ESTUDIO DE LA MANTENIBILIDAD EN LA LÍNEA UNO DE AGUARDIENTE NÉCTAR (375 ml) DE LA PLANTA DE LICORES DE CUNDINAMARCA APOYADO EN LA METODOLOGÍA RCM

WILLIAM ENRIQUE ESPINOSA FAGUA

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

DIVISIÓN DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

TUNJA

2020

ESTUDIO DE LA MANTENIBILIDAD EN LA LÍNEA UNO DE AGUARDIENTE NÉCTAR (375ml) DE LA PLANTA DE LICORES DE CUNDINAMARCA APOYADO EN LA METODOLOGÍA RCM

WILLIAM ENRIQUE ESPINOSA FAGUA

INFORME DE PASANTÍA PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

Diretor:

LEONARDO CELY GUEZGUAN

MAGÍSTER EN INGENIERÍA MECÁNICA

Codirector:

CARLOS ANDRÉS AGUIRRE RODRÍGUEZ

MAGÍSTER EN INGENIERÍA MECÁNICA

UNIVERSIDAD SANTOTOMÁS

DIVISIÓN DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

TUNJA

2020

Nota de aceptación:

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Jurado

_____

Jurado

Tunja, _____, ____ de 2020

Deseo dedicar este proyecto a mis familiares, docentes y a la empresa de licores de Cundinamarca, quienes con el apoyo y motivación hicieron esto viable y exitoso.

WILLIAM ENRIQUE ESPINOSA

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por sus bendiciones, a las personas que contribuyeron elocuentemente en el desarrollo de esta pasantía, *igualmente a mis padres y hermanos por el apoyo, a mi esposa y mis hijos por su constante motivación, a mi director, codirector, jurados y docentes encargados del trabajo de grado por la constancia, colaboración y acompañamiento y a todos los que de una u otra manera hicieron esto viable.*

CONTENIDO

pág.

INTRODUCCIÓN 16

1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA 17

1.1 ANTECEDENTES..... 17

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... 20

1.3 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN..... 20

2. JUSTIFICACIÓN 21

3. OBJETIVOS 22

3.1 OBJETIVO GENERAL..... 22

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... 22

4. MARCO REFERENCIAL 23

4.1 MARCO CONTEXTUAL..... 23

4.2 MARCO TEÓRICO..... 24

5. DELIMITACIÓN Y ALCANCE 27

6. HIPÓTESIS 28

7. METODOLOGÍA 29

7.1 PRIMERA ACTIVIDAD..... 29

7.1.1 Etapa uno..... 29

7.1.2 Etapa dos..... 29

7.1.3 Etapa tres..... 29

7.2 SEGUNDA ACTIVIDAD..... 29

7.2.1 Etapa uno..... 29

7.2.2 Etapa dos..... 29

7.2.3 Etapa tres..... 29

7.2.4 Etapa cuatro..... 30

7.2.5 Etapa cinco……...30
7.2.6 Etapa seis…… 30
7.3 TERCERA ACTIVIDAD……..30
7.3.1 Etapa uno……..30
7.3.2 Etapa dos……..30
7.3.3 Etapa tres……..30
8. RESULTADOS.....31
9. CONCLUSIONES 65
10. RECOMENDACIONES.....66
BIBLIOGRAFÍA.....67
ANEXOS.....69

LISTA DE TABLAS

pág.

Tabla 1. Análisis de modos y efectos de fallo (AMEF) (ver anexo A). 35

Tabla 2. Codificación de componentes críticos a fallo para stock de repuestos. ...48

Tabla 3. Códigos de identificación de componentes con fallo (Ver Anexo B). 48

Tabla 4: Estudio de frecuencia de fallas mensual (ver anexo A) 51

Tabla 5: Indicaciones generales de mantenibilidad en la planta (ver anexo A) 54

Tabla 6: Descripción a profundidad de la relación de gastos de mantenibilidad (ver anexo C) 60

Tabla 7: Datos de gastos ELC 61

Tabla 8: Presupuesto a favor ELC 63

Tabla 9. Relación de gastos de mantenibilidad para la vigencia de un año en la línea uno de producción (ver anexo C). 64

LISTA DE FIGURAS

pág.

Figura 1. Análisis de modos de falla y sus efectos (AMFE). 17

Figura 2. Curva en teflón que soporta la cadena, que presenta desgaste por fricción en la línea uno y conecta la etiquetadora con el termo encogible. 35

Figura 3. Cadena de transporte de la curva uno, con falta de lubricación y desgaste. 36

Figura 4. Eje de tapado del tribloque, con corrosión y oxidación 36

Figura 5. Selladora con desgaste en cuchillas. 37

Figura 6. Eje de tornillo sin fin sistema de trasporte uno con oxidación y desgaste. 37

Figura 7. Formatos de transporte en teflón de la línea uno. 37

Figura 8. Sistema interno de llenado, con desgaste por falta de lubricación. 38

Figura 9. Válvulas de paso del tanque pulmón de la línea uno con los empaques averiados por presión. 38

Figura 10. Sistema interno de elevación de la llenadora. 39

Figura 11. Puente de transferencia de productos de la línea uno. 39

Figura 12. Filtro prensa con problema de compresión. 39

Figura 13. Engranaje con fractura, por mala alineación perteneciente a la línea de transporte uno. 41

Figura 14. Engranaje con desgaste y fractura por corrosión en línea uno. 41

Figura 15. Engranaje con fractura por mala alineación en sección de transporte. 42

Figura 16. Eje central de encartonado línea uno mal alineado. 42

Figura 17. Eje central de despaletizado del sistema de transporte uno con problema corrosión y oxido. 43

Figura 18. Eje central de tornillo sin fin con oxidación y falta de lubricación. 43

Figura 19. Corrosión de válvula de llenado. 43

Figura 20. Ruptura de cadena por mala alineación en línea de termo encogible. .44

Figura 21. Estructura de clasificación de componentes en la planta según Metodología RCM. 46

Figura 22. Cambio de guías de la curva de la línea uno por desgaste. 49

Figura 23. Lubricación de eje central de llenadora de la línea uno. 50

Figura 24. Cambio de engrane de la encintadora en la línea uno por corrosión y ruptura. 50

Figura 25. Brecha del Puente de Transferencia de la línea uno frente a transportador nuevo. 52

Figura 26. Puente de Transferencia de la línea uno frente a transportador nuevo. 52

Figura 27. Cilindros de desplazamiento de estibas. 53

Figura 28. Empalme de la curva uno con el transportador robot nuevo. 55

Figura 29. Stock Implementado de componentes de la línea uno. 56

Figura 30. Stock componentes de la línea uno. 57

Figura 31. Stock de componentes, demarcados de la línea uno. 59

Figura 32. Stock componentes del sistema de elevación de la línea uno. 59

Figura 33. Stock de componentes internos de la línea uno. 59

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A: Análisis De Fallos AMEF

ANEXO B: codificación de equipos ELC

ANEXO C: Relación de gastos de mantenibilidad para la vigencia de un año en la línea uno de producción

GLOSARIO

ACCIÓN CORRECTIVA: Se entiende como la serie de acciones que se toman con el propósito de eliminar las causas de una situación no deseable.[1]

ACCIÓN PREVENTIVA: Son las medidas que se toman en cuenta con el ánimo de suprimir la causa de una acción con la que no se está conforme, así como de evitar que se vuelva a producir.[2]

CADENAS: Entre sus principales características se entiende que sirven como medio para la transmisión de movimiento principalmente de una rueda dentada a otra rueda dentada, cada una de las cuales va montada en un eje. Sumado a esto, constituyen un sólido y un medio seguro para la transmisión de potencia.[3]

DESGASTE: Hace referencia a la erosión que sufre la superficie solida de determinado material por acción de otra superficie.[6]

ENGRANAJES: Mecanismo utilizado con el propósito de transmitir y transformar el movimiento rotacional, está compuesto de “dientes” que se encargan de realizar el empuje requerido y transmitir la potencia. [6]

FALLO FUNCIONAL: Es aquel fallo que impide al sistema en su conjunto cumplir su función principal. [6]

FALLO POTENCIAL: Se presenta cuando se evidencia una anomalía en un sistema que de no corregirse generara un fallo total a nivel operacional. [6]

LUBRICACIÓN MECÁNICA: Ejerce una función principal en el momento de mantener un buen funcionamiento del motor de determinada maquina por lo que evita el rozamiento entre aquellas superficies que están muy cerca la una de la otra.

---

[1] J Moubray - Asheville, North Carolina USA: Aladon LLC, 2004

[2] Moubray - Gran Bretaña: Aladon Ltda., 2004 - academia.edu

[3] S Barreda Beltrán - 2015 - repositori.uji.es

MANTENIMIENTO: Hace referencia a un conjunto de acciones entre las que se encuentran arreglar averías, evitar que estas se produzcan y saber en qué estado se encuentran los equipos. [6]

MANTENIMIENTO CORRECTIVO: Es aquel que corrige los defectos observados en los equipamientos o instalaciones, siendo la forma más básica de mantenimiento.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO: Consiste en una serie de acciones cuyo objetivo es evitar fallos en equipos antes de que estos ocurran, alargando así su vida útil y previniendo la suspensión de su actividad producto de un desperfecto.

RCM: Mantenimiento Basado en Confiabilidad

SISTEMA DE CODIFICACIÓN DE EQUIPOS**:** Herramienta que sirve para facilitar la gestión de un sistema de mantenimiento.[4]

---

[4] J Moubray - Asheville, North Carolina USA: Aladon LLC, 2004

RESUMEN

De acuerdo con el estudio y análisis realizado en la empresa de licores de Cundinamarca, se evidencia la necesidad de una mayor disponibilidad en sus activos físicos dentro de la planta de producción. Para lo cual se sugiere que se destine mayor presupuesto a la mantenibilidad de sus equipos. Sin embargo, los recursos se deben direccionar para una mejor optimización de los procesos industriales dentro de la planta, evitando dificultades en los procesos de producción en la línea uno de aguardiente néctar 375ml.

En la industria de producción de licores existen procesos de calidad que aumentan la confiabilidad de los equipos usados dentro de la planta. Una de esas metodologías es el llamado Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM), el cual tiene como objetivo fundamental aumentar la fiabilidad del funcionamiento de las máquinas y equipos, en donde se disminuya el tiempo de parada dentro de la planta debido al fallo de componentes físicos que paralicen los planes de producción.

El presente trabajo, busca apoyarse en la metodología RCM para lograr consolidar un estudio de mantenibilidad, con el fin de garantizar la operación de la línea de producción de aguardiente Néctar 375ml de la planta de licores de Cundinamarca.

ABSTRACT

According to the observation and analysis carried out in the Cundinamarca liquor company, it is evident, the need for a greater availability of its physical assets within the production plant. To this end, it is suggested that a larger budget be allocated to the maintenance of its equipment. However, resources should be directed to optimize industrial processes within the plant, avoiding difficulties in the production processes in line one of nectar brandy 375ml.

In the liquor production industry, there are quality processes that increase the reliability of the equipment used within the plant. One of these methodologies is the so-called Reliability Centered Maintenance (RCM), which has the fundamental objective of increasing the reliability of the operation of machines and equipment, where the downtime within the plant due to the failure of physical components that paralyze the production plans is reduced.

The present work, seeks to rely on the methodology RCM to consolidate a study of maintainability, in order to guarantee the operation of the line of production of liquor Nectar 375ml of the plant of liquors of Cundinamarca.

INTRODUCCIÓN

El mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM por sus siglas en inglés Reliability Centered Maintenance) se ha ido efectuando de muchas maneras y en diferentes industrias, debido a que es una metodología que sigue en apogeo a nivel mundial, porque previene fallas en los equipos, permitiendo identificar los activos fijos que pueden aplicar dentro de los contextos operacionales, que indican criticidad en los equipos y procesos asociados.

La Empresa de Licores de Cundinamarca poyado en la metodología RCM quiere identificar de una manera efectiva en la línea uno de producción los posibles fallos mecánicos que se puedan generar al momento del proceso de producción; lo anterior, permite desarrollar técnicas de caracterización, identificación y mitigación de los fallos en la línea dentro de la planta. Asimismo, es posible estudiar las fallas que pueden ocurrir en los componentes de los equipos. La implementación de esta técnica durante el proceso de estudio concluye con un análisis presupuestado a un año a nivel de mantenimiento ejecutado en la planta, que permite clarificar y evaluar que la inversión en mantenimiento no es suficiente para lograr un porcentaje total en la producción eficaz.

1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.1 ANTECEDENTES

Análisis de modos de falla y sus efectos (AMFE)

Según Moubray (2004), un modo de falla se considera como cualquier suceso que interfiera en el buen funcionamiento de un activo físico.

El autor define las funciones y parámetros de los activos físicos para su óptimo funcionamiento; a partir de la determinación de fallas funcionales se desligan las conocidas “fallas” ya mencionadas, las mismas que son consideradas por las dos primeras preguntas del proceso RCM. En donde este proceso se realiza a través de un análisis de modos de falla y efectos (AMEF) para cada falla funcional (ver figura 1).[5]

Figura 1. Análisis de modos de falla y sus efectos (AMFE).

Análisis de Modos de Falla y sus Efectos (AMFE) 57

RCM II HOJA DE INFORMACIÓN
© 1998 ALADON LTD

SISTEMA: *Sistema de Bombeo de Agua de Refrigeración*
SUB-SISTEMA:

FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL (Pérdida de Función)		MODO DE FALLA (Causa de la Falla)	
1	Transferir agua desde el Tanque X al tanque Y a no menos de 800 litros por minuto	A	Incapaz de transferir agua	1	Cojinetes agarrotados
				2	**Impulsor loco, suelto**
				3	**Impulsor trabado por un cuerpo extraño**
				4	El cubo de acople falla por fatiga
				5	Motor quemado
				6	Válvula de ingreso trabada en posición cerrada
				7	....etc.
		B	Transfiere menos de 800 litros por minuto	1	Impulsor gastado
				2	Línea de succión parcialmente bloqueada
				3	...etc.

Fuente: *Elaboración propia a partir de* Moubray, 2004.

[5] Moubray, John. Mantenimiento centrado en confiabilidad. Gran Bretaña: Aladon Ltda., 2004.

Diseño de un plan de mantenimiento mediante metodología RCM para una línea de valorización de PEBD (Polietileno De Baja Densidad)

En el campo de la ingeniería son varios los proyectos de investigación realizados con el ánimo de ampliar la conceptualización de lo que hace referencia a la metodología RCM. Evidenciando su importancia dentro de distintos ámbitos y elementos investigativos. Según Álvaro Crisóstomo Barrero bajo la temática "Aplicación de la metodología RCM en plantas fotovoltaicas" ampliada para la carrera de ingeniería de energías. En esta se aplica la metodología RCM, a una planta solar fotovoltaica real y a otra de carácter imaginario sujeta a ciertas condiciones extremas.[6]

Para aplicar esta metodología de trabajo previamente se hizo un estudio del mantenimiento que existe actualmente en este tipo de energía renovable, analizando los tipos de instalaciones que existen hoy día; donde se ha concretado en un tipo de instalación de esta magnitud incluyendo la metodología RCM al momento de verificar fallos en componentes de instalación. Además, se ha querido demostrar cómo es de importante el mantenimiento de las plantas solares y como perjudica el mal uso de esta técnica en la producción de energía. Por otro lado, se han analizado todos los tipos de mantenimiento que hay en la actualidad definiéndolos y conociéndolos con mayor profundidad. Una vez conocida a fondo esta materia, se ha decidido aplicar una metodología de trabajo basada en la condición que es muy conocida en otro tipo de empresas por su alta eficiencia y calidad a la hora de mejorar los planes de mantenimiento. Para ello se hará un estudio de criticidad de la planta real y sobre ella se aplicó el proceso de implantación RCM, se analizaron todos los equipos que existen en ella, hasta encontrar en cuál de ellos es recomendable aplicar la técnica.[7]

---

[6] BARRERO, Álvaro Crisanto. "Aplicación de la metodología RCM en plantas fotovoltaicas". Sevilla, 2017. 120p.

[7] Ibid.

Así mismo, bajo el título “Diseño de un plan de mantenimiento mediante metodología RCM para una línea de valorización de PEBD” según Alberto Benito Sánchez siendo parte del área organizativa de un grupo empresarial cuya actividad está enfocada a la gestión y valorización de residuos plásticos desarrolla sobre un centro de trabajo con los procesos totalmente automatizados y en el que la materia prima a tratar es el Polietileno de Baja Densidad (PEBD).

Como consecuencia de la forma en la que está planificada la producción, donde la filosofía de trabajo es producir hasta el fallo y, por consiguiente, la gran parte de los mantenimientos que se realizan son correctivos. Se detectó la posibilidad de acometer un plan de mantenimiento que optimizara los recursos y mejorase la disponibilidad de la maquinaria. Debido a la elevada demanda del producto terminado, la planta se encuentra operativa las 24 horas del día durante los 7 días de la semana. La única salvedad es una pausa de unas 6 horas semanales durante las que hay que renovar el agua del proceso de lavado. Por este motivo, se consideró emplear la metodología RCM (Reliability Centered Maintenance) o MCF (Mantenimiento Centrado en la Fiabilidad). Debido a que no existía un histórico de fallos, toda la información disponible acerca de la vida de la maquinaria se ha obtenido mediante el apoyo de la experiencia de los encargados de mantenimiento, los operarios de producción y a raíz de la documentación técnica proporcionada por los fabricantes.[8]

[8] SANCHEZ, Benito Alberto. “Diseño de un plan de mantenimiento mediante metodología RCM para una línea de valorización de PEBD” 2016.123p.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Empresa de Licores de Cundinamarca presenta distintas líneas de producción, dentro de las cuales se encuentra la línea uno que maneja el aguardiente Néctar en presentación 375ml y está constituida por equipos como: Depaletizadora, tribloque (lavadora, llenadora, tapadora), etiquetadora, guiadora, transportadores, termo encogible y encartonadora. No obstante, con el uso frecuente que se le da a esta maquinaria surgen numerosos problemas en cuanto al funcionamiento y la práctica de metodologías de mantenibilidad; razón por la cual, se plantea la metodología RCM como apoyo a la solución de los inconvenientes.

En empresas de alta magnitud en relación con el aumento de disponibilidad y disminución de costos de mantenimiento, a través de esta metodología se aporta una amplia serie de resultados que permiten incrementar su rendimiento y por ende la minimización de todo tipo de problemas en determinado equipo crítico, sin dejar de lado el adecuado manejo de la mantenibilidad.

Adicionalmente, la Empresa de Licores de Cundinamarca ha tomado la decisión de modernizar su planta de producción mediante la implementación de maquinaria nueva y del cambio en algunos componentes de las líneas; así mismo, pretende lograr un empalme que optimice la mantenibilidad entre maquinaria antigua y la maquinaria nueva; algunos equipos pueden tener vida útil que representan un ahorro en los gastos de reparación.

1.3 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es la mantenibilidad operativa de la de la línea uno de aguardiente néctar 375ml de la ELC teniendo en cuenta la metodología RCM?

2. JUSTIFICACIÓN

El desarrollo del presente trabajo pretende incrementar los estándares de calidad, seguridad y mejora continua de la Empresa de Licores de Cundinamarca.

Como es de conocimiento general, los costos de mantenimiento correctivo pueden resultar elevados para cualquier empresa. El costo que implica dejar que un equipo falle o llegue al final de su vida útil, puede ser muy alto debido al precio de la reparación; sumado a los costos que se generan por pérdida de producción, así se busca que el valor del mantenimiento correctivo tienda a cero sin que los costos totales se incrementen sustancialmente y así lograr mayor durabilidad en algunas máquinas y equipos. De ahí la importancia de incorporar una mantenibilidad a toda la maquinaria en la empresa de licores de Cundinamarca.

El estudio de la modernización de la planta de licores en la línea de producción uno, en cuanto a la adecuada mantenibilidad y montaje de la maquinaria, beneficiará a la producción de la empresa de licores de Cundinamarca, ya que se mantendrá la vida útil de los equipos, maquinaria y su buen funcionamiento, reduciendo los costos, en cuanto a reparaciones con ayuda de la mantenibilidad preventiva; por estos motivos, la empresa de licores de Cundinamarca implementará las actualizaciones correspondientes para poder mejorar con ello el manejo de la planta y mantener el continuo progreso de la producción.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar la mantenibilidad de la línea uno de aguardiente néctar 375ml, apoyado en la metodología RCM, con el fin de garantizar un óptimo funcionamiento.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar de acuerdo a la observación y análisis, los mecanismos o componentes más críticos de la maquinaria de producción de la línea número uno, apoyado en la metodología RCM.
- Generar un modelo de codificación para los componentes de la línea uno de aguardiente Néctar 375ml, que presentan frecuencia de fallo durante el proceso de producción.
- Establecer la relación de gastos de mantenibilidad para la vigencia de un año en la línea uno de producción.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1 MARCO CONTEXTUAL

La empresa de licores de Cundinamarca inicio su funcionamiento en el año 1905 en la zona industrial de la ciudad de Bogotá. En el 2017, sus instalaciones se trasladaron a las afueras de Bogotá, en la vía Siberia-Cota, específicamente en la zona de los parques industriales, donde funciona en un área de 35.000 metros cuadrados. [9] Actualmente (2020) la planta licorera es reconocida por que cuenta con una de las mejores tecnologías de producción en América Latina, entendido este como uno de los mayores logros de la planta. [1]

En el año 2018-2019 se realizó un proceso de automatización para el control de los insumos a cargo de una firma suiza, que permite medir la calidad del agua, sus cantidades y control posterior a través de instrumentos tecnológicos. Estas nuevas tecnologías permitirán mejorar los tiempos de producción dentro de la planta, representadas en la reducción de horas-hombre laboradas; es decir, lo que un trabajador realizaba en ocho horas, ahora las máquinas paletizadora y encajonadora lo realizan en un tiempo menor.

En el año 2019 la planta de licores de Cundinamarca adelanto la modernización de equipo en el área del envasado de producto terminado, igualmente se centró en el traslado, instalación y puesta en funcionamiento de tres líneas para envasado de licor en vidrio.

Las líneas de envasado se encuentran instaladas y funcionando normalmente, a sí mismo la planta de agua des mineralizadora para la preparación, logra su puesta en marcha y se realiza la compra de un tanque con capacidad de 20,000 litros para el almacenamiento de agua desmineralizada para la preparación de licores, de igual

---

[9] Empresa de Licores de Cundinamarca. {en línea}. (02 de febrero de 2020). Disponible en: http://www.licoreracundinamarca.com.co

modo las etiquetadoras y robots peletizadoras para líneas de envasado se instalaron apoyados en pruebas de calidad para su óptimo funcionamiento.

La adquisición de un robot paletizadora con envolvedora automática para la línea ha logrado automatizar los procesos y disminuir tiempos en la producción, de la misma forma la encartonadora automática ha sido de gran ayuda para agilizar el producto terminado.[10]

4.2 MARCO TEÓRICO

El mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM, se encuentra en auge debido a la organización y automatismo de las nuevas maquinarias, está relacionado con novedosas técnicas de mantenimiento en los procesos industriales, siendo un modelo coherente de trabajo estratégico que sintetiza la relación entre personal operativo, equipo funcional y el contexto del mantenimiento industrial preventivo.

Según Moubray (2004), el mantenimiento representa en estos momentos todo lo que llamamos reparaciones periódicas, esto lleva a creer que las reparaciones habituales suspenderían los segmentos con fallos de las maquinas antes de que se dilapidaran y así advertir de las fallas. De la misma forma cuando se realizan las reparaciones, los encargados del mantenimiento hallaran las proporciones de falla para reducirlas y no incrementarlas.

El RCM es un método directo desarrollado en varias industrias con el propósito de apoyar a las personas y empresas para establecer las principales habilidades y mejorar las funciones de los activos físicos permitiendo manejar los resultados de sus fallas.[11]

---

[10]Empresa de Licores de Cundinamarca. {en línea}. (02 de febrero de 2020). Disponible en: http://www.licoreracundinamarca.com.co

[11] Moubray, John. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM). Gran Bretaña: Aladon Ltda., 2004.

Líneas de embotellado

Al país han ingresado nuevas marcas de licores importados a muy bajos precios, el aguardiente se constituye como la bebida de licor insignia de los colombianos; es el producto más vendido por la Empresa de Licores de Cundinamarca, el cual compite con whiskys, vodkas, ginebras y tequilas, lo cual implica una preparación para competir con el mercado extranjero.

La empresa de licores formo una alianza entre trabajadores, directivos y gobierno departamental, se trazó un plan estratégico que consistió en vender los activos inmobiliarios improductivos, se modernizaron las marcas de licores, se propuso dotar con la mejor tecnología la planta de producción, invirtiendo en un sistema de energías limpias y renovables siendo la primera empresa industrial y comercial del estado en implementar un proyecto de más de 400 paneles solares para hacer más sostenible el proceso productivo, que reducirán en más de 1.794 toneladas de dióxido de carbono en el ambiente.[12]

Algunos obstáculos impedían la competitividad de la empresa como lo era la infraestructura obsoleta, que generaba baja producción y muy altos costos, los activos inmobiliarios eran improductivos y de la misma forma la calidad de los productos no estaba avalada por las buenas prácticas de manufactura (BPM) lo que facilita la falsificación y adulteración de los productos.

La empresa de licores de Cundinamarca modernizo sus líneas de producción especialmente la línea uno que maneja el producto aguardiente néctar 375ml, el más vendido por la compañía, con nuevas técnicas de envasado y una excelente materia prima, siendo competentes y exitosos logrando un mayor volumen de envasado de la línea de producción gracias al proyecto de automatización en la línea garantizando al máximo la confiabilidad, control y seguridad en la operación

---

[12] Empresa de Licores de Cundinamarca. {en línea}. (02 de febrero de 2020). Disponible en: http://www.licoreracundinamarca.com.co

del proceso productivo. Alcanzando una etapa finalizada de diseño, ensamble, instalación y conexión de instrumentos, tableros, servidores, equipos de cómputo y tubería hidráulica con la puesta en marcha de líneas de recibo, preparación y despacho a sala de envasado configurando instrumentos de medición y capacitación al personal de planta.

Cada línea de embazado consta en su maquinaria de depaletizadora que es la encargada de llevar el envase a los sistemas de transporte, el tribloque tiene dentro de él la lavadora, llenadora y tapadora, la etiquetadora, la guiadora encargada del ajuste de botellas en el transcurso de la línea, los transportadores son aquellos que llevan el producto por el intervalo de la línea, el termo encogible encargado de sellar el plástico de las pacas de producto para su embalaje en la encartonadora, la cual sella el producto final en cajas de cartón. [13]

Mantenimiento preventivo

Es aquel que se efectúa mediante una categorización previa de acciones, con el fin de impedir en lo más viable que se presenten daños imprevistos, reducir lapsos muertos de producción por fallas y por ende reducir los costos de la misma. El mantenimiento preventivo no es una rectificación para todas las dificultades que se muestran durante un proceso productivo; es estrictamente una clasificación sistemática de lo que tradicionalmente se ha venido haciendo.

Los altos niveles de producción que se pretenden hoy en día, exigen la ejecución de un sistema de mantenimiento preventivo que permita crecer la eficiencia de la producción, la cual es verdaderamente proporcional a la disposición de la investigación con la que se cuenta para llevarla a cabo.[14]

---

[13] Empresa de Licores de Cundinamarca. {en línea}. (02 de febrero de 2020). Disponible en: http://www.licoreracundinamarca.com.co

[14] BOTERO, Camilo. Mantenimiento preventivo. 1991.

5. DELIMITACIÓN Y ALCANCE

El trabajo se centró en realizar la inspección y posteriores recomendaciones en cuanto a mantenibilidad de los componentes de la línea uno de producción de aguardiente Néctar, con apoyo del análisis que se haga con base a la metodología RCM en la línea uno y sus elementos de transporte. El avance de la metodología RCM está interpretado por las siguientes etapas: etapa inicial, etapa de taller y etapa de implementación, aplicando la mantenibilidad en la línea de producción uno de néctar 375ml y su mecanismo de transporte seleccionando los componentes más críticos de esta sección, mejorando la confiabilidad y obteniendo menos interrupciones no planeadas, mejora en la disponibilidad de repuestos en la planta y una mejor comprensión de las consecuencias por mal uso de la mantenibilidad.

Se busca que los diferentes componentes de la línea tengan un continuo monitoreo, inspecciones, lubricaciones etc. De igual forma, realizando pruebas, calibraciones, limpieza continua de cada componente crítico de la línea y codificar en un stock de repuestos los componentes de la línea uno que pueden ser críticos y eventualmente estropearse en cierto momento de la producción.

Este estudio de resultados se llevó a cabo en el área de envasado de la planta de producción la empresa de licores de Cundinamarca; en la cual se realiza una aplicación de una investigación documental, se tuvo como objetivo principal la obtención de conocimientos de diversa índole, describiendo los distintos pasos a seguir en pro del desarrollo del proyecto y su metodología.

6. HIPÓTESIS

La implementación del modelo de la metodología RCM en la Empresa de Licores de Cundinamarca, optimizará los protocolos en el análisis de fallos potenciales en los componentes dentro de la línea uno de producción de aguardiente Néctar 375ml; lo cual permite lograr en un menor tiempo mayor productividad; es decir, aumentando la disponibilidad y disminuyendo los costos de mantenimiento de la maquinaria.

7. METODOLOGÍA

7.1 PRIMERA ACTIVIDAD

Identificar de acuerdo a la observación y análisis, los mecanismos o componentes más críticos de la maquinaria de producción de la línea número uno, apoyado en la metodología RCM.

7.1.1 **Etapa uno:** Analizar las deficiencias que tenga la línea de producción uno en cuanto a su estado frente a la nueva maquinaria aplicando la metodología RCM para los equipos más críticos.

7.1.2 **Etapa dos:** Hacer los estudios pertinentes acerca de la mantenibilidad de las secciones de los trasportadores de la línea de producción 1 de la empresa de licores de Cundinamarca, e identificar sus déficits y posibles puntos de mejora.

7.1.3 **Etapa tres:** Como objeto de estudio ver que componentes, secciones y equipos críticos van a ser codificados en la línea uno.

7.2 SEGUNDA ACTIVIDAD

Observar y generar sugerencias para la realización de labores dentro de la planta para obtener un continuo mantenimiento, sin deterioro en los equipos

7.2.1 **Etapa uno:** hacer las inspecciones en la línea de producción uno de la empresa de licores de Cundinamarca a lo largo de la sección de transporte, y definir tiempos muertos en la línea relacionados a la deficiencia y mantenibilidad de algunos componentes críticos en el transporte.

7.2.2 **Etapa dos:** analizar las diferentes fallas al momento de empalme de la línea de producción con el equipo de maquinaria nuevo implementado por la empresa.

7.2.3 **Etapa tres:** tener en cuenta el trabajo realizado por los operarios bajo supervisión, para evitar implementar mantenimientos correctivos por mal uso de los equipos y deterioro de los mismos.

7.2.4 **Etapa cuatro:** realizar la documentación de equipos codificados dependiendo de su impacto costo beneficio dentro de la planta de producción en la sección de transporte.

7.2.5 **Etapa cinco:** se clasificarán los activos de la línea de producción uno, propensos a falla apoyados los conceptos de la metodología RCM para garantizar su buen funcionamiento.

7.2.6 **Etapa seis:** generar formato de codificación de componentes para realizar la culminación de un stock dentro de la planta.

7.3 TERCERA ACTIVIDAD

Establecer la relación de gastos de mantenibilidad para la vigencia de un año en la línea uno de producción.

7.3.1 **Etapa uno:** Sugerir la realización de la compra y contratación equipos necesarios para la puesta en marcha de la línea de producción uno de la empresa de licores de Cundinamarca.

7.3.2 **Etapa dos**: Se estimará indicaciones para la operación de mantenibilidad para algunos segmentos de la línea uno en la sección de transporte, y la periodicidad con lo que se efectúa, con el fin de poder determinar así las horas-hombre que requiere para una tarea de mantenibilidad en la línea de producción.

7.3.3 **Etapa tres:** Cumplir con un estimado de gastos en mantenibilidad durante el periodo de un año con la ayuda de un presupuesto de equipos codificados en la sección de transporte de la línea en la planta con apoyo de la metodología RCM.

8. RESULTADOS

Primera Actividad: Identificar los mecanismo o componentes más críticos de la maquinaria de producción de la línea número uno, utilizando la metodología RCM.

Etapa 1: Apoyados en los transcendentales conceptos de la metodología RCM se consigue analizar y desarrollar por medio de los siete interrogantes que esta técnica nos propone este análisis, los cuales son los encargados de describir la optimización o desarrollo de un plan eficaz de mantenimiento, enseguida se enunciarán.

¿Cuáles son las funciones y estándares de ejecución asociadas con el activo, en su actual contexto operacional?

Para darle respuesta a este interrogante que plantea la metodología RCM, se puede decir que una función está correctamente determinada si en su organización está compuesta de un estándar de funcionamiento anhelado por el beneficiario, este último debe ser lo adecuadamente preciso en lo que se soportará y en lo que definitivamente será inadmisible y se considerará como falla funcional.

Dentro del proceso de definición de las funciones y los estándares de funcionamiento vistos dentro de la planta de producción de la empresa de licores de Cundinamarca, se concertaron con el conjunto de trabajo, condiciones que influyen significativamente en el funcionamiento deseado para cada sistema y subsistema del equipo de la línea uno y que responden a la anterior pregunta de la metodología de RCM.

La segunda pregunta que surge con respecto a la metodología RCM es la siguiente:

¿En qué forma falla el equipo, con respecto a la función que cumple en el contexto operacional?

En la línea de producción uno de la planta de licores de Cundinamarca se observa que la línea de transporte es la más propensa a fallar al momento de la puesta en marcha de la producción ya que sus componentes (piñones, cadenas, llenadoras etc.) al momento del montaje pudieron quedar en mala alineación, falta de lubricación entre otras fallas, y como primer paso se recomienda al grupo de mantenimiento industrial dentro de la planta, la descripción completa del contexto

operacional del equipo dentro de la línea para analizar todas las condiciones en las cuales marchan los componentes; como lo son las medidas de calidad, seguridad, en donde se tienen en cuenta los suministros de energía y materiales, y las particularidades de los servicios, así como los residuos del proceso.

Después de la descripción y análisis realizado de los componentes en la matriz de Análisis de modos y efectos de fallo **(AMEF)** y se procede con la correcta identificación de las funciones requeridas, incluyendo los valores dentro de los cuales cada función resulta aceptable para el proceso de producción (Ver Anexo A).

Otro de los interrogantes que nos plantea la metodología RCM para el desarrollo exitoso de este análisis es *¿Que causa la falla funcional?*

Las fallas funcionales pueden ser causadas por problemas en la alineación, por tensión en los componentes de transporte, por falta de lubricación, por no tener un mantenimiento preventivo, y no detectar en el análisis diario dentro de la planta las fallas proporcionas por la puesta en marcha de la producción, las habilidades y destrezas para la solución y prevención de estos problemas en ambientes productivos, acompañando los esfuerzos de mejoramiento continuo logran un mayor funcionamiento en la planta adquiriendo beneficios evidentes como lo son la reducción en las reparaciones y la minimización de tiempo de preparación y arranque de equipos y aumento en su disponibilidad ya que la frecuencia de fallas va ser menor.

Igualmente el RCM nos pregunta *¿Qué sucede cuando falla?,* lo que podemos evidenciar cuando falla la línea de producción, es que un fallo puede ser considerado tolerable, pero no debe cumplir ninguna condición que le haga ser crítico o importante, y además, debe tener poca influencia en seguridad y medioambiente, no afecte a la producción de la planta y tenga un coste de reparación bajo, y dando respuesta a este interrogante lo que sucede cuando fallan los componentes dentro de la línea en lo referente a la seguridad y al impacto medioambiental del fallo, es que el fallo podría ocasionar un accidente si algún

operario llegara a accionar mal el funcionamiento de la línea afectando la producción.

Causando una parada en la producción, y posterior parada de la planta, y genera una disminución del rendimiento o de la capacidad productiva.

El siguiente interrogante propuesto por el RCM es *¿Qué ocurre si falla?,* al momento de que falle el equipo por causas de desgastes, falta de lubricación, corrosión, oxidación, fracturas en componentes, falta de compresión, fricción entre otras causas puede ocasionar interrupciones inesperadas en la producción y posterior cambio de dichos componentes que lleguen a fallar de esta forma ocasionando costos imprevistos en el mantenimiento anual de la planta.

De la misma forma el RCM nos plantea la siguiente pregunta *¿Qué puede hacerse para evitar la falla?,* dando respuesta a este interrogante se puede decir que para evitar las diferentes fallas que al momento de dar inicio a la producción a diario dentro de la planta de producción de la empresa de licores se puedan generar, podemos apoyarnos de un estudio minucioso del funcionamiento del sistema o componentes para poder evitar la falla, de la misma manera enlistar las funciones del componente para lograr la determinación de los fallos funcionales y fallos técnicos evitando consecuencias de gran impacto dentro de la planta con medidas preventivas que eviten o atenúen los efectos de los fallos, teniendo igualmente una lista de mejoras, planes de formación y procedimientos de operación y de mantenimiento dentro de la planta en cuanto a la mejora en la reducción de desgastes de los componentes por falta de lubricación así mismo evitar la corrosión generada en los componentes que conlleven a fracturas en dichos componentes y lograr obtener una buena puesta en marcha de las medidas preventivas y lograr avanzar en la producción eficaz dentro de la planta sin ningún costo adicional.

Teniendo en cuenta el apoyo de estos interrogantes del RCM que son la base fundamental del mantenimiento centrado en confiabilidad al inicio de la identificación de mecanismos o componentes críticos en la línea uno se logra analizar las deficiencias que tienen algunos componentes de la maquinaria, como lo son los

puentes de transferencia que llevan el producto terminado hacia los nuevos transportadores implementados por la planta, igualmente se encuentran las curvas o guías de teflón que soportan las cadenas en el sistema de transporte, a la par se tienen los formatos de producto, igualmente se identifican fallos en los soportes de tapado, llenado y lavado etc.

En la continua labor de mejora se implementará el mantenimiento dentro de la planta, se generan un conjunto de actividades diarias, las cuales permiten mantener el equipo con continua condición operativa. Optimizando permanentemente los componentes incluso a su más alto nivel operativo, mediante el aumento de la disponibilidad, efectividad y confiabilidad (RCM), para reducir los costos de mantenimiento en la línea, garantizando el buen trabajo de los dispositivos, para aumentar la producción. Se muestran los componentes encontrados en las inspecciones diarias (ver figura 2-12), con deficiencias dentro de la línea de producción uno.

Análisis modos y efectos de falla

Para el estudio de confiabilidad empleamos la herramienta AMEF la cual se aplica para los 18 componentes que componen la línea uno de producción de aguardiente Néctar 375cc de envasado en la planta de licores de Cundinamarca, con este análisis de modos de efectos de falla se da respuesta a los interrogantes que plantea la metodología RCM, utilizando el siguiente formato para dar respuesta al análisis AMEF en el cual se determina la función trascendental por componente, determinando si la falla es o no es oculta de la misma forma los modos de falla asociados, fallas funcionales y efectos de falla, consiguiendo los siguientes resultados.

Tabla 1. Análisis de modos y efectos de fallo (AMEF) (ver anexo A).

	Análisis modos y efectos de fallo (AMEF)			VERSION	VR-01	
				EMISION	1/08/2019	
				PAGINA	1	
AMEF	ELC Empresa de Licores de Cundinamarca			FECHA	AGOSTO 01 - DICIEMBRE 01	
SOLICITANTE			CARGO			
Ing. Jackson Alba			Jefe de mantenimiento industrial ELC	HORA:	08:00:00 a m.	
	Fecha de Aprobacion		NOMBRE EMPRESA	DIRECCION		TELEFONO
	1/08/2019		Empresa de licores de cundinamarca	KM 3.8 AV Medellin		3118748522
EQUIPO	Transportador linea uno		VERSIÓN AMEF	1 2019		
PROCESO	Linea Uno de Produccion de		AMEF NÚMERO	1		
Componente	**Función**	**Codificacion**	**Falla Funcional**	**Modo de Falla**	**Efecto de Falla**	**Falla Oculta**
Guias para cadena curva.	un correcto guiado de las cadenas y le dan la orientacion a	**PL AE TR CT A1**	cadena no se garantiza el guiado dentro de la curva	sincronización de cadenas de arrastre en la linea	linea de producción por un tiempo de 60	NO
CADENA PARA TRANSPORTE DE ACERO INOXIDABLE / DE PINZA / CON SOPORTES	La cadena de transmisión su función transmitir el movimiento de			desalineación de la cadena al momento del montaje	Perdida de capacidad producitva de la linea uno. Parada menor en proceso, realizar intervención y cambio de cadena o cambio de segmento	

Fuente: Elaboración Propia

Figura 2. Curva en teflón que soporta la cadena, que presenta desgaste por fricción en la línea uno y conecta la etiquetadora con el termo encogible.

Fuente: *Elaboración propia.*

Figura 3. Cadena de transporte de la curva uno, con falta de lubricación y desgaste.

Fuente: *Elaboración propia.*

Figura 4. Eje de tapado del tribloque, con corrosión y oxidación

Fuente: *Elaboración propia.*

Figura 5. Selladora con desgaste en cuchillas.

Fuente: *Elaboración propia.*

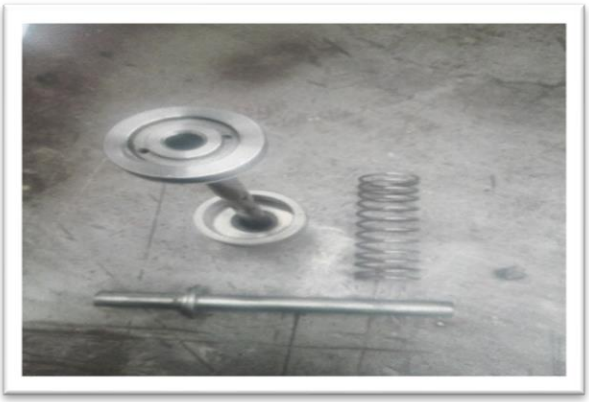
Figura 6. Eje de tornillo sin fin sistema de trasporte uno con oxidación y desgaste.

Fuente: *Elaboración propia.*

Figura 7. Formatos de transporte en teflón de la línea uno.

Fuente: *Elaboración propia.*

Figura 8. Sistema interno de llenado, con desgaste por falta de lubricación.



Fuente: *Elaboración propia.*

Figura 9. Válvulas de paso del tanque pulmón de la línea uno con los empaques averiados por presión.

Fuente: *Elaboración propia.*

Figura 10. Sistema interno de elevación de la llenadora.

Fuente: *Elaboración propia.*

Figura 11. Puente de transferencia de productos de la línea uno.

Fuente: *Elaboración propia.*

Figura 12. Filtro prensa con problema de compresión.

Fuente: *Elaboración propia.*

Se puede unificar cada intervalo de la línea uno de aguardiente néctar y sus componentes para su revisión en cuanto a fallas operacionales y de funcionamiento, expuestas en el análisis AMEF y algunas indicaciones de seguridad para tener en cuenta a la hora de tomar decisiones en materia de mantenimiento y lograr una atención temprana. Para evitar problemas en la producción, con la ayuda de la realización de tareas de mantenimiento, se garantiza una inversión y un mayor beneficio que incide en la mejora de su funcionamiento y desempeño dentro de la planta (ver anexo A).

Etapa 2: con la ayuda de la metodología RCM basada en confiabilidad dentro de la empresa de licores de Cundinamarca y la línea uno de producción se pudo evidenciar en la sección de transporte de la línea y sus componentes anteriormente expuestos, se logra demostrar el riesgo al que puede estar expuesto el proceso de producción.

Basándose lo anterior únicamente en el efecto de fallo de cada componente; como lo es la falta de lubricación de los componentes, desgaste en superficies específicas, problemas debido a un mal proceso de engrase, grasa no adecuada, cantidad no respetada a la hora del engrase y problemas de ejes como de partes móviles en equipos rotativos por una deficiente alineación en el sistema de trasporte de la línea.

Igualmente se ven fracturas en fragmentos móviles por realizar ajustes incorrectos o bien por utilizar piezas inadecuadas en el sistema de soporte de cadenas etc.

A continuación, se perciben algunos componentes de la línea de transporte de la línea uno con fallas frecuentes las cuales se pueden evidenciar en el Anexo A en el estudio de fallas realizado, (ver figura 13 - 20).

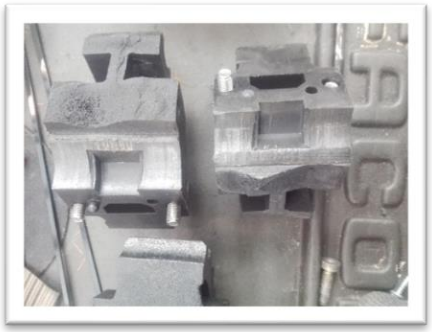
Figura 13. Engranaje con fractura, por mala alineación perteneciente a la línea de transporte uno.

Fuente: *Elaboración propia*

Figura 14. Engranaje con desgaste y fractura por corrosión en línea uno.

Fuente: *Elaboración propia*

Figura 15. Engranaje con fractura por mala alineación en sección de transporte.

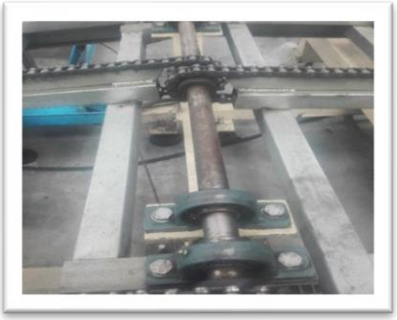


Fuente: *Elaboración propia*

Figura 16. Eje central de encartonado línea uno mal alineado.

Fuente: *Elaboración propia*

Figura 17. Eje central de despaletizado del sistema de transporte uno con problema corrosión y oxido.



Fuente: *Elaboración propia*

Figura 18. Eje central de tornillo sin fin con oxidación y falta de lubricación.

Fuente: *Elaboración propia*

Figura 19. Corrosión de válvula de llenado.

Fuente*: Elaboración propia*

Figura 20. Ruptura de cadena por mala alineación en línea de termo encogible.

Fuente: *Elaboración propia*

Etapa 3: Realizar modelo de codificación de componentes, secciones y equipos críticos, para la línea de producción número uno en su sección de transporte como objeto de estudio.

Apoyados en el mantenimiento centrado en confiabilidad, se genera un modelo de codificación de los componentes críticos que componen la sección de transporte de la línea uno en la empresa de licores de Cundinamarca.

Observar las deficiencias que tenga la línea de producción uno en cuanto a su estado en el momento del estudio de la pasantía.

Para los componentes anteriormente expuestos críticos, se llevaran a cabo las inspecciones pertinentes acerca de la mantenibilidad de las secciones de los trasportadores de la línea de producción uno de la empresa de licores de Cundinamarca, se identifican los déficits y posibles puntos de mejora, realizando un modelo de codificación para componentes, secciones o equipos críticos, para la línea de producción número uno en su sección de transporte como objeto de estudio dentro de la empresa y posible implementación en las demás líneas de producción. A si mismo la subgerencia técnica de la ELC (Empresa de Licores de Cundinamarca) es responsable de proporcionar los servicios de mantenimiento preventivo a los equipos de producción de la ELC, a través del profesional

especializado de mantenimiento industrial. A sí mismo la subgerencia técnica es responsable de las rutinas diarias de inspección a los equipos, estas son realizadas por los operarios de mantenimiento industrial, los cuales son también garantes de la elaboración del reporte correspondiente, el cual debe ser firmado por el supervisor de mantenimiento industrial, indicando la conformidad de los equipos.

El cumplimiento de los diferentes cronogramas de mantenimiento, es de suma importancia para conservar la maquinaria y los equipos en un continuo funcionamiento, que asegure la repetitividad, exactitud y precisión de las labores que se ejecutan, con apoyo en la metodología RCM.

Se pueden realizar mantenimientos preventivos y se debe tener en cuenta los instructivos establecidos por la empresa de licores, las fichas técnicas de los equipos de acuerdo a su clase y naturaleza, de igual forma disponer de materiales y/o repuestos necesarios para realizar el mantenimiento planificado teniendo un stop de componentes críticos dentro de la planta.

Se debe tener en cuenta que ningún operario de la sala de envasado, debe encontrarse operando los equipos, al momento de realizar actividades de mantenimiento y limpieza según la metodología RCM, así mismo se deben tener en cuenta indicaciones de mantenimiento como lo es al momento de hacer una tarea de mantenimiento, desconectar el equipo de la fuente de alimentación de energía, cumpliendo con las normas de seguridad industrial y los procedimientos establecidos por el área de salud ocupacional en la empresa de licores, si hay algún residuo se debe disponer del procedimiento de gestión integral de residuos establecido por la ELC.

Se diseña una lista de los equipos que hay en la línea de producción uno en la planta de licores de Cundinamarca, realizando una inspección visual y logrando detallar los componentes de la línea que tienen mayor posibilidad de falla, se realizó un diagrama de flujo simple enlistando algunos componentes importantes según la

metodología RCM para realizar el modelo de codificación dentro de la planta teniendo en cuenta el lineamiento de distribución descrito en la figura 21.

Figura 21. Estructura de clasificación de componentes en la planta según Metodología RCM.

Fuente: *Elaboración propia*

Ubicación Planta (P): Centro de trabajo, en nuestro caso la empresa de licores de Cundinamarca.

1. **Área (A):** Zona de la planta que tiene una característica común, línea uno de producción en el embalsadero de la ELC.
2. **Equipo (EQ):** Unidades productivas que componen el área, que constituyen un conjunto único dentro de la línea.
3. **Sistema (S):** Conjunto de elementos que tienen una función común dentro de un equipo en la línea.
4. **Elemento (EL):** cada uno de las partes que integran un sistema. Ej.: el motor de la bomba de lubricación.
5. **Componentes (C):** partes en que puede subdividirse un elemento. Ej.: Rodamiento de un motor, junta rascadora de un cilindro neumático.

Para lograr generar un modelo de codificación de los componentes con deterioro, que componen la sección de transporte de la línea uno en la Empresa de Licores de Cundinamarca, haciendo inspección y consultando varios sistemas, el que resulta más útil para implementar en la planta, es un sistema de codificación basado

en cinco ítems los cuales son: Ubicación del componente dentro de la empresa, área donde se encuentra ubicado el componente, lugar dentro de la línea de producción, nombre del componente y sigla establecida para su identificación en el stock y tipo de componente.

Estos ítems arrojan el código final utilizado para la implementación del stock de repuestos (*ver tabla 2*-3); se utilizarán números y letras, es decir, estaríamos hablando de un equipo que quedaría codificado de la siguiente forma *(el contenido de la tabla 2 se explica en la tabla 3)*: ***WW EE A DD ZZ.*** La descripción del código sería el siguiente*:* con las dos primeras siglas ***(WW)*** determinamos la ubicación dentro de la empresa donde se encuentra el equipo. Se podrán definir plantas de producción o zonas generales.

Con las dos letras siguientes ***(EE)*** indicamos el área donde se ubica el componente, por ejemplo, **PQ= Parqueadero BG= Bodegas**

Con la siguiente letra sabremos la ubicación dentro de la línea de producción del componente es decir si está dentro de alguno de estos componentes como lo son Depaletizadora, tribloque, lavadora, llenadora, tapadora, etiquetadora, guiadora, transportadores, termo incogible, encartonadora entre otros.

La siguiente letra nos va a indicar el nombre del componente y sigla establecida para su identificación por ejemplo si se indica así:

M: motores, indicando con la segunda letra un tipo más específico, ***MB***: motor de bomba,

B: *Bomba neumática.*

FL: para un filtro en línea (Filtro Prensa)

Con la última letra y número especificaríamos el producto que impulsa (***A1 agua, A2 Aguardiente, R1 Ron).***

Tabla 2. Codificación de componentes críticos a fallo para stock de repuestos.

	Codificacion Componentes Criticos a Fallo Para Stock De Repuestos				Version	1
					Emision	15/08/19 - 16/12-19
	Codigo: 001				Paginas	1
Ubicación dentro de la empresa	*AE*	*ubicación dentro de la linea uno de produccion*	*Nombre del component e O Sigla Establecida*	*Tipo de Producto Que Transporta*	*Codigo Final*	*Figura Componente*
PL	AE	TR	CT	A1	PL AE TR CT A1	
PL	AE	TR	CD	A1	PL AE TR CD A1	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Códigos de identificación de componentes con fallo (Ver Anexo B).

Componente con posible falla para stock	*CODIGO*
Componente con posible fallo curva en teflón que soporta la cadena cód. CT	CT
Cadena de curva uno con falta de lubricación y desgaste cód.: CD	CD
Eje de tapado con corrosión y oxidación cód. RT	RT
Cuchilla selladora con desgaste en cuchillas cód. CS	CS
Eje de tornillo sin fin sistema de trasporte uno con oxidación y desgaste. cod:TS	TS
Formatos de transporte teflón línea un. Cod FT	FT
Sistema interno de llenado con desgaste por lubricación. Cod: SL	SL
Válvulas de paso tanque pulmón línea uno. Cod: VP	VP
Sistema interno de elevación de llenado. Cod: EL	EL
Puente de transferencia línea uno. Cod: PT	PT
Filtro prensa con problema de compresión. Cod: FL	FL
Engranaje con fractura por mala alineación. Cod: EG	EG
Engranaje con desgaste por corrosión. Cod: EB	EB
Engrane encintadora línea uno por corrosión y ruptura. Cod. EE.	EE
Cilindros de desplazamiento estibas. Cod: CE	CE
Sistemas eléctricos (sensores, réflex). Cod: SE	SE
Moto bomba principal tribloque. Cod: MB	MB
Motores línea uno para transporte. Cod: M	M

Fuente: Elaboración propia

Segunda actividad: Observar y generar sugerencias para la realización de labores dentro de la planta, para obtener un continuo mantenimiento, sin deterioro en los equipos.

Etapa 1: Al realizar las diferentes inspecciones durante las puestas en marcha de la línea de producción uno a diario se evidenciaron diferentes fallas como lo fueron ruptura en piñones, desgaste en elevadores, descarrilamiento de cadenas por desgaste en guías, etc. en las cuales se encontró que no se tenía una disponibilidad de los componentes para cambios en estas fallas y reparación, generando así baja productividad en un turno de trabajo normal (ver anexo A).

Con la implementación del stock y recomendaciones realizadas se logra una reducción en la reparación de fallo, porque el operario de mantenimiento industrial al momento de que allá una avería y parada inesperada en la producción, podrá ejecutar su reparación en un menor tiempo logrando mejora en el funcionamiento de la línea de producción (ver Anexo A - figura 22-24).

Figura 22. Cambio de guías de la curva de la línea uno por desgaste.

Fuente: *Elaboración Propia*

Figura 23. Lubricación de eje central de llenadora de la línea uno.

Fuente: *Elaboración propia*

Figura 24. Cambio de engrane de la encintadora en la línea uno por corrosión y ruptura.

Fuente: *Elaboración propia*

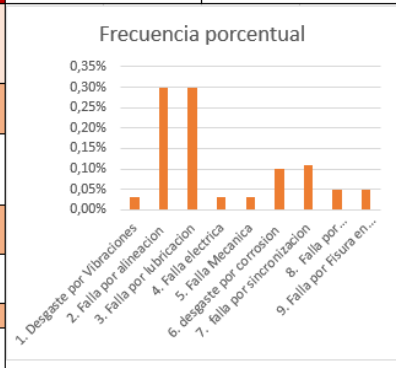
Etapa 2:

Según análisis AMEF al momento de empalme de la línea de producción con el equipo de maquinaria nuevo implementado por la empresa. al momento de puesta en marcha y empalme de la maquinaria antigua frente a los robots nuevos, se podrá evidenciar fallos de funcionalidad al instante de transferencia de producto de un transportador antiguo a uno nuevo ya que queda una rendija entre transportador a transportador (ver figura 25 y 26), igualmente se ve un desgaste progresivo en los cilindros de desplazamiento de estibas de producto (ver figura 27) se sugiere tener en stock estos componentes con fallo y su compra obligatoria (ver anexo A).

Tabla 4: Estudio de frecuencia de fallas mensual (ver anexo A)

		Fecha de Aprobacion	NOMBRE EMPRESA	DIRECCION	TELEFONO
		1/08/2019	Empresa de licores de cundinamarca	KM 3.8 AV Medellin	3118748522
EQUIPO	Transportador linea uno		VERSIÓN	1 2019	
PROCESO	Linea Uno de Produccion de		Estudio de la informacion		

Causas	Frecuencia Absoluta mensual X dia Rango 1-50	Frecuencia Relativa	Frecuencia porcentual
1. Desgaste por Vibraciones	3	0,0	0,03%
2. Falla por alineacion	30	0,30	0,30%
3. Falla por lubricacion	30	0,30	0,30%
4. Falla electrica	3	0,03	0,03%
5. Falla Mecanica	3	0,03	0,03%
6. desgaste por corrosion	10	0.10	0.10%



Fuente: Elaboración Propia

Figura 25. Brecha del Puente de Transferencia de la línea uno frente a transportador nuevo.

Fuente: *Elaboración propia*

Figura 26. Puente de Transferencia de la línea uno frente a transportador nuevo.

Fuente: *Elaboración propia*

Figura 27. Cilindros de desplazamiento de estibas.

Fuente: *Elaboración propia*

Etapa 3: Tener en cuenta el trabajo realizado por los operarios bajo supervisión, para evitar implementar mantenimientos correctivos por mal uso de los equipos y deterioro de los mismos.

Los diferentes componentes que constituyen la línea de producción número uno de aguardiente Néctar 375ml dentro de la planta de producción a pesar de sus diferentes fallos analizados en la matriz AMEF ya expuestos se evidencia que todos los componentes en la línea de transporte al momento del montaje pueden ser parte del empalme con la nueva maquinaria, se manejara un continuo mantenimiento preventivo ya que el objetivo fundamental del apoyo de un mantenimiento RCM en la planta de producción es aumentar la disponibilidad y disminuir costes de mantenimiento.

La observación en la planta y su línea uno según esta metodología aporta una serie de resultados para la mejora del conocimiento del funcionamiento de los equipos y sistemas por causas intrínsecas al propio equipo o por actos personales.

El mantenimiento centrado en fiabilidad RCM se basa en el análisis de fallos (AMEF), tanto aquellos que ya han ocurrido, como los que se están tratando de

evitar con determinadas acciones preventivas dentro de la planta de producción y la línea uno de aguardiente Néctar.

Con el modelo de codificación de los componentes seleccionados bajo el criterio del análisis de fallo AMEF y con ayuda de las inspecciones visuales realizadas diariamente en el transcurso de cuatro meses de estudio en compañía de los jefes inmediatos, se estipula anteriormente que se logra evidenciar la continuidad de la marcha de los diferentes componentes de la línea, pero con un continuo mantenimiento de esta, igualmente lograr un empalme de componentes antiguos frente a los nuevos (ver figura 28), con mejoras y procedimientos de operación y de mantenimiento dentro de la línea realizado por el personal encargado para una puesta en marcha con medidas preventivas (Ver anexo A).

Tabla 5: Indicaciones generales de mantenibilidad en la planta (ver anexo A).

Indicaciones generales de mantenibilidad dentro de la planta

VERSION	VR-01
EMISION	1/11/2019
PAGINA	1

NUMERAL	Indicaciones de mantenibilidad	Periodicidad	Tipo De Ejecucion
1.	Listado de sistemas que componen la linea en la planta.	Semanal	dministrativo - Operativ
2.	Realizar inspecciones Visuales	Diario	Operacional
3.	Revision manuales de operación y mantenimiento de los equipos	quincenal	operacional
4.	Determinación de la especialidad de cada tarea	Diario	Administrativo

Fuente: *Elaboración propia*

Figura 28. Empalme de la curva uno con el transportador robot nuevo.

Fuente: *Elaboración propia*

Etapa 4: Documentación y selección de equipos codificados dependiendo de las inspecciones diarias visuales realizadas dentro de la planta y del análisis de fallo AMEF dentro de la sección de transporte.

Con respaldo de la elaboración de este documento y una serie de informes ejecutados a la dependencia de la subgerencia técnica de la empresa de licores de Cundinamarca se logra la codificación y selección de un grupo de componentes con posibilidad de fallar en la puesta en marcha los cuales se deben tener codificados en un stock de repuestos, esta documentación servirá como referente para una futura implementación de la metodología en las demás líneas de producción.

Etapa 5: Según la observación se seleccionarán los componentes de la línea de producción uno más prestos a falla, para garantizar su buen funcionamiento.

Para poder garantizar el funcionamiento de la línea de producción uno dentro de la planta, se debe tener en cuenta que respecto a los procesos de mantenimiento se observara en cada inspección y seleccionaran los componentes para generar el stock de repuestos según sus fallos críticos, tolerables e importantes para garantizar una puesta en marcha continua.

Etapa 6: Las continuas pruebas realizadas por la supervisión asignada dentro de la planta en las diferentes puestas en marcha de la línea antes de la iniciación final de la producción, se lograra ver que con ayuda del stock la duración de la operación de mantenimiento a los diferentes segmentos seleccionados en la sección de transporte de esta línea será menor y más eficaz, mediante la implementación de métodos en cuanto a lubricación y limpieza del equipo de mantenimiento industrial, se logrará mejorar la producción en razón de desperfectos mecánicos, desgaste de las máquinas en los componentes etc. Gracias al alistamiento oportuno de componentes en caso de esos fallos obtenidos, el stock de repuestos se podrá usar en un menor tiempo a la hora de ejecutar el mantenimiento dentro de la planta (ver figura 29).

Figura 29. Stock Implementado de componentes de la línea uno.

Fuente: *Elaboración propia*

Tercera actividad: Establecer la relación de gastos de mantenibilidad para la vigencia de un año en la línea uno de producción.

Etapa 1: Para el análisis se debe tener en cuenta el medio en que los componentes y equipo tengan probabilidad de que funcionen satisfactoriamente al momento que

sean requeridos, después del momento de su operación, empleando circunstancias normales constantes, donde el tiempo total estimado envuelva al tiempo de operación, al tiempo activo de reparación, al tiempo inactivo, al tiempo en mantenimiento preventivo, al tiempo de funcionamiento sin producir y al tiempo logístico dentro de la planta de producción. Maximizando la disponibilidad de equipos con fallo necesarios para la puesta en marcha de la línea de producción uno de la empresa de licores de Cundinamarca.

La implementación del stock dentro de la planta de licores, en cuanto a sus componentes más importantes de la línea de producción uno respectivamente al mantenimiento se logra maximizar la disponibilidad de estos componentes al momento de una falla y su posterior cambio o reparación en el mantenimiento correctivo o preventivo dependiendo el caso.

El stock adecuado de los repuestos y componentes críticos es esencial dentro de la empresa de licores y el área de envasado de igual manera los Inventarios insuficientes de componentes esenciales afectan el rendimiento general de los activos físicos al momento de una falla y posterior reparación, por este motivo se genera en la línea el stock dedicado a las guías de envase dentro de la planta (ver figura 30).

Figura 30. Stock componentes de la línea uno.

Fuente: *Elaboración propia*

Etapa 2: Preservar o conservar el “valor” de la planta y de su equipo, minimizando el desgaste y el deterioro en las líneas de producción de algunos componentes críticos en la sección de trasporte con ayuda de la mantenibilidad.

Para preservar la producción activa en la planta de licores de Cundinamarca con la línea uno de aguardiente néctar se logra minimizar el desgaste y deterioro de los componentes y se logra aumentar la fiabilidad de la instalación; es decir, disminuir el tiempo de paradas de la planta de licores por averías imprevistas que impidan cumplir con los planes de producción, igualmente lograr aumentar la disponibilidad, es decir, el equilibrio del tiempo que la planta está en disposición de producir, y disminuir al mismo tiempo los costes de mantenimiento.

A si mismo se determina una serie de acciones dentro de las indicaciones de mantenibilidad preventivas (Ver Anexo A) que permiten garantizar una alta disponibilidad de la planta de producción en la línea número uno, con la ayuda del mantenimiento industrial ejecutado por cada operario dentro de la planta se evitarán los fallos determinando, las de tareas a ejecutar de mantenimiento son:

- **Limpiezas de componentes,**
- **Lubricación**
- **Cambio de piezas.**

De la misma forma con la ayuda e implementación del stock de repuestos que permanece en planta (ver figura 31 a la 33), es de vital apoyo como medida preventiva a la hora que ocurra un fallo y lograr buenos procedimientos operativos y de mantenimiento en la línea para una óptima producción

Figura 31. Stock de componentes, demarcados de la línea uno.

Fuente: *Elaboración propia*

Figura 32. Stock componentes del sistema de elevación de la línea uno.

Fuente: *Elaboración propia*

Figura 33. Stock de componentes internos de la línea uno.

Fuente: *Elaboración propia*

Etapa 3: Bajo Concepto de la subgerencia técnica se hace adquisición de componentes para la optimización de la planta y mejora continua de la mantenibilidad, esto se evidencia con la ayuda de una tabla donde se relacionan gastos de mantenibilidad para la vigencia del año 2019 en la línea uno de producción (ver tabla 6 Anexo C).

Tabla 6: Descripción a profundidad de la relación de gastos de mantenibilidad (ver anexo C)

Descripcion a profundidad de la relación de gastos de mantenibilidad para la vigencia de un año en la línea uno de producción.											
1. Realizar el levantamiento de planos y fabricación del formato de manejos para el envase nuevo de 375 cc en	subgerencia tecnica subcontratara a la empresa COMERCIALIZADORA DE REPUESTOS S.A.S para la realizacion del levantamiento de planos y la posterior fabricacion de los	2. Compra de cabezales de control y válvulas de 3 vías para los tanques ubicados	concepto emitido por la Subgerencia Tecnica se establece la compra de cabezales de control y válvulas de 3 vías para los tanques ubicados en las áreas de preparaci	3. Suministro de lubricantes para componentes de	realiza compra de Grasa y lubricantes de grado alimenticio de alto rendimiento para altas velocidades para los componentes de la linea por un valor total de $26´197.6	4. Compra de herramientas para el uso de mantenimiento industrial dentro de la linea de produccion en la	realiza con la empresa HERRAMIENTAS UNIDAS S.A la compra de herramientas de uso industrial (niveladores, taladros, brocas, pinsas, alicates, martillos, flexometro	5. Compra, instalación y puesta en marcha de un Túnel de Termoencogido para colocación de fundas promocia	concepto de la subgerencia tecnica se realiza compra de Tunel de Termoencogido con la empresa INTERTEC SAS, tunel de fundas de envasado este equipo es de alta eficiencia,	6. Prestación de servicios de mantenimiento, calibración y calificación de los instrumentos y equipos de	sugerencia la subgerencia tecnica autoriza la contratacion de la Prestación de servicios de mantenimiento, calibración y calificación de los instrumentos y equipos de medición utilizados en la linea uno de

Fuente: Elaboración propia

El presupuesto de gastos que se destina a mantenimiento dentro de la planta en la Empresa de Licores de Cundinamarca se ejecuta durante el año desde el área de subgerencia técnica y consta de unos segmentos importantes para tener en cuenta como lo son, la mano de obra en el caso de instalación de algún equipo nuevo dentro de la planta ya que para instalaciones y reparaciones la mano de obra la ejecuta el personal de mantenimiento industrial dentro de la planta.

De esta misma forma se debe tener en cuenta los materiales, herramientas y servicios contratados. Para el año 2019 la empresa de licores de Cundinamarca asigno bajo los parámetros administrativos dos mil cuarenta millones ($2040’000.000) para el mantenimiento dentro de la planta de licores estimado bajo

estatutos internos de contabilidad (ver tabla 7- anexo C) y de la misma forma este valor contribuirá a la optimización de la puesta en marcha de la optimización de la planta, en cuanto a un estimado de materiales como lo son, repuestos e instalación de equipos y todo depende del estado de la línea y de la implantación de técnicas preventivas y montaje y mantenibilidad de estos equipos, de la misma forma la empresa de licores tiene varias asistencias externas por parte de contratistas los cuales entran en el presupuesto ya que son proveedores de servicios, es decir que depende enormemente de la política de subcontratación que haga la empresa y de los técnicos que se requieren y dispongan a la hora de realizar alguna tarea dentro de la planta.

Tabla 7: Datos de gastos ELC

	Presupuesto Total aprobado de mantenibilidad 2019 ELC	Provedor	Valor total del contrato ejecutado
Total presupuesto	2.040.000.000	COMERCIALIZADORA DE REPUESTOS	30.464.000
		INOXPA COLOMBIA SAS	47.525.268
		LABZUL SAS	26.197.619
		HERRAMIENTAS UNIDAS S.A	15.262.655
		INTERTEC SAS	39.000.000
		METRO LEGAL SAS	15.201.060
		KAESER COMPRESORES DE COL. LIMITADA	47.308.905
		INTERPESAJE SA	20.783.918
		EMBOPACK SAS	29.793.272
		KHYMÓS S.A.	11.470.736
		VICARTECHZ SAS	100.000.000
		KAESER COMPRESORES DE COL. LIMITADA	49.261.435

Fuente: Elaboración propia

Entre los procesos que se incluyen se tendrán la realización de levantamiento de planos y fabricación del formato de manejo para el envase nuevo de 375ml por parte de proveedores externos, en las máquinas de llenado de la línea uno, todo esto se subcontrata directamente con una empresa externa, igualmente la compra de cabezales de control y válvulas de tres vías para los tanques ubicados en las áreas de preparación de la línea uno de la ELC, suministro de lubricantes para componentes de llenado y elevación de la línea de producción uno, compra de herramientas para el uso de mantenimiento industrial dentro de la línea de producción en la Empresa de Licores de Cundinamarca, compra, instalación y puesta en marcha de un Túnel de Termo encogido para colocación de fundas

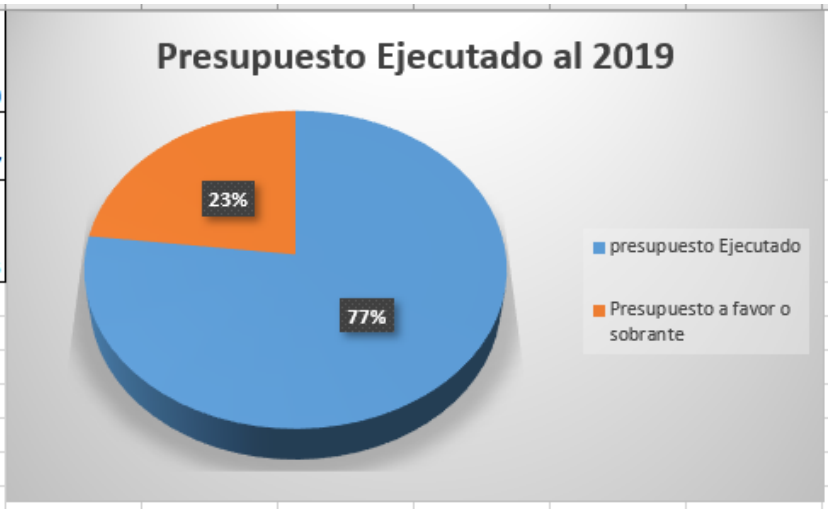
promocionales en envase de vidrio dentro de la línea uno, de la misma forma se sugiere calibración de equipos de medición utilizados en la línea de producción, mantenimiento para los compresores y filtros de línea uno de la red de aire comprimido de la Empresa de licores de Cundinamarca, compra de válvulas para el sistema del tanque pulmón de la línea uno por criterio del jefe inmediato de la subgerencia técnica, mantenimiento anual preventivo y correctivo de equipos codificadores Citronix (video jet marcador de fecha) de la línea uno, contratar el mantenimiento y el suministro de equipos de laboratorio usados para la aprobación de producto de la línea de producción, suministro de repuestos electrónicos, eléctricos, sensores, elementos neumáticos, electro- neumáticos, instrumentación industrial dentro de la línea uno, compra y montaje de elementos para la extensión de la red de aire comprimido de la línea uno en la Empresa de Licores de Cundinamarca.

La Empresa de Licores de Cundinamarca, de acuerdo a los servicios requeridos contratara el servicio de soporte técnico especializado para el control en el etiquetado de la línea uno, contratar la actualización tecnológica de las maquinas despaletizadoras de la línea uno del envasado incluyendo el magazino pallet (maquina encargada de llevar estibas con envase de vidrio por el flujo de transporte), contratar el servicio técnico de mantenimiento preventivo y/o correctivo; mano de obra y el suministro de repuestos para los trasportadores de la línea uno, compra e instalación de sistema de soplado tipo regenerativo para las líneas de envasado uno, compra de reductores para tribloque de la línea uno marca ***SITI***, compra de elevadores resortados de llenado línea uno del tribloque, suministro de productos para stock para cambio y reparación de la misma forma limpieza y desinfección, orientados a ofrecer soluciones en higiene e inocuidad para la línea uno según normas BPM (Buenas Prácticas de Manufactura), es necesario la contratación de servicios para el aforo de tanques pulmón de la línea uno de la Empresa de Licores de Cundinamarca bajo criterio de la subgerencia técnica, de la misma forma realizar contratación para el levantamiento de planos y fabricación del juego de manejos

para los formatos de 375ml de aguardiente y rones, contratar la configuración y actualización del control de acumulación de envases de los transportadores de la línea uno de producción, de la misma forma al finalizar la compra de componentes para la obtimizacion de la planta al periodo de 2019 se estima un gasto total del presupuesto por un valor de $ 1568'.252.087 millones, teniendo a favor la empresa un valor para imprevistos en mantenibilidad de $471’747.913 (ver tabla 8 – 9 anexo C).

Tabla 8: Presupuesto a favor ELC

Total Presupuesto	2040000000
presupuesto Ejecutado	1568252087
Presupuesto a favor o sobrante	471747913



Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Relación de gastos de mantenibilidad para la vigencia de un año en la línea uno de producción (ver anexo C).

			Formato De Presupuesto Ejecutado Anual					
			CODIGO:0102019					
						VERSION	VR-01	
						EMISION	1/11/2019	
						PAGINA	1	
Solicitud de Presupuesto No.1				**ELC Empresa de Licores de Cundinamarca**		**FECHA**	**AGOSTO 01 - DICIEMBRE 01**	
SOLICITANTE				**CARGO**				
Ing. Jackson Alba				**Jefe de mantenimiento industrial ELC**		**HORA:**	**08:00:00 a m.**	
Presupuesto Anual Aprobado Por La ELC		**Fecha de Aprobacion**		**NOMBRE EMPRESA**		**DIRECCION**		**TELEFONO**
$2040'000.000		**2/02/2019**		**Empresa de licores de cundinamarca (ELC)**		**KM 3.8 AV Medellin**		**3,1E+09**
Presupuesto Anual Ejecutado								
Quien Delega la Orden Denominacion Encargado en la compañía	*Provedor de la ELC*	*Objeto Del Contrato*	*Valor Del Contrato en pesos*	*IVA Contrato*	*Total RP (Registro presupuestal)*	*Total CDP (Certificado de disponibilidad presupuestal)*	Valor Total De Contratos ejecutados	*Moneda*
Sub Gerencia Tecnica	*COMERCIALIZADORA DE REPUESTOS*	Realizar el levantamiento de planos y fabricación	25.600.000	4.864.000	30.464.000	30.500.000	30.464.000	COP
Sub Gerencia Tecnica	*INOXPA COLOMBIA SAS*	Compra de cabezales de control	39.937.200	7.588.068	47.525.268	47.525.268	47.525.268	COP
Sub Gerencia Tecnica	*LABZUL SAS*	Suministro de lubricantes para	22.014.806	4.182.813	26.197.619	26.197.620	26.197.619	COP
Sub Gerencia Tecnica	*HERRAMIENTAS UNIDAS S.A*	Compra de herramientas para el	12.447.781	2.814.874	17.630.000	17.630.000	15.262.655	COP
Sub Gerencia Tecnica	*INTERTEC SAS*	Compra, instalación y puesta en marcha de	32.773.109	6.226.891	39.000.000	39.000.000	39.000.000	COP

Fuente: *Elaboración propia.*

9. CONCLUSIONES

En la realización del presente trabajo en la Empresa de Licores de Cundinamarca se ha recurrido a la metodología para el mantenimiento centrado en fiabilidad (RCM), pues se considera una técnica fiable en la cual se identifican las funciones del sistema operativo dentro de la planta y la manera en que éstas pueden flaquear, demostrando la importancia del mantenimiento preventivo basado en el análisis y estudio de la ocurrencia de los fallos que puedan tener al momento de la producción.

Realizando un seguimiento efectivo, se logró identificar y analizar dentro de la planta los componentes y mecanismos que tienen un eventual fallo dentro de la producción en la línea número uno, utilizando la matriz AMEF y apoyándose en los conceptos de la metodología RCM.

Durante el tiempo de trabajo en la empresa, se logró realizar un modelo de codificación de componentes mecánicos de la línea uno de aguardiente néctar, el cual contribuyó a la organización de un stock dentro del envasado con el objetivo de proporcionar inmediatamente los componentes necesarios para suplir, en caso de fallo, en el momento de la puesta en marcha de la producción; es decir, evitar la pérdida de tiempo, producto y costos.

Gracias a la elaboración del stock se generó un presupuesto ejecutado al año para la optimización de maquinaria y componentes dentro de la planta de licores de Cundinamarca. La metodología RCM se debe considerar dentro de los estatutos internos de la empresa y no solamente como una función del área de mantenimiento industrial.

10. RECOMENDACIONES

Se sugiere la implementar de la metodología RCM y el análisis AMEF para las demás líneas de producción y posterior capacitación a los operarios; pues gracias al estudio realizado y el modelo elaborado, se puede evidenciar que la metodología encaja perfectamente con la planta de producción de la Empresa de Licores de Cundinamarca, desde un punto de vista de mejora continua, la cual permitirá construir un marco propicio para seguir perfeccionando el perfil dentro del envasado en cuanto a la confiabilidad y la reducción de los valores en mantenimiento.

Igualmente se sugiere que cuando el personal de mantenimiento esté disponible, pero sin actividades asignadas dentro de la planta de licores, estos tiempos sean utilizados como una oportunidad para realizar el alistamiento de herramientas mecánicas utilizadas durante las inspecciones y limpiezas de las máquinas en la línea y su alistamiento para posibles reparaciones de fallos. Esto les ayudará a ser más productivos dentro de la planta de producción; lo cual, desde el enfoque preventivo pueden tener los componentes y las herramientas a la mano para solventar en un menor tiempo dicha eventualidad.

BIBLIOGRAFÍA

- ARANCIBIA, José. Conceptos fundamentales sobre el mantenimiento de edificios. Revista de arquitectura e ingeniería. Matanzas, cuba; 2008.
- ANGEL, R partida ingeniero técnico industrial fundador de “mantenimiento & mentoring industrial”
- BARRERO, Álvaro Crisanto. “aplicación de la metodología RCM en plantas fotovoltaicas”. Sevilla, 2017. 120p.
- BERE, Marival. “principios de mantenimiento eléctrico en edificios públicos” (s.f)
- CAMACHO, Salazar. “diseño de un plan modelo de mantenimiento para edificios del ice”, 2009.
- CORDERO; Oscar; Propuesta de optimización del mantenimiento de planta minera de cobre mediante análisis de confiabilidad, utilizando la metodología FMEC. Inv. Y des. Vol.18 no.1. Universidad de Tarapacá, Arica-chile: 2018.
- ELC; Empresa de Licores de Cundinamarca
- FOMBELLA, Armando. “desarrollo e implementación de plan de mantenimiento en un edificio de oficina”, 2011.
- GARCIA, Luis. “estructuración de mantenimiento, gestión, administración y planeación”, 2010.
- MOUBRAY; John –Asheville, North Carolina USA; 2004. Aladon LLC.
- MOUBRAY; John - libro RCM 2 mantenimiento centrado en confiabilidad; 2004.
- QUINTANA, l. Plan de mantenimiento preventivo de la infraestructura civil de edificaciones administrativas. Informe de trabajo de graduación. Escuela de ingeniería civil, universidad de costa rica. 152 p: 2004.
- REY, francisco. “elaboración y optimización de un plan de mantenimiento preventivo”,2012.
- RICCI, E. Tecnología para el mantenimiento. Centro argentino de ingenieros. Buenos aires, argentina; 2003.

- S BARREDA BELTRÁN - Plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) en la EDAR de Nules-Vilavella - repositori.uji.es
- SANCHEZ, Benito Alberto. “diseño de un plan de mantenimiento mediante metodología RCM para una línea de valorización de PEBD” 2016.123p.
- TORRES VALLE, Antonio; PERDOMO Ojeda, Manuel. Aplicación de mantenimiento centrado en la confiabilidad a la central nuclear de embalse. Ciudad de la habana: revista nucleus ene.-jun. 2010
- VIVEROS; Stegmaier; Kristjanpoller; Barbera; Crespo; Pablo, Raúl, Fredy, Luis, Adolfo. Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo. Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, vol. 21 n° 1, 2013, pp. 125-138

ANEXOS

- ANEXO A; Análisis De Fallos AMEF (ver Cd-Room).
- ANEXO B; Tabla de codificación de equipos ELC
- ANEXO C; Relación de gastos de mantenibilidad para la vigencia de un año en la línea uno de producción (ver Cd-Room).