

Diseño y desarrollo de herramienta de gestión basada en criticidad y ciclo de largo plazo para la planeación y ejecución de mantenimientos mayores en el área de embotellado de la cervecera de

Bucaramanga Bavaria & CIA S.C.A

Carlos Alfredo Lozano Herrera

Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de

Magíster en Gerencia de Mantenimiento

Director:

Manuel Del Jesús Martínez

Doctor en Filosofía

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas

Escuela de Ingeniería Mecánica

Maestría en Gerencia de Mantenimiento

Bucaramanga

2025

Agradecimientos

A Dios por darme la oportunidad de alcanzar este triunfo...

A mi padre Gustavo Lozano y mi hermana Carolina Lozano por darme un motivo más por el cual seguir adelante; A mi madre Alma Luz que me acompaña siempre, gracias.

Gracias Cervecería de Bucaramanga y Cervecería de Tocancipá por permitirme desarrollar este trabajo y a todas las personas que tuve la oportunidad de conocer en este camino en la Universidad Industrial de Santander.

Carlos Alfredo Lozano Herrera

Contenido

	Pág.
1. Generalidades Del Proyecto	10
1.1 Marco Contextual	10
<i>1.1.1 Bavaria & CIA S.C.A.</i>	10
<i>1.1.2 Cervecería de Bucaramanga.</i>	11
<i>1.1.3 Departamento de embotellado</i>	13
<i>1.1.4 Desarrollo actual de la parada de línea anual</i>	14
1.2 Planteamiento del problema	17
1.3 Formulación del problema	18
1.4 Objetivos	18
<i>1.4.1 Objetivo General</i>	18
<i>1.4.2 Objetivos Específicos</i>	19
1.5 Justificación del plan propuesto	19
2. Marco teórico	21
2.1 Gestión de activos ISO 55000-2014	21
2.2 Administración y gestión de riesgos ISO 31000-2018	23
<i>2.2.1 Principios</i>	24
<i>2.2.2 Marco de Referencia</i>	26
<i>2.2.3 Proceso</i>	31
2.3. Marco conceptual	32
<i>2.3.1 Planeación y programación de mantenimiento</i>	32

2.3.2 <i>ciclos de mantenimiento</i>	39
2.3.2.1 Ruta crítica.	39
2.3.3 <i>Ciclo de largo plazo</i>	40
2.3.3.1 Diagrama Gantt.	41
3. Estructuración de herramienta de gestión parada mayor	42
3.1 Definición de roles y responsabilidades	42
3.2 Estructuración de la etapa de planeación, ejecución y control	42
3.3 Roles y responsabilidades	43
3.3.1 <i>Seguridad industrial en el proceso de parada mayor</i>	48
3.4 Criticidad de equipos	49
3.5 Estructura de la herramienta de gestión	51
4. Conclusiones	58
Bibliografía	59

Lista De Ilustraciones

	Pág.
Ilustración 1. <i>Cervecería de Bucaramanga</i>	13
Ilustración 2. <i>Organigrama área envasado</i>	14
Ilustración 3. <i>Aplicación de la norma ISO55000 (9)</i>	23
Ilustración 4. <i>Principios gestión del riesgo ISO 31000-2018</i>	24
Ilustración 5. <i>Marco de referencias ISO 31000-2018</i>	27
Ilustración 6. <i>Proceso gestión del riesgo ISO 31000-2018</i>	31
Ilustración 7. <i>Proceso de planeación de mantenimiento</i>	33
Ilustración 8. <i>Programa de mantenimiento</i>	39
Ilustración 9. <i>Ejemplo de diagrama Gantt</i>	41
Ilustración 10. <i>Ciclo de parada de Planta</i>	43
Ilustración 11. <i>Ciclo de gestión OH</i>	51

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. <i>Formatos envasados Cervecería de Bucaramanga</i>	12
Tabla 2. <i>R&R Operador de máquina</i>	44
Tabla 3. <i>R&R Supervisor de producción</i>	44
Tabla 4. <i>R&R Coordinador de Producción</i>	45
Tabla 5. <i>R&R Técnico de mantenimiento</i>	45
Tabla 6. <i>R&R Planeador de mantenimiento</i>	46
Tabla 7. <i>R&R Programador de mantenimiento</i>	47
Tabla 8. <i>R&R Líder de ejecución</i>	47
Tabla 9. <i>R&R Ingeniero de repuestos</i>	48
Tabla 10. <i>Valoración de riesgo activos</i>	50
Tabla 11. <i>Ponderación</i>	50
Tabla 12. <i>Tiempo de entrega promedio proveedores OEM</i>	54

Lista de Anexos

Anexo A. Herramienta de gestión de paradas de línea

Resumen

Título: Diseño y desarrollo de herramienta de gestión basada en criticidad y ciclo de largo plazo para la planeación y ejecución de mantenimientos mayores en el área de embotellado de la cervecería de Bucaramanga Bavaria & CIA S.C.A.*

Autor: Carlos Alfredo Lozano Herrera**

Palabras Clave: Parada De Línea De Producción, Mantenimiento Preventivo, Planeación A Largo Plazo, Criticidad De Activos, Gestión De Repuestos, Compras, Importaciones, Acuerdos De Servicios, ISO 31000, ISO55000, Gestión De Activos, Gestión Del Riesgo.

Contenido:

El presente trabajo pretende generar una herramienta de gestión para la planeación y ejecución de mantenimientos mayores de la cervecería de Bucaramanga, de acuerdo a la criticidad de los activos y estableciendo ciclos de planeación permitiendo de esta forma resolver la problemática actual de los sobreesfuerzos económicos y humanos que se deben realizar para lograr la ejecución parcial de los mantenimientos de las líneas de producción por la ausencia de un control adecuado de los activos y el mantenimiento preventivo de los mismos.

Se parte de una reseña bibliográfica de la norma de gestión de activos ISO55000-2014, se desarrolla el trabajo con partes de la estructura del marco de referencia de la ISO 31000-2018, fundamentos técnicos de los fabricantes de las maquinas existentes y los históricos de gestión del departamento de compras, logística, importaciones y aprovisionamiento. Una vez creada una matriz de criticidad para el contexto de la empresa siguiendo los lineamientos de la gestión del riesgo de la norma internacional ISO31000-2018 se crea una herramienta de control con roles y responsabilidades definidos para garantizar una ejecución completa de las paradas de línea de producción.

El resultado garantiza la formación de una estrategia de mantenimiento de largo plazo para el departamento de envasado y puede ser escalable a otras cervecerías partiendo de la similitud en los acuerdos de servicios con los departamentos de compras y comercio exterior.

*

**

Abstract

Title: Design And Development Of A Management Tool Based On Criticality And Long-Term Cycle For The Planning And Execution Of Major Maintenance In The Packaging Area Of The Bucaramanga Brewery-Bavaria & CIA S.C.A *

Author: Carlos Alfredo Lozano Herrera **

Keywords: Production Line Overhaul, Preventive Maintenance, Long-Term Planning, Asset Criticality, Spare Parts Management, Procurement, Imports, Service Agreements, Iso 31000, Iso55000, Asset Management, Risk Management.

Content:

The present work aims to generate a management tool for the planning and execution of major maintenance of the Bucaramanga brewery, according to the criticality of the assets and establishing planning cycles, thus allowing to resolve the current problem of economic and human overexertion that must be carried out to achieve partial execution of the maintenance of the production lines due to the absence of adequate control of the assets and their preventive maintenance.

The starting point is a bibliographic review of the ISO55000-2014 asset management standard, the work is developed with extracts of the structure of the ISO31000-2018 framework, technical foundations of the manufacturers of the existing machines and the management of the purchases, logistics, imports and supply logs. Once a criticality matrix has been created for the context of the company and following the risk management guidelines of the international standard ISO31000-2018, a control tool is created with defined roles and responsibilities to guarantee complete execution of line production overhauls.

The result guarantees the creation of a long-term maintenance strategy for the packaging department which can be scalable to other breweries based on the similarity in service agreements with the purchasing and imports departments.

*

**

1. Generalidades Del Proyecto

1.1 Marco Contextual

1.1.1 Bavaria & CIA S.C.A.

Es la empresa cervecera líder de Colombia, sus inicios se remontan a finales del siglo XIX por inmigrantes alemanes. Las bebidas son elaboradas, envasadas y almacenadas en seis grandes sedes en todo el territorio nacional colombiano: Itaguí, Bucaramanga, Tibasosa, Barranquilla, Yumbo y Tocancipá. Actualmente pertenece a la multinacional número 1 del mundo en bebidas AB Inbev. La historia de la compañía inicia de la siguiente forma: los hermanos Leo Siegfried y Emil Kopp Koppel, Unos cerveceros alemanes llegaron en 1876 a Santander, Colombia. Años más tarde, se asocian con los hermanos Castello y conformaron en Bogotá la sociedad Kopp y Castello, quienes en 1889 adquirieron un lote para la construcción de una fábrica de cerveza. Se considera este momento como la fundación de Bavaria. En 1890 se disolvió Kopp y Castello, nació Bavaria Kopp's Deutsche Bierbrauerei y se inauguró la planta de San Diego, en el centro de Bogotá. (Bavaria&CIA.S.C.A, 2023)

En el año 1913 nace la Cervecería de Barranquilla e inicia producción de la marca con mayor consumo del portafolio actual: Águila; En 1930 se crea el Consorcio de Cervecerías Bavaria, al unirse la Handel y la Cervecería Continental de Medellín, , que incorporaría a la Colombiana de Cervezas de Manizales y nace la cerveza Póker, así como a otras plantas cerveceras en Cali, Santa Marta, Honda y Pereira.

Tras la construcción de la Planta de Duitama en 1943 y la adquisición de la Cervecería de Cúcuta en 1944, se inicia la edificación de nuevas fábricas en Armeni, Buga, Bucaramanga, Girardot, Villavicencio, Neiva, e Ibagué que entrarían en operación en 1949. En 1967 Julio Mario Santodomingo adquiere la Cervecería de Barranquilla y Bolívar, creando así la Cervecería Águila S.A. Este hecho fue fundamental para la consolidación de Bavaria.

En enero de 1973 se inaugura en Bogotá el Complejo Industrial de Techo y se cierra la antigua fábrica de San Diego, donde, años después, se levantaría el conjunto Parque Central Bavaria.

En el 2001 se adquiere la Cervecería Nacional de Panamá. Mientras que en el 2022 inician las operaciones en Perú con UCP Backus & Johnston.

El 18 de julio de 2005 se consolida la fusión entre el Grupo Empresarial Bavaria y SABMiller PLC, la productora número 2 de cervezas y bebidas del mundo.

Finalmente, en octubre de 2016, ABInBev (primera productora de cervezas en el mundo) adquiere a SABmiller PLC, y de esta forma se consolida como la multinacional líder global en bebidas con sede en Lovania, Bélgica, ahora con operaciones en casi todos los mercados de cerveza y un portafolio ampliado que incluye marcas globales, de múltiples países y locales para ofrecer más opciones a los consumidores.

1.1.2 Cervecería de Bucaramanga.

La cervecería de Bucaramanga está ubicada en el kilómetro 4 vía Café Madrid, en el norte de la ciudad, y nace en 1954 bajo un proyecto de expansión en el país Bavaria. En el año 2005, se realizó una repotenciación de las instalaciones y sus activos, con una inversión superior

a los 23 millones de dólares. Dentro del portafolio de marcas nacionales que se elaboran y envasan dentro de la cervecería tenemos las listadas en la tabla 1

Tabla 1.

Formatos envasados Cervecería de Bucaramanga

Formatos envasados	
Línea 1	Línea 2
Pony Malta 225 CC	Póker 1000 CC
Águila 225 CC	Águila Light 1000 CC
Póker 330 CC	Águila 1000 CC
Águila 330 CC	Águila Light 750 CC
Águila Light 330 CC	Águila 750 CC
	Póker 750 CC

La capacidad instalada total de la cervecería es de 2.3 millones de hectolitros al año. En el año 2017 se implementa en la línea 2 un nuevo formato de botellas retornables 750 CC, y en 2022 inicia la producción del formato 1000 CC.

Ilustración 1.

Cervecería de Bucaramanga



La operación de la cervecería se divide en seis áreas: producción, recursos humanos, utilidades, calidad, logística, y embotellado.

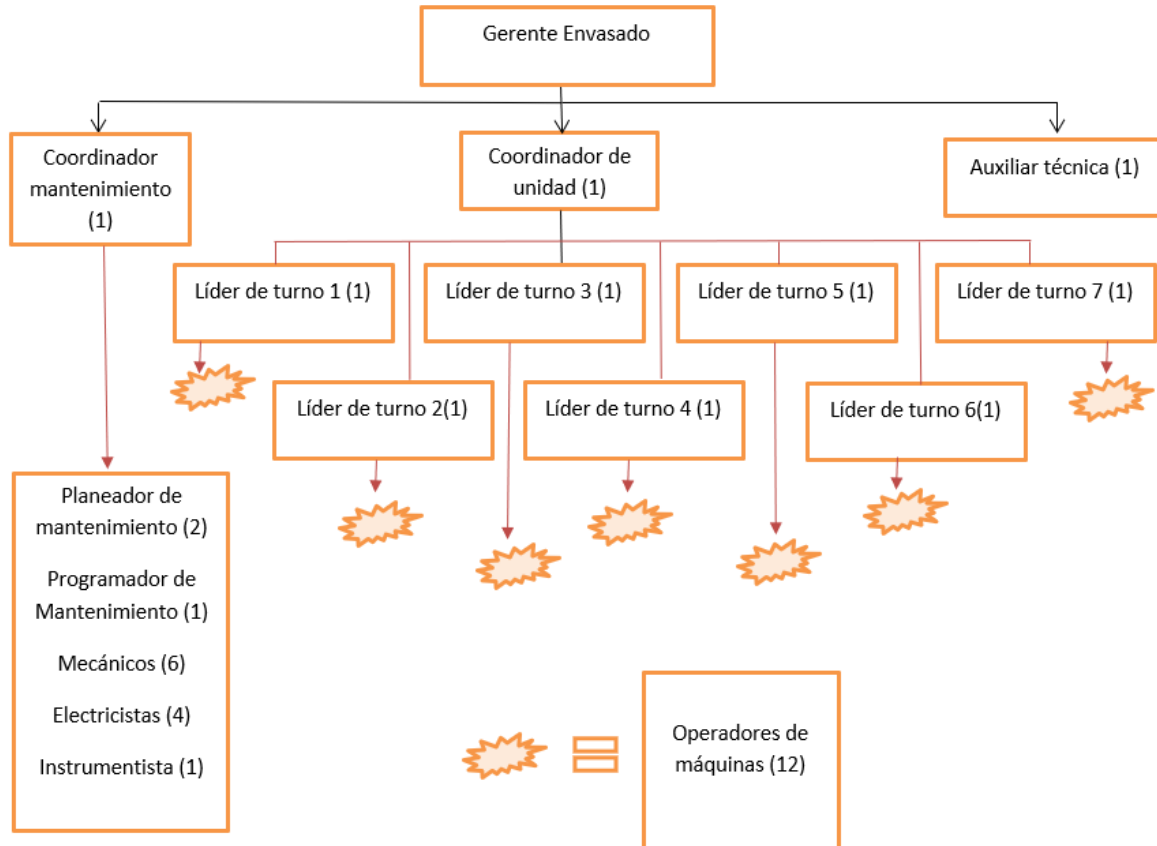
1.1.3 Departamento de embotellado

En el área de embotellado es donde la cerveza brillante filtrada es envasada y el producto final queda empacado en cajas de plástico, y armado en su respectiva estiba para ser almacenado en el depósito, para posteriormente iniciar el proceso logístico de distribución.

Esta área es la que más personas operativas tiene pues se trabajan 3 turnos rotativos de 8 horas, los 7 días de la semana. A continuación, se presenta el organigrama del área.

Ilustración 2.

Organigrama área envasado



1.1.4 Desarrollo actual de la parada de línea anual

Los rubros asignados para la planta son estipulados anualmente en base a la producción de la planta y los proyectos de inversiones mapeados desde el corporativo. Sin embargo, la distribución del rubro es labor del gerente de ingeniería; Al ser el salón de envase el área con mayor número de equipos, y por su nivel de criticidad, el área ocupa históricamente como mínimo el 40% del presupuesto asignado entre los 3 departamentos productivos (elaboración, utilidades y envase)

El 85% de máquinas del embotellado se componen de repuestos exclusivos de importación, lo cual implica una logística adicional para su trámite aduanal de nacionalización y traslado; Los tiempos de entrega en planta para estos repuestos oscilan entre 3 y 6 meses dependiendo del fabricante y su disponibilidad.

Lo que sucede en la actualidad es que una vez se libera el presupuesto, se inicia el proceso de solicitud de servicios y materiales en el sistema de información de la empresa SAP PR3 para las máquinas principales; para el tema de servicios se utiliza por lo general los acuerdos de compras ya creados con proveedores estratégicos locales llamados “contratos marco” que ya tienen ciertas tarifas establecidas.

Lo que se observa es que se asume que todos los repuestos llegan en este lapso, y que los proveedores reciben su orden de compra e inician trámite inmediatamente. Sin embargo, esto no refleja la realidad. Un par de semanas antes de iniciar la parada de línea se inicia revisión de los repuestos que han ido llegando, y por lo general no completan ni el 50%. Al momento de revisar a detalle, se encuentran oportunidades como las listadas a continuación:

- El proveedor nunca recibió notificación de orden de compra por correo (esta es enviada automáticamente por SAP cuando el comprador genera el pedido al correo registrado por el proveedor).

- El precio de uno o más ítems quedó errado y el proveedor no procesó nada del pedido, solicitó ayuda al departamento de compras que se encuentra centralizado en México, pero no recibió respuesta (el proveedor no sabe quién es el usuario solicitante).

- Retrasos en fabricación por temas políticos o ausencia de materia prima, acá hay dos panoramas: el proveedor pidió a compras modificar fecha de entrega y compras no modificó. O

el proveedor logró acordar con compras la modificación de la fecha de entrega, pero compras nunca notificó o alertó al usuario solicitante de este cambio.

- Solo se lista o se asigna una orden de trabajo genérica para la realización de una tarea especializada. Generando riesgo para la seguridad, calidad y sobre todo que los resultados en términos de eficiencia sean los esperados.

- Las horas estimadas de la tarea a realizar no reflejan la realidad de la ejecución en campo.

- El personal asignado para las tareas es insuficiente.

- Se pretende ejecutar el backlog acumulado de ordenes de trabajo en este tiempo de parada, actividades con duración de menos de 4 horas que pueden realizarse en las ventanas de mantenimiento semanales.

- Alto sobre costo en el paquete de nómina por horas extras para casi la totalidad del personal durante la jornada.

- Poca supervisión de personal contratista, utilizando herramientas inadecuadas o realizando procedimientos inseguros para lograr los objetivos de mantenimiento.

- Elevado costo de servicios metalmecánicos en talleres y centros de reparación externos aliados por trabajos emergentes, ya que las rutinas de inspección operativas no son lo suficiente efectivas.

- Poco compromiso del operador con su máquina mientras está detenida, se observa que se aprovecha este espacio para disminuir días compensados pendientes y el personal operativo oficial de la máquina va a descansar y los cubren operadores de otras máquinas menos críticas o con poca experiencia.

- Horas muertas por cruce de actividades de aseo y limpieza especializado con personal contratista con las labores de mantenimiento mecánico, eléctrico o de instrumentación.

- El porcentaje de avance día a día no tiene seguimiento y no se toman acciones para evitar que el arranque programado posterior a las intervenciones se vea alterado en su fecha y hora estipulada.

1.2 Planteamiento del problema

La operación del área de envasado de botellas retornables de la cervecería de Bucaramanga es continua, esto significa que las maquinas funcionan todo el tiempo y las únicas paradas son por cambios de formatos, averías y pequeñas ventanas de mantenimiento semanal que no superan las 4 horas efectivas, por plan de producción las dos líneas con las que cuenta la planta se encuentran totalmente vendidas, esto trae consigo un compromiso de cumplimiento de producción que normalmente se prioriza ante las intervenciones de mantenimiento planeado. A raíz de esta situación, la compañía tiene espacios de 5 días al año donde se detiene por completo cada una de las líneas de envasado de botella retornable con la que cuenta la planta, lo que denominamos parada de línea o mantenimiento mayor “overhaul”.

Esta parada de línea implica un gran reto particularmente para el equipo de mantenimiento: el planeador debe priorizar y seleccionar las actividades foco a ejecutar día a día, en conjunto con garantizar los materiales a utilizar. Y finalmente el programador/controlador asegurar la asignación del recurso humano y los tiempos en que inicia y finaliza cada actividad en cada máquina, completando su ejecución.

Sin embargo, los resultados en términos de sobre costo y principalmente eficiencia posterior al arranque, han ido empeorando año tras año, al punto que en el mantenimiento mayor la línea 1 durante el primer semestre 2023 la eficiencia mecánica una semana posterior a la intervención fue inferior (87%) a la que se tenía una semana antes de la parada (89%) siendo la meta 94%.

1.3 Formulación del problema

El presente proyecto de aplicación pretende aportar a la estructuración del ciclo de planeación de largo plazo del departamento de envasado a través de la siguiente pregunta:

“Con la creación de una herramienta de gestión de mantenimientos mayores basada en criticidad y riesgos ¿se puede asegurar la planeación, ejecución y control de las paradas de línea, definiendo roles y responsabilidades de los actores y garantizar beneficios en tiempo, dinero y eficiencia del departamento de envasado la Cervecería de Bucaramanga Bavaria & CIA SCA?”

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Desarrollar una herramienta de gestión basada en criticidad y ciclo de largo plazo para la planeación y ejecución de mantenimientos mayores en el área de embotellado de la Cervecería de Bucaramanga Bavaria & Cia S.C.A

1.4.2 Objetivos Específicos

- Establecer roles y responsabilidades del personal involucrado en el desarrollo del mantenimiento mayor de una línea de producción de envasado.
- Estructurar una matriz de evaluación de riesgo de activos para determinar criticidad y permitir la priorización de los equipos en la fase de planeación.
- Implementar secuencia de etapas para la planeación, ejecución y control del proceso de parada anual de una línea de producción de envasado que conformen un nuevo estándar.

1.5 Justificación del plan propuesto

El sistema de gestión interno de la compañía considera la estandarización como el paso fundamental para todos los procesos. Siendo los días de parada de línea el único tiempo disponible para intervenir las maquinas que componen el salón de envase, se hace necesario definir una estrategia que permita que este proceso sea más organizado; Y de esta forma desacelerar el deterioro forzado de las mismas. Recuperando condiciones básicas y cambiando piezas que en el tiempo de ventana de mantenimiento semanal son imposibles de ejecutar o requieren recurso especializado para su intervención.

El éxito de una parada de línea lo define el nivel de planeación previo. Sin embargo, año tras años lo que se está presentando en la organización durante este periodo es el aumento de las horas extras del personal, contratación de servicios de emergencia, pago de viáticos extraordinarios, homologación sobre la marcha de repuestos de importación que no llegaron

cuando inició la parada y siendo lo más grave: los retrasos acumulados por falta de ordenes de trabajo específicas o intersección con las labores de aseo de equipos.

Se propone una herramienta de gestión estándar de mantenimiento mayor para las líneas de envasado de la Cervecería de Bucaramanga, partiendo del proceso de planeación, ejecución y control para optimizar este espacio de frecuencia anual y garantizar la eficiencia mecánica que permita cumplir las metas de producción que mes a mes aumentan por la creciente demanda nacional.

2. Marco teórico

2.1 Gestión de activos ISO 55000-2014

Un activo es un objeto que representa un valor real o tácito para una organización. (International Standards Organization. A, 2014). Este valor puede ser relativo de acuerdo al tipo de organización y sus intereses, no necesariamente de tipo monetario. Los activos pueden ser agrupados de acuerdo con la necesidad actual de la empresa para lograr sus objetivos, ya sea por clases, sistemas o portafolio incluso. Teniendo en cuenta factores como:

- Tipo de organización
- Requerimientos económicos y legales
- Exigencias de los interesados y la organización
- Entorno de operación

El ciclo de vida de un activo parte de su creación hasta su baja, e incluye el tratamiento de pasivos y obligaciones posterior al proceso de baja. Durante este espacio de tiempo, el mismo objeto puede generar valor para una o más organizaciones, y su valor se puede ver alterado por factores externos o internos como su depreciación natural.

Al referirnos a la gestión de activos, estamos hablando del equilibrio financiero, las oportunidades y las eficiencias esperada de los activos para alcanzar los objetivos organizacionales, la gestión entonces no tiene como fin el activo como si, si no el valor que este puede aportar a la empresa.

Toda organización debe definir un sistema de gestión de activos, ISO55001 establece los requisitos necesarios, mientras que ISO55002 brinda guía para el diseño del sistema. Este brinda beneficios inmediatos desde su implementación, reduciendo riesgos, encontrando oportunidades para optimizar los procesos, aumento de rendimientos, impacto en recursos humanos y gestión del conocimiento, garantizando una mejora de los datos e información que permite tomar decisiones.

La norma ISO 55001 describe los requisitos del sistema de gestión de activos presentando los fundamentos de la gestión de activos:

- Contexto de la organización (ISO 55001:2014, Clausula 4);
- Liderazgo (ISO 55001:2014, Clausula 5);
- Planificación (ISO 55001:2014, Clausula 6);
- Soporte (ISO 55001:2014, Clausula 7);
- Operación (ISO 55001:2014, Clausula 8);
- Evaluación del rendimiento (ISO 55001:2014, Clausula 9);
- Mejoramiento (ISO 55001:2014, Clausula 10).

La ilustración 3 muestra como la gestión de activos regula los procesos de mantenimiento en las compañías y el valor que genera a las mismas a través de una correcta política alineada a la norma internacional.

Ilustración 3.

Aplicación de la norma ISO55000 (9)



2.2 Administración y gestión de riesgos ISO 31000-2018

Una desviación frente a un resultado esperado ya sea negativo o positivos, representa una oportunidad o una amenaza para una organización, a esto se le conoce como un efecto. Y a partir de este concepto se puede definir el significado de un riesgo: efecto de incertidumbre sobre las metas organizacionales. (International Standards Organization, s.f.)

La administración de riesgos es entonces parte fundamental del liderazgo organizacional y hace parte de todos los niveles de gobernanza de la empresa.

2.2.1 Principios

El último fin de la gestión del riesgo es velar por la generación y resguardo del valor, trayendo consigo beneficios e impacto en el desempeño, innovación y el alcance de los objetivos organizacionales.

La Organización Internacional de Normalización resume los fundamentos de una administración de riesgos efectiva tal como muestra la ilustración 4.

Ilustración 4.

Principios gestión del riesgo ISO 31000-2018



Integrada

Impacto en todos los niveles de la organización

Estructurada y exhaustiva

Este enfoque garantiza que los resultados sean coherentes con los objetivos establecidos

Adaptada / ajustada:

Variantes en el tiempo y correspondiente al contexto organizacional dinámico.

Inclusiva

Participación de todos los interesados, asegura que las opiniones y puntos de vista sean tomados en cuenta.

Dinámica

A través del tiempo los riesgos varían de acuerdo al contexto organizacional. La gestión de riesgos identifica y predice estas alteraciones para realizar un abordaje oportuno.

Mejor información disponible

Base de datos de fuentes validadas, históricos y veracidad en la información disponible para todos los interesados.

Factores humanos y culturales

Se tienen en cuenta estos factores en las diferentes etapas de la gestión.

Mejora continua

Evolución constante en los procesos para asegurar cumplimiento de los objetivos.

2.2.2 Marco de Referencia

El proceso de revisión de prácticas internas y métodos vigentes empresariales es algo que las compañías deben evaluar con frecuencias para identificar oportunidades y amenazas, las cuales se gestionan en el marco de referencia.

Este último está compuesto por fases claves que se muestran en la ilustración 5.

Ilustración 5.

Marco de referencias ISO 31000-2018

**Integración**

La estructura organizacional está sujeta a los propósitos y objetivos de cada compañía, es aquí donde radica la importancia de garantizar la participación de todas las partes y niveles. Una gobernanza se vuelve imperativa para ordenar el reporte y rendición de cuentas, y así guiar el desarrollo de la política y sus relaciones internas y externas.

Diseño

Se puede estructurar esta fase de diseño en varias subetapas:

A. Comprensión del contexto organizacional

Es imprescindible conocer y entender el contexto interno y externo de la empresa al momento de desarrollar el marco de referencia para la gestión del riesgo. El contexto interno comprende aspectos fundamentales como la misión, valores y visión empresarial, la gobernanza y su estructura, la cultura, la normativa, la estrategia, la relación con todos los entes internos y esencialmente los sistemas de información.

El contexto externo por su parte abarca las relaciones con los entes interesados externos, los contratos y los compromisos, los factores tecnológicos, la parte legal y financiera tanto en el ámbito nacional como internacional. Así como los temas políticos y culturales.

B. Asignación de roles y responsables. Autoridades y rendición de cuentas

Es imperativo la asignación de roles dentro de la organización, esta se debe realizar validando las competencias de cada integrante, priorizando que la gestión del riesgo es la mayor responsabilidad. Una vez se identifican los perfiles y se asignan las responsabilidades a cada rol, se debe garantizar la socialización y comunicación en todos los niveles. El control entonces de los entregables y resultados es crucial para garantizar el cumplimiento de los objetivos.

C. Asignación de recursos, comunicación y consulta

Una vez se tienen los roles y responsabilidades se deben garantizar los recursos para la ejecución del rol, estos incluyen:

- Recurso humano: desarrollo profesional y formación continua, plan de entrenamiento.
- Recurso metodológico: Procedimientos, guías y herramientas necesarias para administración de los riesgos.
- Recursos físicos y tecnológicos: herramientas tecnológicas, gestión de la información, sistema documental. Software y hardware.

La garantía de que el marco de referencia funcione es que a través de una comunicación efectiva y constante se realice el monitoreo de los avances hacia los objetivos organizacionales y este sea un método de control y de consulta en todo el momento para el seguimiento del progreso.

Implementación

La forma en que la compañía debe estructurar su marco de referencia se puede resumir en:

- Desarrollo del plan incluyendo los recursos internos y externos y plazos de referencia
- Toma de decisión de acuerdo con los roles y responsabilidades asignados
- Alteración de los procesos con respecto al contexto operacional

- Comunicación y control para garantizar el cumplimiento de los lineamientos de la empresa para gestión del riesgo.

Es acá donde todos los interesados conforman el éxito de la fase de la implementación, el involucramiento y compromiso de acá uno en el cumplimiento de sus funciones aseguran el éxito de esta etapa.

Evaluación

El proceso de valoración de la efectividad del marco de referencia en la empresa está sujeto a la medición y control periodo del desempeño con respecto a los objetivos organizacionales, adherencia al plan de implementación, los indicadores y el comportamiento esperado. En caso de que no esté brindando los resultados esperados, se deben reajustar los roles y responsabilidades o validar de acuerdo con el control que etapa de la implementación no está siendo correctamente ejecutada.

Mejora

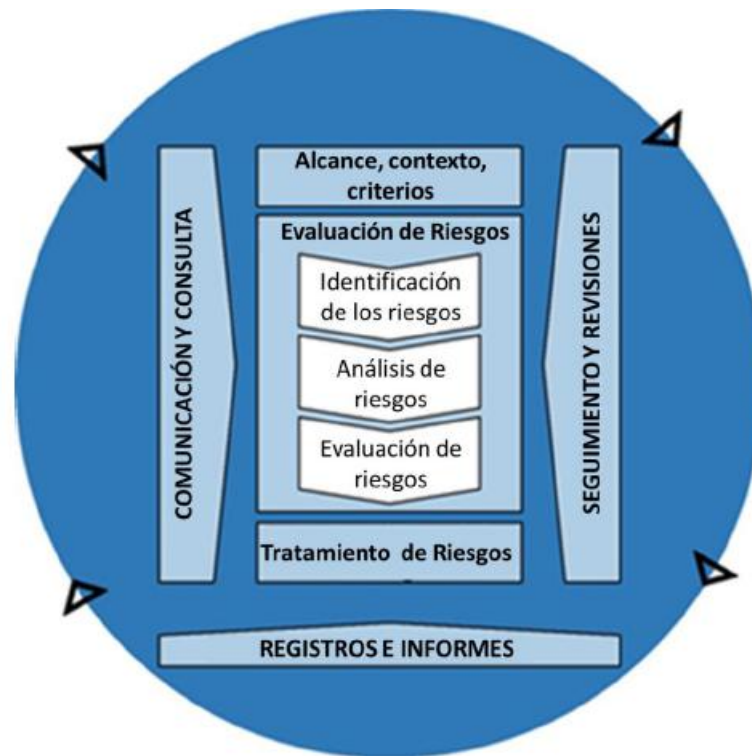
Esta última fase es común en todos los ciclos de mejora, y habla precisamente del dinamismo para adaptar el marco de referencia al contexto que la empresa está viviendo, se debe estar dispuesto a revisar los procesos de acuerdo a los cambios internos y externos, garantizar así que se optimice el valor de la organización, que es el último fin. Esto implica una etapa interna de mejora continua, y todas las optimizaciones que den lugar durante el proceso.

2.2.3 Proceso

La ilustración 6 muestra todos los factores que influyen en la administración del riesgo: continua aplicación de procedimientos, comunicación, control, consulta, contexto operacional claro, evaluación, tratamiento y reportes.

Ilustración 6.

Proceso gestión del riesgo ISO 31000-2018



D. Establecimiento de criterios para riesgos

Los objetivos organizacionales determinan la cantidad y tipo de riesgos que una empresa puede adquirir. Es importante que los criterios para definir estos riesgos sean coherentes con los

propósitos y alcance esperado, a través del marco de referencia. Estos criterios, deben estar alineados con los valores, las obligaciones y las opiniones de los interesados.

Los criterios para definir riesgos son dinámicos, sin embargo, se brinda guía para poder llevar a cabo este proceso al considerar:

- Factores basados en el tiempo
- Tipo de incertidumbre que impactan los propósitos
- Uso de mediciones y control
- Unión y secuencia de riesgos simultáneos
- Capacidad de la empresa
- Método para determinar el grado del riesgo

2.3. Marco conceptual

2.3.1 Planeación y programación de mantenimiento

La gestión de mantenimiento como área funcional debe estar alineado a las metas de la organización, la cooperación entre producción y mantenimiento debe prevalecer, donde los activos se puedan administrar y garantizar su función con inversiones con propósito.

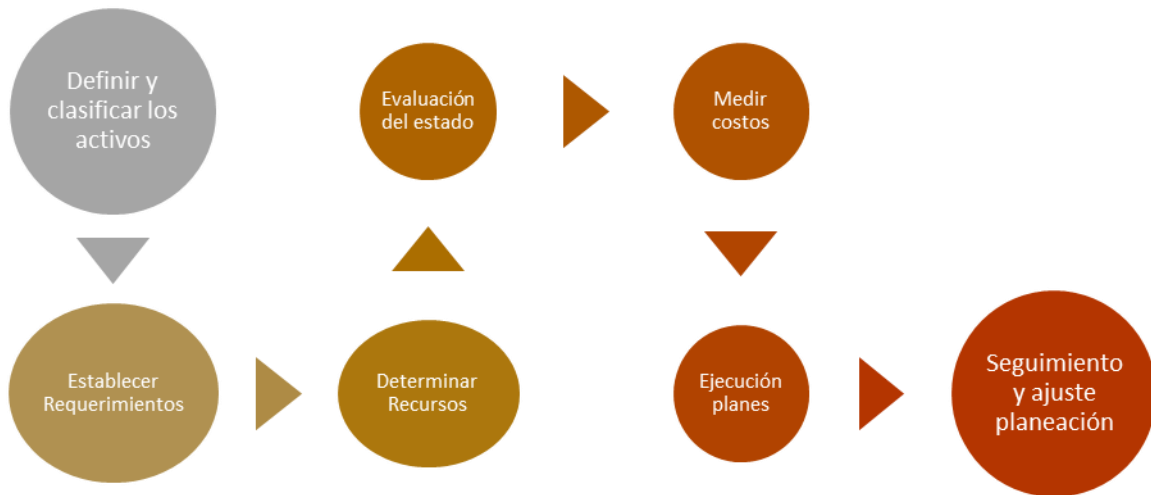
La planeación es parte fundamental para lograr este fin. Esta consiste en analizar las necesidades y requerimientos respecto a los objetivos corporativos, desarrollar estrategias y procedimientos que aseguren el control efectivo del programa de mantenimiento de los activos fijos.

Podríamos resumirlo en 7 etapas (Asociación Colombiana de ingenieros ACIEM , 2019)

Como lo muestra la ilustración 7.

Ilustración 7.

Proceso de planeación de mantenimiento



Se amplía cada una de las etapas a continuación:

Etapla 1: Definir y clasificar los activos. Consiste en establecer una jerarquía de acuerdo con los subsistemas del proceso, teniendo en cuenta su criticidad para la producción, seguridad, medio ambiente y calidad. Al agrupar los activos por subsistemas van a facilitar el control y la correcta adaptación de una estrategia global de mantenimiento.

Etapla 2: Establecer requerimientos. Comprende la justificación de la existencia del activo, identificando su función, usuarios y demanda para adaptar las tareas de mantenimiento al contexto operacional actual que no necesariamente son las misma de diseño.

Etapas 3: Determinar recursos. Con la implementación cíclica de las etapas, se procede con la definición de los recursos necesarios para gestionar los activos evitando gastos innecesarios y sin poner en riesgo la función que cumplen en la organización.

Etapas 4: evaluación del estado de los activos. Es normal que los activos vayan perdiendo su condición a medida que avanza el tiempo, por lo que es fundamental medir el estado en el que se encuentran para tomar acciones de mejora, retorno a condiciones básicas, o si es nuevo establecer los parámetros esperados de funcionamiento que se deben mantener en el tiempo. Esta evaluación aplica también si cambia el contexto operacional para el que fue inicialmente adquirido el activo durante su vida útil.

Etapas 5: medir los costos. A través de la gestión de activos se genera valor para la empresa, aunque muchas veces se considere solo un gasto, el saber invertir los recursos para garantizar la función genera ahorros considerables dentro de la organización, es acá donde entra el rol de planeación saber en qué momento de la vida del activo se requiere invertir y con que alcance para preservar su condición y garantizar el desarrollo de su función.

Etapas 6: ejecución programa de mantenimiento. Los planes de mantenimiento es la forma como se consolidan las actividades, las frecuencias, los repuestos y el recurso humano necesario para ejecutar una actividad; Estos deben ser parte del día a día de la organización, y estar en continua retroalimentación u optimización cada cierto periodo, para fortalecer la estrategia. La planeación para que sea efectiva debe ir siempre de la mano de la programación, de esta forma se asegura el qué, cómo, quién, con qué, cada cuánto y el porqué de las operaciones y rutinas de mantenimiento.

Etapas 7: Seguimiento y ajuste plan de mantenimiento. La constante retroalimentación de los planes de mantenimiento es lo que garantiza la adaptabilidad al contexto operacional de la

compañía, los análisis de causa raíz son parte fundamental para detectar necesidad de modificación de rutinas, frecuencias o recursos en un plan de mantenimiento.

Planificar significa garantizar recursos, herramientas y repuestos para ejecutar una orden de trabajo. Un proceso de planificación eficaz aumentará la eficiencia y la productividad del departamento de mantenimiento y mejorará la calidad de las órdenes de trabajo ejecutadas. En conclusión, la planeación de mantenimiento define qué trabajo se hará y cuándo se hará. (Mullen y Sangeev , 2018)

Los beneficios que trae consigo una correcta planificación de mantenimiento son:

- Garantiza una coordinación entre trabajos, herramientas y personas
- Retroalimentación continua de ordenes de trabajo aumentando su calidad
- Aumento de productividad
- Reducción en demoras y reprocesos durante la ejecución de ordenes de trabajo
- 10 minutos de un trabajo bien planificado, puede significar reducción de tiempo total de ejecución de hasta 30 minutos (Palmer , 1999)

En el proceso de planificación se pueden establecer unos principios claves que garantizar el éxito de la actividad:

A. Funciones independientes

Es común para muchas organizaciones combinar los roles de planeación con otros relacionados a la ingeniería como líder de ejecución, supervisor, controlador, entre otros. En cuando sea posible, lo ideal es que el planificador se centre en el futuro y ejerza los controles necesarios para garantizar que las actividades se piensan y se estudian antes de ejecutarse.

B. Estructura en MCCS

Dentro de los programas de administración de mantenimiento, encontramos la estructura de la empresa a través de un código único que identifica cada equipo, es necesario que todos los equipos estén creados en este sistema de información precisamente para llevar el histórico de la gestión asociada a estos activos. Adicional su lista de materiales o listas BoM deben reflejar la cantidad y referencia de las piezas que componen este equipo. Esto garantizará que la información no estará sujeta a un documento que depende de una sola persona por lo general, si no que está disponible para ser consultada, y retroalimentada todo el tiempo. Y sobre todo la información está segura y bien almacenada, con el registro de modificaciones y su histórico.

C. Foco en el futuro

Es un error común pensar que un planificador debe estar pensando en el trabajo que se está ejecutando en el momento, el foco de un planeador es precisamente concentrarse en el trabajo que aún no ha iniciado. Este debe garantizar al menos con una semana de anticipación las ordenes de trabajo que se ejecutarán en la semana actual. Es acá donde los supervisores o líderes de ejecución aseguran que lo planeado se ejecute y se realice la retroalimentación a través de una notificación de la orden de trabajo, en caso de desviaciones entonces adicionalmente se debe generar un aviso o solicitud de mantenimiento para tratamiento de este correctivo.

D. Reconocer las habilidades del recurso humano disponible

Un equipo de mantenimiento está compuesto por un conjunto de técnicos y especialistas de acuerdo al contexto organizacional, es imperativo que los planeadores estén en comunicación continua con los técnicos ya que juntos deben definir el “cómo” se realiza la actividad.

E. Métricas de trabajo

Todo proceso es sujeto de evaluación y retroalimentación, y la planeación no es la excepción. El éxito de la misma depende de la eficiencia de la fuerza de trabajo, se debe garantizar que se cuentan con los recursos necesarios para la ejecución de las órdenes.

La programación por su parte es un desglose de actividades muy detallado que incluye qué trabajo debe hacerse, quién lo hará, cuándo se hará, cuál es la secuencia de trabajo, etc. Para el mantenimiento, la programación se hace de acuerdo con el ciclo de trabajo y el contexto organizacional, pero generalmente es por horas de trabajos de acuerdo con el recurso humano disponible y su capacidad de mantenimiento.

Los beneficios de una programación efectiva se pueden resumir como:

- Priorización de actividades de acuerdo con criticidad
- Coordinación del mantenimiento con la disponibilidad del recurso humano
- Optimización del trabajo con asignación hora a hora de las tareas
- Asegura recurso humano especializado cuando es necesario
- Fijación de metas y seguimiento para su cumplimiento

Los principios claves para una programación efectiva incluyen:

- a. Identificación de las habilidades técnicas del equipo interno y aliados
- b. Alineación entre plan de producción y mantenimiento
- c. Programación de cada hora de trabajo disponible
- d. Supervisor asegura la ejecución y retroalimentación
- e. Rendimiento del cumplimiento del programa

La ilustración 8 resume la integración de los cinco niveles de programación que garantizan el ciclo completo de mantenimiento:

- Programación de largo plazo- muestra la carga de trabajo para las próximas 52 semanas, es decir alcance anual

- Programación de mediano plazo - Muestra la carga de trabajo para el próximo período, es decir las próximas 13 semanas

- Programación mensual - Muestra la carga de trabajo para el próximo mes.

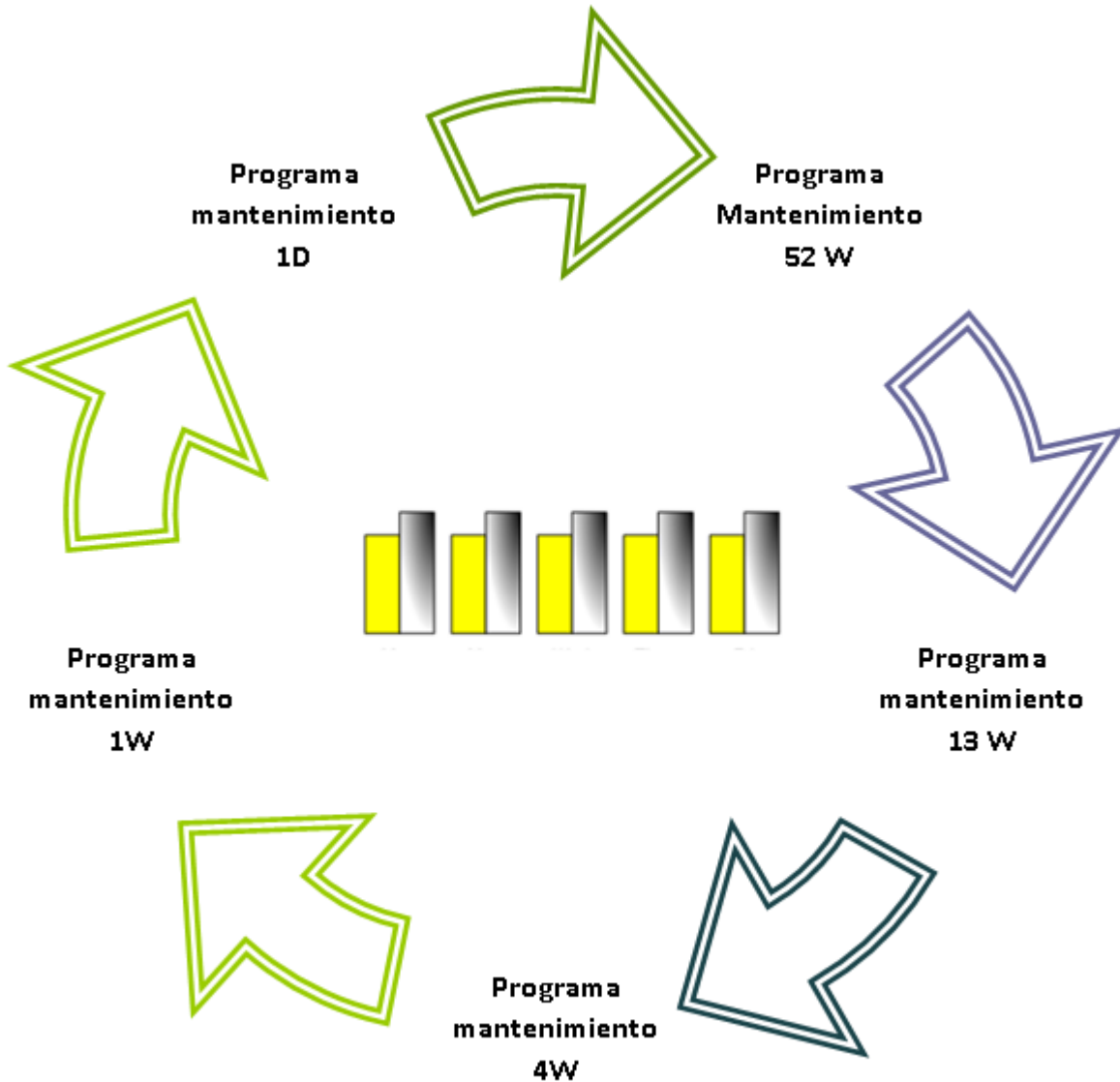
- Programación semanal - Muestra la carga de trabajo para la semana

- Programación diaria - Programa para el siguiente día con las entradas derivadas del

CMMS.

Ilustración 8.

Programa de mantenimiento



2.3.2 ciclos de mantenimiento

2.3.2.1 Ruta crítica. Durante una secuencia de actividades planeadas y programadas, cada una tiene una asignación de tiempo y recursos. Al revisar el programa de mantenimiento es

importante identificar la ruta crítica, que se define como la secuencia de actividades que requieren el mayor tiempo acumulado para lograr la ejecución del trabajo. Su identificación es determinante ya que significa la duración máxima de intervención y del proyecto como tal, un retraso en esta serie de trabajos implicaría incumplimiento de tiempos totales. (7)

La programación de mantenimiento como lo vimos en la sección anterior es la herramienta que permite controlar y cumplir esta ruta crítica.

2.3.3 Ciclo de largo plazo

El mantenimiento se puede dividir en 3 ciclos de planeación/programación: corto plazo (inmediato- 1 mes), mediano plazo (1 mes- 3 meses) y largo plazo (3 meses en adelante). El mantenimiento mayor o parada de línea es por concepto la consolidación de todas las tareas planeadas para la intervención de un equipo durante un tiempo prologando que normalmente no se puede realizar en la producción normal. Esto con el objetivo de que las fallas o averías causadas por el desgaste natural y forzado de los componentes del sistema, disminuyan. Permitiendo que los activos vuelvan a su condición básica. (Mullen y Sangeev , 2018)

Es mandatorio que el ciclo de planeación a largo plazo esté alineado con el evento de parada de línea anual, de esta forma se aseguran los recursos, las herramientas y los controles necesarios para ejecutar a tiempo y de forma eficiente las actividades previstas.

El ciclo de largo plazo incluye el mantenimiento mayor y presenta una visual de la carga de trabajo y los recursos necesarios para el cumplimiento del plan estipulado de mantenimiento.

2.3.3.1 Diagrama Gantt. Es una secuencia de tareas presentadas de forma gráfica que relaciona interacción entre las mismas, ya que se toma una misma base de tiempo. Fue nombrada en base a su creador Henry Laurence Gantt.

Ilustración 9.

Ejemplo de diagrama Gantt



Nota: (Diagrama de Gantt, aprendí cómo organizar tus proyectos, 2024)

3. Estructuración de herramienta de gestión parada mayor

Para el desarrollo de los objetivos propuestos se establece una secuencia de actividades que se listan a continuación

3.1 Definición de roles y responsabilidades

Se definirá el alcance mínimo esperado de cada una de las personas que interviene en el proceso de mantenimiento. Por cada rol se establece la descripción y alcance de las actividades que se espera sean realizadas, garantizando así que se cubren los requisitos para garantizar una ejecución optimizada de la parada de línea.

3.2 Estructuración de la etapa de planeación, ejecución y control

Esta es tal vez la etapa más importante del proceso, ya que a través de esta se asegurarán los recursos, las herramientas, el personal y el método para cuando inicie la siguiente etapa, todo esté listo y no se tengan contratiempos evitables.

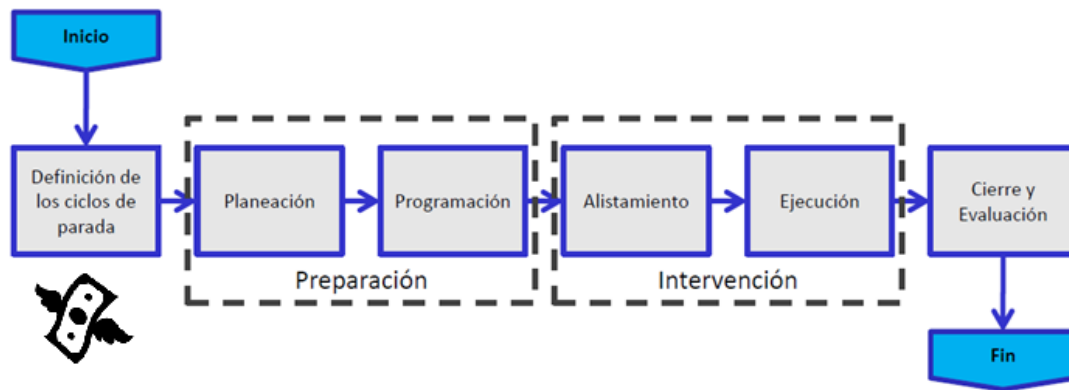
Acá se definirán los ciclos de parada, los objetivos de cada una de las actividades. Se especificará el alcance del trabajo, y los requerimientos.

Posterior se realizará la planificación de las tareas, y se programará el trabajo a través de las ordenes en el sistema de información.

La ilustración 10 presenta un ciclo general de parada de planta (Ortiz, 2019), se utilizará esta estructura partiendo del presupuesto anual de mantenimiento de proyectos de inversión CapEx y se detallará el desarrollo alineado al contexto operacional de la organización.

Ilustración 10.

Ciclo de parada de Planta



Finalmente se evaluará la efectividad de la parada de línea a través de una lista de chequeo generando de esta forma una herramienta global que permita la estandarización del procedimiento de mantenimiento mayor en la organización.

3.3 Roles y responsabilidades

Dentro del proceso de preparación, planificación, ejecución y arranque en una parada de línea hay muchos actores que están involucrados para asegurar que los objetivos se lleven a cabo en el tiempo y dentro del presupuesto asignado.

Tabla 2.

R&R Operador de máquina

Rol	Responsabilidad	
	Fase planeación	Fase ejecución
Operador de máquina	Realizar reporte de averías en el CMMS	Verificar que no existan anomalías de seguridad y validar el estado de su territorio
		Desenergizar las máquinas, participar del proceso de bloqueo, etiquetado y candado de la máquina mientras esté en turno. Y asegurar su posterior arranque cuando finalice la intervención mayor.
		Realizar procedimientos de limpieza externa e interna
		Ejecutar actividades de mantenimiento autónomo
		Aprender y acompañar las intervenciones especializadas con el equipo técnico
		Asegurar retroalimentación del sistema CMMS con avisos y notificaciones de ordenes de trabajo de calidad
		Escalar a la supervisión de producción cualquier novedad que ponga en riesgo la ejecución de la parada o su seguridad.

Tabla 3.

R&R Supervisor de producción

Rol	Responsabilidad	
	Fase planeación	Fase ejecución
Supervisor de producción	Difundir el gantt al equipo operativo	Asegurar limpieza y mantenimiento de las máquinas de acuerdo a Gantt
	Planificación de actividades de limpieza	Escalar a coordinación de producción cualquier novedad que ponga en riesgo la ejecución de la parada o la seguridad del equipo de trabajo
	Participar en las reuniones definidas en este estándar	Proporcionar los recursos y herramientas para los ejercicios de limpieza
	Confirmar a mantenimiento recurso humano disponible que estará durante la parada	Coordinar apagado y puesta en marcha de los equipos
		Asistir y participar de las reuniones definidas en este estándar
		Asegura la notificación de las ordenes de trabajo con calidad
		Supervisa la ejecución de actividades de mantenimiento autónomo

Tabla 4.

R&R Coordinador de Producción

Rol	Responsabilidad	
	Fase planeación	Fase ejecución
Coordinador de producción	Realiza la planificación y asegurar el tiempo en el plan de producción con la regional	Realizar recorrido en piso de planta para supervisar avance y cumplimiento de gantt
	Participar en las reuniones definidas en este estandar	Administrar los tiempo de la parada, y notifica cualquier desviación a gerencia y mantenimiento
	Identificar oportunidades de entrenamiento	Seguimiento a los arranques de los equipos intervenidos
	Identificar oportunidades de aseo y aspecto de las maquinas y locativas de la linea de producción	Asistir y participar de las reuniones definidas en este estandar

Tabla 5.

R&R Técnico de mantenimiento

Rol	Responsabilidad	
	Fase planeación	Fase ejecución
Tecnico de mantenimiento	Comunicación continua con planeador para retroalimentar y dar detalles tecnicos de los repuestos y procedimientos a realizar durante la parada	Realizar los bloqueos de energia de acuerdo a las fuentes identificadas en las fichas de seguridad de cada maquina a intervenir, etiquetar y candear , comprobando que no exista energia residual . Y posteriormente asegurar los arranques y acompañamiento a la operacion.
	Realizar revisiones a las maquinas a intervenir y escalar cualquier novedad importante al lider de mantenimiento y planeador de mantenimiento	Ejecutar ordenes de trabajo y retroalimentar con notificaciones de calidad, en caso de novedades, generar aviso de mantenimiento en el CMMS
	Participar en las reuniones definidas en este estandar	Garantizar 5S antes, durante y después de la intervención de la máquina
		Validar las actividades de mantenimiento autonomo y aseo ejecutadas por el operador
		Participar en las reuniones definidas en este estandar
		Interpretar el gantt y priorizar el trabajo programado

Tabla 6.

R&R Planeador de mantenimiento

Rol	Responsabilidad	
	Fase planeación	Fase ejecución
Planeador de mantenimiento	Asegurar los planes de mantenimiento de las máquinas a cargo, con la lista de repuestos respectiva, y el costo asociado a cada elemento	Realizar seguimiento al gantt de forma diaria como mínimo
	Estimar el presupuesto de las partes, la mano de obra especializada para la parada de línea	Actualizar las tareas si es necesario en conjunto con el programador
	Revisar las lecciones aprendidas de las intervenciones anteriores para evitar recurrencia de errores	Coordinar con el programador la priorización de los correctivos emergentes durante la ejecución
	Realizar priorización de máquinas a intervenir de acuerdo a la matriz de criticidad que será expuesta en el siguiente capítulo	Evaluar la calidad de las notificaciones y tratar los avisos de mantenimiento generados
	Crear la lista de materiales de sus máquinas y entregar a ingeniero de repuestos de la planta	Asistir y participar de las reuniones definidas en este estándar
	Crear los tender de servicios requeridos para las actividades	Consignar las lecciones aprendidas
	Crear las solicitudes de materiales y servicios y asegura su liberación	Calificar la herramienta de gestión propuesta
	Liderar las reuniones previas a la reparación	
	Crear las reservas de los repuestos que están en stock	
	Prever los trabajos que requieren permisos de trabajos y aprobaciones específicas por su criticidad	

Tabla 7.

R&R Programador de mantenimiento

Rol	Responsabilidad	
	Fase planeación	Fase ejecución
Programador de mantenimiento	Validar la lista de tareas a programar para la parada	Liderar la reunión diaria de la reparación mayor y generar el reporte diario
	Priorizar en terminos de recurso humano y tiempo de trabajo	Realizar seguimiento y control de las actividades a ejecutar
	Acordar las actividades en conjunto con el planeador y los aliados externos	Reprioriza y soluciona problema durante las intervenciones
	Cargar las ordenes de trabajo en el CMMS al menos cinco semanas antes del inicio de la parada, relacionando puesto de trabajo responsable, tiempo, operación y recursos.	Verificar la duración real de los trabajos vs lo programado
	Liderar las reuniones previas a la reparación	Asegurar prueba y verificación de equipos antes de arrancar
	Comunicación continua con producción para definición final de tiempos de intervención	Asegurar diligenciamiento de permisos de trabajo en caso de ser necesario
		Realiza recorridos en piso con foco en trabajos criticos
		Asistir al arranque de los equipos
		Liderar la reunión post OH y genera el reporte post OH
	Realizar auditorias aleatorias a las máquinas para validar avance	

Tabla 8.

R&R Líder de ejecución

Rol	Responsabilidad	
	Fase planeación	Fase ejecución
Lider de ejecución	Administrar y confirmar el recurso humano tecnico	Realizar seguimiento y control, toma de decisiones de las actividades a ejecutar
	Retroalimentar al planeador de repuestos o servicios adicionales requeridos para la intervención	Coordinar la seguridad y disponibilidad de todos los tecnicos
	Participar de las reuniones previas a la reparación	Liderar los procesos de bloqueo de maquinas, candadeo, etiquetado y bloqueo.
		Asegurar el arranque de las maquinas y entrega de trabajos a producción
		Asegurar calidad en las notificaciones de los tecnicos
		Participar en la resolucion de problemas y correctivos emergentes durante la reparación
		Asistir a la reunión post OH
		Asistir a la reunión diaria de OH y brindar detalles del avance

Tabla 9.

R&R Ingeniero de repuestos

Rol	Responsabilidad	
	Fase planeación	Fase ejecución
Ingeniero de repuestos	Enviar la lista de repuestos a compras para cotización masiva, al menos 10 meses antes del inicio del OH	Coordinar con el almacén la entrega de repuestos
	Asegurar que las solicitudes de pedido esten correctas	Gestionar la necesidades de repuestos las necesidades de repuestos que puedan salir durante la ejecución de los trabajos
	Asegurar que las ordenes de compra son creadas , liberadas y entregadas a los proveedores para su gestión	Atender las no conformidades que se tengan con los materiales
	Revisión de los acuerdos de servicio de entrega con los departamentos de comercio exterior y compras.	Evaluar el grado de utilizacion de repuestos utilizados vs planeados, notifica repuestos no utilizados para no realizar su proxima compra.
	Asegurar que las reservas de los repuestos estén realizadas	Asegurar calidad en las notificaciones de los tecnicos
	Auditar la calidad de los repuestos con el almacén de repuestos	Participar en el arranque de los equipos, para detectar cualquier novedad con repuestos
	Gestionar garantías en caso de ser necesario	Asistir a la reunión post OH
	asegurar al menos el 95% de repuestos se encuentren en el almacen por lo menos 5 semanas antes del inicio del OH	Asistir a la reunión diaria de OH

3.3.1 Seguridad industrial en el proceso de parada mayor

Una vez se tienen claros los roles y responsabilidades es importante asegurar incluir dentro de la fase de planeación y preparación todos lo relacionado con los trabajos a realizar, cumpliendo la normativa interna y nacional respecto a trabajos de alto riesgo:

- Trabajo en alturas
- Espacios confinados
- Uso de sustancias químicas peligrosas

- Procedimiento de bloqueo, etiquetado y candadeo
- Izaje de cargas
- Explosión
- Riesgo eléctrico
- Uso de montacargas, segregación hombre-máquina

Para esto el departamento de seguridad industrial debe participar de todas las reuniones de preparación y asegurar toda la documentación y condiciones de trabajos de las personas, iniciando por las competencias y las certificaciones respectivas.

3.4 Criticidad de equipos

Es común que el presupuesto en una organización sea limitado, por lo que es mandatorio garantizar su priorización. La mejor forma es evaluar los riesgos de los activos y de esta forma definir su criticidad.

Se propone la siguiente tabla de valoración de riesgo para determinar la prioridad de los activos a intervenir durante el proceso de parada de planta.

Tabla 10.

Valoración de riesgo activos

VALORACIÓN DE RIESGO							
		RIESGO ELEVADO (E)		RIESGO MEDIO (M)		RIESGO ACEPTABLE (A)	
H	Seguridad : Riesgo de accidente derivado de la condición del activo	Inminente	3	Mitigación no está completada al 100%	2	Poco probable	1
Q	Calidad: riesgo de recibir una queja de un cliente o consumidor derivada de la condición del activo	Inminente	3	Mitigación no está completada al 100%	2	controles implementados y funcionales	1
E	Medio ambiente-legal: Riesgo de recibir una queja de un vecino o incumplimiento ambiental derivado de la condición del activo	Inminente	3	Mitigación no está completada al 100%	2	controles implementados y funcionales	1
P	Producción: Riesgo de incumplimiento del plan debido a la avería del equipo	Inminente	3	La maquina falla pero no interrumpe proceso	2	Existe stand-by	1
W	Operación: tiempo en que opera el equipo al día	Permanente	3	Un turno < W < 24 horas	2	W < 1 turno	1
M	Mantenibilidad: Tiempo medio para reparar del equipo	MTTR > 2 Hrs	3	0,5 < MTTR < 2 Hrs	2	MTTR < 0,5 Hrs	1

Tabla 11.

Ponderación

H	Q	E	P	W	M	Total
2	2	2	2	3	3	14

Si H, Q, E o P se califica como 3, inmediatamente el riesgo es elevado (E)

De lo contrario: se suman las calificaciones de cada categoría (1,2, o 3) y el riesgo se determina:

Riesgo elevado(E): $E \geq 14$

Riesgo medio (M): $14 < M < 10$

Riesgo aceptable (A): $A \leq 10$

3.5 Estructura de la herramienta de gestión

El ciclo de mantenimiento para parada de línea propuesto se resume en la ilustración 12

Ilustración 11.

Ciclo de gestión OH



El cumplimiento de cada una de las fases determina el cumplimiento de los tiempos y los recursos asignados para el desarrollo de la intervención mayor.

El primer paso planeación en el CMMS , indica que todos los activos a intervenir ya deben contar con un plan de mantenimiento preventivo donde la actividad de overhaul está incluida, y sobre todo cuenta con la lista de repuestos disponible o lista BoM. La estrategia que tiene la compañía para la construcción de planes de mantenimiento es RCM.

Durante todo el ciclo de mantenimiento es importante realizar la evaluación de ciertos indicadores que junto con la matriz de criticidad de activos revisada anteriormente complementarán el análisis para determinar que equipos serán intervenidos en una parada de planta.

Dentro de los indicadores más importantes tenemos (Gomez Lubo , 2012):

- Tasa de falla (λ): es el número de fallas de un sistema o componente por unidad de tiempo de exposición. Generalmente se considera como unidad de tiempo 1 año.

- Tiempo inactivo por mantenimiento (Mdt): Maintenance down time, es el total de tiempo inactivo por mantenimiento programado para un periodo dado de tiempo. Incluye tiempo de logística, disponibilidad de equipo de trabajo y repuestos etc.

- Tiempo medio inactivo (MDT): Es el tiempo promedio de inactividad causada por mantenimiento programado y no programado, incluyendo cualquier tiempo de logística.

- Tiempo medio entre fallas (MTBF): Es el tiempo de exposición promedio entre fallas consecutivas de un componente.

- Tiempo Promedio Para Reparar (MTTR): Es el tiempo medio para reparar o reemplazar un componente. Los tiempos de logística asociados a la reparación, como adquisición de partes, movilización de las cuadrillas no están incluidos dentro de este indicador. Puede ser estimado dividiendo la suma de los tiempos de reparación entre el número de reparaciones, por lo tanto, es prácticamente el promedio del tiempo de reparaciones. La unidad más común para medir este indicador es de horas.

- Tiempo promedio para mantener (MTTM): es el tiempo promedio que toma mantener un componente, incluyendo los tiempos de logística.

Disponibilidad.

La disponibilidad es el último fin de la gestión de mantenimiento y es definida como la capacidad de un elemento de desarrollar las funciones para las que es requerido en un determinado instante de tiempo o durante un determinado periodo de tiempo. En la práctica, para

equipos que no se detienen, la disponibilidad se define como la rata de tiempo en que un elemento está en condiciones de operar.

$$D(t) = \frac{\sum \text{Tiempo disponible para producir}}{\sum \text{Tiempo disponible para producir} + \sum \text{Tiempo en mantenimiento}}$$

La Disponibilidad inherente (A_i) considera la tasa de falla de los componentes y el tiempo medio de reparación de estos.

$$A_i = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Una vez se tienen definidas las máquinas a intervenir, inicia la fase de requerimientos presupuestales, esto implica que ya todos los planes de mantenimiento estén valorizados pues el monto a solicitar debe estar sustentando en el valor estimado de intervención.

Luego de la fase de aprobaciones regionales de presupuesto de inversión CapEx, el planeador de mantenimiento debe entregar la lista de repuestos de cada máquina a intervenir, tener presente que los repuestos en un 90% son de importación y una máquina puede tener alrededor de 200 ítems mapeados para su descarte anual.

De acuerdo con el histórico de proveedores los tiempos de entrega de piezas están oscilando entre 4 y 6 meses, como lo resume la tabla 12

Tabla 12.*Tiempo de entrega promedio proveedores OEM*

Proveedor OEM	Tiempo de entrega promedio (semanas)
Krones	25
Sidel	24
KHS	23
GEA	18
Regina	24
San Martin	20

Estos tiempos incluyen transporte desde ciudad de origen en Europa a excepción de San Martin que está en Brasil y hasta 2 semanas por temas de nacionalización y aduanas.

Es por esto que en el estándar generado como lo muestra el anexo A, hoja herramienta de gestión, el ingeniero de repuestos debe asegurar que todas las solicitudes de pedido generan pedidos máximo 27 semanas antes de la fecha de inicio, para dejar hasta 2 semanas por algún imprevisto logístico.

Una vez se tiene los pedidos generados, desde la semana -13 inicia la fase de preparación con una reunión de seguimiento semanal que lidera el programador de mantenimiento, y deben asistir los ingenieros de producción, mantenimiento y repuestos del área.

En esta reunión se discute avance de la creación del Gantt de mantenimiento, temas de seguridad y trabajos de alto riesgo y el ingeniero de repuestos por su parte advierte de cualquier anomalía que haya sido informado en su reunión con frecuencia semanal que tiene con el departamento de compras

Producción por su parte debe declarar el recurso humano que estará disponible durante la intervención y las labores de aseo que se realizan con personal interno y externo, así como todo el desarrollo de las actividades de mantenimiento autónomo.

El Gantt de mantenimiento debe estar listo y todas las ordenes en el CMMS por parte del programador al menos 5 semanas antes de la ejecución del mantenimiento mayor, si en este tiempo no están disponibles al menos un 95% de los repuestos, se debe iniciar gestión con planeación nacional para mover el OH hasta que se cumpla este umbral. Esto garantizará entonces que para la semana -4 el planeador ya debe difundir el plan final de OH ante la dirección y las áreas interesadas de la cervecería.

1 semana antes de iniciar el OH, el planeador debe publicar el Gantt oficial completo, este debe detallar responsable de cada actividad, la ruta crítica, resaltar actividades de seguridad, calidad o medio ambiente, duración de cada operación, alcance y las reservas y materiales deben estar disponibles.

El prelistamiento de repuestos implica llevar las piezas a un lugar específico antes de comenzar el trabajo, de manera ordenada y entendible para los técnicos. La productividad del técnico aumenta al tener disponibles las piezas y herramientas adecuadas antes del inicio de actividades. La preparación no se limita a las piezas, sino que puede/debe incluir las herramientas especializadas necesarias para completar el trabajo; los permisos de trabajo asociados, o los elementos de seguridad necesarios para completar la tarea (por ejemplo, todo el personal que va a intervenir la máquina debe tener su candado personal y su etiqueta para el realizar el respectivo bloqueo de energía en la caja de bloqueo múltiple).

Recomendaciones para la zona de prelistamiento:

- Ubicación cerca del área de trabajo

- La designación de los trabajos con piezas almacenadas debe ser clara en las instrucciones de trabajo/orden de trabajo
- La zona de pealiamiento debe desglosarse por zonas de trabajo y estar separadas unas con otras, por ejemplo, agrupar con tipos de componentes: eléctricos separados de neumáticos.
- Los repuestos almacenados deben estar descritos en el paso a paso de la actividad
- La zona de preparación debe tener un área de devolución de piezas para los materiales que no se necesitaron para completar el trabajo y esas piezas deben ser identificadas con las etiquetas adecuadas
- Implementación de 5S
- Auditorías periódicas de la zona de preparación de las piezas por el ingeniero de repuestos

Durante la fase de ejecución, se debe realizar una reunión al inicio liderada por el programador y al final de cada día liderada por el líder de ejecución, acá se revisa el avance del Gantt y se retroalimentan las novedades del día y los posibles riesgos para el cumplimiento de los tiempos estipulados.

EL correctivo e imprevisto debe ser abordado por el líder de ejecución y el programador de mantenimiento, estos deben tomar las decisiones y priorizar de acuerdo con su análisis y criticidad de los procesos.

Una vez inician los respectivos arranques de máquinas, es importante que el operador sea quien reciba la maquina por parte de mantenimiento en conjunto con el supervisor, y entre ambas partes realicen las pruebas de arranque y la rampa de aumento de velocidad de acuerdo con el

tipo de máquina. El ingeniero de repuestos debe estar acompañando los arranques para validar cualquier novedad en términos de piezas.

Al final es importante que una semana después de la intervención mayor se haga una revisión donde se analizan los inconvenientes detectados identificando causas raíz y correcciones pertinentes incluyendo propuestas de mejoras de planes de mantenimiento, análisis de apego de necesidades proyectadas vs reales en el presupuesto y sobre todo un registro de las lecciones aprendidas que servirá de base para las futuras intervenciones.

4. Conclusiones

Evaluando los resultados producto del desarrollo de este trabajo de grado se evidencia que a través de la herramienta generada de gestión basada en criticidad y riesgos se garantiza la planeación, ejecución y control de las paradas anuales de las líneas de envasado de la Cervecería de Bucaramanga Bavaria & CIA SCA, dando respuesta así el problema formulado en la tesis .

Se definieron roles y responsabilidades para todos los actores en el proceso de mantenimiento mayor, asegurando que cada persona conozca la importancia de su trabajo en el éxito de la parada anual, evitando redundancias, esfuerzos adicionales y pérdida de tiempo.

A través de la revisión bibliográfica referenciada y en especial la norma internacional ISO31000-2018 se pudieron evaluar los riesgos inherentes de cada una de las partes del proceso tal como muestra el anexo A. Herramienta de gestión de paradas de línea, hoja Matriz de riesgo. Adicional se pudo evaluar el riesgo y asignar una criticidad a los activos para la priorización en la fase de planeación y solicitud de mantenimiento. Esto permitió fundamentar la herramienta de gestión creada.

A su vez, con los históricos de entrega del departamento de compras se establecieron los plazos en semanas con la que se deben realizar cada uno de los pasos descritos en la estructuración de la herramienta, y como se puede ver en el anexo A, hoja Diagrama de flujo, se genera un flujo de actividades con sus responsables para que el ciclo de gestión sea controlado desde su inicio hasta el arranque de las máquinas.

Bibliografía

- academia.crandi.com.* (2024). <https://academia.crandi.com/negocios-digitales/diagrama-de-gantt/>
- Asociación Colombiana de ingenieros ACIEM . (2019). Diplomado en gestión y control de mantenimiento .
- Bavaria&CIA.S.C.A. (18 de Julio de 2023). *HIstoria Bavaria*. <https://www.bavaria.co/acerca-de-nosotros/historia-bavaria>
- Borras Pinill, C. (2011). Principios de mantenimiento. (U. I. Santander, Ed.) Bucaramanga.
- Duffuaa, S. (2000). Sistema de mantenimiento planeacion y control. *segunda*. Limusa Wiley.
- Gomez Lubo , N. R. (2012). Modelo de mantenimiento basado en RCM para las subestaciones portátiles 69 KV /7,2 KV de la empresa carbones del Cerrejon. Posgrado gerencia de Mantenimiento. (U. I. Mecanica, Ed.) Bucaramanga.
- Gonzalez Fernandez , F. (2004). Auditoria del mantenimiento e indicadores de gestión. Madrid - España : Fundacion Confemetal .
- International Standars Organization. (2018). <https://www.iso.org/home.html>
- International Standars Organization. A. (2014). <https://www.iso.org/home.html>
- Latorre Vesga , A. F., y Villegas Contreras , E. (2016). Metodología para planeación, ejecución y cierre de mantenimientos mayores en equipos del área de ingeniería y servicios de la cervecería Bavaria Bucaramanga. (tesis de posgrado). (U. I. Santander, Ed.) Bucaramanga .
- Lozano, C. (2020). *PROPUESTA DE RESTRUCTURACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE UN EQUIPO CRÍTICO DEL SISTEMA*

*AEROBIO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA
CERVECERÍA DE BUCARAMANGA BAVARIA & CIA S.C.A. Bucaramanga.*

Mullen , R., y Sangeev , P. (2018). Proceso de planificación y programación de mantenimiento.

VPO pilar mantenimiento, ABInBev.

Navarro Elola , L., Pastor Tejedor , A., y Mugaburu Lacabrera , J. (1997). Gestión Integral de
Mantenimiento. . Barcelona - España : Marcombo S.A. .

Ortiz, D. (2019). Reglas de oro para las paradas de planta. (O. R. Consultores, Ed.)

Palmer , R. (1999). Manual de planificación y planificación de mantenimiento. McGraw-Hill.

Trujillo , G. (2024). AMS Group Mexio, Gestión de Activos. Presentación asociación Mexicana
de profesionales en Gestión de Activos A.C aplicación de la norma ISO55000 para la
gestión de activos.