momento de armar verificar que el empaque de la tapa este en buen estado y proceder a cerrar.	1	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	OPERADOR	DETENIDO	SEMANAL
					Verificar que la presión de inyección en la tubería de salida sea como mínimo 2 bar (manómetro).	0,08	MONITOREO DE CONDICIÓN	OPERADOR	DETENIDO	DIARIO
	Son acoples que sirven para reducir los canales de ingreso y descarga				Verificar la operatividad de supples por formato y que estén completos y ordenados (inspección visual). Si no lo estuviera reportar al supervisor para corrección y anotar en el cuaderno de incidencias.	1	INSPECCION PERIODICA	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO

AMEF DE EQUIPO CRITICO A: LAVADORA DE BOTELLAS SIDEL VALOR DE CRITICDAD: 70.70 NUMERO DE ACTIVO SAP: 10007994					LISTA DE INSTRUCCCIONES PARA PLANIFICACION					
COMPONENTE	FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CAUSA RAIZ (APLICAR 5 X QUE´S)	ACTIVIDAD DETECCION Y/O PREVENCION (Qué y cómo, para evitar la causa raíz)	TIEMPO ESTIMADO (horas)	CLASE ACTIVIDAD	ESPECIALIDAD TÉCNICA REQUERIDA (eléctrico, mecánico, operador)	REQUIERE EL EQUIPO EN OPERACIÓN/DETENIDO	FRECUENCIA SUGERIDA
Conjunto de supple de CARGA Y DESCARGA	para cada formato SE TIENE 8 JUEGOS TANTO EN LA CARGA COMO EN LA DESCARGA : CC-SP 192, IK 192, FN 192, CC-IK-FN 296, CC-IK-SP-FN 400, CC625, IK625, IK-CC 1L.	Desabaste cimiento de botellas	Caída de botellas en la carga- descarga de la lavadora SIDEL	Supples incompletos	Realizar mantenimiento de supples, completar pernos avellanados M4 x 7mm. Se tiene 8 juegos, tanto en la carga como en la descarga: CC-SP 192, IK 192, FN 192, CC-IK-FN 296, CC-IK-SP-FN 400, CC625, IK625, IK-CC 1L.	4	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	OPERADOR	OPERACIÓN	SEMANAL
					Realizar la corrección de supples incompletos, pernos rotos o doblados, planchado y lubricación.	4	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	OPERACIÓN	MENSUAL
porta canasto (capachos)	Las botellas entran en la máquina y se alojan en bolsillos para facilitar la extracción de etiquetas y para el centrado perfecto del chorro con el cuello de la botella. Comprende: el cuerpo, que está hecho de hierro y soldado mediante puntos a lado de la viga y la puntera que es de plástico.	Ingreso de botella inadecuad o (desabaste cimiento de botella)	Bosillos dañados	Regulación	Verificar que el ajuste pernos laterales porta canastos sea correcto, revisar tuercas y seguros. Reportar en caso exista una anomalía.	4	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	OPERADOR	OPERACIÓN	MENSUAL
					Verificar en el panel del operador que la motorización esté en funcionamiento, la sincronización del eje electrónico, y el estado del eje electrónico durante el tensado automático.	0,08	MONITOREO DE CONDICIÓN	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO
					Realizar inspección visual y verificar que los bolsillos tengan punteras (159711), que estén completos y en buen estado, si no fuera así completar. NOTA: El maquinista debe tener como mínimo 5 punteras de repuesto, ya que es un material consumible.	0,08	INSPECCIÓN CONDICION	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO
					Verificar que la viga metálica no este deformada. Si se encuentran anomalías reportar a supervisor para coordinar corrección. NOTA: Se debe marcar la zona dañada.	0,08	INSPECCIÓN CONDICION	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO
					Realizar mantenimiento; planchar y completar punteras.	4	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	OPERADOR	DETENIDO	MENSUAL
					Realizar inspección de capachos, puntos de soldadura de estructura en general. Corregir si se encuentra alguna anomalía.	8	INSPECCION PERIODICA	MECANICO	DETENIDO	MENSUAL
					Realizar mantenimiento, ajuste de tuercas de viga, asegúrese que estén con seguro las tuercas, e inspección de soportes de vigas de porta canastos. Reportar cualquier anomalía.	8	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	OPERACIÓN	MENSUAL
					Realizar planchado de bolsillos de vigas (capachos) y completar punteras, si el bolsillo estaría dañado cambiar y reparar. Si se identifican varios lugares marcar y generar el aviso de avería.	8	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	SEMANAL
					Mantener un porta capacho completo y operativo	8	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	SEMANAL
			Soporte de porta canasto dañado	Mal ajuste de pernos de soporte	Verificación de ajuste correcto de pernos y la correcta colocación de empaque seguro de perno.	6	INSPECCION PERIODICA	MECANICO	DETENIDO	MENSUAL
				Rotura de estructura de soporte	Inspección visual de la estructura que soporta el porta canastos, si hubiera alguna anomalía corregir.	6	INSPECCION PERIODICA	MECANICO	OPERACIÓN	MENSUAL

AMEF DE EQUIPO CRITICO A: LAVADORA DE BOTELLAS SIDEL VALOR DE CRITICDAD: 70.70 NUMERO DE ACTIVO SAP: 10007994					LISTA DE INSTRUCCCIONES PARA PLANIFICACION					
COMPONENTE	FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CAUSA RAIZ (APLICAR 5 X QUE´S)	ACTIVIDAD DETECCION Y/O PREVENCION (Qué y cómo, para evitar la causa raíz)	TIEMPO ESTIMADO (hrs)	CLASE ACTIVIDAD	ESPECIALIDAD TÉCNICA REQUERIDA (eléctrico, mecánico, operador)	REQUIERE EL EQUIPO EN OPERACIÓN/DETENIDO	FRECUENCIA SUGERIDA
Conjunto introductor de botella	El dedo de introductor toma la botella de la plataforma de acumulación y la introduce dentro de los bolsillos de porta canasto. La transmisión está dotada de 2 sistemas de seguridad: - Dispositivo de seguridad del introductor, - Dispositivo de seguridad del balancín, su transmisión es por medio de faja.	Desabaste cimiento de botellas	Caída de botellas en la carga	Regulación	Capacitar al personal nuevo y al reemplazo de refrigerio en la regulación y modo de trabajo del sistema de dedos (uñas) de introductor y estandarizar regulación.	1	ACR, ADM O TÉCNICO	OPERADOR	OPERACIÓN	MENSUAL
					Verificar el correcto funcionamiento de introducción de botella, si fuera necesario regular introductores. *Sólo personal capacitado.	0,08	INSPECCIÓN CONDICION	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO
					Limpiar la rampa de ingreso, cadena, eliminar vidrios, cuerpos extraños. Verificar que el lubricante llegue a las cadenas.	0,08	INSPECCIÓN CONDICION	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO
					Regular velocidad de transporte de ingreso de acuerdo al formato a producir. Estandarizar velocidades.	4	INSPECCION PERIODICA	ELECTRICO	OPERACIÓN	MENSUAL
					Verificar que la presión de ingreso a cilindro neumático, uñas de carga, esté entre 2.5 a 3 bar.	0,08	MONITOREO DE CONDICIÓN	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO
				Desgaste de componentes	Realizar inspección visual del alineamiento de las uñas introductoras de carga, completar cápsulas de las uñas de carga.	0,08	INSPECCIÓN CONDICION	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO
					Inspección visual de correcta lubricación, estado de mangueras, conectores y que la grasa llegue correctamente a los elementos móviles (chumaceras, bujes, articulaciones). Limpiar la grasa excedente.	2	LUBRICACIÓN	LUBRICADOR	DETENIDO	MENSUAL
					Realizar mantenimiento de dedos introductores, completar cápsulas y nivelar, verificar que el sistema de seguridad este correcto (pistón), verificar el ajuste de pernería. En caso se identifiquen anomalías, reportar a supervisor para cambio.	4	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	MENSUAL
					Realizar desmontaje de pistón actuador de seguridad e inspeccionar el desgaste de acople, fugas de aire; si fuera necesario realizar el cambio el acoplamiento.	6	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	SEMESTRAL
				Desgaste de actuador de seguridad	Realizar cambio de pistón actuador del conjunto de seguridad e introductores (ambos lados). Mantenimiento mayor.	8	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	ANUAL
					Realizar inspección del funcionamiento de sistema de seguridad sensores y la condición de cableado del Conjunto introductor de botellas.	2	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	ELECTRICO	DETENIDO	MENSUAL
					Realizar cambio de correa dentada, transmisión conjunto introductor de botellas (ambos lados).	6	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	SEMESTRAL
				Motor reductor en mal estado	Verificar el consumo nominal (placa del motor) en amperios, medir la temperatura a Motor reductor del Introductor de Botellas.	0,5	INSPECCION PERIODICA	ELECTRICO	OPERACIÓN	MENSUAL

AMEF DE EQUIPO CRITICO A: LAVADORA DE BOTELLAS SIDEL VALOR DE CRITICDAD: 70.70 NUMERO DE ACTIVO SAP: 10007994					LISTA DE INSTRUCCCIONES PARA PLANIFICACION					
COMPONENTE	FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CAUSA RAIZ (APLICAR 5 X QUE´S)	ACTIVIDAD DETECCION Y/O PREVENCION (Qué y cómo, para evitar la causa raíz)	TIEMPO ESTIMADO (horas)	CLASE ACTIVIDAD	ESPECIALIDAD TÉCNICA REQUERIDA (eléctrico, mecánico, operador)	REQUIERE EL EQUIPO EN OPERACIÓN/DETENIDO	FRECUENCIA SUGERIDA
				Desgaste de conjuntos de transmisión	Realizar cambio de chumaceras, rótulas articuladas, rodamiento, retenes de motor, cambio de aceite caja reductora, y limitador de torque si fuera necesario, mantenimiento mayor.	16	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	ANUAL
				Falla de motor	Realizar mantenimiento eléctrico del Motor reductor de transmisión e introductores de ingreso lavadora.	48	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	ELECTRICO	DETENIDO	ANUAL
					Verificar el nivel de aceite en reductor, si fuera necesario realizar el cambio.	2	LUBRICACIÓN	LUBRICADOR	DETENIDO	SEMESTRAL
					Realizar inspección de desgaste de elementos de poleas dentadas, si fuera necesario realizar el cambio (DURANTE EL MANTENIMIENTO MAYOR).	4	INSPECCION PERIODICA	MECANICO	DETENIDO	ANUAL
Conjunto extractor de sorbetes prelavado (motorreductir, malla-filtro)	Sirve para extraer sorbetes y cuerpos extraños, está ubicado debajo de inyectores de prelavado, la malla gira por acción de motor reductor y extrae sorbetes y cuerpos extraños hacia un contenedor fuera de la máquina. El agua es filtrada y bombeada hacia tanques para un nuevo uso.	Drenaje saturado	Filtro saturado	Limpieza	Realizar inspección visual a conjunto extractor de sorbetes del PRE-LAVADO y corroborar que los inyectores estén inyectando agua a la malla correctamente, el estado de malla y giro correcto de malla; si no fuera así reportar a supervisor para planificar correctivo.	0,08	INSPECCIÓN CONDICION	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO
					Limpiar el conjunto filtro malla, los inyectores y el conjunto de caída de cuerpos extraños.	0,5	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	OPERADOR	DETENIDO	DIARIO
				Motor reductor en mal estado	Verificar el consumo nominal (placa del motor) en amperios, medir la temperatura a Motor reductor del Extractor de Sorbetes.	0,5	INSPECCION PERIODICA	ELECTRICO	OPERACIÓN	MENSUAL
				Rodamientos dañados	Realizar cambio de rodamientos y retenes de motor.	4	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	ANUAL
				Falla de motor	Realizar mantenimiento eléctrico a MOTORREDUCTOR de extractor de sorbetes 1.	48	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	ELECTRICO	DETENIDO	ANUAL
				Caja de transmisión	Cambio de aceite caja reductora	2	LUBRICACIÓN	LUBRICADOR	DETENIDO	SEMESTRAL
					Mantenimiento mecánico de caja reductora	6	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	ANUAL
Conjunto extractor de sorbetes de tanque de	Extrae materiales sólidos, sorbetes, papeles y cuerpos extraños de los tanques pre maceración y filtra el			Limpieza	Verificar que los inyectores del extractor de Pre-lavado estén inyectando agua a la malla a lo largo de la zona, el estado de malla, giro correcto, y que la malla este sedimentando correctamente los sorbetes por el canal de desechos. En caso hubiera una anomalía reportar a supervisor para corrección.	0,08	INSPECCIÓN CONDICION	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO
					Limpiar los filtros de cinta de red de PRE-LAVADO: Quitar sedimentos, suciedad de la cinta de red y del canal de descarga. Vigilar que la suciedad no caiga en el contenedor. * Si es necesario desmontar y limpiar el tubo rociador de la cinta de red. Colocar de nuevo la unidad filtro en posición operativa. NOTA: La operación y el tiempo se tomaron en cuenta	0,25	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	OPERADOR	DETENIDO	DIARIO

AMEF DE EQUIPO CRITICO A: LAVADORA DE BOTELLAS SIDEL VALOR DE CRITICDAD: 70.70 NUMERO DE ACTIVO SAP: 10007994					LISTA DE INSTRUCCCIONES PARA PLANIFICACION					
COMPONENTE	FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CAUSA RAIZ (APLICAR 5 X QUE´S)	ACTIVIDAD DETECCION Y/O PREVENCION (Qué y cómo, para evitar la causa raíz)	TIEMPO ESTIMADO (has)	CLASE ACTIVIDAD	ESPECIALIDAD TÉCNICA REQUERIDA (eléctrico, mecánico, operador)	REQUIERE EL EQUIPO EN OPERACIÓN/DETENIDO	FRECUENCIA SUGERIDA
pre-maceración (malla-filtro, motor reductor)	Agua para volver a inyectarla. Gira la malla por acción de un motor reductor y retira los sorbetes hacia un contenedor fuera de la máquina.	Desperdicio de agua	Filtro saturado	Motor en mal estado	Verificar el consumo nominal en amperios, medir la temperatura a Motor reductor del Extractor de Sorbetes en Tanque de Pre-maceración.	0,5	INSPECCION PERIODICA	ELECTRICO	OPERACIÓN	MENSUAL
				Rodamientos dañados	Realizar cambio de rodamientos y retenes de motor.	4	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	ANUAL
				Falla de motor	Realizar mantenimiento eléctrico a MOTORREDUCTOR del Extractor de sorbetes de pre maceración.	48	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	ELECTRICO	DETENIDO	ANUAL
				Caja de transmisión	Cambio de aceite caja reductora	2	LUBRICACIÓN	LUBRICADOR	DETENIDO	SEMESTRAL
					Mantenimiento mecánico caja reductora.	6	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	ANUAL
				Ajuste de elementos	Realizar inspección de acoples, mangueras, ajuste de pernos de abrazaderas, limpieza de tanques de recuperación de PRE-LAVADO	2	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	OPERADOR	DETENIDO	MENSUAL
Conjunto extractor de etiquetas (motor, caja, malla-filtro) del tanque de soda 1.	Extrae las etiquetas del tanque de soda 1 que suben a la parte superior por efecto que realiza el agitador de soda, y filtra la soda por las mallas que son accionadas por motor reductor, caja reductora y saca las etiquetas a un contenedor fuera de la máquina, las mallas se limpian por acción de un cepillo que gira en dirección contraria a la malla.	Lavado deficiente	Filtro saturado	Limpieza	Verificar que el cepillo esté girando en sentido correcto y no tenga exceso de desgaste, el estado de malla y que esté sedimentando correctamente las etiquetas por el canal de desechos. En caso hubiera una anomalía reportar a supervisor para corrección.	0,08	INSPECCIÓN CONDICION	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO
					Limpiar la zona de extracción de etiquetas, el EXTRACTOR DE ETIQUETAS DE TANQUE DE SODA 1: Abrir la tapa de limpieza de los tanques en la parte delantera. Eliminar con agua fresca, los sedimentos de suciedad o etiquetas que puedan haber quedado en la red o en el cepillo, cerrar y atornillar la tapa.	0,5	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	OPERADOR	DETENIDO	DIARIO
				Falla motor reductor	Realizar a motor reductor Inspección, amperaje, vibraciones, termografía y reportar datos, de CONJUNTO EXTRACTOR DE ETIQUETAS tanque de soda 1	1	INSPECCION PERIODICA	ELECTRICO	OPERACIÓN	MENSUAL
					Realizar cambio de rodamientos, cambio de aceite e inspección de ejes, chumaceras y mallas a MOTORREDUCTOR TANQUE DE SODA 1. Si estuviera uno de estos elementos en mal estado proceder a su cambio o planificar su mantenimiento, generar el aviso de avería correspondiente.	6	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	ANUAL
				Falla cajas reductoras	Realizar cambio de rodamientos , cambio de aceite e inspección de ejes , y piñones chumaceras y ejes de transmisión de motor reductor a CAJAS REDUCTORAS DE TANQUE DE SODA 1. Si estuviera uno de estos elementos en mal estado proceder a su cambio o planificar su mantenimiento, generar el aviso de avería correspondiente.	6	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	ANUAL

AMEF DE EQUIPO CRITICO A: LAVADORA DE BOTELLAS SIDEL VALOR DE CRITICDAD: 70.70 NUMERO DE ACTIVO SAP: 10007994					LISTA DE INSTRUCCCIONES PARA PLANIFICACION					
COMPONENTE	FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CAUSA RAIZ (APLICAR 5 X QUE´S)	ACTIVIDAD DETECCION Y/O PREVENCION (Qué y cómo, para evitar la causa raíz)	TIEMPO ESTIMADO (horas)	CLASE ACTIVIDAD	ESPECIALIDAD TÉCNICA REQUERIDA (eléctrico, mecánico, operador)	REQUIERE EL EQUIPO EN OPERACIÓN/DETENIDO	FRECUENCIA SUGERIDA
				Falta lubricación	Lubricar las cadenas cardánicas, verificar la correcta lubricación del conjunto de transmisión del extractor de sorbetes. Revisar cartilla de lubricación.	1	LUBRICACIÓN	LUBRICADOR	OPERACIÓN	MENSUAL
					Verificar el nivel de aceite de moto reductores, cajas reductoras; si fuera necesario realizar el cambio de aceite.	2	LUBRICACIÓN	LUBRICADOR	DETENIDO	SEMESTRAL
Conjunto extractor de etiquetas (motor, caja, malla-filtro) del tanque de soda 2.	Extrae las etiquetas de tanque de soda 2 que suben a la parte superior por efecto que realiza el agitador de soda, y filtra la soda por las mallas que son accionadas por motor reductor, caja reductora y saca las etiquetas a un contenedor fuera de la máquina, las mallas se limpian por acción de un cepillo que gira en dirección contraria a la malla.	Lavado deficiente	Filtro saturado	Limpieza	Verificar que el cepillo esté girando en sentido correcto y no tenga exceso de desgaste, el estado de malla y que esté sedimentando correctamente las etiquetas por el canal de desechos. En caso hubiera una anomalía reportar a supervisor para corrección.	0,08	INSPECCIÓN CONDICION	OPERADOR	DETENIDO	DIARIO
					Limpiar la zona de extracción de etiquetas, el EXTRACTOR DE ETIQUETAS DE TANQUE DE SODA 2: Abrir la tapa de limpieza de los tanques en la parte delantera. Eliminar con agua fresca, los sedimentos de suciedad o etiquetas que puedan haber quedado en la red o en el cepillo, cerrar y atornillar la tapa.	0,5	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	OPERADOR	DETENIDO	DIARIO
				Falla motor reductor	Realizar a motor reductor Inspección, amperaje, vibraciones, termografía y reportar datos, de CONJUNTO EXTRACTOR DE ETIQUETAS tanque de soda 2	1	INSPECCION PERIODICA	ELECTRICO	OPERACIÓN	MENSUAL
					Realizar cambio de rodamientos, cambio de aceite e inspección de ejes, chumaceras y mallas a MOTORREDUCTOR TANQUE DE SODA 2. Si estuviera uno de estos elementos en mal estado proceder a su cambio o planificar su mantenimiento, generar el aviso de avería correspondiente.	6	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	ANUAL
				Falla cajas reductoras	Realizar cambio de rodamientos , cambio de aceite e inspección de ejes , y piñones chumaceras y ejes de transmisión de motor reductor a CAJAS REDUCTORAS DE TANQUE DE SODA 2. Si estuviera uno de estos elementos en mal estado proceder a su cambio o planificar su mantenimiento, generar el aviso de avería correspondiente.	6	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	ANUAL
				Falta lubricación	Lubricar las cadenas cardánicas, verificar la correcta lubricación del conjunto de transmisión del extractor de sorbetes. Revisar cartilla de lubricación.	1	LUBRICACIÓN	LUBRICADOR	OPERACIÓN	MENSUAL
					Verificar el nivel de aceite de moto reductores, cajas reductoras; si fuera necesario realizar el cambio de aceite.	2	LUBRICACIÓN	LUBRICADOR	DETENIDO	SEMESTRAL

AMEF DE EQUIPO CRITICO A: LAVADORA DE BOTELLAS SIDEL VALOR DE CRITICDAD: 70.70 NUMERO DE ACTIVO SAP: 10007994					LISTA DE INSTRUCCCIONES PARA PLANIFICACION					
COMPONENTE	FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CAUSA RAIZ (APLICAR 5 X QUE´S)	ACTIVIDAD DETECCION Y/O PREVENCION (Qué y cómo, para evitar la causa raíz)	TIEMPO ESTIMADO (horas)	CLASE ACTIVIDAD	ESPECIALIDAD TÉCNICA REQUERIDA (eléctrico, mecánico, operador)	REQUIERE EL EQUIPO EN OPERACIÓN/DETENIDO	FRECUENCIA SUGERIDA
Conjunto malla filtro metálica cuerpos extraños del tanque de recuperación 1,2,3,4 (motorreductir, malla-filtro)	Extrae cuerpos extraños que llegaron a este punto y filtra agua del tanque de recuperación 1, 2,3 y 4. Son accionados por un solo motor reductor para las 4 mallas, lo extraído cae a un tanque contenedor debajo de las mallas.	Desperdicio de agua	Filtro saturado	Limpieza	Verificar: que los inyectores estén enviando agua a la malla a lo largo de la zona, el estado de malla y giro correcto de malla, que la malla este sedimentando correctamente los sorbetes por el canal de desechos. En caso hubiera una anomalía reportar a supervisor para corrección.	0,08	INSPECCIÓN CONDICION	OPERADOR	DETENIDO	DIARIO
					Limpiar los filtros de cinta de red del PRE-ENJUAGUE: Quitar sedimentos suciedad de la cinta de red y del canal de descarga. Vigilar que la suciedad no caiga en el contenedor. * Si es necesario desmontar y limpiar el tubo rociador de la cinta de red. Colocar de nuevo la unidad filtro en posición operativa. NOTA: La operación y el tiempo se tomaron en cuenta	0,25	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO
				Ajuste de elementos	Realizar inspección de acoples, mangueras, ajuste de pernos de abrazaderas, limpieza de tanques de recuperación de PRE-ENJUAGUE.	2	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	OPERADOR	DETENIDO	MENSUAL
				Transmisión inoperativa	Medir amperaje, vibraciones, termografía y reportar datos, del CONJUNTO DE TRANSMISIÓN de filtros de pre enjuague.	1	INSPECCION PERIODICA	ELECTRICO	OPERACIÓN	MENSUAL
					Cambiar rodamientos a motor reductor, cambiar de aceite e inspeccionar ejes, chumaceras y mallas. Si estuviera uno de estos elementos en mal estado proceder a su cambio o planificar su mantenimiento, generar aviso de avería correspondiente.	6	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	ANUAL
Motorización de transporte de ingreso	Componentes que sirven para el transporte de botellas hacia la rampa de carga, consta de cadena de tablitas, y bastidor (pág. 357- 1 manual de partes).	Desabastecimiento	Caída de botellas en la carga	Regulación	Capacitar al personal nuevo y relevos de refrigerio para regular modo de trabajo de velocidad de cadenas de ingreso. Estandarizar regulación.	0,08	ACR, ADM Ó TÉCNICO	OPERADOR	OPERACIÓN	MENSUAL
				Desgaste de guías - cadenas	Realizar inspección visual para Identificar desgaste de guías - cadenas en modo de funcionamiento. Si se encuentra alguna anomalía reportar a supervisor.	1	INSPECCION PERIODICA	MECANICO	OPERACIÓN	SEMANAL
					Cambiar cadenas e inspeccionar guías, sproket y poleas. Si se encuentra cualquier anomalía reporta a supervisor.	8	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	ANUAL
				Regular modo automático	Verificar la velocidad de cadenas de ingreso en modo de funcionamiento AUTOMATICO-MANUAL. Estandarizar operación.	2	INSPECCIÓN CONDICION	INSTRUMENTISTA	OPERACIÓN	SEMANAL
					Medir el amperaje, vibraciones, termografía, y reportar datos a motor reductor de TRANSPORTE DE INGRESO.	1	INSPECCION PERIODICA	ELECTRICO	OPERACIÓN	MENSUAL

AMEF DE EQUIPO CRITICO A: LAVADORA DE BOTELLAS SIDEL VALOR DE CRITICDAD: 70.70 NUMERO DE ACTIVO SAP: 10007994					LISTA DE INSTRUCCCIONES PARA PLANIFICACION					
COMPONENTE	FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CAUSA RAIZ (APLICAR 5 X QUE´S)	ACTIVIDAD DETECCION Y/O PREVENCION (Qué y cómo, para evitar la causa raíz)	TIEMPO ESTIMADO (horas)	CLASE ACTIVIDAD	ESPECIALIDAD TÉCNICA REQUERIDA (eléctrico, mecánico, operador)	REQUIERE EL EQUIPO EN OPERACIÓN/DETENIDO	FRECUENCIA SUGERIDA
				Transmisión inoperativa	Cambiar rodamientos, aceite e inspeccionar ejes, chumaceras y mallas. Si estuviera uno de estos elementos en mal estado proceder a su cambio o planificar su mantenimiento, generar el aviso de avería correspondiente.	12	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	ANUAL
Inyectores de prelavado (rectos)	Sirve para introducir una determinada cantidad de agua recuperada hacia el centro de la botella. Es el inicio de lavado, los inyectores no son rotativos y apuntan a una sola dirección.	No inyecta	CICLICO B	Desalineación	Verificar la alineación de la varilla respecto a la botella, con respecto a los puntos de referencia.	0,08	INSPECCIÓN CONDICION	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO
				Empaques dañados	Verificar fugas de agua en exceso por fuelle y abrazaderas	0,08	INSPECCIÓN CONDICION	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO
				Soportería rota	Realizar desmontaje de acoples y realizar el cambio de empaques si fuera necesario.	4	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECANICO	DETENIDO	MENSUAL

Fuente:Elaboracion propia

En las tablas que anteceden se presenta el análisis de confiabilidad de la maquina Lavadora,el mismo que nos permitio precisar el numero de componentes de cada sistema,. Los niveles de criticidad de cada componente y el AMEF del equipo citado

El análisis taxonómico nos permitió identificar 87 componentes en los diferentes sistemas que componen el equipo como son: grupo lubricación, ingreso de botella, pre lavado pre maceración, sistema eléctrico, preenjuage, enjuagefinal, descargadas botellas, motorización, equipos auxiliares

Después de haber realizado el análisis de criticidad de componentes y de aplicar el Principio de Pareto se determinó realizar el AMEF a 24 componentes, los con mayor índice de criticidad observándose un rango de puntuación máximo de 54.2 para el componente Rociadores Rotatorios de enjuague final (4 inyectores) y un rango de puntuación mínimo de 37.8 para el componente Inyectores de prelavado (rectos)

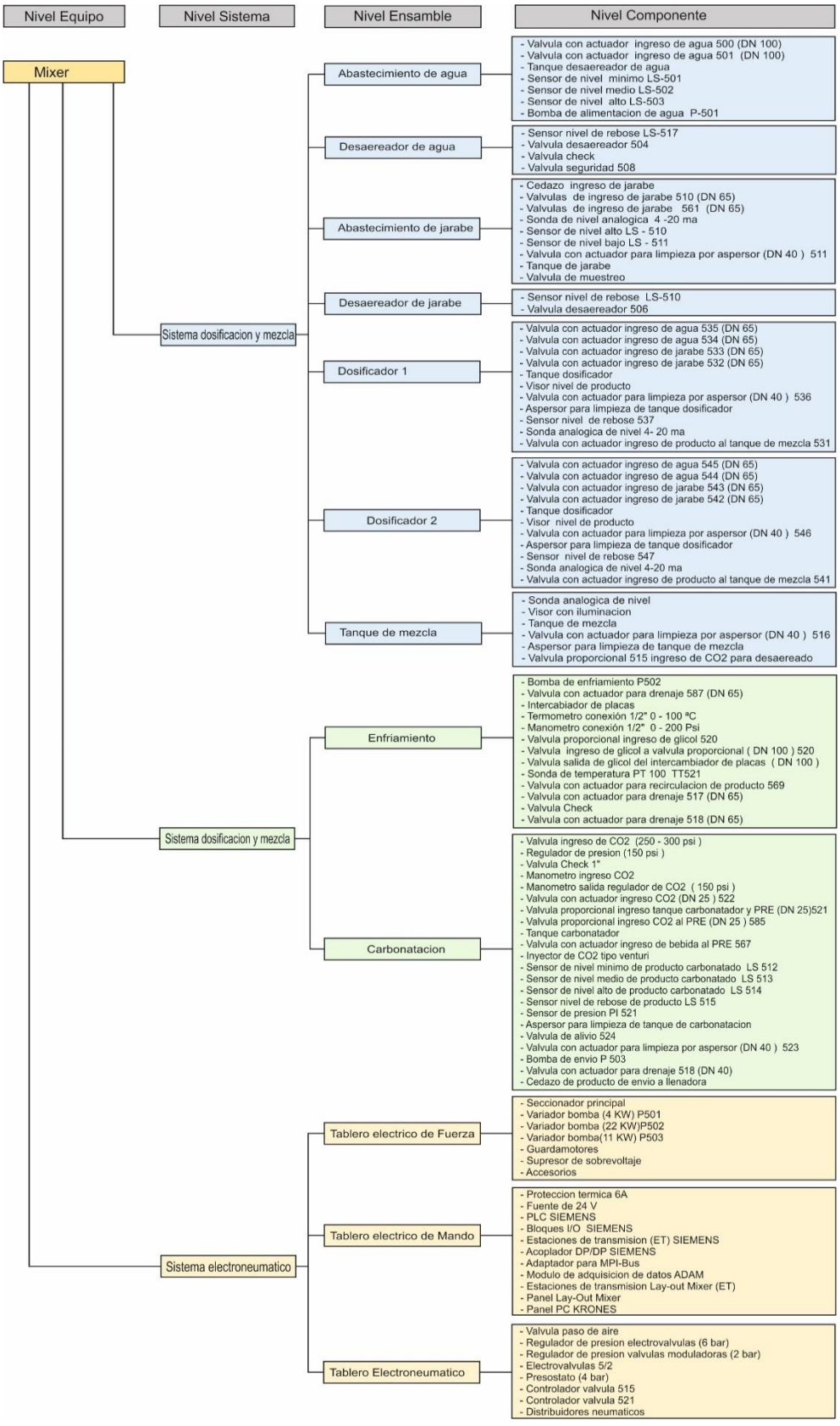
En cuanto al AMEF, el objetivo principal es determinar las causas raíz que originan las fallas para a su vez definir la acción correctiva, el responsable de la ejecución, y la frecuencia

de la actividad a realizar. Este análisis nos permitió identificar 35 causas raíz y sus respectivas actividades de detección y prevención.

5.4.3 Análisis de confiabilidad de Mixer Krones

A continuación se procederá a determinar el análisis de confiabilidad de Mixer Krones

Tabla 34. Taxonomía Mixer Krones



Fuente:Elaboracion propia

Tabla 35. Análisis de criticidad de activos: Mixer krones (preparación de bebida)

MANTENIMIENTO
ANALISIS DE CRITICIDAD DE ACTIVOS:
MIXER KRONES(PREPARACION DE BEBIDA)

COMPONENTE	FUNCIÓN	SeveridadOperacional	Severidaddeseguridad	RiesgoPotenciaLesion esPers	RiesgoPotenciaFuegoExposicion	esgoPotenciaEjecucionTareaM	Severidadambiental	EmisionalAmbiente	DerrameQuimico	Confiabilidadydiseño	Mantenibilidad	FrecuenciadeFallas	RepuestosyTiemposdeEntrega	SeveridadenCalidad	SeveridadCalidadEfectoCliente	SeveridadCalidadEfectoeleborac	Sumadecriterios	Criticidaddelcomponente
Sonda analógica de nivel 4- 20 mi	Control de dosificación agua jarabe	100	72	36	0	36	0	0	0	100	50	20	60	75	30	45	477	54
Sonda analógica de nivel 4-20 ma	Control de dosificación agua jarabe	100	72	36	0	36	0	0	0	100	50	20	60	75	30	45	477	54
Intercambiador de placas	Enfriamiento de bebida	80	60	36	0	24	0	0	0	100	50	20	40	90	45	45	440	49,8
Válvula proporcional ingreso tanque carbonatador y PRE (DN 25)521	Controla la presión de ingreso de CO2 al sistema de carbonatación	100	72	36	0	36	0	0	0	100	25	20	40	75	30	45	432	48,9
Válvula proporcional ingreso CO2 al PRE (DN 25) 585	Controla la presión de ingreso de CO2 al pre carbonatador	100	72	36	0	36	0	0	0	100	25	20	40	75	30	45	432	48,9
Sonda de nivel analógica 4 -20 ma	Controla el nivel de jarabe en el tanque	100	72	36	0	36	0	0	0	100	50	0	60	45	15	30	427	48,3
Válvula con actuador ingreso de producto al tanque de mezcla 531	Ingreso de producto al tanque de mezcla	80	60	36	0	24	0	0	0	100	25	20	60	75	30	45	420	47,5
Válvula con actuador ingreso de producto al tanque de mezcla 541	Ingreso de producto al tanque de almacenamiento	80	60	36	0	24	0	0	0	100	25	20	60	75	30	45	420	47,5
Aspersor para limpieza de tanque dosificador	Limpieza de tanque en cambios de sabor	60	72	36	0	36	0	0	0	100	25	20	0	120	60	60	397	44,9
Aspersor para limpieza de tanque dosificador	Limpieza de tanque en cambios de sabor	60	72	36	0	36	0	0	0	100	25	20	0	120	60	60	397	44,9
Cedazo de producto de envió a llenadora	Filtrar impurezas que pueda contener el producto	80	60	36	0	24	0	0	0	100	25	40	0	90	45	45	395	44,7
Sonda de temperatura PT 100 TT521	Control de la temperatura de enfriamiento del producto	80	36	12	0	24	0	0	0	100	25	20	40	90	45	45	391	44,2
Válvula con actuador ingreso de agua 501 (DN 100)	Apertura el pase de agua al tanque desarenador	60	72	36	0	36	0	0	0	100	25	40	0	90	45	45	387	43,8
Bomba de enfriamiento P502	Envió de producto para enfriamiento y carbonatación	100	60	36	0	24	0	0	0	100	25	20	0	75	30	45	380	43
Válvula proporcional ingreso de glicol 520	Control de ingreso de glicol al intercambiador	60	60	36	0	24	0	0	0	100	25	20	40	75	30	45	380	43
Aspersor para limpieza de tanque de mezcla	Limpieza de tanque en cambios de sabor	60	48	12	0	36	0	0	0	100	25	20	0	120	60	60	373	42,2
Sensor de presión PI 521	Control de alivio sobrepresión	60	72	36	0	36	0	0	0	100	25	0	40	75	30	45	372	42,1
Bomba de envió P 503	Envió de producto a llenadora	100	72	36	0	36	0	0	0	100	25	0	0	75	30	45	372	42,1
Bomba alimentación de agua a dosificadores P501	Abastece de agua a tanques dosificadores	100	72	36	0	36	0	0	0	100	25	0	0	75	30	45	372	42,1
Válvula proporcional 515 ingreso de CO2 para desaereado	Dosificar la cantidad de CO2 para desaereado de tanques	80	36	12	0	24	0	0	0	100	25	20	20	90	45	45	371	42
Sensor nivel de rebose de producto LS 515	Seguridad por sobrellenado de producto	60	72	36	0	36	0	0	0	100	25	0	40	60	30	30	357	40,4
Visor nivel de producto	Nivel visible	40	72	36	0	36	30	0	30	100	25	0	0	90	45	45	357	40,4
Visor nivel de producto	Nivel visible	40	72	36	0	36	30	0	30	100	25	0	0	90	45	45	357	40,4
Sensor nivel de rebose LS-517	Seguridad	60	72	36	0	36	0	0	0	100	25	0	40	60	30	30	357	40,4
Sensor nivel de rebose 537	Seguridad nivel alto	60	72	36	0	36	0	0	0	100	25	0	40	60	30	30	357	40,4
Sensor nivel de rebose 547	Seguridad nivel alto	60	72	36	0	36	0	0	0	100	25	0	40	60	30	30	357	40,4
Tanque dosificador	Recipiente de mezcla agua jarabe	60	72	36	0	36	30	0	30	100	25	20	0	45	15	30	352	39,8
Tanque dosificador	Recipiente de mezcla agua jarabe	60	72	36	0	36	30	0	30	100	25	20	0	45	15	30	352	39,8
Aspersor para limpieza de tanque de carbonatación	Accesorio de limpieza del tanque	60	72	36	0	36	0	0	0	100	25	20	0	75	30	45	352	39,8
Inyector de CO2 tipo venturi	Accesorio de mezcla del producto con el CO2	60	48	24	0	24	0	0	0	100	25	0	40	75	30	45	348	39,4
Válvula con actuador ingreso CO2 (DN 25) 522	Apertura automática del ingreso de CO2 al sistema de carbonatación	60	72	36	0	36	0	0	0	100	25	20	20	45	15	30	342	38,7
Tanque desarenador de agua	Almacenamiento de agua sin residuos de aire	60	72	36	0	36	0	0	0	100	25	20	0	60	30	30	337	38,1
Tanque de jarabe	Almacenamiento de jarabe	60	72	36	0	36	0	0	0	100	25	20	0	60	15	45	337	38,1
Válvula Check	Bloquea el paso de CO2 hacia el intercambiador de placas	60	48	24	0	24	0	0	0	100	25	20	20	60	30	30	333	37,7
Válvula seguridad 508	Alivio de sobrepresión	60	12	12	0	0	0	0	0	100	25	20	40	75	30	45	332	37,6
Válvula de alivio 524	Alivio de sobrepresión	60	12	12	0	0	0	0	0	100	25	20	40	75	30	45	332	37,6
Controlador válvula 521	Control proporcional de válvula CO2 Carbonatación	80	12	12	0	0	0	0	0	100	25	20	20	75	30	45	332	37,6
Sonda analógica de nivel de 4 - 20 mi	Controlar el nivel de producto en el tanque de mezcla	3	12	12	0	0	0	0	0	100	50	20	60	75	30	45	320	36,2
Válvula con actuador ingreso de bebida al carbonatado 567	Apertura automática del ingreso de producto al carbonatado	60	48	24	0	24	0	0	0	100	25	20	20	45	15	30	318	36
Controlador válvula 515	Control proporcional de válvula CO2 desarenadores	80	12	12	0	0	0	0	0	100	25	20	20	60	15	45	317	35,9
Sensor de nivel mínimo de agua LS-501	Bloquea equipo por seguridad	60	24	24	0	0	0	0	0	100	25	0	40	60	30	30	309	35
Sensor de nivel medio de agua LS-502	Apertura el ingreso de agua	60	24	24	0	0	0	0	0	100	25	0	40	60	30	30	309	35
Sensor de nivel máximo de agua LS-503	Cierre del ingreso de agua	60	24	24	0	0	0	0	0	100	25	0	40	60	30	30	309	35
Sensor de nivel mínimo de producto carbonatado LS 512	Bloquea equipo por seguridad	60	24	24	0	0	0	0	0	100	25	0	40	60	30	30	309	35
Sensor de nivel medio de producto carbonatado LS 513	Apertura el ingreso de producto	60	24	24	0	0	0	0	0	100	25	0	40	60	30	30	309	35
Sensor de nivel alto de producto carbonatado LS 514	Cierre del ingreso de producto	60	24	24	0	0	0	0	0	100	25	0	40	60	30	30	309	35
Tanque carbonatador	Recipiente de producto presurizado con CO2	60	72	36	0	36	0	0	0	100	25	20	0	30	15	15	307	34,7
Variador bomba (4 KW) P501	Control de velocidad	80	72	36	36	0	30	30	0	100	25	0	0	0	0	0	307	34,7
Variador bomba (22 KW)P502	Control de velocidad	80	72	36	36	0	30	30	0	100	25	0	0	0	0	0	307	34,7
Variador bomba(11 KW) P503	Control de velocidad	80	72	36	36	0	30	30	0	100	25	0	0	0	0	0	307	34,7
Regulador de presión (150 psi)	Regula la presión de ingreso de CO2 al sistema de carbonatación	40	72	36	0	36	0	0	0	100	25	20	0	45	15	30	302	34,2

COMPONENTE	FUNCIÓN	SeveridadOperacional	Severidaddeseguridad	RiesgoPotencialLesionesPerson	RiesgoPotenciaFuegoExposicion	esgoPotenciaEjecucionTareaM	Severidadambiental	EmisionalAmbiente	DerrameQuimico	ConfiabilidadydiseÑo	Mantenibilidad	FrecuenciadeFallas	RepuestosyTiempodeEntrega	SeveridadenCalidad	SeveridadCalidadEfectoCliente	everidadCalidadEfectoeleborac	Sumadecriterios	Criticidaddelcomponente
Válvula con actuador ingreso de agua 535 (DN 65)	Apertura / cierre ingreso de agua al dosificador	60	12	12	0	0	0	0	0	100	0	40	0	90	45	45	302	34,2
Válvula con actuador ingreso de jarabe 533 (DN 65)	Apertura / cierre ingreso de jarabe al dosificador	60	12	12	0	0	0	0	0	100	0	40	0	90	45	45	302	34,2
Válvula con actuador ingreso de agua 545 (DN 65)	Apertura / cierre ingreso de agua al dosificador	60	12	12	0	0	0	0	0	100	0	40	0	90	45	45	302	34,2
Válvula con actuador ingreso de jarabe 543 (DN 65)	Apertura / cierra ingreso de jarabe al dosificador	60	12	12	0	0	0	0	0	100	0	40	0	90	45	45	302	34,2
Tanque de mezcla	Recipiente almacenamiento del producto	60	48	24	0	24	0	0	0	100	25	0	0	60	15	45	293	33,1
Seccionador principal	conexión o desconexión de energía eléctrica	60	72	36	36	0	30	30	0	100	25	0	0	0	0	0	287	32,5
Fuente de 24 V	Fuente de energía para el sistema de mando	80	72	36	36	0	30	30	0	100	0	0	0	0	0	0	282	31,9
PLC SIEMENS	Control lógico del equipo	100	12	12	0	0	0	0	0	100	50	0	20	0	0	0	282	31,9
Bloques I/O SIEMENS	Entradas y salidas de control lógico	100	12	12	0	0	0	0	0	100	50	0	20	0	0	0	282	31,9
Estaciones de transmisión (ET) SIEMENS	Estaciones de transmisión de señales de trabajo	100	12	12	0	0	0	0	0	100	50	0	20	0	0	0	282	31,9
Acoplador DP/DP SIEMENS	Repetidor de señal Proficuas	100	12	12	0	0	0	0	0	100	50	0	20	0	0	0	282	31,9
Adaptador para MPI-Bus	Convertidor de señal	100	12	12	0	0	0	0	0	100	50	0	20	0	0	0	282	31,9
Módulo de adquisición de datos ADAM	convertidor de señal análoga a ETHERNET	100	12	12	0	0	0	0	0	100	50	0	20	0	0	0	282	31,9
Estaciones de transmisión Lay-auto Mixer (ET)	Estaciones de transmisión de señales de trabajo	100	12	12	0	0	0	0	0	100	50	0	20	0	0	0	282	31,9
Panel Lay-Out Mixer	Indicador grafico de proceso	100	12	12	0	0	0	0	0	100	50	0	20	0	0	0	282	31,9
Panel PC KRONES	Interfaz de comunicación operador PLC	100	12	12	0	0	0	0	0	100	50	0	20	0	0	0	282	31,9
Válvula con actuador ingreso de agua 534 (DN 65)	Apertura / restringe paso de agua al dosificador	60	12	12	0	0	0	0	0	100	0	40	0	60	15	45	272	30,8
Válvula con actuador ingreso de jarabe 532 (DN 65)	Apertura / restringe paso de jarabe al dosificador	60	12	12	0	0	0	0	0	100	0	40	0	60	15	45	272	30,8
Válvula con actuador ingreso de agua 544 (DN 65)	Apertura / restringe paso de agua al dosificador	60	12	12	0	0	0	0	0	100	0	40	0	60	15	45	272	30,8
Válvula con actuador ingreso de jarabe 542 (DN 65)	Apertura / restringe paso de jarabe al dosificador	60	12	12	0	0	0	0	0	100	0	40	0	60	15	45	272	30,8
Válvula con actuador para recirculación de producto 569	Apertura la recirculación de producto	40	36	12	0	24	0	0	0	100	25	20	20	30	15	15	271	30,7
Válvula con actuador para drenaje 517 (DN 65)	Apertura drenaje en los cambios de sabor	40	36	12	0	24	0	0	0	100	25	20	20	30	15	15	271	30,7
Válvula con actuador para drenaje 518 (DN 65)	Apertura drenaje en los cambios de sabor	40	36	12	0	24	0	0	0	100	25	20	20	30	15	15	271	30,7
Válvula con actuador para drenaje 518 (DN 40)	Apertura drenaje en los cambios de sabor	40	36	12	0	24	0	0	0	100	25	20	20	30	15	15	271	30,7
Válvula Check 1"	Válvula anti retorno	40	72	36		36	0	0	0	100	25	0	0	30	15	15	267	30,2
Válvula con actuador para limpieza por aspersor (DN 40) 516	Limpieza de tanque en cambios de sabor	40	36	12	0	24	0	0	0	100	25	20	0	45	15	30	266	30,1
Válvula con actuador para limpieza por aspersor (DN 40) 523	Apertura de válvula para limpieza de tanque	40	36	12	0	24	0	0	0	100	25	20	0	45	15	30	266	30,1
Válvula desarenador 504	Desplazar el aire del interior del tanque de agua	60	12	12	0	0	0	0	0	100	25	20	0	45	15	30	262	29,6
Cedazo ingreso de jarabe	Filtrado de impurezas del jarabe	20	72	36	0	36	0	0	0	80	0	0	0	90	45	45	262	29,6
Válvula desarenador 506	Desplazar el aire del interior del tanque de jarabe	60	12	12	0	0	0	0	0	100	25	20	0	45	15	30	262	29,6
Válvula con actuador para drenaje 587 (DN 65)	Drenar fluidos en cambios de sabor	40	12	12	0	0	0	0	0	100	25	20	20	45	15	30	262	29,6
Visor con iluminación	Nivel visible	40	12	12	0	0	0	0	0	100	25	0	20	45	15	30	242	27,4
Válvula check		40	12	12	0	0	0	0	0	100	25	20	0	45	15	30	242	27,4
Sensor de nivel alto LS - 510	Seguridad alto nivel de jarabe	60	72	36	0	36	0	0	0	0	25	0	40	45	15	30	242	27,4
Sensor nivel de rebose LS-510	Seguridad	60	72	36		36	0	0	0	0	25	0	40	45	15	30	242	27,4
Válvula ingreso de CO2 (250 - 300 psi)	Apertura manual del ingreso de CO2 al sistema de carbonatación	40	72	36	0	36	0	0	0	100	25	0	0	0	0	0	237	26,8
Válvula con actuador para limpieza por aspersor (DN 40) 546	Limpieza de tanque en cambios de sabor	40	12	12	0	0	0	0	0	100	25	20	0	30	15	15	227	25,7
Válvulas de ingreso de jarabe 510 (DN 65)	Apertura el pase de jarabe al tanque	40	12	12	0	0	0	0	0	100	0	20	0	30	15	15	202	22,9
Válvulas de ingreso de jarabe 561 (DN 65)	Apertura el pase de jarabe al tanque	40	12	12	0	0	0	0	0	100	0	20	0	30	15	15	202	22,9
Válvula con actuador para limpieza por aspersor (DN 40) 511	Limpieza de tanque en cambios de sabor	40	12	12	0	0	0	0	0	100	0	20	0	30	15	15	202	22,9
Válvula con actuador para limpieza por aspersor (DN 40) 536	Limpieza de tanque en cambios de sabor	40	12	12	0	0	0	0	0	100	0	20	0	30	15	15	202	22,9
Válvula ingreso de glicol a válvula proporcional (DN 100) 520	Apertura manual del ingreso de glicol a la válvula proporcional	40	36	12	0	24	0	0	0	100	25	0	0	0	0	0	201	22,7
Válvula salida de glicol del intercambiador de placas (DN 100)	Apertura manual del salida de glicol del intercambiador de placas	40	36	12	0	24	0	0	0	100	25	0	0	0	0	0	201	22,7
Sensor de nivel bajo LS - 507	Seguridad bajo nivel de jarabe	60	24	24	0	0	0	0	0	0	25	0	40	45	15	30	194	21,9
Válvula con actuador ingreso de agua 500 (DN 100)	Apertura el pase de agua al tanque desarenador	60	12	12	0	0	0	0	0	100	0	20	0	0	0	0	192	21,7
Guarda motores	Protección por sobre corriente y cortocircuito de motores.	40	36	36	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	176	19,9
Protección térmica 6A	Protección por sobre corriente y cortocircuito de los componentes de mando	40	36	36	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	176	19,9
Accesorios	Accesorios de interconexión	40	24	24	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	164	18,6
Válvula paso de aire	Apertura manual de paso de aire al sistema neumático.	40	24	24	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	164	18,6
Regulador de presión electroválvulas (6 bar)	Regular presión de aire para el sistema neumático	40	24	24	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	164	18,6
Regulador de presión válvulas moduladoras (2 bar)	Regular presión de aire para el sistema neumático instrumentación	40	24	24	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	164	18,6

COMPONENTE	FUNCIÓN	SeveridadOperacional	Severidaddeseguridad	RiesgoPotencialLesionesPerson	RiesgoPotenciaFuegoExposicion	esgoPotenciaEjecucionTareaM	Severidadambiental	EmisionalAmbiente	DerrameQuimico	ConfiabilidadydiseÑo	Mantenibilidad	FrecuenciadeFallas	RepuestosyTiemposdeEntrega	SeveridadenCalidad	SeveridadCalidadEfectoCliente	SeveridadCalidadEfectoeleborac	Sumadecriterios	Criticidaddelcomponente
Electroválvulas 5/2	Control de apertura y cierre de actuadores de válvulas	40	24	24	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	164	18,6
Presostato (4 bar)	Seguridad de baja presión de aire para el sistema neumático	40	24	24	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	164	18,6
Distribuidores neumáticos	Distribución de aire al sistema neumático	40	24	24	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	164	18,6
Manómetro ingreso CO2	Visualiza la presión de ingreso de CO2 al sistema de carbonatación	40	72	36	0	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	112	12,7
Manómetro salida regulador de CO2 (150 psi)	Visualiza la presión regulada de ingreso de CO2 al sistema de carbonatación	40	72	36	0	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	112	12,7
Termómetro conexión 1/2" 0 - 100 pc	Visualizar valor de temperatura de producto	40	36	12	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	76	8,6
Manómetro conexión 1/2" 0 - 200 Psi	Visualizar valor presión de envió de producto al carbonatador	40	36	12	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	76	8,6
Válvula de muestreo	Muestreo de jarabe	0	12	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	1,36

Fuente:Elaboracion propia

Tabla 36. Análisis de modos y efectos de fallas Mixer Krones

AMEF DE EQUIPO CRITICO A: MIXER KRONES VALOR DE CRITICDAD: 64.37 NUMERO DE ACTIVO SAP: 10007993					LISTA DE INSTRUCCCIONES PARA PLANIFICACION					
COMPONENTE	FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CAUSA RAIZ (APLICAR 5 X QUE´S)	ACTIVIDAD DETECCION Y/O PREVENCION (Qué y cómo, para evitar la causa raíz)	TIEMPO ESTIMADO (horas)	CLASE ACTIVIDAD	ESPECIALIDAD TÉCNICA REQUERIDA	REQUIERE EL EQUIPO EN OPERACIÓN/DETENI	FRECUENCIA SUGERIDA
Sonda analógica de nivel 4- 20 ma dosificador 1	Control de dosificación agua jarabe	No controla la dosificación de agua jarabe (Dosificación de agua jarabe fuera de norma)	Soporte centrador roto	Varilla sonda de nivel fuera de posición	Se requiere revisar que el centrador de la varilla no este dañado (roto) y que la varilla haya encajado en el centrador, para esto se deberá observar por la parte inferior del tanque con la ayuda de una cámara el estado de este componente	1	INSPECCIÓN CONDICION	Mecánico	Detenido	3 meses
			No envía / mala señal de control	Falso contacto en bornes	Realizar el ajuste de borneras y verificar el estado de terminales	3	INSPECCIÓN CONDICION	Eléctrico	Detenido	3 meses
				Falla componentes electrónicos	Se requiere medir alimentación de la sonda y los valores de las señales de entrada / salida para compararlas con los valores que muestra la pantalla.	0,5	MONITOREO DE CONDICIÓN	Eléctrico	Detenido	3 meses
				Cable deteriorado	Se requiere hacer una inspección sensorial del cableado del sensor, para verificar presencia de humedad, sulfatado, cable deteriorado.	0,5	INSPECCIÓN CONDICION	Eléctrico	Detenido	3 meses
Sonda analógica de nivel 4- 20 ma dosificador 2			Soporte centrador roto	Varilla sonda de nivel fuera de posición	Se requiere revisar que el centrador de la varilla no este dañado (roto) y que la varilla haya encajado en el centrador, para esto se deberá observar por la parte inferior del tanque con la ayuda de una cámara el estado de este componente	1	INSPECCIÓN CONDICION	Mecánico	Detenido	3 meses
			No envía / mala señal de control	Falso contacto en bornes	Realizar el ajuste de borneras y verificar el estado de terminales	3	INSPECCIÓN CONDICION	Eléctrico	Detenido	3 meses
				Falla componentes electrónicos	Se requiere medir alimentación de la sonda y los valores de las señales de entrada / salida, para compararlas con los valores que muestra la pantalla.	0,5	MONITOREO DE CONDICIÓN	Eléctrico	Detenido	3 meses
				Cable deteriorado	Se requiere hacer una inspección sensorial del cableado del sensor, para verificar presencia de humedad, sulfatado, cable deteriorado.	0,5	INSPECCIÓN CONDICION	Eléctrico	Detenido	3 meses
Intercambiador de placas	Enfriamiento de bebida	Baja eficiencia en enfriamiento de bebida	Temperatura de bebida fuera de norma	Placas saturadas de suciedad	Se requiere el desmontaje de las placas del intercambiador para su inspección y limpieza.	8	INSPECCION PERIODICA	Mecánico	Detenido	anual
				Empaques de las placas deteriorados	Se requiere el desmontaje de las placas del intercambiador para hacer una inspección sensorial de los empaques.	8	INSPECCION PERIODICA	Mecánico	Detenido	anual
				Placas fisuradas	Se requiere el desmontaje de las placas del intercambiador para hacer una inspección sensorial de las placas, observando que no haya fisuras.	8	INSPECCION PERIODICA	Mecánico	Detenido	anual
Válvula proporcional ingreso tanque carbonatador (DN 25)521	Controla la presión de ingreso de CO2 al sistema de carbonatación	No hay control de presión de ingreso. (Variación de carbonatación de producto)	No modula la apertura / cierre de válvula	Fugas en cámara de aire	Se requiere el desmontaje de la cámara de aire, para inspeccionar el estado de empaques y retenes.	2	INSPECCION PERIODICA	Mecánico	Detenido	Semestral
				Mecanismo de accionamiento en mal estado	Se requiere el desmontaje de la válvula para limpiar y lubricar el eje de accionamiento de la válvula.	2	INSPECCION PERIODICA	Mecánico	Detenido	Semestral
			No envía / mala señal de control	Calibración fuera de rango	Se requiere calibrar la válvula aplicando el procedimiento de calibración. Válvula cerrada 4 mí, válvula abierta al 100% 20 ma.	1	MONITOREO DE CONDICIÓN	Eléctrico	Detenido	Semestral
				Falso contacto en bornes	Realizar el ajuste de borneras y verificar el estado de terminales	3	INSPECCIÓN CONDICION	Eléctrico	Detenido	3 meses
				Cable deteriorado	Se requiere hacer una inspección sensorial del cableado del sensor, para verificar presencia de humedad, sulfatado, cable deteriorado.	0,5	INSPECCIÓN CONDICION	Eléctrico	Detenido	3 meses
Válvula proporcional ingreso CO2 al venturi (DN 25) 585	Controla la presión de ingreso de CO2 al venturi carbonatador	Variación de carbonatación de producto	No modula la apertura / cierre de válvula	Fugas en cámara de aire	Se requiere el desmontaje de la cámara de aire, para inspeccionar el estado de empaques y retenes.	2	INSPECCION PERIODICA	Mecánico	Detenido	Semestral
				Mecanismo de accionamiento en mal estado	Se requiere el desmontaje de la válvula para limpiar y lubricar el eje de accionamiento de la válvula.	2	INSPECCION PERIODICA	Mecánico	Detenido	Semestral
				Calibración fuera de rango	Se requiere calibrar la válvula aplicando el procedimiento de calibración. Válvula cerrada 4 mí, válvula abierta al 100% 20 ma.	1	MONITOREO DE CONDICIÓN	Eléctrico	Detenido	Semestral

AMEF DE EQUIPO CRITICO A: MIXER KRONES VALOR DE CRITICIDAD: 64.37 NUMERO DE ACTIVO SAP: 10007993					LISTA DE INSTRUCCCIONES PARA PLANIFICACION					
COMPONENTE	FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CAUSA RAIZ (APLICAR 5 X QUE´S)	ACTIVIDAD DETECCION Y/O PREVENCION (Qué y cómo, para evitar la causa raíz)	TIEMPO ESTIMADO (horas)	CLASE ACTIVIDAD	ESPECIALIDAD TÉCNICA REQUERIDA	REQUIERE EL EQUIPO EN OPERACIÓN/DETENI	FRECUENCIA SUGERIDA
			No envía / mala señal de control	Falso contacto en bornes	Realizar el ajuste de borneras y verificar el estado de terminales	3	INSPECCIÓN CONDICION	Eléctrico	Detenido	3 meses
				Cable deteriorado	Se requiere hacer una inspección sensorial del cableado del sensor, para verificar presencia de humedad, sulfatado, cable deteriorado.	0,5	INSPECCIÓN CONDICION	Eléctrico	Detenido	3 meses
Sonda de nivel analógica 4 -20 mi de jarabe	Controla el nivel de jarabe en el tanque	No controla nivel de jarabe	No envía / mala señal de control	Falso contacto en bornes	Realizar el ajuste de borneras y verificar el estado de terminales	3	INSPECCIÓN CONDICION	Eléctrico	Detenido	3 meses
				Falla componentes electrónicos	Se requiere medir alimentación de la sonda y los valores de las señales de entrada / salida para comparar los valores que muestra la pantalla con un termómetro.	0,5	MONITOREO DE CONDICIÓN	Eléctrico	Detenido	3 meses
				Cable deteriorado	Se requiere hacer una inspección sensorial del cableado del sensor, para verificar presencia de humedad, sulfatado, cable deteriorado.	0,5	INSPECCIÓN CONDICION	Eléctrico	Detenido	3 meses
Válvula con actuador ingreso de producto al tanque de mezcla 531	Apertura / cierra pase de bebida al tanque de mezcla	No apertura / cierra el paso de producto	Mariposa de la válvula no gira	Mecanismos de accionamiento en mal estado	Se requiere el desmontaje de la caja de accionamiento de la válvula, para una inspección sensorial y lubricación de componentes.	3	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	Mecánico	Detenido	Anual
				Empaque de válvula deteriorado	Cambio de empaque de válvula DN 200	6	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	Mecánico	Detenido	Anual
			No envía señal de confirmación	Switchs y levas finales de carrera en mal estado o fuera de posición	Se requiere hacer una inspección sensorial y verificar la correcta posición de las levas de accionamiento del switch tomando como referencia la muesca que está en el eje en posición en y off.	1	INSPECCION PERIODICA	Mecánico	Detenido	3 meses
				Cable deteriorado	Se requiere hacer una inspección sensorial del cableado del sensor, para verificar presencia de humedad, sulfatado, cable deteriorado.	0,5	INSPECCIÓN CONDICION	Eléctrico	Detenido	3 meses
Válvula con actuador ingreso de producto al tanque de mezcla 541			Mariposa de la válvula no gira	Mecanismos de accionamiento en mal estado	Se requiere el desmontaje de la caja de accionamiento de la válvula, para una inspección sensorial y lubricación de componentes.	3	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	Mecánico	Detenido	Anual
				Empaque de válvula deteriorado	Cambio de empaque de válvula DN 200	6	MANTENIMIENTO	Mecánico	Detenido	Anual
			No envía señal de confirmación	Switch finales de carrera en mal estado o fuera de posición	Se requiere hacer una inspección sensorial y verificar la correcta posición de las levas de accionamiento del switch tomando como referencia la muesca que está en el eje, en posición en y off.	1	PLANIFICA INSPECCION PERIODICA	Mecánico	Detenido	3 meses
				Cable deteriorado	Se requiere hacer una inspección sensorial del cableado del sensor, para verificar presencia de humedad, sulfatado, cable deteriorado.	0,5	INSPECCIÓN CONDICION	Eléctrico	Detenido	3 meses
Aspersor para limpieza de tanque dosificador 1	Limpieza de tanque dosificador	Limpieza deficiente	Boquilla no lava	Boquilla de aspersores obstruidas	Se requiere desmontaje de las duchas para realizar limpieza de las boquillas e inspección sensorial.	2	INSPECCION PERIODICA	Mecánico	Detenido	Mensual
				Mecanismo de accionamiento en mal estado	Se requiere desmontaje de las duchas para realizar limpieza e inspección sensorial al mecanismo del aspersor.	2	INSPECCION PERIODICA	Mecánico	Detenido	Mensual
Aspersor para limpieza de tanque dosificador 2				Boquilla de aspersores obstruidas	Se requiere desmontaje de las duchas para realizar limpieza de las boquillas e inspección sensorial.	2	INSPECCION PERIODICA	Mecánico	Detenido	Mensual
				Mecanismo de accionamiento en mal estado	Se requiere desmontaje de las duchas para realizar limpieza e inspección sensorial al mecanismo del aspersor.	2	INSPECCION PERIODICA	Mecánico	Detenido	Mensual
Cedazo envío de bebida a la llenadora	Filtrar impurezas que pueda contener el producto	No filtra impurezas	Deja pasar impurezas hacia la llenadora	Rotura de cedazo	Se requiere desmontaje del cedazo para limpieza e inspección sensorial	0,5	INSPECCION PERIODICA	Mecánico / Operador	Detenido	Semanal
			Restringe caudal de bebida hacia la llenadora	Cedazo saturado	Se requiere desmontaje del cedazo para limpieza e inspección sensorial	0,5	INSPECCION PERIODICA	Mecánico / Operador	Detenido	Semanal
			Restringe caudal de bebida hacia la llenadora	Cedazo fuera de posición	Se requiere inspección sensorial para verificar la correcta posición del cedazo con respecto al sentido de flujo.	0,5	INSPECCION PERIODICA	Mecánico / Operador	Detenido	Semanal

AMEF DE EQUIPO CRITICO A: MIXER KRONES VALOR DE CRITICDAD: 64.37 NUMERO DE ACTIVO SAP: 10007993					LISTA DE INSTRUCCCIONES PARA PLANIFICACION					
COMPONENTE	FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CAUSA RAIZ (APLICAR 5 X QUE´S)	ACTIVIDAD DETECCION Y/O PREVENCION (Qué y cómo, para evitar la causa raíz)	TIEMPO ESTIMADO (horas)	CLASE ACTIVIDAD	ESPECIALIDAD TÉCNICA REQUERIDA	REQUIERE EL EQUIPO EN OPERACIÓN/DETENI	FRECUENCIA SUGERIDA
Sonda de temperatura PT 100 TT521	Medición de la temperatura de enfriamiento del producto	No mide temperatura del producto	No envía / mala señal de control	Falso contacto en bornes	Realizar el ajuste de borneras y verificar el estado de terminales	0,5	INSPECCIÓN CONDICION	Eléctrico	Detenido	3 meses
				Componentes electrónicos en mal estado	Se requiere tomar mediciones de alimentación de la sonda y los valores de las señales de entrada / salida.	0,5	MONITOREO DE CONDICIÓN	Eléctrico	Detenido	Mensual
				Cable deteriorado	Se requiere hacer una inspección sensorial del cableado del sensor, para verificar presencia de humedad, sulfatado, cable deteriorado.	0,5	INSPECCIÓN CONDICION	Eléctrico	Detenido	3 meses
Válvula con actuador ingreso de agua 501 (DN 100)	Apertura el pase de agua al tanque desarenador	No apertura/cierra el paso de producto	Mariposa de la válvula no gira	Mecanismos de accionamiento en mal estado	Se requiere el desmontaje del actuador de la válvula, para limpieza, inspección sensorial y lubricación de componentes.	4	INSPECCION PERIODICA	Mecánico	Detenido	Semestral
				Empaque de válvula deteriorado	Cambio de empaque de válvula DN 100	4	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	Mecánico	Detenido	Semestral
			No envía señal de confirmación	Switch finales de carrera en mal estado o fuera de posición	Se requiere hacer una inspección sensorial y verificar la correcta posición del tope de accionamiento del switch tomando como referencia la muestra que está en el eje en posición en y off.	0,5	INSPECCIÓN CONDICION	Eléctrico	Detenido	3 meses
				Cable deteriorado	Se requiere hacer una inspección sensorial del cableado del sensor, para verificar presencia de humedad, sulfatado, cable deteriorado.	0,5	INSPECCIÓN CONDICION	Eléctrico	Detenido	3 meses
Bomba de enfriamiento P502	Envío de producto para enfriamiento y carbonatación	No envía producto	Fuga de bebida	Desgaste en sello mecánico	Se requiere desmontar la tapa del impulsor e impulsor para proceder a hacer una inspección sensorial del estado del sello mecánico.	3	INSPECCION PERIODICA	Mecánico	Detenido	Semestral
			Baja presión	Impulsor suelto	Se requiere desmontar la tapa del impulsor y verificar el ajuste de componentes de fijación del impulsor.	3	INSPECCION PERIODICA	Mecánico	Detenido	Semestral
				Desgaste de rodamientos	Se requiere realizar una inspección sensorial, verificando que no haya ruidos extraños en el motor.	0,3	INSPECCIÓN CONDICION	Mecánico	Operación	Mensual
				Parámetros de variador incorrectos	Se requiere verificar los parámetros de frecuencia máxima (60 Hz) y mínima (0 Hz)	0,3	MONITOREO DE CONDICIÓN	Eléctrico	Detenido	Mensual
			Sobre carga	Bobinado con bajo aislamiento	Se requiere revisar el estado del bobinado del motor, midiendo el aislamiento con el meghometro (>500MΩ), continuidad de cada bobina y medir el consumo de corriente max 28.75 A.	2	MONITOREO DE CONDICIÓN	Eléctrico	Detenido	Semestral
				Cable con bajo aislamiento	Se requiere revisar el estado del cable de alimentación del motor, midiendo el aislamiento con el meghometro (>500MΩ).	1	MONITOREO DE CONDICIÓN	Eléctrico	Detenido	Semestral
				Rodamientos en mal estado	Cambio de rodamientos	3	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	Mecánico	Detenido	Anual
Válvula proporcional ingreso de glicol 520	Control de ingreso de glicol al intercambiador	No apertura / cierra paso de glicol	No modula la apertura / cierre de válvula	Fugas en cámara de aire	Se requiere el desmontaje de la cámara de aire, para inspeccionar el estado de empaques y retenes.	2	INSPECCION PERIODICA	Mecánico	Detenido	Semestral
				Mecanismo de accionamiento en mal estado	Se requiere el desmontaje de la válvula para limpiar y lubricar el eje de accionamiento de la misma.	2	INSPECCION PERIODICA	Mecánico	Detenido	Semestral
			No envía / mala señal de control	Calibración fuera de rango	Se requiere calibrar la válvula aplicando el procedimiento de calibración. Válvula cerrada 4 ma, válvula abierta al 100% 20 ma.	1	MONITOREO DE CONDICIÓN	Eléctrico	Detenido	Semestral
				Falso contacto en bornes	Realizar el ajuste de borneras y verificar el estado de terminales	3	INSPECCIÓN CONDICION	Eléctrico	Detenido	3 meses
				Cable deteriorado	Se requiere hacer una inspección sensorial del cableado del sensor, para verificar presencia de humedad, sulfatado, cable deteriorado.	0,5	INSPECCIÓN CONDICION	Eléctrico	Detenido	3 meses

AMEF DE EQUIPO CRITICO A: MIXER KRONES VALOR DE CRITICDAD: 64.37 NUMERO DE ACTIVO SAP: 10007993					LISTA DE INSTRUCCCIONES PARA PLANIFICACION					
COMPONENTE	FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CAUSA RAIZ (APLICAR 5 X QUE´S)	ACTIVIDAD DETECCION Y/O PREVENCION (Qué y cómo, para evitar la causa raíz)	TIEMPO ESTIMADO (horas)	CLASE ACTIVIDAD	ESPECIALIDAD TÉCNICA REQUERIDA	REQUIERE EL EQUIPO EN OPERACIÓN/DETENI	FRECUENCIA SUGERIDA
Aspersor para limpieza de tanque de mezcla	Limpieza de tanque en cambios de sabor	Limpieza deficiente	Boquilla no lava	Boquilla de aspersores obstruidas	Se requiere desmontaje de las duchas para realizar limpieza de las boquillas e inspección sensorial.	2	INSPECCION PERIODICA	Mecánico	Detenido	Mensual
				Mecanismo de accionamiento en mal estado	Se requiere desmontaje de las duchas para realizar limpieza e inspección sensorial al mecanismo del aspersor.	2	INSPECCION PERIODICA	Mecánico	Detenido	Mensual
Sensor nivel de rebose de producto LS 515	Bloquear equipo por sobrellenado de producto	No bloquea equipo	Sensor de nivel en mal estado	Falso contacto en bornes	Realizar el ajuste de borneras y verificar el estado de terminales	0,5	INSPECCIÓN CONDICION	Eléctrico	Detenido	3 meses
				Componentes electrónicos en mal estado	Se requiere tomar mediciones de alimentación de la sonda y los valores de las señales de entrada / salida.	0,5	MONITOREO DE CONDICIÓN	Eléctrico	Detenido	Mensual
				Cable deteriorado	Se requiere hacer una inspección sensorial del cableado del sensor, para verificar presencia de humedad, sulfatado, cable deteriorado.	0,5	INSPECCIÓN CONDICION	Eléctrico	Detenido	3 meses
Sensor de presión PI 521	Control de alivio sobrepresión	Variación de carbonatación de producto	Sensor de nivel en mal estado	Falso contacto en bornes	Realizar el ajuste de borneras y verificar el estado de terminales	0,5	INSPECCIÓN CONDICION	Eléctrico	Detenido	3 meses
				Componentes electrónicos en mal estado	Se requiere tomar mediciones de alimentación de la sonda y los valores de las señales de entrada / salida.	0,5	MONITOREO DE CONDICIÓN	Eléctrico	Detenido	Mensual
				Cable deteriorado	Se requiere hacer una inspección sensorial del cableado del sensor, para verificar presencia de humedad, sulfatado, cable deteriorado.	0,5	INSPECCIÓN CONDICION	Eléctrico	Detenido	3 meses
Bomba de envío P 503	Envío de producto a llenadora	No envía producto a la llenadora	Fuga de bebida	Desgaste en sello mecánico	Se requiere desmontar la tapa del impulsor e impulsor para proceder a hacer una inspección sensorial del estado del sello mecánico.	3	INSPECCION PERIODICA	Mecánico	Detenido	Semestral
			Baja presión	Impulsor suelto	Se requiere desmontar la tapa del impulsor y verificar el ajuste de componentes de fijación del impulsor.	3	INSPECCION PERIODICA	Mecánico	Detenido	Semestral
				Desgaste de rodamientos	Se requiere realizar una inspección sensorial, verificando que no haya ruidos extraños en el motor.	0,3	INSPECCIÓN CONDICION	Mecánico	Operación	Mensual
				Parámetros de variador incorrectos	Se requiere verificar los parámetros de frecuencia máxima (60 Hz) y mínima (0 Hz)	0,3	MONITOREO DE CONDICIÓN	Eléctrico	Detenido	Mensual
			Sobrecarga	Bobinado con bajo aislamiento	Se requiere revisar el estado del bobinado del motor, midiendo el aislamiento con el meghometro (>500MΩ), continuidad de cada bobina y medir el consumo de corriente max 28.75 A.	2	MONITOREO DE CONDICIÓN	Eléctrico	Detenido	Semestral
				Cable con bajo aislamiento	Se requiere revisar el estado del cable de alimentación del motor, midiendo el aislamiento con el meghometro (>500MΩ).	1	MONITOREO DE CONDICIÓN	Eléctrico	Detenido	Semestral
				Rodamientos en mal estado	Cambio de rodamientos	3	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	Mecánico	Detenido	Anual
Bomba alimentación de agua a dosificadores	Alimentación de agua a los dosificadores 1 y 2	No envía agua a los dosificadores	Fuga de agua	Desgaste en sello mecánico	Se requiere desmontar la tapa del impulsor para proceder a hacer una inspección sensorial del estado del sello mecánico.	3	INSPECCION PERIODICA	Mecánico	Detenido	Semestral
	Alimentación de agua a los dosificadores 1 y 3		Baja presión	Impulsor suelto	Se requiere desmontar la tapa del impulsor y verificar el ajuste de componentes de fijación del impulsor.	3	INSPECCION PERIODICA	Mecánico	Detenido	Semestral
	Alimentación de agua a los dosificadores 1 y 4			Desgaste de rodamientos	Se requiere realizar una inspección sensorial, verificando que no haya ruidos extraños en el motor.	0,3	INSPECCIÓN CONDICION	Mecánico	Operación	Mensual
	Alimentación de agua a los dosificadores 1 y 5			Parámetros de variador incorrectos	Se requiere verificar los parámetros de frecuencia máxima (60 Hz) y mínima (0 Hz)	0,3	MONITOREO DE CONDICIÓN	Eléctrico	Detenido	Mensual

AMEF DE EQUIPO CRITICO A: MIXER KRONES VALOR DE CRITICDAD: 64.37 NUMERO DE ACTIVO SAP: 10007993					LISTA DE INSTRUCCCIONES PARA PLANIFICACION					
COMPONENTE	FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CAUSA RAIZ (APLICAR 5 X QUE´S)	ACTIVIDAD DETECCION Y/O PREVENCION (Qué y cómo, para evitar la causa raíz)	TIEMPO ESTIMADO (horas)	CLASE ACTIVIDAD	ESPECIALIDAD TÉCNICA REQUERIDA	REQUIERE EL EQUIPO EN OPERACIÓN/DETENI	FRECUENCIA SUGERIDA
P-501	Alimentación de agua a los dosificadores 1 y 6		Sobrecarga	Bobinado con bajo aislamiento	Se requiere revisar el estado del bobinado del motor, midiendo el aislamiento con el meghometro (>500MΩ), continuidad de cada bobina y medir el consumo de corriente max 28.75 A.	2	MONITOREO DE CONDICIÓN	Eléctrico	Detenido	Semestral
	Alimentación de agua a los dosificadores 1 y 7			Cable con bajo aislamiento	Se requiere revisar el estado del cable de alimentación del motor, midiendo el aislamiento con el meghometro (>500MΩ).	1	MONITOREO DE CONDICIÓN	Eléctrico	Detenido	Semestral
	Alimentación de agua a los dosificadores 1 y 8			Rodamientos en mal estado	Cambio de rodamientos	3	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	Mecánico	Detenido	Anual
Válvula proporcional 515 ingreso de CO2 para desaereado	Controla la presión de CO2 para desaereado de tanques	Variación de carbonatación del producto	No modula la apertura / cierre de válvula	Fugas en cámara de aire	Se requiere el desmontaje de la cámara de aire, para inspeccionar el estado de empaques y retenes.	2	INSPECCION PERIODICA	Mecánico	Detenido	Semestral
				Mecanismo de accionamiento en mal estado	Se requiere el desmontaje de la válvula para limpiar y lubricar el eje de accionamiento de la válvula.	2	INSPECCION PERIODICA	Mecánico	Detenido	Semestral
			No envía / mala señal de control	Calibración fuera de rango	Se requiere calibrar la válvula aplicando el procedimiento de calibración. Válvula cerrada 4 ma, válvula abierta al 100% 20 ma.	1	MONITOREO DE CONDICIÓN	Eléctrico	Detenido	Semestral
				Falso contacto en bornes	Realizar el ajuste de borneras y verificar el estado de terminales	3	INSPECCIÓN CONDICION	Eléctrico	Detenido	3 meses
				Cable deteriorado	Se requiere hacer una inspección sensorial del cableado del sensor, para verificar presencia de humedad, sulfatado, cable deteriorado.	0,5	INSPECCIÓN CONDICION	Eléctrico	Detenido	3 meses

Fuente:Elaboracion propia

El análisis de confiabilidad realizado, nos permitio obtener la informacion siguiente:

El análisis taxonómico nos permitió identificar 111 componentes en los diferentes sistemas que componen el equipo como son: Sistema de dosificación y mezcla, sistema electro neumático

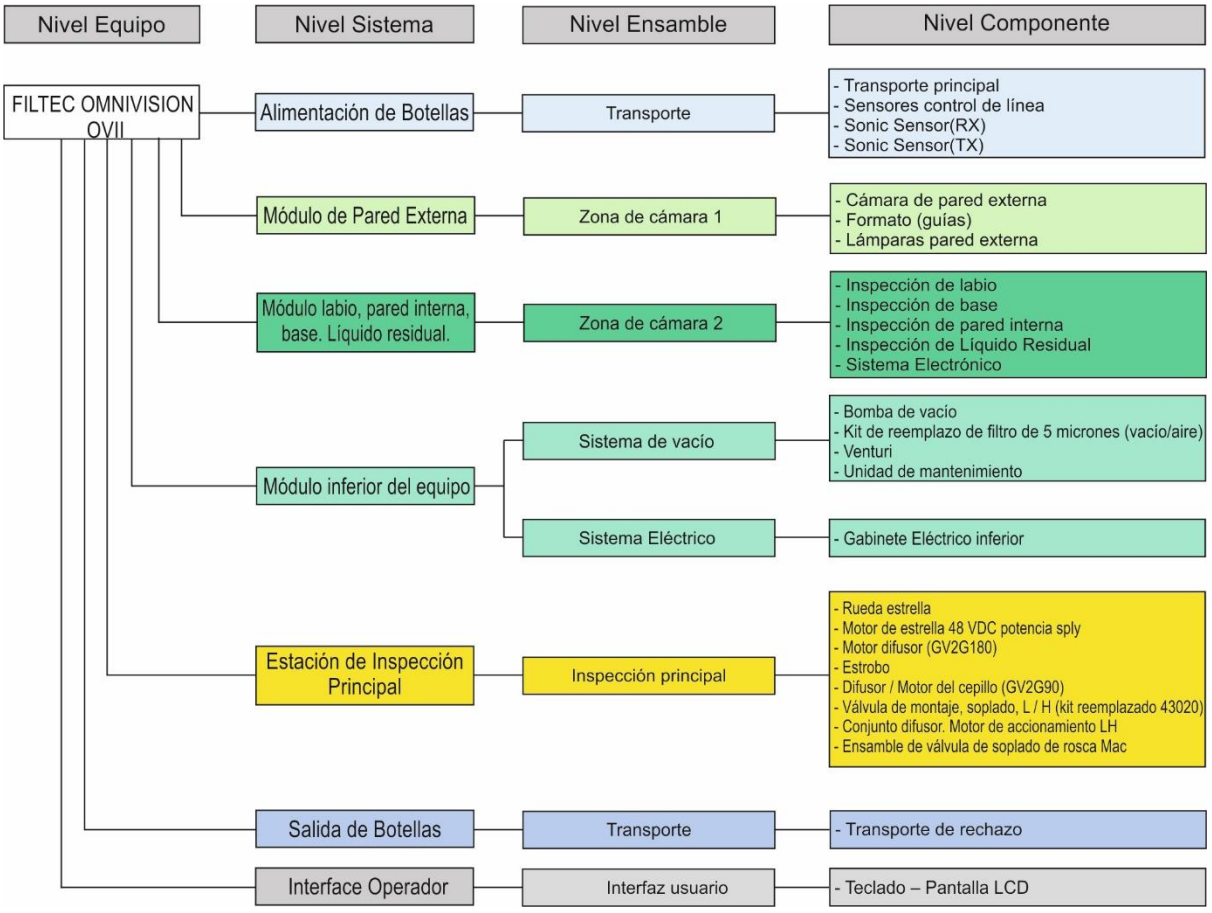
Después de haber realizado el análisis de criticidad de componentes y de aplicar el Principio de Pareto se determinó realizar el AMEF a 22 componentes, los cuales presentan el mayor índice de criticidad, observándose un rango de puntuación máximo de 54 para el componente Sonda analógica de nivel 4- 20 ma y un rango de puntuación mínimo de 42 para el componente Válvula proporcional 515 ingreso de CO2 para desairado.

En cuanto al AMEF, el objetivo principal es determinar las causas raíz que originan las fallas para a su vez definir la acción correctiva, el responsable de la ejecución, y la frecuencia de la actividad a realizar. Este análisis nos permitió identificar 85 causas raíz y sus respectivas actividades de detección y prevención.

5.4.4 Análisis de confiabilidad de inspector electrónico botellas vacías

A continuación se procederá a determinar el análisis de confiabilidad del inspector de botellas vacías

Tabla 37. Taxonomía inspector electrónico botellas vacias



Fuente: Elaboracion propia

Tabla 38. Análisis de criticidad de activos: inspector de botellas vacías

MANTENIMIENTO
ANALISIS DE CRITICIDAD DE ACTIVOS: INSP. BOTELLAS VACÍAS

COMPONENTE	FUNCIÓN	SeveridadOperacional	Severidaddeseguridad	iesgoPotencialLesionesPerso	RiesgoPotenciaFuegoExposicio		Severidadambiental	EmisionalAmbiente	DerrameQuimico	ConfiabilidadydiseÑo	Mantenibilidad	FrecuenciadeFallas	RepuestosyTiempostEntre	SeveridadenCalidad	SeveridadCalidadEfectoCliente	everidadcalidadefectoelaborac	Sumadecriterios	Criticidaddelcomponente
Cámara pared externa	Mantener los voltajes deseados y captura de imagen a inspeccionar	60	0	0	0	0	0	0	0	100	25	20	0	105	60	45	310	35,1
Lámparas pared externa	Generar la luz de iluminación de botellas para inspección de pared externa.	60	0	0	0	0	0	0	0	100	25	20	0	105	60	45	310	35,1
Inspección de labio	Inspecciona defectos que pueda tener en el labio de la botella. Realizar la inspección del pico de la botella bajo patrones de falla.	60	0	0	0	0	0	0	0	100	25	20	0	105	60	45	310	35,1
Inspección de base	Inspecciona defectos que pueda tener en la base de la botella así como cuerpos extraños. Realizar la inspección de base de la botella bajo patrones de falla.	60	0	0	0	0	0	0	0	100	25	20	0	105	60	45	310	35,1
Inspección de pared interna	Inspecciona defectos que pueda tener en la pared interna de la botella así como cuerpos extraños.	60	0	0	0	0	0	0	0	100	25	20	0	105	60	45	310	35,1
Inspección de Líquido Residual	Sensor célula fotoeléctrica, inspecciona líquido residual en las botellas.	60	0	0	0	0	0	0	0	100	25	20	0	105	60	45	310	35,1
Venturi	Genera vacío.	40	0	0	0	0	0	0	0	100	0	60	0	105	60	45	305	34,5
Rueda estrella	Es el componente que traslada la botella por las cámaras en forma paralela, por medio de succión.	40	0	0	0	0	0	0	0	100	0	60	0	105	60	45	305	34,5
5 Micron Filter Replacement Kit (Vac/Air)	Juego de filtros aire vacío. Componente de filtrado de humedad y polvo.	20	0	0	0	0	0	0	0	100	0	60	0	105	60	45	285	32,2
Unidad de mantenimiento (Filtro de vacío y filtro de aire	Ingreso de aire al sistema min 80 psi.	20	0	0	0	0	0	0	0	100	0	60	0	105	60	45	285	32,2
Transporte de rechazo	Evacuación de botella de rechazo de inspección.	60	0	0	0	0	0	0	0	100	0	20	0	105	60	45	285	32,2
Transporte principal	Es el transporte que pasa por la parte central del equipo, trabaja a velocidades requeridas para las inspecciones.	40	24	0	0	24	0	0	0	100	0	20	0	90	45	45	274	31
Motor de estrella 48 VDC potencia sply	Motor que da la potencia a la rueda estrella.	40	0	0	0	0	0	0	0	100	0	20	0	105	60	45	265	30
Motor difusor (GV2G180)	Motor que da la potencia disco difusor.	40	0	0	0	0	0	0	0	100	0	20	0	105	60	45	265	30
Válvula de montaje, soplado, L / H (kit reemplazado 43020)	Plato de transferencia de VACIO Y PRESIÓN DE AÍRE	40	0	0	0	0	0	0	0	100	0	20	0	105	60	45	265	30
Conjunto difusor. Motor de accionamiento LH	Motor que le da el giro al vidrio difusor	40	0	0	0	0	0	0	0	100	0	20	0	105	60	45	265	30
Ensamble de válvula de soplado de rosca Mac	Válvula de paso de aíre para soplado de base de botellas	40	0	0	0	0	0	0	0	100	0	20	0	105	60	45	265	30
Sistema Electrónico	Gabinete donde se encuentra la electrónica y cámaras, sensor, para inspección de Base, ISW, RLRLD.	60	0	0	0	0	0	0	0	100	25	20	0	15	0	15	220	24,9
Gabinete Eléctrico inferior	Gabinete donde se encuentra la electrónica del equipo.	60	0	0	0	0	0	0	0	100	25	20	0	15	0	15	220	24,9
Formato (guías)	Formato para diversos tipos de botellas.	20	0	0	0	0	0	0	0	100	25	40	0	15	0	15	200	22,6
Sensor fotoeléctrico	Sensor de caída de botella.	40	0	0	0	0	0	0	0	100	24	20	0	15	0	15	199	22,5
Sensores control de línea	Sonic Sensor (RX) Recepcionar señal de regulación de velocidad de inspector.	40	0	0	0	0	0	0	0	100	24	20	0	15	0	15	199	22,5
Sensores control de línea	Sonic Sensor(TX) Transferir señal de regulación de velocidad de inspector,	40	0	0	0	0	0	0	0	100	24	20	0	15	0	15	199	22,5
Estrobo	Da la luz para inspección interior de la botella.	60	0	0	0	0	0	0	0	100	0	20	0	15	0	15	195	22,1
Difusor / Motor del cepillo (GV2G90)	Motor que da la potencia a la escobilla de limpieza de vidrio difusor.	40	0	0	0	0	0	0	0	20	0	20	0	105	60	45	185	20,9
Teclado – Pantalla LCD	Panel de control del operador	40	0	0	0	0	0	0	0	100	0	20	0	15	0	15	175	19,8
Bomba de vacío	Genera vacío.	40	0	0	0	0	15	0	15	0	0	0	0	15	0	15	70	7,92

Fuente: Elaboracion propia

Tabla 39. Análisis de modos y efectos de fallas Inspector de botellas vacías l2 valor de criticidad

AMEF DE EQUIPO CRITICO A: INSPECTOR DE BOTELLAS VACIAS L2 VALOR DE CRITICIDAD: 62.78 NUMERO DE ACTIVO SAP: 10008001					LISTA DE INSTRUCCCIONES PARA PLANIFICACION					
COMPONENTE	FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CAUSA RAIZ (APLICAR 5 X QUE´S)	ACTIVIDAD DETECCION Y/O PREVENCION (Qué y cómo, para evitar la causa raíz)	TIEMPO ESTIMADO (horas)	CLASE ACTIVIDAD	ESPECIALIDAD TÉCNICA REQUERIDA (eléctrico, mecánico,	REQUIERE EL EQUIPO EN OPERACIÓN/DETENIDO	FRECUENCIA SUGERIDA
Gabinete de cámara de pared externa	Mantener los voltajes deseados y captura de imagen a inspeccionar	No logra mantener los voltajes deseados (No inspecciona imagen de pared externa)	No hay imagen	Cámara defectuosa	Inspección sensorial (limpieza de lente de Cámara).	1	INSPECCIÓN DE CONDICIÓN	Eléctrico	DETENIDO	Semanal
					Regulación y calibración de lentes de cámara, calibración de servomotores de brillo y zoom.	2	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	Instrumentista	DETENIDO	Trimestral
				Fuente de alimentación dañada	Inspección y medición de Voltaje 12 Vdc, con una diferencia de +/- 5%. Revisar y reajustar terminales.	0,25	MONITOREO DE CONDICIÓN	Eléctrico	OPERANDO	Semanal
				Alteración de receta, no carga al 100%	Inspección visual al momento de cambio de formato.	0,25	INSPECCIÓN DE CONDICIÓN	Operador	DETENIDO	Mensual
				Cable de comunicación defectuoso	Revisión visual, medición de continuidad entre pines.	1	MANTENIMIENTO PLANIFICAD	Eléctrico	DETENIDO	Anual
			Imagen defectuosa	Tarjeta de control defectuoso	Revisión sensorial de leds de controlador, medición de continuidad entre pines y reajuste de terminales.	1	O MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	Instrumentista	DETENIDO	Mensual
				Faja dentada de elevación en mal estado	Revisión e inspección de faja dentada.	0,5	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	Eléctrico	OPERANDO	Mensual
				Falla de potenciómetro de regulación de altura (ESPEJO)	Inspección y medición de valor de resistencia variable, revisión de cable y terminales.	0,5	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	Eléctrico	DETENIDO	Semanal
			Tarjeta de controlador apagada, cámara apagada.	Voltajes de alimentación a cámara y servomotor defectuoso	Inspección y medición de voltaje (alim. Cámara 12 vdc; alim. Servo 5 Vdc)	1	MONITOREO DE CONDICIÓN	Eléctrico	OPERANDO	Mensual
Gabinete lámpara pared externa	Generar la luz de iluminacion de botellas para inspección de pared externa.	Falta de luz	Imagen oscura	Lámpara quemada o nivel de luz bajo	Inspección visual de lámparas, mediciones de continuidad y reajuste de terminales.	0,5	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	Instrumentista	DETENIDO	Mensual
					Realizar medición de nivel de luz.(Por determinar lux)	0,5	MONITOREO DE CONDICIÓN	Instrumentista	OPERANDO	Mensual
				Balastro malogrado	Realizar las mediciones de Voltajes (220 vac) y reajuste de terminales.	0,5	MONITOREO DE CONDICIÓN	Eléctrico	DETENIDO	Mensual
Inspección labio	Realizar la inspección del pico de la botella bajo patrones de falla.	Imagen descentrada / No inspecciona labio	No hay imagen	Cámara inoperativa	Inspección sensorial (Limpieza de lente de cámara).	1	INSPECCIÓN CONDICION	Eléctrico	DETENIDO	Semanal
					Regulación y calibración de lentes de Cámara (FOCUS).	2	MANTENIMIENTO PLANIFICAD	Instrumentista	DETENIDO	Trimestral
				Fuente de alimentación de 48 vdc dañada	Inspección y medición de voltaje 48 Vdc	0,25	MONITOREO DE CONDICIÓN	Eléctrico	OPERANDO	Semanal
				Alteración de receta, no carga al 100%	Inspección visual, al momento de cambio de formato.	0,25	INSPECCIÓN CONDICION	Instrumentista	DETENIDO	Mensual
				Cable de comunicación dañado	Realizar medición de continuidad entre pines.	0,5	MANTENIMIENTO PLANIFICAD	Instrumentista	DETENIDO	Anual
				Leds de iluminación	Realizar medición de voltaje al ingreso de tarjeta de control. (24vdc)	2	MONITOREO DE CONDICIÓN	Instrumentista	DETENIDO	Anual
				Tarjeta de control de servomotores defectuosa	Verificar voltaje de alimentación al Servomotor(Zoom y Brillo).voltaje de 5 Vdc.	0,5	MONITOREO DE CONDICIÓN	Operador	DETENIDO	Semanal
			Imagen fuera de área de inspección	Desalineación de cámara	Verificar alineamiento de cámara, según correcto centrado de imagen en pantalla	1	INSPECCIÓN CONDICION	Instrumentista	DETENIDO	Mensual
				Desalineación de torreta reflectante	Verificar que el espejo reflectante este alineado.(alineamiento visual de acuerdo a imagen en pantalla)	1	INSPECCIÓN DE CONDICIÓN	Instrumentista	DETENIDO	Anual
				Receta dañada	Verificar en el panel de operación que la secuencia de carga de receta llegue al 100%	0,5	INSPECCIÓN CONDICION	Instrumentista	DETENIDO	Mensual
				Faja de sujeción de botella estirada (NARANJA)	Verificación visual y medición de tensado de faja.	0,5	INSPECCIÓN DE CONDICIÓN	Operador	DETENIDO	Diario
				Mal montaje de formato	Verificación visual, regulación según diámetro de botella.	0,5	INSPECCIÓN DE CONDICIÓN	Operador	DETENIDO	Cada cambio de producto
				De sincronismo del disparo	Verificación visual, regulación de valores de centrado. Verificar en la hoja de parámetros pegados en el equipo.	0,5	INSPECCIÓN CONDICION	Operador	OPERANDO	Cada cambio de producto
Inspección de base	Realizar la inspección de base de la botella bajo patrones de falla	Imagen descentrada / No inspecciona base	No hay imagen	Cámara inoperativa	Inspección sensorial (limpieza de lente de Cámara).	1	INSPECCIÓN CONDICION	Eléctrico	DETENIDO	Semanal
					Regulación y calibración de lentes de cámara, calibración de servomotores de brillo y zoom.	2	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	Instrumentista	DETENIDO	Trimestral
				Fuente de alimentación dañada 24 vac	Inspección y medición de voltaje 24Vdc	0,25	MONITOREO DE CONDICIÓN	Eléctrico	OPERANDO	Semanal
				Receta dañada	Verificar en el panel de operación que la secuencia de carga de receta llegue al 100%	0,25	INSPECCIÓN CONDICION	Instrumentista	DETENIDO	Mensual
				Cable de comunicación dañado	Revisión visual, medición de continuidad entre pines.	0,5	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	Instrumentista	DETENIDO	Anual
				Estrobo de iluminación de base dañado	Verificar si el polarizador de base, se encuentra sucio o roto y realizar la limpieza i/o cambio.	1	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	Instrumentista	DETENIDO	Anual
					Cambio periódico de lámparas	2	MANTENIMIENTO PLANIFICAD	Instrumentista	DETENIDO	Anual
				Tarjeta de control de cámara defectuosa	Verificar si servomotor responde (Zoom y Brillo).Medir voltaje de alimentación al servomotor de 5 Vdc.	0,5	MONITOREO DE CONDICIÓN	Operador	DETENIDO	Semanal
				Transformador de alta tensión dañado	Verificar calidad de energía y niveles de tensión de salida. (1200 v) niveles con respecto a tierra. (Adquirir instrumento de medición y realizar procedimiento)	1	MONITOREO DE CONDICIÓN	Eléctrico	OPERANDO	Mensual
			Imagen fuera de	Desalineación de cámara	Verificar alineamiento de cámara, según centrado de imagen en pantalla	1	INSPECCIÓN DE CONDICIÓN	Instrumentista	DETENIDO	Mensual
				Desalineación de torreta reflectante	Verificar que el espejo reflectante este alineado.(alineamiento visual de acuerdo a imagen en pantalla)	1	INSPECCIÓN DE CONDICIÓN	Instrumentista	DETENIDO	Anual
				Receta dañada	Verificar en el panel de operación que la secuencia de carga de receta llegue al 100%	0,5	INSPECCIÓN CONDICION	Instrumentista	DETENIDO	Mensual

AMEF DE EQUIPO CRITICO A: INSPECTOR DE BOTELLAS VACIAS L2 VALOR DE CRITICIDAD: 62.78 NUMERO DE ACTIVO SAP: 10008001					LISTA DE INSTRUCCCIONES PARA PLANIFICACION					
COMPONENTE	FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CAUSA RAIZ (APLICAR 5 X QUE´S)	ACTIVIDAD DETECCION Y/O PREVENCION (Qué y cómo, para evitar la causa raíz)	TIEMPO ESTIMADO (horas)	CLASE ACTIVIDAD	ESPECIALIDAD TÉCNICA REQUERIDA (eléctrico, mecánico,	REQUIERE EL EQUIPO EN OPERACIÓN/DETENIDO	FRECUENCIA SUGERIDA
			área de inspección	Faja de sujeción de botella estirada (NARANJA)	Verificación visual y medición de faja	0,5	INSPECCIÓN DE CONDICIÓN	Operador	DETENIDO	Diario
				Mal montaje de formato	Verificación visual.	0,5	INSPECCIÓN DE CONDICIÓN	Operador	DETENIDO	Cada cambio de producto
				Desincronismo del disparo	Verificación visual, regulación de centrado. Hoja de parámetros de operación del equipo.	0,5	INSPECCIÓN CONDICION	Operador	OPERANDO	Cada cambio de producto
Inspección de pared interna	Inspecciona defectos que pueda tener en la pared interna de la botella así como cuerpos extraños.	Imagen descentrada / No inspecciona parte interna	No hay imagen	Cámara inoperativa	Inspección sensorial (limpieza de lente Cámara)	1	INSPECCIÓN CONDICION	Eléctrico	DETENIDO	Semanal
					Regulación y calibración de lentes de cámara, calibración de servomotores de brillo y zoom.	2	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	Instrumentista	DETENIDO	Trimestral
				Fuente de alimentación dañada	Inspección y medición de voltaje (12 Vdc.)	0,25	MONITOREO DE CONDICIÓN	Eléctrico	OPERANDO	Semanal
				Receta dañada	Verificar en el panel de operación que la secuencia de carga de receta llegue al 100%	0,25	INSPECCIÓN CONDICION	Instrumentista	DETENIDO	Mensual
				Cable de comunicación dañado	Cambio anual de cable de comunicación.	0,5	MANTENIMIENTO PLANIFICAD	Instrumentista	DETENIDO	Anual
				Descentrado de inspección	Inspección visual, recentrado de imagen.	2	INSPECCIÓN CONDICION	Instrumentista	DETENIDO	Anual
				Tarjeta de control servomotor defectuosa	Verificar voltaje de alimentación al Servomotor voltaje de 5 Vdc.	0,5	MONITOREO DE CONDICIÓN	Operador	DETENIDO	Semanal
			Imagen fuera de área de inspección	Desalineación de Cámara	Verificar alineamiento de cámara, según centrado de imagen en pantalla	1	INSPECCIÓN DE CONDICIÓN	Instrumentista	DETENIDO	Mensual
				Desalineación de torreta reflectante	Verificar que el espejo reflectante este alineado.(alineamiento visual de acuerdo a imagen en pantalla)	1	INSPECCIÓN DE CONDICIÓN	Instrumentista	DETENIDO	Anual
				Receta dañada	Verificar en el panel de operación que la secuencia de carga de receta llegue al 100%	0,5	INSPECCIÓN CONDICION	Instrumentista	DETENIDO	Cada cambio de producto
				Faja de sujeción de botella estirada (NARANJA)	Verificación visual y medición de faja.	0,5	INSPECCIÓN DE CONDICIÓN	Operador	DETENIDO	Diario
				Mal montaje de formato	Verificación e inspección visual.	0,5	INSPECCIÓN DE	Operador	DETENIDO	Cada cambio de producto
				Desincronismo del disparo	Verificación visual, regulación de valores de centrado. Revisar parámetros de operación en la hoja de parámetros del equipo.	0,5	CONDICIÓN INSPECCIÓN CONDICION	Operador	OPERANDO	Cada cambio de producto
Inspección de líquido residual	Sensor célula fotoeléctrica, inspecciona líquido residual en las botellas	No detecta presencia de líquido	No hay valor detección	Fuente de alimentación dañada	Inspección y medición de voltaje (5vdc y 12vdc)	0,25	MONITOREO DE CONDICIÓN	Eléctrico	OPERANDO	Semanal
				Receta dañado	Verificar en el panel de operación que la secuencia de carga de receta llegue al 100%	0,25	INSPECCIÓN CONDICION	Instrumentista	DETENIDO	Cada cambio de producto
				Cable de comunicación dañado	Verificación y medición de continuidad de pines del cable.	0,5	MANTENIMIENTO PLANIFICAD	Instrumentista	DETENIDO	Anual
				Sensor infrarojo de medición de intensidad de luz dañado.	Inspeccionar y verificar el buen funcionamiento del sensor que exista variación	2	MANTENIMIENTO PLANIFICAD	Instrumentista	DETENIDO	Anual
				Tarjeta de control defectuosa	Verificar alimentación de voltaje al servomotor (medición de voltaje de salida 5Vdc)	0,5	O MONITOREO DE CONDICIÓN	Operador	DETENIDO	Semanal
Venturi	Generar vacío deseado 16 o 20 pulgadas de mercurio	No genera vacío	No hay presión de vacío	Baja presión de ingreso de aire (75psi min.)	Verificar el valor con el manómetro de ingreso de aire.	0,5	INSPECCIÓN CONDICION	Operador	OPERANDO	Diario
Rueda estrella	Es el componente que traslada la botella por la cámara en forma paralela, por medio de succión.	No sujeta la botella	Caída de botellas gabinete	Ventosas dañadas	Inspección Visual y Sensorial de ventosas según formato.	0,5	INSPECCIÓN CONDICION	Operador	DETENIDO	Inicio de cada producción
				Faja color verde estirada	Medición de estiramiento (94 cm. Con una tolerancia de +3cm.)	0,5	MONITOREO DE CONDICIÓN	Operador	DETENIDO	Inicio de cada producción
				Faja color anaranjada estirada	Medición de estiramiento (132 cm. Con una tolerancia de +3cm.)	0,5	MONITOREO DE CONDICIÓN	Operador	DETENIDO	Cada cambio de producto
				Falta de vacío para una buena succión	Verificar presión de vacío. (14 INHG mínimo)	0,5	MONITOREO DE CONDICIÓN	Operador	DETENIDO	Inicio de cada producción
				Mal montaje de formato, plato válvula dañado	Verificar la correcta posición con respecto a eje central (cloutch), inspección de plato válvula	0,5	INSPECCIÓN CONDICION	Operador	DETENIDO	Inicio de cada producción
				Mala regulación de guías de ingreso	Acondicionar una herramienta que permita, verificar el diámetro entre guías	0,5	REDISEÑO	Operador	DETENIDO	Inicio de cada producción
Filtro de vacio 5 micras	Componente de filtrado de humedad y polvo.	Falta de vacío	No hay nivel de vacío necesario	Excesivo polvo en filtros	Inspección Visual	1	INSPECCION PERIODICA	Eléctrico	DETENIDO	Semanal
Filtro de aire	Componente de filtrado de humedad y polvo	Falta de presión de aire	No hay nivel de aire necesario	Excesivo polvo en mangueras de vacío	Inspección Visual, de ductos de mangueras y limpieza de resorte	1	INSPECCION PERIODICA	Eléctrico	DETENIDO	Semanal

Fuente: Elaboracion propia

Después de haber realizado el análisis de confiabilidad del inspector de botellas vacias, pudimos precisar la información siguiente:

El análisis taxonómico nos permitió identificar 27 componentes en los diferentes sistemas que componen el equipo como son: Alimentación de botellas, módulo de pared externa, modulo labio, pared interna, base liquida residual, modulo inferior del equipo, estación de inspección, principal salida de botellas, interface operador

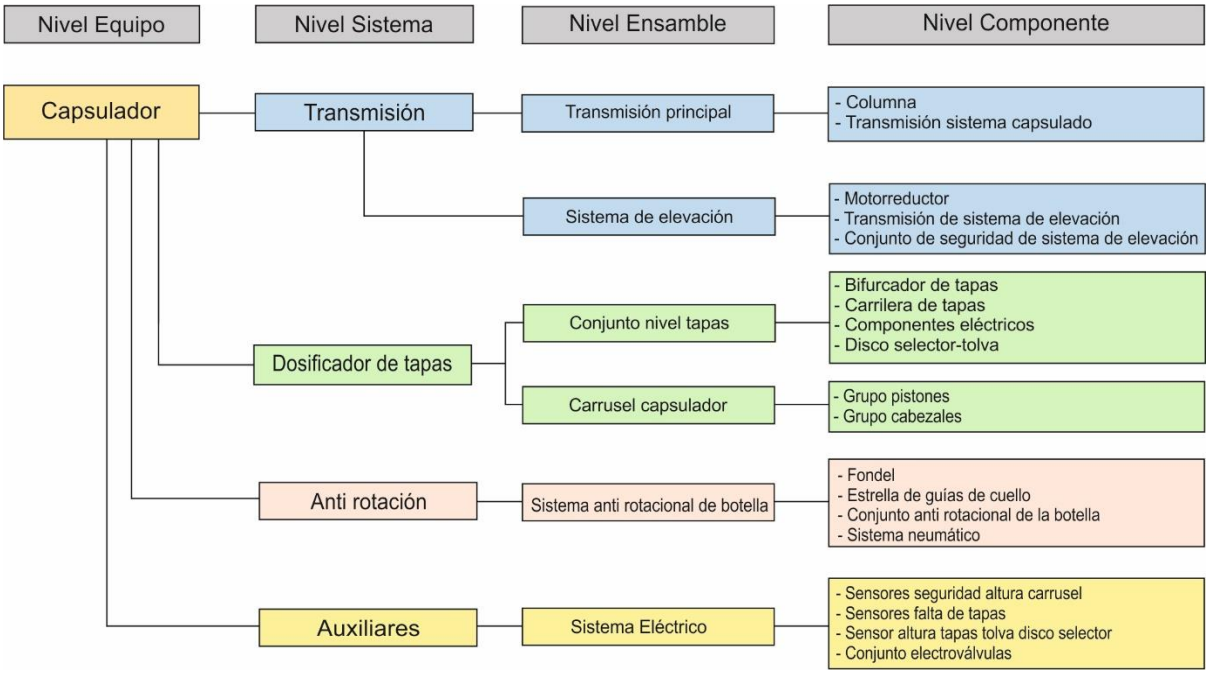
Después de haber realizado el análisis de criticidad de componentes y de aplicar el Principio de Pareto se determinó realizar el AMEF a 10 componentes los cuales presentan el mayor índice de criticidad observándose un rango de puntuación máximo de 35.1para el componente Cámara pared externa y un rango de puntuación mínimo de 32.2 para el componente Filtro de aire y filtro de vacío.

En cuanto al AMEF, el objetivo principal es determinar las causas raíz que originan las fallas para a su vez definir la acción correctiva, el responsable de la ejecución, y la frecuencia de la actividad a realizar. Este análisis nos permitió identificar 59 causas raíz y sus respectivas actividades de detección y prevención.

5.4.5 Análisis de confiabilidad de Capsulador Arol Krones

A continuación se procederá a determinar el análisis de confiabilidad de Capsulador Arol Krones

Tabla 40. Taxonomía capsulador arol krones



Fuente : Elaboracion propia

Tabla 41. Análisis de criticidad de activos: capsulador Krones

MANTENIMIENTO ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE ACTIVOS: CAPSULADOR KRONES																		
COMPONENTE	FUNCIÓN	SeveridadOperacional	Severidaddeseguridad	RiesgoPotencialLesionesPerso	RiesgoPotenciaFuegoExposicio	Riesgo Potencia Ejecución Tarea Mantto	Severidadambiental	EmisionalAmbiente	DerrameQuimico	Confiabilidadydiseño	Mantenibilidad	FrecuenciadeFallas	RepuestosyTiemposdeEntreg	SeveridadenCalidad	SeveridadCalidadEfectoCliente	severidadCalidadEfectoelaborac	Sumadecriterios	Criticidaddelcomponente
Grupo cabezales	Aplicar tapas a las botellas envasadas dando el torque de remoción a las tapas según el formato requerido.	40	36	12	0	24	45	15	30	40	25	40	20	100	60	40	346	39,1
Columna	Sostener todo el peso de los componentes de capsulado, es un soporte vertical.	100	24	0	0	24	15	0	15	100	50	0	20	30	15	15	339	38,3
Grupo pistones	Transmitir movimiento circular a los cabezales.	60	48	24	0	24	15	0	15	80	50	20	20	30	15	15	323	36,5
Transmisión sistema capsulado	Facilitar la motricidad de todo el carrusel de capsulado.	80	36	0	0	36	60	0	60	60	50	0	20	0	0	0	306	34,6
Disco selector-tolva	Entregar tapas a la carrilera.	40	24	0	0	24	0	0	0	80	50	40	20	30	15	15	284	32,1
Sensor altura tapas tolva disco selector	Sincronizar la cantidad de tapas en la tolva del capsulador con el abastecedor de tapas.	40	24	0	0	24	15	15	0	100	25	20	0	30	15	15	254	28,7
Conjunto electroválvulas	Accionar los sopladores en la carrilera de tapas.	40	24	0	0	24	15	15	0	100	25	20	0	30	15	15	254	28,7
Conjunto de seguridad de sistema de elevación	Asegurar que el carrusel no se mueva de su posición, anti vibración y tiene en la posición mínima y máxima finales de carrera.	60	24	0	0	24	0	0	0	40	25	40	20	30	15	15	239	27
Conjunto anti rotacional de la botella	Conjunto de poleas horizontales que guían a la faja anti rotacional.	40	36	12	0	24	0	0	0	40	25	40	0	45	30	15	226	25,6
Fondel	Base de la botella en el trayecto del capsulado. Proporciona estabilidad de botella en el capsulado.	40	36	12	0	24	15	15	0	40	25	20	0	45	15	30	221	25
Transmisión de sistema de elevación	Motricidad del sistema de elevación para dejar a la altura requerida del formato a producir.	80	0	0	0	0	0	0	0	40	25	40	20	0	0	0	205	23,2
Sensores falta de tapas	Sincronizar y dosificar las tapas en la carrilera.	20	72	12	24	36	15	15	0	20	25	20	0	15	15	15	187	21,2
Sistema neumático	Conjunto neumático que da la tensión requerida a la faja anti rotación.	40	36	12	0	24	0	0	0	20	25	20	0	45	15	30	186	21
Estrella de guías de cuello	Centrar las botellas en el carrusel.	40	12	12	0	0	15	15	0	40	25	20	0	30	15	15	182	20,6
Bifurcador de tapas	Bifurcador de tapas a capsulador o coronador	40	48	12	0	36	15	15	0	0	25	20	0	30	30	0	178	20,1
Componentes eléctricos	Realizar el automatismo de entrega de tapas en la carrilera.	20	36	12	0	24	0	0	0	60	25	20	0	15	0	15	176	19,9
Motor reductor	Dar la transmisión para el cambio de altura de carrusel según formato.	40	36	0	0	36	0	0	0	40	25	0	20	0	0	0	161	18,2
Sensores seguridad altura carrusel	Conjunto de sensores finales de carrera de control de altura de capsulado.	20	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	105	60	45	150	17
Carrilera de tapas	Deslizar las tapas	20	24	0	0	24	0	0	0	0	0	20	0	15	0	15	79	8,94

Fuente:Elaboracion propia

Tabla 42. Análisis de modos y efectos de fallas Capsulador Arol Krones

AMEF DE EQUIPO CRITICO A: CAPSULADORA AROL VALOR DE CRITICDAD: 62.22 NUMERO DE ACTIVO SAP: 10007991					LISTA DE INSTRUCCCIONES PARA PLANIFICACION					
COMPONENTE	FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CAUSA RAIZ (APLICAR 5 X QUE´S)	ACTIVIDAD DETECCION Y/O PREVENCION (Qué y cómo, para evitar la causa raíz)	TIEMPO ESTIMADO(hrs)	CLASE ACTIVIDAD	ESPECIALIDAD TÉCNICA REQUERIDA (eléctrico, mecánico,	REQUIERE EL EQUIPO EN OPERACIÓN/DETENIDO	FRECUENCIA SUGERIDA
Grupo cabezales	Aplicar tapas a las botellas envasadas dando el torque de remoción a las tapas según el formato requerido.	Capsulado no llega al torque especifico y no cumple especificaciones de calidad.	Torque de remoción superior o inferior al especifico	No se reguló el torque en los cabezales.	Verificar la regulación del torque para el envase, según las especificaciones de calidad.	1	INSPECCIÓN CONDICION	Mecánico	Detenido	Inicio de producción
			Variación del torque entre los cabezales	Deficiencia de los anillos magnéticos.	Verificar el estado de las magnetos (rayadura, desgaste).	2	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	Mecánico	Detenido	Semestral
				Falta de lubricación.	Lubricar según la cartilla, teniendo cuidado en el tipo de grasa, la cantidad y la frecuencia. Llenar el registro de la orden de mantenimiento.	3	LUBRICACIÓN	Lubricador	Detenido	Quincenal
			Capsulado con tapa ladeada	Cabezal descentrado con referencia a la estrella guía de la botella.	Verificar el centrado del cabezal y la estrella guía.	4	INSPECCIÓN CONDICION	Maquinista	Detenido	Diario
			Capsulado con precinto roto	La tapa baja demasiado en el pico de la botella.	Verificar la altura correcta del carrusel, según cartilla del operador.	5	INSPECCIÓN CONDICION	Maquinista	Detenido	Inicio de producción
			Tapa ladeada en el cono capsulador (chuck)	Cono capsulador no sujeta correctamente la tapa.	Verificar el estado de los chucks, billas completas y buenas condiciones de los O-rings.	6	INSPECCION PERIODICA	Mecánico	Detenido	Mensual
			Salida de botella sin tapa	La tapa no está bien colocada en el cono capsulador (chuck).	Regular la plancha a la salida del pic and place y el cono capsulador (chuck), debe tener una separación de 1.5 mm.	7	MONITOREO DE CONDICIÓN	Mecánico	Detenido	Semestral
Columna	Sostener todo el peso de los componentes de capsulado, es un soporte vertical.	Defecto en el capsulado, ruido en rodamiento del piñón principal.	Vibración en la columna	Falta de lubricación.	Lubricar según la cartilla, teniendo cuidado en el tipo de grasa, la cantidad y la frecuencia. Llenar el registro de la orden de mantenimiento.	8	LUBRICACIÓN	Lubricador	Detenido	Quincenal
				Rodamientos con defecto.	Monitoreo con ultrasonido, no debe estar por debajo 20 KHz. Por determinar valores base.	9	MONITOREO DE CONDICIÓN	Mecánico	Detenido	Semestral
				Desgaste en los piñones de la transmisión.	Inspeccionar el estado del tren de la transmisión de la columna.	10	INSPECCIÓN CONDICION	Mecánico	Detenido	Semestral
			Columna no gira	Crucetas del eje cardánico amarradas.	Inspeccionar el estado de las crucetas.	11	INSPECCIÓN CONDICION	Mecánico	Detenido	Semestral
				Caja reductora amarrada.	Inspeccionar el estado general de la caja (lubricación, rodamientos y piñones).	12	INSPECCIÓN CONDICION	Mecánico	Detenido	Anual
Grupo pistones	Mecanismo que transmiten movimiento circular a los cabezales.	No transmite movimiento circular uniforme a los cabezales.	Pistón no gira	Falta de lubricación.	Lubricar según la cartilla, teniendo cuidado en el tipo de grasa, la cantidad y la frecuencia. Llenar el registro de la orden de mantenimiento.	13	LUBRICACIÓN	Lubricador	Detenido	Quincenal
				Desgaste de los rodamientos del pistón.	Inspección visual de la condición del rodamiento.	14	INSPECCIÓN CONDICION	Mecánico	Detenido	Anual
				Desgaste de los piñones.	Inspección visual del estado de los piñones.	15	INSPECCIÓN	Mecánico	Detenido	Anual
				Rodamiento seguidor de leva no gira.	Lubricar según la cartilla, teniendo cuidado en el tipo de grasa, la cantidad y la frecuencia. Llenar el registro de la orden de mantenimiento.	16	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	Lubricador	Detenido	Quincenal
				Desgaste de los patines guía de leva.	Inspeccionar y regular los patines, debe tener 0.05 mm entre el patín y la leva.	17	MONITOREO DE CONDICIÓN	Mecánico	Detenido	Anual
Transmisión sistema capsulado	Facilitar la motricidad de todo el carrusel de capsulado.	Vibración, ruido y la velocidad no es constante	Desgaste de los elementos que componen el tren de transmisión	Presencia de cuerpo extraño entre los piñones	Inspección visual del estado de los piñones	18	INSPECCIÓN CONDICION	Maquinista	Detenido	Diario
				Falta de limpieza y lubricación.	Lubricar según la cartilla, teniendo cuidado en el tipo de grasa, la cantidad y la frecuencia. Llenar el registro de la orden de mantenimiento.	19	LUBRICACIÓN	Lubricador	Detenido	Quincenal
Disco selector-tolva	Entrega de tapas a la carrilera	Abastece tapas de forma continua	Moto reductor en falla	Falta de aceite en la caja reductora.	Verificar el nivel correcto del aceite en la caja, si es necesario cambiar el aceite referirse a la cartilla de lubricación.	20	INSPECCIÓN CONDICION	Lubricador	Detenido	Semestral
			Disco selector descalibrado o dañado	Sobrecarga en el disco selector al retirar tapas al final de la producción.	Inspeccionar el alineamiento del tambor.	21	INSPECCIÓN CONDICION	Maquinista	Detenido	Diario
Sensor de altura de tapas de tolva de disco selector	Sincronizar la cantidad de tapas en la tolva del capsulador con el abastecedor de tapas.	No hay tapas en la tolva del tambor selector	Sensor no manda señal	Falso contacto en las terminales del cableado del sensor.	Ajustar las borneras del cableado en el tablero que corresponde al sensor.	22	INSPECCION PERIODICA	Electricista	Detenido	Semestral
			Exceso o falta de tapas en la tolva del disco selector	Soporte del sensor suelto.	Inspeccionar el sensor (limpieza, ajuste del soporte y señal).	23	INSPECCIÓN CONDICION	Maquinista	Detenido	Diario
Conjunto electroválvulas	Accionar los sopladores en la carrilera de tapas.	No desliza correctamente las tapas en la carrilera	Electroválvula que comanda a los sopladores se encuentra con defecto	Falso contacto en el solenoide de la electroválvula.	Verificar el ajuste de las borneras en el tablero eléctrico que corresponde a las electroválvulas.	24	INSPECCION PERIODICA	Electricista	Detenido	Mensual
Conjunto de seguridad sistema de elevación	Asegurar que el carrusel no se mueva de su posición, anti vibración y tiene en la posición mínima y máxima finales de carrera.	El carrusel no conserva la posición que se deja al inicio de la producción	Componentes neumáticos y eléctricos del sistema con defecto	Falso contacto en el solenoide de la electroválvula, mala señal de los finales de carrera.	Inspeccionar el ajuste de las borneras en el tablero eléctrico que corresponde a las electroválvulas, verificar correcta señal de los finales de carrera.	25	INSPECCION PERIODICA	Electricista	Detenido	Mensual
Conjunto anti rotacional de la botella	Conjunto de poleas horizontales que guían a la faja anti rotacional.	Variación en el torque estático de la botella	La faja anti rotacional no desliza con normalidad	Mala regulación en el cambio de formato.	Verificar que la faja deslice con normalidad, los rodamientos de las poleas	26	INSPECCION PERIODICA	Maquinista	Detenido	Diario
				Mala condición de la faja anti rotación.	Verificar el estado de la faja anti rotación, es decir, inspeccionar que no se encuentre estirada, con cortes y desgaste.	27	INSPECCIÓN CONDICION	Maquinista	Detenido	Quincenal
Fondel	Base de la botella en el trayecto del capsulado. Proporciona estabilidad de botella en el capsulado.	Botella inestable o se atasca al ingreso del carrusel	Desgaste del fondel	El vidrio de las botellas rotas, daña a los fondeles o los despegan y se caen.	Inspeccionar el estado de los fondeles, verificar la altura correcta con referencia a la plancha de transferencia (máximo 1 mm debajo de la plancha).	28	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	Maquinista	Detenido	Quincenal
Transmisión de sistema de elevación	Motricidad del sistema de elevación para dejar a la altura requerida del formato a producir.	Motor no responde a la señal de movimiento del sistema de elevación	Carrusel no sube o baja para la regulación según formato	Defecto en el motor de elevación.	Medir el consumo de corriente del motor elevador para identificar un falso contacto.	29	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	Electricista	Detenido	Semestral
				Defecto en los componentes neumático y eléctrico del sistema de elevación.	Verificar en el tablero eléctrico, el ajuste de las borneras de los componentes electro neumáticos del sistema.	30	INSPECCIÓN CONDICION	Electricista	Detenido	Semestral
Sensores falta de tapas	Sincronizar y dosificar las tapas en la carrilera.	Faltan tapas en la carrilera	No sincroniza el envío de tapas del tambor a la carrilera	Mala señal o sensor descalibrado.	Regular la sensibilidad del sensor y los espejos del sensor en la carrilera.	31	INSPECCIÓN CONDICION	Electricista	Detenido	Mensual
Sistema neumático	Conjunto neumático que da la tensión requerida a la faja anti rotación.	Variación en el torque estático de la botella	Faja anti rotación muy suelta o dañada	Mala regulación de la tensión de la faja, después de un cambio de formato.	Revisar que la tensión de la faja sea la correcta (mínimo 1.5 bar y máximo 2.0 bar).	32	INSPECCIÓN CONDICION	Maquinista	Detenido	Inicio de producción
Estrella Guías de cuello	Centrar las botellas en el carrusel.	Rompe el pico de la botella o rompe el precinto de la tapa	La botella no se encuentra sincronizada con la tapa	Mala regulación de la estrella en el cambio de formato.	Inspeccionar que la botella se encuentre con la tapa correctamente, sin adelantarse o retrasarse.	33	INSPECCION PERIODICA	Maquinista	Detenido	Inicio de producción
Bifurcador de tapas	Bifurcador de tapas a capsulador o coronador	Presencia de tapas que no corresponde al formato	Las tapas pasan del coronador a capsulador o viceversa	Mala regulación de la paleta (compuerta en el bifurcador	Revisar la regulación de la paleta (compuerta)	34	INSPECCION PERIODICA	Maquinista	Detenido	Inicio de producción
Componentes eléctricos	Realizar el automatismo de entrega de tapas en la carrilera.	Faltan tapas en la carrilera	No sincroniza él envió de tapas del tambor a la carrilera	Falso contacto de los componentes.	Inspección eléctrica de las borneras en el tablero que corresponde a los componentes eléctricos.	35	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	Electricista	Detenido	Mensual
				Mala regulación de la transferencia del tambor a la carrilera.	Verificar el alineamiento de la salida del tambor con la carrilera.	36	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	Electricista	Detenido	Mensual
Motor reductor	Dar la transmisión para el cambio de altura de carrusel según formato.	Presencia de lubricante en el exterior del motor reductor	Consumo elevado de corriente en el motor	Falta de lubricante en la caja reductora.	Inspección y reposición del lubricante.	37	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	Lubricador	Detenido	Semestral
Carrilera de tapas	Deslizar las tapas	No desliza correctamente las tapas	Desalineamiento de la carrilera con el conjunto buffer.	Golpes y sobrecarga en la carrilera durante cualquier intervención en la máquina	Inspección del alineamiento de las uniones de la carrilera buscando que la tapa deslice sin problemas.	38	INSPECCIÓN CONDICION	Mecánico	Detenido	Diario

Fuente:Elaboracion propia

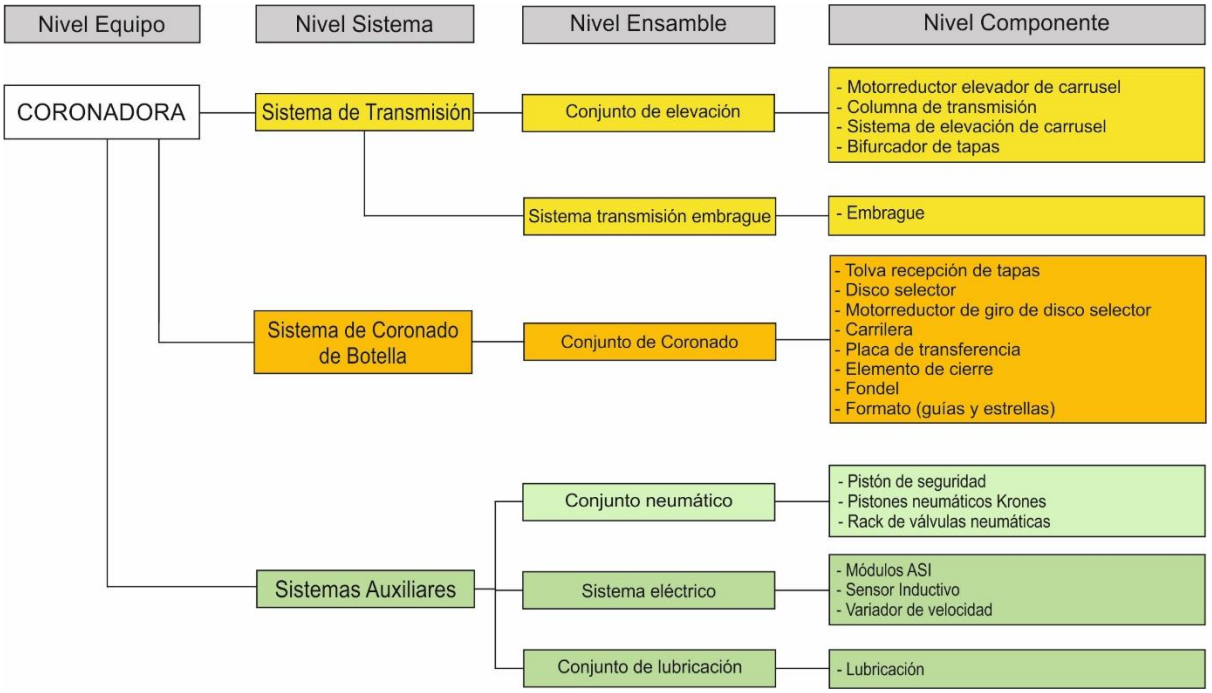
El análisis de confiabilidad realizado del capsulador Arol Krones nos llevo a los resultados siguientes:

El análisis taxonómico nos permitió identificar 19 componentes en los diferentes sistemas que componen el equipo como son: Transmisión, dosificador de tapas, anti rotación, auxiliares.

Después de haber realizado el análisis de criticidad de componentes y de aplicar el Principio de Pareto se determinó realizar el AMEF a 19 componentes, observándose un rango de puntuación máximo de 39.1 para el componente grupo cabezales y un rango de puntuación mínimo de 8.94 para el componente carrillera de tapas. En cuanto al AMEF, el objetivo principal es determinar las causas raíz que originan las fallas, para a su vez definir la acción correctiva, el responsable de la ejecución, y la frecuencia de la actividad a realizar. Este análisis nos permitió identificar 38 causas raíz y sus respectivas actividades de detección y prevención.

5.4.6 Análisis de confiabilidad de Coronador Krones

*Tabla 43. T*axonomía Coronador Krones



Fuente:Elaboracion propia

Tabla 44. Análisis de criticidad de activos Taxonomía Coronador Krones

MANTENIMIENTO ANALISIS DE CRITICIDAD DE ACTIVOS: CORONADOR DE BOTELLAS KRONES																		
COMPONENTE	FUNCIÓN	SeveridadOperacional	Severidaddeseguridad	RiesgoPotencial_essiones Personal	RiesgoPotenciaFuego Exposicion	RiesgoPotenciaEjecucionTarea Mantto	Severidadambiental	EmisionalAmbiente	DerrameQuimico	Confiabilidadydiseño	Mantenibilidad	FrecuenciadeFallas	RepuestosyTiemposde Entrega	SeveridadenCalidad	SeveridadCalidadEfectoCliente	SeveridadCalidadEfecto éleboracion	Sumadecriterios	Criticidaddelcomponente
Carrilera	Es el componente por donde se desliza las tapas. Tiene un tubo volteador que posiciona las tapas coronas en una sola posición, el cual se encuentra instalado a la mitad de la carrilera, también tiene dos pistones trabadores de tapas y dos sopladores.	60	0	0	0	0	0	0	0	100	0	45	60	105	60	45	370	41,86
Placa de transferencia	Recibir el tapón corona y transportarlo a la parte central del elemento de cierre para la aplicación.	40	0	0	0	0	0	0	0	100	25	20	60	105	60	45	350	39,59
Lubricación	Lubricar partes móviles del coronador, carrusel, tronco central, elemento de cierre, y conjunto elevador de carrusel.	100	12	0	0	12	12	0	12	100	25	0	40	60	60	0	349	39,48
Sistema de elevación de carrusel	Son mecanismos que sirven para cambio de posición del carrusel coronador. Consta de tornillo y tuerca.	60	24	0	0	24	0	0	0	100	50	40	60	0	0	0	334	37,78
Fondeles	Componente que va en la base de la botella (interior tiene resortes de amortiguación) en el momento de la aplicación del tapón corona amortigua a una presión determinada sus 15 elementos esta calibrados a una misma altura.	40	0	0	0	0	0	0	0	100	25	20	40	105	60	45	330	37,33
Elemento de cierre	Es el componente que aplica el taponado a la botella a un mismo torque, se desliza sobre las levas de carrusel y tiene dos sensores de seguridad. Los 15 pistones están calibrados de igual manera.	60	0	0	0	0	0	0	0	100	25	0	40	105	60	45	330	37,33
Columna de transmisión	Parte sólida del equipo donde van instalados todos los elementos del coronador, es eje principal y carrusel.	60	24	0	0	24	0	0	0	100	50	0	60	0	0	0	294	33,26
Tolva recepción de tapas	Encargado de recepcionar las tapas, tiene dos compartimientos. La cantidad de tapas es medida por dos sensores inductivos ambos en cada tolva y un vibrador que hace que caiga tapas de un compartimiento a otro.	80	0	0	0	0	0	0	0	100	25	20	60	0	0	0	285	32,24
Pistones neumáticos Krones	Entregar y trabar tapas cuando hay presencia de botella. Se encuentran en la carrilera y son controlados por el PLC.	60	0	0	0	0	0	0	0	100	25	40	60	0	0	0	285	32,24
Motor reductor giro disco selector	Se encarga de dar el movimiento mecánico circular al disco selector, su velocidad es controlada por un variador.	100	24	0	24	0	0	0	0	100	0	0	60	0	0	0	284	32,13
Bifurcador de tapas	Cambiar de posición de ingreso de tapas hacia coronador o capsulador, esto lo hace por medio de una compuerta accionada por una electroválvula.	40	36	0	0	36	0	0	0	60	25	40	60	0	0	0	261	29,52
Disco selector	Es el componente que al girar selecciona las tapas de manera que entrega ordenadas a la carrilera (depende de una cantidad correcta de tapas para su buen funcionamiento, y se regula con una leva).	60	0	0	0	0	0	0	0	100	0	20	60	15	0	15	255	28,85
Embrague	Habilitar y deshabilitar la columna de transmisión al carrusel cuando de usa la capsuladora.	60	0	0	0	0	30	15	15	100	25	0	40	0	0	0	255	28,85
Módulos ASI	Módulos de comunicación industrial.	40	0	0	0	0	0	0	0	100	25	20	60	0	0	0	245	27,71
Sensores	Detectar y controlar el funcionamiento y seguridades (Sensor Inductivo).	40	0	0	0	0	0	0	0	100	25	20	60	0	0	0	245	27,71
Pistón de seguridad	Asegurar el carrusel con la columna de elevación y evitar la vibración durante la aplicación de taponado. Son dos pistones.	60	0	0	0	0	0	0	0	100	25	0	40	0	0	0	225	25,45
Rack de válvulas neumáticas	Bloque de electroválvulas que comandan los pistones de carrilera y pistones de seguridad de carrusel.	40	0	0	0	0	0	0	0	100	25	0	60	0	0	0	225	25,45
Formato (guías y estrellas)	Consta de guías y estrellas intercambiables por formato se tiene 6 formatos CC192, IK192, FN192, CC-IK296, FN296, CC-IK-FN-SP400, CC1Litro, guías y estrella fijas en la parte superior.	40	0	0	0	0	0	0	0	80	25	20	40	0	0	0	205	23,19
Motor reductor elevador de carrusel	Convertir la energía eléctrica en mecánica para cambiar de posición la altura del carrusel de coronador de acuerdo al formato a producir.	40	60	0	24	36	30	15	15	0	25	0	40	0	0	0	195	22,06

Fuente:Elaboracion propia

Tabla 45. Análisis de modos y efectos de fallas Coronador krones valor de criticidad

AMEF DE EQUIPO CRITICO A: CORONADOR KRONES VALOR DE CRITICIDAD: 59.95 NUMERO DE ACTIVO SAP: 10007992						LISTA DE INSTRUCCCIONES PARA PLANIFICACION					
SUBSISTEMA, ZONA O	COMPONENTE	FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CAUSA RAIZ (APLICAR 5 X QUE´S)	ACTIVIDAD DETECCION Y/O PREVENCION (Qué y cómo, para evitar la causa raiz)	TIEMPO ESTIMADO (horas)	CLASE ACTIVIDAD	ESPECIALIDAD TÉCNICA REQUERIDA	REQUIERE EL EQUIPO EN OPERACIÓN/DET	FRECUENCIA SUGERIDA
Conjunto de Coronado	Carrilera	Es el componente por donde se desliza las tapas. Tiene un tubo volteador que posiciona las tapas coronas en una sola posición, el cual se encuentra instalado mitad de la carrilera, también tiene dos pistones trabadores de tapas y dos sopladores.	Falta tapa en elementos de cierre	Tapa trabada en carrilera	Carrilera demasiado sucia	Realizar limpieza de carrilera de tapas, tubo volteador, sensores inductivos. NOTA: Se tiene que cubrir los sensores para que no se dañen.	0,25	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	OPERADOR	DETENIDO	DIARIO
					Falta aire	Verificar presión de aire, como mínimo 3 bar para sopladores.	0,1	MONITOREO DE CONDICIÓN	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO
					Sistema de inyección de aire mal alineado.	Verificar la alineación de inyectores de aire.	0,1	INSPECCIÓN CONDICION	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO
					Tubo volteador mal regulado	Comprobar que tubo volteador esté regulado correctamente y guía selectora no este doblada, si estuviera proceder con el cambio.	0,1	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	OPERADOR	DETENIDO	DIARIO
						Programar mantenimiento de tubos volteadores de limpieza y ajuste de pernos. Comunicar al supervisor cualquier anomalía (Deformidades y golpes del tubo volteador, pernos faltantes, etc.).	2	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	OPERADOR	DETENIDO	MESUAL
						Realizar mantenimiento al TUBO VOLTEADOR y guías interiores. Inspeccionar guía selectora, si se encuentra alguna anomalía (desgaste de guías de bronce, guías fuera de posición) realizar el cambio de guías de bronce (juego de 4 guías) u otro elemento. Ver manual de partes.	4	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECÁNICO	DETENIDO	TRIMESTRAL
					Pernos desajustados	Verificar el ajuste de pernos de carrilera y el ajuste de elementos como pistones, válvulas, sensores, que están sujetos en la carrilera.	1	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	OPERADOR	DETENIDO	TRIMESTRAL
					Alineamiento de carrilera	Programar alineamiento de guías de carrilera, inspección de desgaste de guías, alineamiento de inyectores de aire.	4	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECÁNICO	DETENIDO	TRIMESTRAL
					Pistones neumaitos KRONES	Realizar mantenimiento del conjunto neumático, fijar electroválvulas, inspección de mangueras, conectores, inspección desgaste de vástagos de pistones e inspección de resorte. Si hubiera alguna anomalía consultar el manual de mantenimiento de llenadora/coronadora.	4	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECÁNICO	DETENIDO	TRIMESTRAL
				Rotura de botella	Plancha de transferencia desalineada	Verificar la altura de plancha de transferencia con respecto a los fondeles: 2mm más arriba en el ingreso y 2 mm más abajo en la salida. Si no estuviera así, regular con espárragos M12 que están por debajo de la plancha. NOTA: El cambio de plancha de transferencia está en la llenadora.	0,08	INSPECCIÓN CONDICION	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO
				Paradas constantes	Incorrecta posición de sensores	Realizar posicionamiento, fijar sensores y operatividad, peinar cables.	2	INSPECCION PERIODICA	ELÉCTRICO	PARADO	MENSUAL
	Placa de transferencia	Recibir el tapón corona y transportarlo a la parte central del elemento de cierre para la aplicación.	Parada llenadora	Falta tapa en elemento de cierre	Placa de transferencia desalineada por vibración de equipo.	Verificar visualmente la entrega de tapas a placa de transferencia.	0,2	INSPECCIÓN CONDICION	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO
						Realizar limpieza de placa de transferencia, eliminar exceso de polvillo de tapas, inspección desgaste de elementos y realizar ajuste de pernería. NOTA: Evitar mojar electroválvulas y sensores inductivos.	0,1	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	OPERDOR	DETENIDO	DIARIO
				Botella rota	Sensor de seguridad	Verificar que el sensor de seguridad de placa de transferencia este en posición correcta. Ejemplo: Si una tapa se queda trabada en la placa se debe parar la llenadora y mandar mensaje de parada placa.	0,1	INSPECCIÓN CONDICION	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO
						Realizar cambio de elementos de placa de transferencia, de acuerdo al desgaste de elemento.	0,1	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECÁNICO	OPERACIÓN	ANUAL
Conjunto de lubricación	Lubricación	Lubricar partes móviles del coronador, carrusel, tronco central, elemento de cierre, y conjunto elevador de carrusel.	Parada de máquina	Rodamiento dañado	Falta lubricación	Realizar inspección de puntos de lubricación: mangueras, conectores. Se debe verificar que no haya fugas de grasa y que esta llegue correctamente. Limpiar el exceso de grasa. NOTA: Revisar cartilla de lubricación.	1	LUBRICACIÓN	LUBRICADOR	PARADO	MENSUAL
						Lubricar tronco principal. NOTA: Revisar cartilla de lubricación.	1	LUBRICACIÓN	LUBRICADOR	PARADO	QUINECENAL
						Lubricar guía de levas superior e inferior (8 bombeadas por punto), elementos de cierre y limpiar el exceso de grasa. NOTA: Revisar cartilla de lubricación.	4	LUBRICACIÓN	LUBRICADOR	PARADO	QUINECENAL
						Lubricar piñón y resortes de embrague de la parte de transmisión. NOTA: Revisar cartilla de lubricación.	1	LUBRICACIÓN	LUBRICADOR	PARADO	QUINECENAL
						Lubricar conjunto de elevación de carrusel de coronador. NOTA: Revisar cartilla de lubricación.	1	LUBRICACIÓN	LUBRICADOR	PARADO	QUINECENAL
Conjunto de elevación	Sistema de elevación de carrusel	Son mecanismos que sirven para cambio de posición del carrusel coronador. Consta de tornillo y tuerca.	Coronado deficiente	Regulación	Altura incorrecta	Regular la altura de coronador según formato, teniendo como referencia la regla que está a un costado de coronador. El coronado se comprueba con herramienta "pasa, no pasa", esta validación la realiza el analista de calidad.(Guía de alturas coronador según formato)	0,1	MONITOREO DE CONDICIÓN	OPERADOR	OPERACIÓN	DIARIO
						Ajustar pernos del conjunto elevación y fondeles.	1	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	OPERADOR	DETENIDO	TRIMESTRAL
			Parada de máquina	No sube coronador	Capacitación deficiente de personal operativo.	Capacitar al personal para cambio de posición de carrusel, panel de operador, ajuste de altura, activar modo manual contraseña (3579), activar llave, máquina parada. NOTA: Luego de realizar el cambio no se deberá dejar accionada esta opción por seguridad del equipo. Se debe inspeccionar en la orden de mantenimiento que el operador esté capacitado.	0,5	ACR, ADM O TÉCNICO	OPERADOR	OPERACIÓN	MENSUAL
				Carrusel alcanza su altura máxima.	Sensor de seguridad	Verificar la posición de sensores de seguridad de altura máxima (sensor está dentro de la guarda) y limpiar exceso de grasa.	2	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	ELÉCTRICO	PARADO	TRIMESTRAL
						Colocar dos sensores de seguridad, de altura máxima y mínima, para evitar daños en bifurcado de tapas por exceso de altura en el carrusel de coronador. Esta orden se ejecuta una sola vez y se culmina la actividad después de implementado el rediseño	6	REDISEÑO	MECÁNICO/ELÉCTRICO	PARADO	MENSUAL
					Motor reductor en mal estado	Verificar consumo nominal (placa del motor) amperios. Medir la temperatura a Motor reductor del ELEVADOR DE CORONADOR (Definir Valor de temperatura nominal). Amperaje Nominal 0.78 / Temperatura motor, para establecer valor.	0,5	INSPECCION PERIODICA	ELÉCTRICO	OPERACIÓN	MENSUAL
				Desgaste de elementos de transmisión - introductores	Desgaste de conjuntos de transmisión	Realizar cambio de rodamientos, retenes, e inspección de tornillo del conjunto elevador de carruseles decir, un mantenimiento mayor.	16	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	MECÁNICO	DETENIDO	ANUAL
					Falla de motor	Realizar mantenimiento eléctrico de MOTORREDUCTOR del elevador de carrusel.	16	MANTENIMIENTO PLANIFICADO	ELÉCTRICO	DETENIDO	ANUAL

Fuente: Elaboración propia

El análisis de confiabilidad realizado del Coronador Krones ,nos permitio tener precisada la información referida a el numero de componentes de dicho equipo,el nivel de criticidad de cada componente y el AMEF de dicho equipo..

El análisis taxonómico nos permitió identificar 20 componentes en los diferentes sistemas que componen el equipo como son: Sistema de transmisión, Sistema de Coronado, Sistemas Auxiliares

Después de haber realizado el análisis de criticidad de componentes y de aplicar el Principio de Pareto se determinó realizar el AMEF a 4 componentes los cuales presentan el mayor índice de criticidad, observándose un rango de puntuación máximo de 41.86 para el componente carrillera y un rango de puntuación mínimo de 37.78 para la moto reductor elevador de carrusel

En cuanto al AMEF, el objetivo principal es determinar las causas raíz que originan las fallas para a su vez definir la acción correctiva, el responsable de la ejecución, y la frecuencia de la actividad a realizar. Este análisis nos permitió identificar 20 causas raíz y sus respectivas actividades de detección y prevención.

Concluyendo el presente análisis debemos precisar que, los diferentes análisis realizados a los equipos mas críticos, sirvieron para poder determinar cuales eran las acciones necesarias a realizarse para mejorar la gestión de mantenimiento, incidiendo en los modos y efectos de fallas para definir claramente las acciones correctivas, el personal que estaría a su cargo y que se verán plasmadas en nuevas ordenes de mantenimiento para mejorar los niveles de productividad.

5.5 Evaluación económica de la propuesta de implementación de R.C.M

En el presente acápite de la tesis se presenta una evaluación económica que permite visualizar el beneficio económico que percibiría la empresa luego de implementar el R.C.M, tomando como punto de partida la disminución del número de horas de paradas producidas por deficiencias mecánicas eléctricas en un 10% mes a mes.

Tomando como base la información histórica el número de paradas registradas en el año 2019

Tabla 46. Cuadro comparativo de horas de paradas por deficiencias mecánicas eléctricas Años 2019 – 2021

MESES	**AÑO 2019**	**AÑO 2021**
Enero	121.93	109.74
Febrero	82.87	98.77
Marzo	94.37	88.89
Abril	102.93	80.00
Mayo	107.38	72
Junio	67.15	64.8
Julio	60.50	58.32
Agosto	79.93	52.49
Setiembre	95.03	42.52
Octubre	102.13	38.27
Noviembre	55.43	38.27
Diciembre	66.00	34.44
TOTAL	**1035.67**	**848.16**

Fuente: Elaboración propia

En la tabla que antecede se presenta un registro histórico mes a mes del total de horas de paradas originadas por deficiencias mecánica eléctricas en el año 2019,a su vez se presenta una proyección del total de horas de paradas por el mismo concepto para el año 2021,dicha

proyección se ha realizado a partir del número de paradas registradas en el mes de enero del año 2019,a partir del cual se ha asumido una reducción del 10% en número de paradas mes a mes lo que da como resultado un número total de paradas de 848 horas para el año en mención

Tabla 47. Cuadro de evaluación de impacto económico por paradas producidas por deficiencia mecánica eléctrica de línea Krones a año 2019

CODIGO DEL PRODUCTO	**NOMBRE DEL PRODUCTO**	**TOTAL DE HORAS DE PARADAS AL AÑO (1035 Horas)**	**NUMERO DE CAJAS DEJADAS DE PRODUCIR**	**PRECIO PROMEDIO DE VENTA POR CAJA**	**IMPORTE ECONOMICO TOTAL DEJADO DE PERCIBIR**
250416	Coca cola vr 192mlx24	207	310500	16.50	5123250.00
250418	Coca cola vr 296mlx24	207	345000	27.00	9315000.00
250421	Coca cola vr 1lx12	207	414000	35.00	14490000.00
250681	Coca cola vr 1.5lx8	207	465750	35.00	16301250.00
250795	Coca cola vr 625mlx12	207	414000	24.50	10143000.00
				TOTAL	S/55372,500.00

Fuente: Registro estadístico de la empresa
Elaboración propia

En la presente tabla se muestra una visualización del impacto económico producido por las paradas originadas por deficiencias mecánica eléctricas en el año 2019, dicha estimación se ha realizado tomando en cuenta el total de horas originadas por paradas en el año en mención estimadas en un total de 1035 horas, habiendo realizado el prorrateo correspondiente para cada uno de los 5 productos, los mismos que se han seleccionado por ser los productos con mayor rotación.

El análisis efectuado nos permite precisar que la empresa dejo de vender S/55372,500 soles.

Tabla 48. Cuadro de evaluación de impacto económico por paradas producidas por deficiencia mecánica eléctrica de linea krones año 2021

CODIGO DEL PRODUCTO	NOMBRE DEL PRODUCTO	TOTAL DE HORAS DE PARADAS AL AÑO (848 horas)	NUMERO DE CAJAS DEJADAS DE PRODUCIR	PRECIO PROMEDIO DE VENTA POR CAJA	IMPORTE ECONOMICO TOTAL DEJADO DE PERCIBIR
250416	Coca cola vr 192mlx24	169	253500	16.50	4182750.00
250418	Coca cola vr 1lx12	169	281667	27.00	7605000.00
250421	Coca cola vr 1lx12	169	338000	35.00	11830000.00
250681	Coca cola vr 1.5lx8	169	380250	35.00	13308750.00
250795	Coca cola vr 625mlx12	169	338000	24.50	8281000.00
				TOTAL	S/ 45207,500.00

Fuente: Registro estadístico de la empresa
Elaboración propia

En la presente tabla se presenta una visualización del impacto económico producido por las paradas originadas por deficiencias mecánica eléctricas en el año 2021, dicha estimación se ha realizado tomando en cuenta el total de horas originadas por paradas en el año en mención estimadas en un total de 848 horas, habiendo realizado el prorrateo correspondiente para cada uno de los 5 productos, los mismos que se han seleccionado por ser los productos con mayor rotación.

El análisis efectuado nos permite precisar que la empresa dejaría de vender S/45’207,500soles, estableciendo una diferencia de 10´145,000 soles entre el año 2019 y 2021.

Tabla 49. Presupuesto de implementación de metodología RCM

Concepto	**Cargo**	**Cantidad**	**Número de horas hombre**	**Costo horas hombre**	**Importe Económico**
Capacitación R C M	Jefe de Mantenimiento	1	48	42	2016.00
Capacitación R C M	Supervisor de mantenimiento	1	48	23	1104.00
Capacitación R C M	Supervisor planer de mantenimiento	1	48	22	1056.00.00
Capacitación R C M	Técnico de mantenimiento	3	48	12	1728.00
Capacitación R C M	Programador de Mantenimiento	1	48	19	912.00
Capacitación R C M	Operador de producción	3	48	9	1296.00
Implementación de planes R.C.M	Programador de mantenimiento	1	48	19	3648.00
Implementación de planes R.C.M	Técnico de mantenimiento	3	48	12	13824.00
Implementación de planes R.C.M	Operador de producción	3	48	9	S/ 710,368.00
Capacitación e implementación	Supervisor de mantenimiento	1	48	23	8832.00
		IMPORTE TOTAL			S/ 44,784

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro que antecede se presenta un presupuesto de los gastos referidos especialmente en cuanto se refiere a la remuneración que sería percibida por el equipo que tendría a su cargo el manejo de la implementación del R.C.M, ascendiendo dicho gasto a la suma de cuarenta y cuatro mil setecientos ochentaicuatro soles

Tabla 50. Presupuesto de gastos en recursos materiales y equipos

Concepto	**Cantidad**	**Importe unitario**	**Importe total**
Escritorio	2	200.00	400.00
Laptop	1	1300.00	1300.00
Pizarra Acrílica	1	30.00	30.00
Sillas	6	300.00	1800.00
Mesa de trabajo	1	300.00	300.00
Tacho de basura	1	20.00	20.00
		IMPORTE TOTAL	S/ 3,850.00

Fuente: Elaboración propia

La presente tabla incluye un detalle de los gastos que serán necesarios realizar para implementar la oficina encargada de pilotear la implementación del R.C.M

El monto total de la inversión para implementar el R.C.M ascendería a S/ 48,634.00

PROYECCIÓN MENSUAL DEL RETORNO DE INVERSION

Considerando que el beneficio económico que percibiría la empresa luego de implementar el R.C.M seria de S/ 10’145,000 al año, lo que equivale a un beneficio mensual que abordaría la suma de S/845’416, ello nos permite señalar de manera contundente que la recuperación de la inversión efectuada en la implementación se llevaría a cabo en un periodo menor a un mes.

Luego de haberse llevado a cabo el análisis de confiabilidad y la evaluacion económica referida a la implementacion del RCM resaltaremos como ventajas las siguientes:

Incremento en el volumen de producción originado por la disminución de horas de parada por fallas mecánicas electricas, aumento de los ingresos de la compañía originados por el incremento en el volumen de ventas ,ya que al reducir el numero de paradas se podrá contar con un mayor stock de producto terminado disponible para la venta, reducción de costos de producción por efecto de la aplicación del concepto de economía de escala,ello esta referido al hecho de que al incrementarse el volumen de producción se podrán obtener beneficios adicionales de las fuentes de aprovisionamiento por compras en mayores volúmenes tanto en materia prima como en insumos ,ahorro de tiempos y movimientos originados por una mejor planificación de la gestión de mantenimiento, optimización de las horas hombres, aumento de la confiabilidad del proceso, aumento en la vida útil de los equipos, mayor conocimiento y destreza por parte del personal operativo y de mantenimiento.

De otro lado cabe señalar que para poder lograr una implementación exitosa del R.C.M, habrá que tener en cuenta los siguientes aspectos que podrían considerarse como inconvenientes que se podrían pesentar : Exceso de Tiempo en el desarrollo e implementación de análisis de confiabilidad, no contar con mano de obra calificada y con profundo conocimiento del funcionamiento de los equipos del proceso de embotellado,no contar con la capacidad financiera necesaria para poder para poder llevar a cabo la propuesta de la implementacion del RCM

5.6 Objetivos estratégicos de la propuesta de implementación del R.C.M

Luego de haber determinado que la inversión a llevarse a cabo para la implementación del R.C.M, basado en el análisis de confiabilidad de los equipos, se recuperaría en un periodo inferior a sesenta días. Pasaremos a precisar los objetivos que se pretenden alcanzar con la implementación de la propuesta:

1. Reducir el total del número de horas de paradas generadas por deficiencias mecánicas eléctricas a 570 horas para el año 2023, siendo el acumulado en el año 2019 de 1035 horas, lo que representa una disminución de 465 horas de paradas.

2. Acortar el acumulado del tiempo medio para reparar (MTTR) en 20 min para el año 2023, tomando como referencia que el acumulado del tiempo medio para reparar en el año 2019 fue de 26 min, lo que representa una disminución de 6 min.

3. Lograr que el acumulado del tiempo medio entre fallas (MTBF) sea de 2.2 horas en el año 2023, tomando como referencia que el acumulado del tiempo medio entre fallas en el año 2019 fue de 1.9 horas.

4. Incrementar el volumen de producción como efecto colateral de la disminución de 465 horas de paradas ocasionadas por deficiencias mecánicas eléctricas en el año 2023, lo que implicaría lograr un aumento del volumen de producción aproximado de 875,750 cajas, tomando como punto de partida el año 2019.

Los objetivos planteados permiten resaltar la importancia de la presente investigación en cuanto a los beneficios económicos que originaría a la empresa motivo de estudio la implementación del R.C.M en un corto plazo.

CONCLUSIONES

PRIMERA.- Las principales deficiencias percibidas en la actual gestión de mantenimiento son las siguientes: Falta de políticas y estrategias para gestión de activos, planes de mantenimiento no basados en análisis de criticidad, descripción de funciones no alineadas con las necesidades de gestión de activos, función confiabilidad no disponible, no existe control de calidad de trabajo, servicio, mantenimiento realizado, distribución de tareas estratégicas en base a necesidades y emergencias.

SEGUNDA.- El mantenimiento centrado en confiabilidad es un proceso utilizado para determinar qué se debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional actual, a partir del análisis de cada uno de los equipos críticos que se emplean en el proceso de embotellado.

TERCERA.- La gestión actual de mantenimiento obedece a un proceso apoyado en el sistema SAP cuyas fases son las siguientes: Identificación del trabajo, planificación, programación, asignación diaria, ejecución, verificación de ejecución.

CUARTA .-El plan de mejora propuesto se centra en un proceso que comprende las fases siguientes: Llevar a cabo un registro de activos de la línea Krones, implementar el centro de cuidado de activos, análisis de criticidad de los equipos, desarrollo de taxonomía de los equipos determinados como críticos, determinación del nivel de criticidad de los componentes de cada equipo, y desarrollo del análisis de modos y efectos de fallas (AMEF).

QUINTA.- Luego de haber llevado acabo el análisis de criticidad de cada uno de los componentes de cada uno de los equipos y de efectuar la evaluación económica referida a la implementación del RCM concluimos que la misma permitiría a la empresa incrementar su nivel de ingresos por la venta de productos en un monto superior a los 10’145,000 nuevos soles anuales.

Queda demostarda la hipótesis la cual consistía en que la implementacion del RCM elevaría el nivel de productividad, ya que la evaluación económica permite presisar que la implementacion del R.C.M permitirá elevar los niveles de producción y por ende reducir los costos de producción.

RECOMENDACIONES

PRIMERA. Modificar el modelo de planeación y control de trabajo, adaptándolo a los nuevos planes de mantenimiento propuestos.

SEGUNDA. Importar a la brevedad posible los nuevos planes de mantenimiento a SAP, y generar los nuevos ciclos de planificación.

TERCERA. Elaborar los procedimientos de trabajo resultantes de los nuevos planes de mantenimiento.

REFERENCIAS

Arbaiza, L, (2014) *Como elaborar una tesis de Grado*. Perú. Universidad. ESAN

Arata Andreani Adolfo, (2009). "*Ingeniería y gestión de la confiabilidad operacional en plantas industriales"*. Editorial Ril editores.

Bain, R. (2003), La productividad. Colombia McGraw Hill.

Duffuaa, Raouf y Dixon (2007). "*Sistemas de mantenimiento, planeación y control".* México. Editorial Limusa Wiley.

Gaither, N. y Frazier, G. (2000), *Administración de producción y operaciones*. México International Thomson Editores.

Mora, L. (2009). "*MANTENIMIENTO. Planeación, ejecución y control".*

Bogotá, Colombia. Editorial Alfaomega.

Nava Aranguren, J. (2010). "*Teoría de mantenimiento. Definiciones y Organización".* Universidad de Los Andes, Consejo de Publicaciones.

Schroeder Roger G. (2002*). Administración de operaciones*. México McGraw Hill

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Activo.

Término contable para cualquier recurso que tiene un valor, un ciclo de vida y genera un flujo de caja. Puede ser humano, físico y financiero intangible. Por ejemplo: el personal, centros de trabajo, plantas y equipos, entre otros.

Acción/recomendación.

Es la asignación para ejecutar una tarea o serie de tareas para resolver una causa identificada en la investigación de una falla o problema.

Afectación.

Es la limitación y condiciones que se imponen por la aplicación de una ley al uso de un predio o un bien particular o federal, para destinarlos total o parcialmente a obrar de utilidad pública.

Análisis de criticidad de modo de falla y efectos (FMECA, FAILURE MODE, EFFECTS AND CRITICALITY ANALYSIS)

Es un método que permite cuantificar las consecuencias o impacto de las fallas de los componentes de un sistema, y la frecuencia con que se presentan para establecer tareas de mantenimiento en aquellas áreas que están generando mayor repercusión en la funcionalidad, confiabilidad, mantenibilidad, riesgos y costos totales, con el fin de mitigarlas o eliminarlas por completo.

Causa de falla.

Circunstancias asociadas con el diseño, manufactura, instalación, uso y mantenimiento que hayan conducido a una falla. Análisis de criticidad y estudio RCM del equipo de máxima criticidad de una planta desmotadora de algodón

CP.

Cociente entre el rango de tolerancia admitida para el proceso y su propia capacidad.

CPK.

Índice de capabilidad. Se utiliza para comprobar la calidad de un proceso, admitiendo algunos límites en las especificaciones, y siempre conjuntamente con el Cp.

CEPRO.

Centro de producción.

Ciclo de Deming.

Estrategia basada en la mejora continua de la calidad conocida como el ciclo PDCA o PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Hacer)

Confiabilidad.

Se define como la probabilidad de que un equipo o sistema opere sin falla por un determinado período de tiempo, bajo unas condiciones de operación previamente establecidas.

Confiabilidad Operacional.

Es la capacidad de una activo (representado por sus procesos, tecnología y gente) para cumplir sus funciones o el propósito que se espera de este, dentro de sus límites de diseño y bajo un Contexto Operacional determinado.

Consecuencia.

Resultado de un evento. Puede existir una o más consecuencias de un evento, las cuales sean expresadas cualitativa o cuantitativamente. Por ello, los modelos para el cálculo deben considerar los impactos en seguridad, higiene, ambiente, producción, costos de reparación e imagen de la empresa.

Consecuencia de una falla.

Se define en función a los aspectos que son de mayor importancia para el operador, como el de seguridad, el ambiental y el económico.

Contexto operacional.

Conjunto de factores relacionados con el entorno; incluyen el tipo de operación, impacto ambiental, estándares de calidad, niveles de seguridad y existencia de redundancias.

Criticidad.

Es un indicador proporcional al riesgo que permite establecer la jerarquía o prioridades de procesos, sistemas y equipos, creando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, y permite direccionar el esfuerzo y los recursos a las áreas donde es más importante y/o necesario mejorar la confiabilidad y administrar el riesgo.

Defecto.

Causa inmediata de una falla: desalineación, mal ajuste, fallas ocultas en sistemas de seguridad, entre otros

Efecto de falla.

Entenderemos por Falla la terminación de la habilidad de un ítem para ejecutar una función requerida.

Falla funcional.

Es cuando el ítem no cumple con su función de acuerdo al parámetro que el usuario requiere.

Jerarquía de activos.

Define el número de elementos o componentes de una instalación y/o planta en agrupaciones secundarias que trabajan conjuntamente para alcanzar propósitos preestablecidos.

Mecanismo de falla.

Proceso físico, químico u otro que ha conducido un deterioro hasta llegar a la falla.

Modo de falla.

Es la forma por la cual una falla es observada. Describe de forma general como ocurre y su impacto en la operación del equipo. Efecto por el cual una falla es observada en un ítem fallado. Hechos que pueden haber causado cada estado de falla.

Prioridad.

Importancia relativa de una tarea en relación con otras tareas.

Riesgo.

Este término de naturaleza probabilística está definido como la “probabilidad de tener una pérdida”. Comúnmente se expresa en unidades monetaria. Matemáticamente se expresa como: R (t) = P (t) x C donde: R (t) es el riesgo en función del tiempo, P (t) es la probabilidad de ocurrencia de un evento en función del tiempo y C sus consecuencias.

Anexos

Anexo 1

Cuestionario de preguntas para la evaluación de la gestión de mantenimiento actual

CUIDADO DE ACTIVOS (Técnicos y operadores)

1. ¿El organigrama de mantenimiento garantiza la presencia de personal de mantenimiento cuando se necesite, de la forma más rápida posible? (Operador)

2. ¿Hay personal que pueda considerarse ‘imprescindible’ cuya ausencia afecta a la actividad normal del área de mantenimiento? (Técnico)

3. ¿El organigrama garantiza que habrá personal disponible para realizar el mantenimiento programado, incluso en el caso de un aumento del mantenimiento correctivo? (Técnico)

4. ¿El número de horas extraordinarias que se genera en el área de mantenimiento es habitualmente superior al máximo legal autorizado? (Técnico)

5. ¿La cualificación previa que se exige al personal del área de mantenimiento y operaciones es la adecuada? (Técnico y operador)

6. ¿Se realiza una formación inicial efectiva cuando se incorpora un nuevo trabajador al área de mantenimiento y operaciones? (Técnico y operador)

7. ¿Hay un plan de formación para el personal de mantenimiento y operaciones? (Técnico y operador)

8. ¿Este plan de formación hace que los conocimientos en el mantenimiento y operaciones mejoren? (Técnico y operador)

9. ¿El plan de formación hace que los conocimientos en otras áreas de la central (operaciones, seguridad, medioambiente, administración, etc.) mejoren? (Técnico y operador)

10. ¿El personal de mantenimiento mecánico puede realizar tareas eléctricas o de instrumentación sencillas? (Técnico)

11. ¿El personal de mantenimiento mecánico puede realizar tareas eléctricas o de instrumentación especializadas? (Técnico)

12. ¿El personal de mantenimiento eléctrico puede realizar tareas mecánicas sencillas? (Técnico)

13. ¿El personal de mantenimiento eléctrico puede realizar tareas mecánicas especializadas? (Técnico)

14. ¿El personal de mantenimiento está capacitado para trabajar en otras áreas (envasado, procesos, soplado, etc.)? (Técnico)

15. ¿Se respeta el horario de entrada y salida? (Técnico y operador)

16. ¿Se respeta la duración de los descansos? (Técnico y operador)

17. ¿La media de tiempos muertos no productivos es la adecuada? (Técnico y operador)

18. ¿Los tiempos de intervención se ajustan a la duración teórica estimable en que podrían realizarse los trabajos? (Técnico y operador)

19. ¿El personal de operaciones y mantenimiento se siente reconocido en su trabajo? (Técnico y operador)

20. ¿El personal de operaciones siente que la empresa se preocupa de sus necesidades para poder realizar un buen trabajo? (Operador)

21. ¿El personal de operaciones considera que tiene proyección profesional dentro de la empresa? (Operador)

22. ¿El personal de mantenimiento se siente satisfecho con su horario? (Técnico)

23. ¿El personal de mantenimiento se considera bien retribuido? (Técnico)

24. ¿El personal de mantenimiento está comprometido con los objetivos de la empresa? (Técnico)

25. ¿El personal de mantenimiento tiene un buen concepto de sus mandos? (Técnico)

26. ¿El personal de mantenimiento considera que el ambiente del departamento de mantenimiento es agradable? (Técnico)

27. ¿El nivel de absentismo entre el personal de mantenimiento es bajo? (Técnico)

28. ¿El nivel de rotación entre el personal de mantenimiento es bajo? (Técnico)

29. ¿Las herramientas mecánicas si corresponde con lo que se necesita? (Técnico)

30. ¿Las herramientas eléctricas si corresponde con lo que se necesita? (Técnico)

31. ¿Las herramientas para el mantenimiento de la instrumentación si corresponde con lo que se necesita? (Técnico)

32. ¿Las herramientas para el mantenimiento predictivo si corresponde con lo que se necesita? (Técnico)

33. ¿Las herramientas de taller si corresponden con lo que se necesita? (Técnico)

34. ¿Los equipos de medida están calibrados? (Técnico)

35. ¿Existe un inventario de herramientas? (Técnico)

36. ¿Se comprueba periódicamente el inventario de herramientas? (Técnico)

37. ¿El taller está situado en el lugar apropiado? (Técnico)

38. ¿Está limpio y ordenado su interior? (Técnico)

39. ¿Mantenimiento dispone de los medios de comunicación interna que se necesitan? (Técnico)

40. ¿Mantenimiento dispone de los medios de comunicación con el exterior que se necesitan? (Técnico)

41. ¿Se dispone de procedimientos y medios para la transferencia de conocimiento a los técnicos con menos experiencia? (Técnico)

42. ¿Se dispone de capacitaciones técnicas por parte de la empresa? (Técnico)

PLANES DE CUIDADO DE ACTIVOS, PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE TRABAJO (Jefes y supervisores)

43. ¿Existe un plan de mantenimiento que afecte a todas las áreas y equipos significativos de la planta?

44. ¿Hay una programación de las tareas que incluye el plan de mantenimiento (está claro quién y cuándo se realiza cada tarea)?

45. ¿La programación de las tareas de mantenimiento se cumple?

46. ¿El Plan de mantenimiento respeta las instrucciones de los fabricantes?

47. ¿Se han analizado los fallos críticos de la planta?

48. ¿El plan está orientado a evitar esos fallos críticos de la planta y/o a reducir sus consecuencias?

49. ¿El plan de mantenimiento se realiza?

LA ORGANIZACIÓN Y DESARROLLO DEL MANTENIMIENTO (Jefes y supervisores)

50. ¿La proporción entre horas/hombre dedicadas a mantenimiento programado y mantenimiento correctivo no programado es la adecuada?

51. ¿El número de averías repetitivas es bajo?

52. ¿El tiempo medio de resolución de una avería es bajo?

53. ¿Hay un sistema claro de asignación de prioridades?

54. ¿Existe evidencia de control de calidad del trabajo/servicio/MO realizado?

55. ¿El número de averías con el máximo nivel de prioridad (o averías urgentes) es bajo?

56. ¿El número de averías pendientes de reparación es bajo?

57. ¿La razón por la que las averías pendientes está justificada?

58. ¿Se realiza un análisis de los fallos(ACR) que afectan a los resultados de la planta?

59. ¿Las conclusiones y tomas de decisiones de estos análisis(ACR) se llevan a la práctica?

INFORMACIÓN TÉCNICA (Operarios, técnicos y supervisores)

60. ¿Todas las tareas habituales de mantenimiento están recogidas en procedimientos?

61. ¿Los procedimientos son claros y perfectamente entendibles?

62. ¿Los procedimientos contienen toda la información que se necesita para realizar cada tarea?

63. ¿El personal de mantenimiento recibe formación en estos procedimientos, especialmente cuando se producen cambios?

64. ¿El proceso de implantación de un nuevo procedimiento es el adecuado?

65. ¿Cuándo el personal de mantenimiento realiza una tarea utiliza el procedimiento aprobado?

66. ¿Los procedimientos de mantenimiento se actualizan periódicamente?

GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN (Jefes y supervisores)

67. ¿Todos los trabajos que se realizan se reflejan en una orden de trabajo?

68. ¿El formato de esta orden de trabajo es adecuado?

69. ¿Los técnicos y operarios llenan correctamente estas órdenes?

70. ¿Las órdenes de trabajo se introducen en el sistema informático?

71. ¿El sistema informático de mantenimiento(SAP) resulta adecuado?

72. ¿El sistema informático supone análisis y clasificación de las informaciones?

73. ¿El sistema informático aporta información útil?

74. ¿El sistema informático aporta información fiable?

75. ¿Los mandos de mantenimiento consultan habitualmente la información contenida en el sistema?

76. ¿Hay un mecanismo formal para controlar la información técnica referente a cada equipo?

77. ¿El sistema informático (SAP) está configurado en función de la taxonomía de los equipos?

78. ¿Se tiene configurado los planes de mantenimiento en función de un análisis de criticidad de equipos para la toma de decisiones?

GESTIÓN DE MATERIALES (Jefes y supervisores)

79. ¿Se ha elaborado una lista de repuesto mínimo que debe permanecer en stock?

80. ¿Los criterios técnicos empleados para elaborar la lista y el nivel de inventarios son válidos?

81. ¿Se comprueba periódicamente que se dispone de ese stock?

82. ¿La lista de stock mínimo se actualiza y mejora periódicamente?

83. ¿Se realizan periódicamente inventarios de repuesto?

84. ¿Los movimientos del almacén se registran en el sistema informático?

85. ¿Coincide lo que se cree que se tiene (según los inventarios y el sistema informático) con lo que se tiene realmente?

86. ¿Se cuenta con alguna técnica en la definición del presupuesto para compra de partes y manutención de los niveles máximos y mínimos?

87. ¿El almacén está situado en el lugar adecuado?

88. ¿Es fácil localizar cualquier pieza?

89. ¿Las condiciones de almacenamiento son correctas?

90. ¿Se realizan comprobaciones del material cuando se recibe?

MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO (Jefes y supervisores)

91. ¿La disponibilidad media de los equipos significativos es la adecuada?

92. ¿La disponibilidad media de la planta es la adecuada?

93. ¿La evolución de la disponibilidad es positiva (está aumentado la disponibilidad)?

94. ¿El tiempo medio entre fallos en equipos significativos es el adecuado?

95. ¿La evolución del tiempo medio entre fallos en equipos significativos es positiva?

96. ¿El número de ocurrencias totales de emergencia es bajo?

97. ¿El número de ocurrencias totales de emergencia está descendiendo?

98. ¿El tiempo medio de reparación en equipos significativos es bajo?

99. ¿El tiempo medio de reparación en equipos significativos está descendiendo?

100. ¿El número de averías repetitivas es bajo?

101. ¿El número de averías repetitivas está descendiendo?

102. ¿El número de horas/hombre invertidas en mantenimiento es el adecuado?

103. ¿El número de horas/hombre invertidas en mantenimiento está descendiendo?

104. ¿El gasto en repuestos es el adecuado?

105. ¿El gasto en repuestos está descendiendo?