

**METODOLOGÍA PARA PLANEACIÓN, EJECUCIÓN Y CIERRE DE
MANTENIMIENTOS MAYORES EN EQUIPOS DEL ÁREA DE INGENIERÍA Y
SERVICIOS DE LA CERVECERÍA BAVARIA BUCARAMANGA**

**ANDRÉS FABIÁN LATORRE VESGA
EZEQUIEL VILLEGAS CONTRERAS**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA**

2016

**METODOLOGÍA PARA PLANEACIÓN, EJECUCIÓN Y CIERRE DE
MANTENIMIENTOS MAYORES EN EQUIPOS DEL ÁREA DE INGENIERÍA Y
SERVICIOS DE LA CERVECERÍA BAVARIA BUCARAMANGA**

**ANDRÉS FABIÁN LATORRE VESGA
EZEQUIEL VILLEGAS CONTRERAS**

**Monografía de Grado para optar el título de
“Especialista en Gerencia de Mantenimiento”**

**Director
HELLER GUILLERMO SANCHEZ ACEVEDO
PhD. Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA**

2016

Escuela de ingeniería mecánica, por apoyar este tipo de trabajos, a la empresa **Bavaria S.A.** por permitir realizar este proyecto en una de sus cervecerías y por brindar todas las herramientas necesarias para el buen desarrollo del mismo.

Igualmente agradecemos a nuestro director de monografía, el doctor **Heller Sánchez**, por sus consejos y acompañamiento, al personal del área de **Ingeniería y Servicios de la Cervecería de Bucaramanga**, por el tiempo dedicado para la discusión de la propuesta y los aportes de mejora realizados.

Dedico este trabajo a mis padres, **Gerardo** y **Miriam**, y a mi novia **Andrea**, por su constante apoyo y por la alegría de que formen parte de mi vida.

Andrés Fabián Latorre Vesga

Dedico este trabajo a **Dios** Por su infinito amor, por darme la fuerza que me impulsa para cumplir mis objetivos, porque está conmigo en cada paso que doy y permitir llegar a este momento de mi vida.

A mi amada **Ángela María** por su incondicional ayuda, a mis hijos **Ezequiel** y **Juan José** que son el motor de mi vida, A mis padres **Alfonso Emiro** y **Rosa María**, a mis hermanos por apoyarme siempre.

Ezequiel Villegas Contreras

CONTENIDO

INTRODUCCION	16
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	18
1.2 JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN	19
1.3 OBJETIVOS.	20
1.3.1 Objetivo general	20
1.3.2 Objetivos específicos	20
2 MARCO TEÓRICO	21
2.1 BAVARIA SABMILLER.....	21
2.2 CERVECERÍA DE BUCARAMANGA	22
2.3 DEPARTAMENTO DE INGENIRIA Y SERVICIOS INDUSTRIALES	23
2.4 PLANEACIÓN	24
2.5 PLANEACIÓN EN LOS PROYECTOS DE MANTENIMIENTO.....	25
2.6 RUTA CRÍTICA	26
2.7 TÉCNICAS DE PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE PROYECTOS.....	27
2.8 MANTENIMIENTO MAYOR	28
2.9 GESTIÓN DE ACTIVOS.....	29
3 DESARROLLO METODOLÓGICO	31
3.1 GENERALIDADES	31
3.2 ANÁLISIS PRELIMINAR DEL SISTEMA.....	31
3.3 DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO MAYOR..	32

3.3.1	Definición del alcance	32
3.3.2	Políticas y normas generales	32
3.3.3	Definiciones.....	33
3.3.4	Proceso de preparación y planeación del mantenimiento mayor	35
3.3.5	Roles y responsabilidades.....	36
3.3.5.1	Coordinador de mantenimiento y servicios.....	36
3.3.5.2	Coordinador de gestión de activos	37
3.3.5.3	Planeador de mantenimiento.....	39
3.3.5.4	Líder de equipo de mantenimiento	40
3.3.5.5	Ingeniero de repuestos	42
3.3.5.6	Especialista de mantenimiento	43
3.3.5.7	Técnico de mantenimiento.....	45
3.3.5.8	Operador de procesos	46
3.3.6	Definición de actividades semanales	47
3.3.6.1	Semana 16	47
3.3.6.2	Semana 15	48
3.3.6.3	Semanas 14 a 11	49
3.3.6.4	Semana 10	50
3.3.6.5	Semana 9	50
3.3.6.6	Semana 8	51
3.3.6.7	Semana 7	52
3.3.6.8	Semana 6	52
3.3.6.9	Semana 5	53
3.3.6.10	Semana 4	54

3.3.6.11	Semana 3	54
3.3.6.12	Semana 2	55
3.3.6.13	Semana 1	55
3.3.7	Ejecución del mantenimiento mayor.....	57
3.3.7.1	Seguimiento a la ejecución.....	58
3.3.7.2	Gestión de contratistas	59
3.3.8	Pruebas de arranque y puesta en marcha	61
3.3.9	Reunión post-mantenimiento mayor.....	62
3.4	CRONOGRAMA GLOBAL DE IMPLEMENTACIÓN A 5 AÑOS	64
4	ANÁLISIS DE RESULTADOS	68
5	CONCLUSIONES	69
6	RECOMENDACIONES	71
	BIBLIOGRAFIA	72
	ANEXOS.....	74

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Cronograma primera intervención de mantenimiento mayor.....	64
Tabla 2.	Cronograma segunda intervención de mantenimiento mayor.	65
Tabla 3.	Cronograma tercera intervención de mantenimiento mayor.....	65
Tabla 4.	Cronograma cuarta intervención de mantenimiento mayor.	66
Tabla 5.	Cronograma quinta intervención de mantenimiento mayor.	66
Tabla 6.	Cronograma sexta intervención de mantenimiento mayor.	67

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Cervecería de Bucaramanga Bavaria SA.....	23
Figura 2.	Organigrama departamento de ingeniería y servicios industriales.....	24
Figura 3.	Sistema típico de mantenimiento	25
Figura 4.	Diagrama de red para cálculo de la Ruta Crítica.....	27
Figura 5.	Evolución de la Gestión de Activos.	30
Figura 6.	Diagrama de Gantt.....	34

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A.	FORMATO ACTA REUNIONES SEMANALES	75
ANEXO B.	FORMATO GANTT CONTROL PLANEACIÓN Y EJECUCIÓN	76
ANEXO C.	FORMATO LISTADO Y COSTO MATERIALES Y SERVICIOS	77
ANEXO D.	FORMATO CONTROL DE UTILIZACIÓN DE MATERIALES PARA MANTENIMIENTO MAYOR.....	78
ANEXO E.	FORMATO CONTROL DIARIO DE ACTIVIDADES	79
ANEXO F.	FORMATO DE LECCIONES APRENDIDAS, PROPUESTAS DE MEJORA Y PENDIENTES.....	80
ANEXO G.	FORMATO DE PRUEBAS DE ARRANQUE, OPERACIÓN Y PARADA – ENTREGA DE EQUIPOS.....	81

RESUMEN

Título: METODOLOGÍA PARA PLANEACIÓN, EJECUCIÓN Y CIERRE DE MANTENIMIENTOS MAYORES EN EQUIPOS DEL ÁREA DE INGENIERÍA Y SERVICIOS DE LA CERVECERÍA BAVARIA BUCARAMANGA*

Autores: Andrés Fabián Latorre Vesga, Ezequiel Villegas Contreras.**

Palabras clave:

Planeación, Control, Mantenimiento Mayor, Rol, Servicios Industriales, Cervecería de Bucaramanga.

Descripción:

Los costos de mantenimientos mayores dependen en gran medida de qué tanto se planeó y se preparó una intervención. En muchos casos el tiempo y costo de estas intervenciones son impredecibles debido a una planeación inadecuada.

A través de una metodología adecuada para las intervenciones de mantenimiento mayor del área de Ingeniería y servicios de la cervecería de Bucaramanga se pretende disminuir los costos de mano de obra, compra de materiales, servicios contratados a última hora y pérdidas por retrasos en la producción debido a la extensión de los mantenimientos.

Para el cumplimiento del objetivo se realizó una exhaustiva recopilación de información de los equipos, históricos y experiencias de mantenimientos anteriores con el fin de conocer los equipos a fondo y capturar los factores clave que pudieron afectar la duración y el costo de dichas intervenciones, posteriormente se realizó una revisión de la descripción de las responsabilidades de cada cargo de la estructura de mantenimiento la cual permitió definir las responsabilidades de cada rol involucrado en el proceso de overhaul. Partiendo de lo anterior se redactó un procedimiento para la planeación, control y cierre de mantenimientos mayores aplicado a los equipos del área de ingeniería y servicios de la cervecería de Bucaramanga el cual especifica detalladamente las actividades semanales de planeación y los controles necesarios para un adecuado seguimiento a la ejecución, pruebas y puesta en marcha de los equipos. Adicionalmente contempla las actividades de cierre tales como la reunión pos mantenimiento en la cual se evalúa el proceso, se divulgan las lecciones aprendidas y se documentan para tener en cuenta en el próximo overhaul.

* Monografía

** Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas, Especialización en Gerencia de Mantenimiento.
Director: Ph.D. Heller Guillermo Sanchez Acevedo

ABSTRACT

Title: METHODOLOGY FOR PLANNING, EXECUTION AND CLOSURE OF MAJOR EQUIPMENT MAINTENANCE IN THE AREA OF ENGINEERING AND UTILITIES AT BAVARIA BUCARAMANGA BREWERY *

Authors: Andrés Fabián Latorre Vesga, Ezequiel Villegas Contreras.**

Keywords:

Planning, Control, Major Maintenance, Role, Industrial Services, Bucaramanga Brewery.

Description:

Major maintenance costs depend, to a great extent, on the level of planning and preparation of an intervention. In many cases, the time and cost of these interventions are unpredictable due to an inadequate planning.

Using an adequate methodology for the interventions of major maintenance in the Engineering and Services area at Bavaria Bucaramanga brewery, it is aimed to reduce the costs of manpower, purchase of materials, services contracted in the last hour and production losses because of delays on the maintenance process.

To fulfill the objective a comprehensive compilation of information of the equipment was made, taking into account historical data and experiences of previous maintenance in order to know the equipment thoroughly and capture the key factors that could affect the duration and cost these interventions, subsequently a review of the description of the responsibilities of each position of the maintenance structure was performed and allowed to define the responsibilities of each role involved in the process of overhaul. Based on the above a procedure for planning, control and closure of major maintenance in the Engineering and Services area at Bavaria Bucaramanga brewery was written. It specifies in detail the weekly planning activities and controls needed for proper monitoring of the implementation, testing and commissioning of the equipment. Furthermore contemplates closure activities such as after-maintenance meeting in which the process is evaluated, the lessons learned are reported and documented to account at the next overhaul.

* Monograph

** Faculty of Mechanical Engineering and Physical. Specialization in Maintenance Management.
Director: PhD. Heller Guillermo Sanchez Acevedo

INTRODUCCION

La constante búsqueda de métodos y fórmulas que le permitan a las organizaciones maximizar la eficiencia y efectividad de los procesos de producción las han llevado a incrementar controles en los costos en general. Un costo importante en las empresas consiste en la realización de mantenimientos mayores a sus equipos, dado al tiempo que se deja en indisponibilidad una planta, un proceso o un equipo, pudiendo acarrear posibles incumplimientos a los clientes, pérdida de producto en proceso o en inventario y sobrecostos por mala planeación y ejecución (horas extra, servicios contratados y repuestos comprados de urgencia, reprocesos, entre otros). Lo anterior ratifica la necesidad de reducir al máximo los tiempos de mantenimiento mayor, de aquí que se requiera realizar una gestión de mantenimiento para la planeación detallada y confiable que garantice intervenir las instalaciones y los equipos en el menor tiempo posible y al costo óptimo.

La gestión de mantenimiento se enfoca en actividades rutinarias que buscan evadir un acelerado nivel de deterioro e indisponibilidad no programada del activo y en actividades que buscan el reacondicionamiento total del activo hasta llevarlo a sus condiciones originales (mantenimiento mayor), requiriéndose para esto una elevada inversión que en ocasiones afecta el esquema presupuestario de las organizaciones. Por lo tanto en las compañías la tendencia es optimizar la gestión del mantenimiento a través de una adecuada planeación orientada a la optimización de tiempos y costos; y es sobre esta premisa que se plantea el desarrollo de esta monografía.

Este trabajo se concentra en una metodología que permita la planeación, ejecución y cierre adecuado de los mantenimientos mayores en el área de ingeniería y servicios de la Cervecería Bavaria Bucaramanga.

A tal fin, el contenido de este documento está estructurado por capítulos de la siguiente manera: el capítulo uno consiste en el planteamiento y formulación del problema, la justificación de la solución, y los objetivos de este trabajo; el capítulo dos consta de un marco teórico que brinda una orientación sobre la empresa para la cual se está realizando este trabajo, así como las bases teóricas necesarias para tener claridad en los conceptos aplicados en el desarrollo del mismo; el capítulo tres, contiene el desarrollo metodológico seguido para la ejecución de la monografía, se repasan las generalidades de la metodología empleada para la realización del procedimiento de reparación mayor, se presenta el análisis de la situación anterior y por último se expone el procedimiento de reparación mayor junto con el cronograma global a largo plazo; los capítulos cuatro, cinco y seis contienen el análisis de resultados, las conclusiones y las recomendaciones respectivamente del desarrollo de la metodología para la planeación, ejecución y cierre de mantenimientos mayores en la Cervecería de Bucaramanga.

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El área de ingeniería y servicios industriales de la cervecera de Bucaramanga Bavaria S.A. no contaba con una metodología adecuada para llevar a cabo los mantenimientos mayores realizados a sus equipos; entre los cuales hay tres compresores de CO₂, tres compresores de NH₃ y una caldera pirotubular. El proceso se venía realizando con base en históricos, recomendaciones del fabricante y experiencia del equipo de mantenimiento; de una manera no estandarizada y que en ocasiones había generado retrasos, reprocesos y necesidades de último minuto, ya sea por planeación o ejecución inadecuada. Aunque no se cuantificaron totalmente, tales situaciones tuvieron un impacto en el costo del mantenimiento y en los costos por pérdida o retraso de producción.

Como es sabido, el mantenimiento mayor u overhaul es la oportunidad para tratar problemas que requieran de una parada prolongada y que generalmente no se pueden desarrollar en un día normal de mantenimiento o en un fin de semana. En ese sentido, involucra una gran cantidad de trabajos planeados que suponen una elevada demanda de recursos (tiempo, personal, dinero) en comparación con el mantenimiento rutinario; y se utiliza para alargar el ciclo de vida de los activos, procurando recuperar su condición básica cada determinado tiempo, con el fin de restablecer su confiabilidad inherente y garantizar su disponibilidad hasta el siguiente overhaul.

Teniendo en cuenta la importancia del mantenimiento mayor para un equipo, se hizo necesario contar con una metodología que permitiera su planeación, control de ejecución y el cierre o entrega a operación del equipo objeto de mantenimiento mayor. Adicionalmente, ésta debería permitir llevar una gestión documental adecuada de todo el proceso, de tal manera que el conocimiento generado en el ejercicio sea recopilado (casos de éxito, lecciones aprendidas, puntos a tener en cuenta para una próxima reparación, propuestas de mejora) para retroalimentar el proceso y asegurar la mejora continua en el mismo.

1.2 JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN

La búsqueda de mecanismos que contribuyan al mejoramiento continuo de los procesos es uno de los factores que han llevado a la cervecera de Bucaramanga Bavaria S.A. a ser reconocida nacionalmente y a estar en el top 20 de las mejores cervecerías del mundo SABMiller¹. Es precisamente mejorar y estandarizar uno de dichos procesos lo que justifica el desarrollo del trabajo de aplicación: el proceso de mantenimiento mayor a los equipos del área de servicios industriales. Dicho proceso se venía realizando con base en históricos, recomendaciones del fabricante y experiencia del equipo de mantenimiento, de una manera no estandarizada y que en ocasiones había generado retrasos, reprocesos y necesidades de último minuto.

En consecuencia, el proceso de mantenimiento mayor a los equipos del área de servicios industriales ofrece una oportunidad de mejora a través de la aplicación de una metodología adecuada para las intervenciones de mantenimiento mayor. En ese sentido, el trabajo desarrollado está encaminado al ahorro de costos derivados de: extensión de la ventana de mantenimiento (horas extra, viáticos), compra de materiales y servicios no contemplados en un principio (recargos por transporte aéreo y por horas extras) y pérdida o retraso de la producción.

De manera similar, las ganancias en la estandarización de la ejecución de los overhaul se verán reflejadas en la recopilación del conocimiento, disminución de errores humanos, reducción de los tiempos de reparación y puesta en marcha de equipos. Además, gracias a un procedimiento que incluya el cierre de los mantenimientos mayores se obtendrán beneficios en cuanto a la compilación de lecciones aprendidas y oportunidades de mejora. Asimismo, se reforzará el vínculo entre el área de producción y el área de mantenimiento, ya que se establecerá un protocolo de recepción de equipos.

¹ **SABMiller** (South African Breweries - Miller) es una compañía Anglo-sudafricana que surgió por la fusión de South African Breweries, Miller Brewing en 2002 y Bavaria S.A. en 2005. Es la segunda cervecera por volumen en el mundo después de ABInBev.

1.3 OBJETIVOS.

1.3.1 Objetivo general

- ✓ Desarrollar una metodología para la planeación, control en la ejecución y cierre de los mantenimientos mayores de equipos del área de ingeniería y servicios de la cervecería Bavaria S.A. Bucaramanga.

1.3.2 Objetivos específicos

- ✓ Realizar la planeación global, mediante un cronograma a cinco años, para el inicio, ejecución y fin del mantenimiento mayor de siete equipos (tres compresores de amoniaco, tres compresores de CO2 y una caldera pirotubular) del área de servicios industriales de la cervecería de Bucaramanga.
- ✓ Redactar un procedimiento detallado con actividades a realizar cada semana, 16 semanas antes de la hora cero de la ejecución del mantenimiento mayor, incluyendo las responsabilidades específicas de los roles que se vean involucrados en el procedimiento y que hagan parte de la estructura de mantenimiento del área de ingeniería y servicios de la cervecería de Bucaramanga.
- ✓ Diseñar formatos para el seguimiento de las actividades de planeación, ejecución y cierre del mantenimiento mayor. Los formatos deben incluir lo siguiente:
 - Planeación: actas de reuniones semanales, Gantt del trabajo a realizar, formato de listado y costo de materiales, mano de obra interna y servicios contratados.
 - Ejecución: formato de control de materiales, reporte diario de actividades, Gantt de la ejecución.
 - Cierre: registro de pruebas de arranque, operación y parada, registro de entrega del equipo a operación, formato de lecciones aprendidas, formato de propuestas de mejora, formato de pendientes para la próxima reparación.

2 MARCO TEÓRICO

En esta sección se expondrán algunos conceptos relacionados con el mantenimiento mayor, los cuales servirán como marco de referencia para el desarrollo de la metodología propuesta en el proyecto.

2.1 BAVARIA SABMILLER²

Bavaria S.A. es la mayor cervecera de Colombia, una de las más grandes de América y la décima del mundo. Fue fundada el 4 de abril de 1889 por el alemán Leo Siegfried Kopp. El origen de esta gran compañía se da por la asociación entre los hermanos Leo Siegfried y Emil Kopp Koppel, provenientes de Alemania, quienes llegaron en 1876 a Santander, Colombia. Tres años después, se asociaron con los hermanos Santiago y Carlos Arturo Castello y conformaron en Bogotá la sociedad Kopp y Castello, quienes en 1889 adquirieron un lote para la construcción de una fábrica de cerveza. Esta transacción es considerada como el hecho fundacional de Bavaria.

El Consorcio de Cervecerías Bavaria surgió de la fusión de la Kopp's Deutsche Brauerei y algunas cerveceras regionales, y cambio su nombre a Bavaria S.A. en 1959. Bavaria S.A. se fusionó con la Cervecería Águila de Barranquilla en 1967, y posteriormente compró la Cervecería Unión (Cervunión), de Medellín, en 1972. Con la fusión de Cervecería Águila, la familia Santodomingo de Barranquilla pasó a ser la principal accionista de la nueva empresa.

En 1994 Bavaria S.A. empezó a producir refrescos de fruta, pulpas y agua embotellada por medio de Refrescos Bavaria y Jugos Bavaria con las marcas de gaseosas Konga, Link, la soda Wizz, agua Brisa y jugos Tutti Frutti sin mucho éxito; solo "Tutti Frutti" y "Brisa" recibieron cierto grado de aceptación en el mercado. En el año 2006 Tutti Frutti fue vendida a su rival y dueña del mercado de las bebidas

² Bavaria SA.[En línea][Consultado el:30 de Junio del 2015]. <http://www.bavaria.co/acerca-de-nosotros/historia>

gaseosas Postobón junto a su planta despulpadora en el municipio de Tuluá, Valle del Cauca; trasladando la producción de agua Brisa a sus plantas cerveceras hasta el año 2009 cuando es vendida la marca a las embotelladoras regionales de Coca-Cola. En el año 1996 se creó el Grupo Empresarial Bavaria, que inició su expansión en 2000 con la compra de su rival Cervecería Leona, y la adquisición de la Cervecería Nacional de Panamá en 2001, Unión de Cervecerías Peruanas Backus y Johnston y la Cervecería Andina de Ecuador (hoy Cervecería Nacional de Ecuador) en 2002. Entre 1997 y 2002 se constituyó Valores Bavaria, hoy Valórem, separado de la compañía cervecera y destinado a la administración de las empresas del Grupo Santo Domingo distintas de las relacionadas con el negocio de las bebidas, entre las cuales se encontraban Caracol Televisión y Avianca, entre otras empresas del sector aeronáutico, metales, químico y forestal. En el año 2005 se registró uno de los principales hitos en la centenaria historia de Bavaria: la fusión con SABMiller, luego de una operación equivalente a 7.800 millones de dólares que incluyó el intercambio de las acciones de la familia Santo Domingo, correspondientes al 71,8% del Grupo Empresarial Bavaria, por el 15% de las acciones de la multinacional.

Luego de este negocio, uno de los más grandes en la historia empresarial colombiana, Bavaria pasó de ser líder regional a formar parte del Grupo, que se convirtió en el segundo más grande de cervezas y bebidas del mundo.

2.2 CERVECERÍA DE BUCARAMANGA³

La Cervecería de Bucaramanga fue inaugurada el 1° de diciembre de 1948 en el mismo lugar donde hoy opera, se encuentra ubicada en el Kilómetro 4 carretera Café Madrid, Bucaramanga (Santander). En 2005 se realizó un profundo proceso de repotenciación y modernización de su planta física, instalaciones y equipos, que tuvo un costo de 22 millones de dólares. Las marcas que se elaboran en la

³ Bavaria SA, Cervecería de Bucaramanga.[En línea][Consultado el: 30 de Junio del 2015]. http://www.sitiosexternos.bavaria.co/11-2/cerveceria_de_bucaramanga_an/

cervecería de Bucaramanga son: Águila, Águila Light, Pilsen, Póker, Pony Malta, Club Colombia Dorada.

Figura 1. Cervecería de Bucaramanga Bavaria SA



Fuente: BAVARIA. Acerca de nosotros. <http://www.sitiosexternos.bavaria.co/11-2/cerveceria_de_bucaramanga_an/>. [Citado en 03 de septiembre de 2016].

2.3 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y SERVICIOS INDUSTRIALES

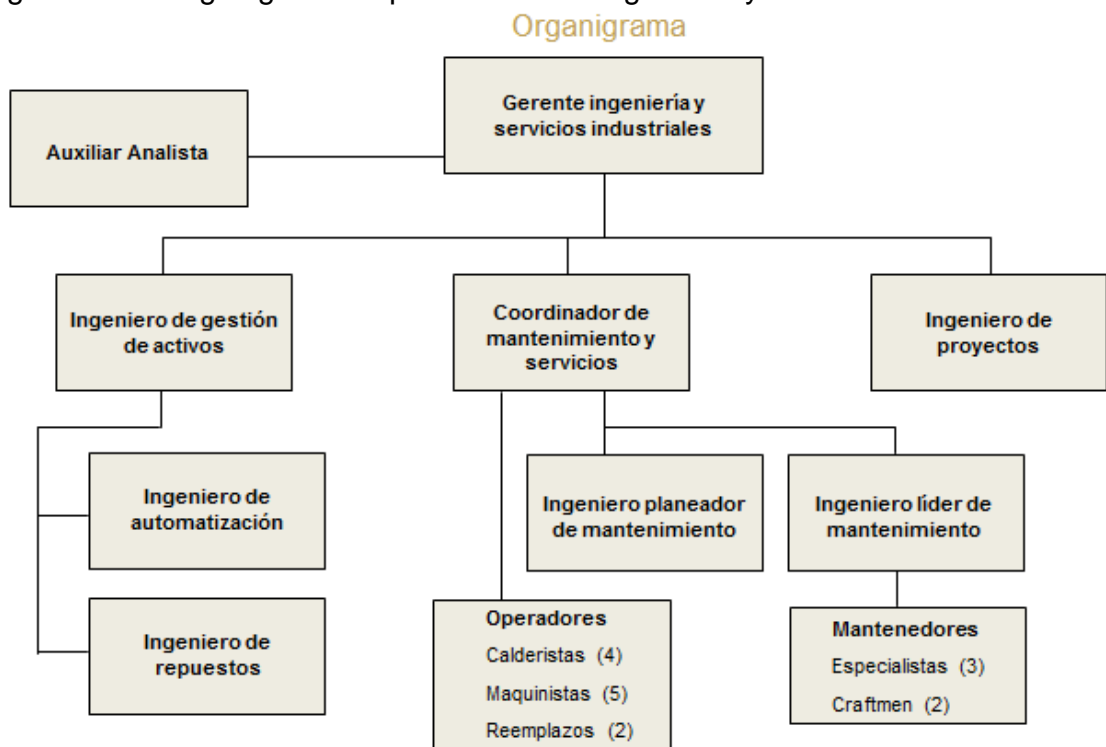
El departamento de ingeniería y servicios industriales de la cervecería de Bucaramanga, como su nombre lo dice, es el encargado de proveer los servicios industriales, tales como: vapor, aire comprimido, refrigeración, agua potable, energía eléctrica y CO₂, a las áreas de proceso como elaboración y envase, con los parámetros de calidad requeridos por los clientes.

Adicionalmente es el área encargada de asegurar que en toda la cervecería se cumplan los estándares de ingeniería y gestión de activos definidos por el grupo

SABMiller, así como de manejar los proyectos CAPEX o de inversión que requiera la planta.

Su estructura organizativa está compuesta por un gerente en cabeza de tres coordinadores: gestión de activos, proyectos y mantenimiento & servicios, de quienes dependen una serie de ingenieros, operadores y técnicos de mantenimiento como se muestra en el siguiente organigrama.

Figura 2. Organigrama departamento de ingeniería y servicios industriales



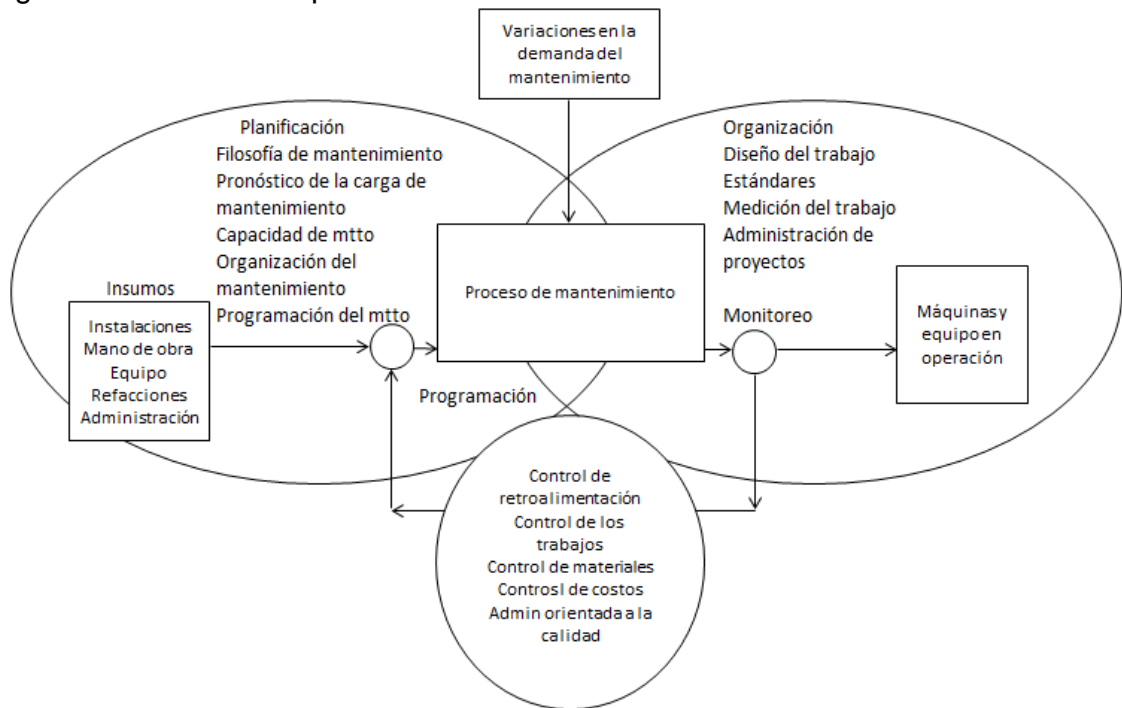
Fuente: Autores.

2.4 PLANEACIÓN

La planeación es la fase del proceso administrativo a través de la cual se pretende sistematizar anticipadamente un proceso. Es una metodología para la toma de

decisiones o para seleccionar entre posibles cursos de acción, permite elaborar un patrón o modelo completo del trabajo a realizar y suministra las bases sobre las cuales actuarán las otras funciones administrativas; es decir, si ésta no existe no habrá nada que organizar, ejecutar ni controlar.

Figura 3. Sistema típico de mantenimiento



Fuente: DUFFUAA, S, Sistemas de Mantenimiento Planeación y Control. Segunda edición Limusa Wiley, 2002.

2.5 PLANEACIÓN EN LOS PROYECTOS DE MANTENIMIENTO⁴

Para el desarrollo de proyectos de mantenimiento industrial es necesario implementar herramientas o sistemas de control a través de una planeación que permitan asegurar la calidad del proceso desde el arranque hasta la fase final de

⁴ Cartay I, Manual de Gerencia de Proyectos. Segunda edición. LUZ. Editorial Universitaria. Maracaibo Venezuela, 1998.

las actividades. Lo anterior con la intención de mantener las características de los equipos o procesos dentro de lo contemplado en el diseño o los requerimientos del proceso durante todo el proceso operativo o de ejecución de los proyectos.

La planeación es un componente esencial del manejo de un proyecto y, es un medio importante para: organizar el trabajo, decidir responsables, definir el alcance, tiempos, métodos, y las razones por las cuales se realizará cada actividad. Así mismo es un medio que permite: integrar los trabajos de todas las áreas involucradas en la realización del proyecto, establecer canales eficientes de comunicación, coordinar actividades y recursos, estimar tiempos de inicio y fin. Adicionalmente permite establecer herramientas o métodos para el manejo efectivo de imprevistos, proporcionar bases para la delegación de autoridad, control presupuestal, auto análisis y aprendizaje.

2.6 RUTA CRÍTICA

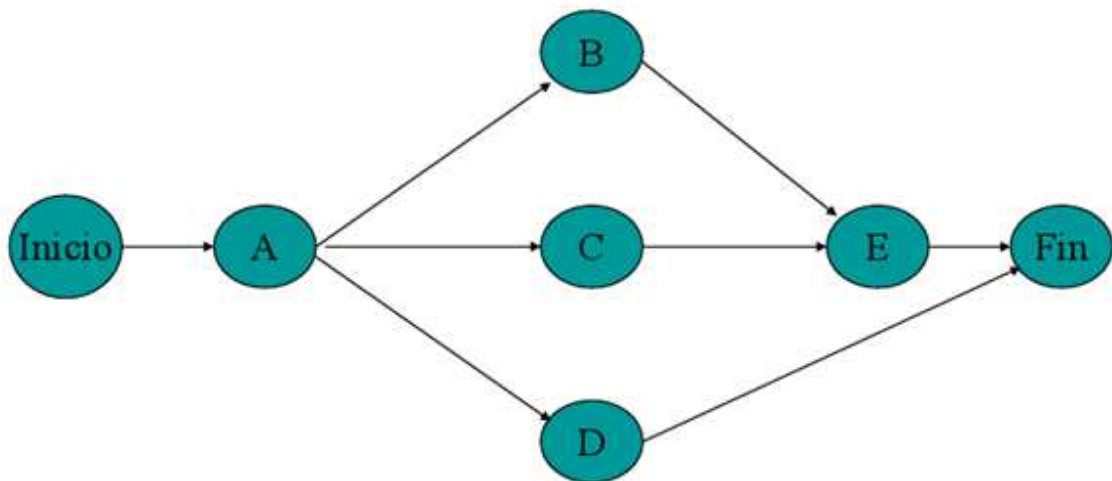
Se puede definir la ruta crítica como la secuencia más larga de actividades dependientes entre sí que permitirán llegar al objetivo final. Según lo anterior se infiere que la ruta crítica determina la duración total del proyecto, por lo tanto cualquier demora en la ruta crítica implica una demora en la entrega del producto final, de ahí la relevancia de este concepto. Es muy importante identificarla y concentrarse en la misma para evitar resultados inesperados.⁵

La mejor manera de manejar adecuadamente la ruta crítica y en general el proyecto en curso es a través de la programación. Es de gran utilidad construir una gráfica en el tiempo que muestre el momento de inicio y fin para cada actividad, la

⁵ DUFFUAA, S, Sistemas de mantenimiento Planeación y Control. Segunda edición Limusa Wiley, 2002.

interdependencia entre las mismas y los trabajos críticos que requieren atención especial y monitoreo.

Figura 4. Diagrama de red para cálculo de la Ruta Crítica.



Fuente: Autores

2.7 TÉCNICAS DE PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE PROYECTOS

Las técnicas de planeación y programación de proyectos han evolucionado a lo largo del tiempo y en la actualidad se utilizan ampliamente dos importantes técnicas analíticas, como son el método de la ruta crítica (CPM) y la técnica para revisión y evaluación de proyectos (PERT)⁶.

El método de la ruta crítica es una técnica de análisis fundamentada en la representación de un proyecto como un diagrama de red, que muestre las interdependencias y relaciones de precedencia entre las actividades del proyecto. Se utiliza un cronograma para determinar la duración total mínima y las fechas de inicio y finalización temprana. De manera similar, los diagramas PERT establecen

⁶ DUFFUAA, S, Sistemas de mantenimiento Planeación y Control. Segunda edición Limusa Wiley, 2002.

las relaciones entre las actividades y la duración de las mismas; pueden ser complementados con un ordenamiento en el tiempo con fechas de inicio de cada actividad para convertirlo en un diagrama Gantt.

En un departamento de mantenimiento, PERT y CPM no se prestan para programación de trabajos pequeños, cotidianos e independientes. Sin embargo, son muy útiles en la planeación y programación de trabajos grandes (20 horas-hombre o más) que constan de muchas actividades, ejemplo de tales trabajos son la reparación general de maquinaria y la coordinación del paro de la planta y las actividades de mantenimiento mayor⁷.

2.8 MANTENIMIENTO MAYOR

El mantenimiento mayor es un mantenimiento periódico en el que las plantas o máquinas se paran para permitir inspecciones, reemplazos y reparaciones generales que sólo pueden realizarse cuando los activos se dejan fuera de servicio. Durante este periodo se realizan los siguientes tipos de trabajos:

- ✓ Trabajo a equipos que para sacarlos de servicio implican parada general de planta o de un proceso.
- ✓ Trabajo que requiere un periodo de mantenimiento largo y un gran número de personal de mantenimiento.
- ✓ Trabajo para corregir defectos identificados durante la operación pero que no puedan ser reparados en las jornadas rutinarias de mantenimiento.

Es conocido que el rendimiento de cierto tipo de equipos o máquinas va disminuyendo gradualmente en el tiempo, es decir, va perdiendo su condición básica. Esta reducción es debida al desgaste normal de sus componentes, a

⁷ DUFFUAA, S, Sistemas de mantenimiento Planeación y Control. Segunda edición Limusa Wiley, 2002.

manejos incorrectos, a intervenciones no adecuadas del equipo de mantenimiento o a un diseño incorrecto.

Mediante el mantenimiento mayor se pretende reestablecer la condición básica de este tipo de equipos y llevarlos a niveles aceptables de rendimiento, a fin de atender las necesidades de producción hasta la próxima reparación ^{8 9 10}.

2.9 GESTIÓN DE ACTIVOS

Desde que surge el término gestión de activos se le han dado múltiples definiciones, alguna de ellas y las más conocidas son: “Actividades y practicas coordinadas y sistemáticas a través de las cuales una organización maneja optima y sustentablemente sus activos y sistemas de activos, su desempeño, riesgos y gastos asociados a lo largo de sus ciclos de vida con el propósito de lograr su plan estratégico organizacional”¹¹. Por varios años esta definición fue adoptaba, comenzando su proceso de evolución y desarrollo hasta que la Organización Internacional de Estandarización (ISO) la define como, “Actividades Coordinadas de una organización para materializar el valor de su activos”¹², en ésta última se observa la necesidad de tener un balance óptimo entre el costo, el desempeño financiero y la exposición al riesgo de los activos en la organización.

Las normas ISO 55000 (ISO 55000, ISO 55001 e ISO 55002) son una serie de normas que surgen para atender la necesidad de aquellas empresas cuyos resultados se ven fuertemente influenciados por el cuidado de los activos que

⁸ MOUBRAY J., “Reliability-Centered Maintenance”, Editorial Butterworth Heinemann, Oxford, 1997.

⁹ REY, Francisco. Hacia la excelencia en mantenimiento. Ed. Tgp Hoshin, S.L. Madrid, Tgp Hoshin, S.L., 1996.

¹⁰ AMENDOLA, Luis. Estrategias y tácticas de overhaul maintenance & Asset management. Valencia PMM Institute for learning.2007.

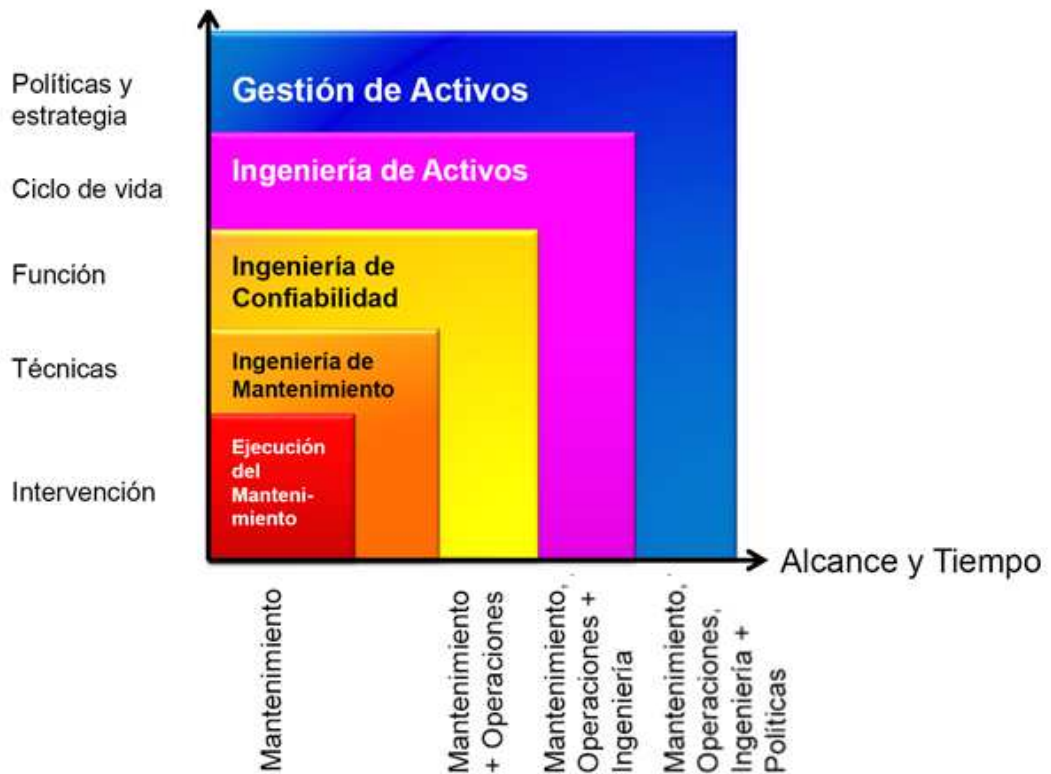
¹¹ BRITISH STANDARDS INSTITUTION. PAS 55-1:2008. Gestión de Activos “Asset Management”. Parte 1: Especificaciones para la Gestión de Activos Físicos. Of Asset Management

¹² INTERNATIONAL STANDARDS ORGANIZATION. Gestión de activos- Sistemas de Gestión- Directrices para la aplicación de la ISO 55001. BS ISO 55002:2014. 1 ed. Ginebra, Suiza. ISO, 2014.

operan. En resumen, las normas estructuran la gestión de activos de la siguiente manera:

- La norma ISO 55000 da una descripción general, los principios y la terminología utilizados en la gestión de activos.
- La norma ISO 55001 especifica los requisitos necesarios para establecer, implementar, mantener y mejorar el sistema de gestión de activos.
- La norma ISO 55002 es una guía para la implementación del sistema de gestión de activos de acuerdo a ISO 55001.

Figura 5. Evolución de la Gestión de Activos.



Fuente: Aplicación de la norma ISO 55000, para la gestión de Activos Físicos, Gerardo Trujillo C¹³.

¹³ TRUJILLO, Gerardo. AMS Group Mexico, Gestión de Activos. Presentacion Asociacion Mexicana de Profesionales en Gestión de Activos A.C. Apliación de la Norma ISO 55000 para la Gestión de Activos.

3 DESARROLLO METODOLÓGICO

En este capítulo se mostrará el desarrollo metodológico seguido para la ejecución de la monografía. Se repasarán las generalidades de la metodología para la realización del procedimiento de reparación mayor, se presentará el análisis de la manera como se venía realizando dicho proceso en el área de ingeniería y servicios de la cervecería de Bucaramanga y por último se expondrá procedimiento de reparación mayor junto con el cronograma global a largo plazo.

3.1 GENERALIDADES

Partiendo de una planeación para el desarrollo de este trabajo de monografía, se contempló la ejecución de tres etapas las cuales consistieron en: recolección de información y diagnóstico de la manera como se venían realizando los mantenimientos mayores en el área de ingeniería y servicios de la cervecería de Bucaramanga (etapa 1), redacción del procedimiento de mantenimiento mayor incluyendo roles y responsabilidades, así como actividades semanales durante las 16 semanas previas a la hora cero del mantenimiento mayor y elaboración de cronograma global a cinco años de mantenimientos mayores en equipos del área (etapa 2) y discusión del procedimiento con el equipo de trabajo, verificación de los formatos elaborados para facilitar las fases de planeación, ejecución y cierre; y elaboración de informe final de la monografía (etapa 3).

3.2 ANÁLISIS PRELIMINAR DEL SISTEMA

Si bien el proceso de mantenimiento mayor en el área de ingeniería y servicios industriales se venía realizando con base en históricos, recomendaciones del fabricante y experiencia del equipo de mantenimiento, éste no se realizaba de una manera estandarizada. La fase de planeación (pre mantenimiento mayor) carecía de actividades estándar y claras para cada rol, a través de las cuales se asegurara la menor cantidad de imprevistos, retrasos en el inicio del mantenimiento o reprocesos. Por su parte, la fase de ejecución no contaba con herramientas para

asegurar la adherencia al tiempo previsto en la ventana de mantenimiento lo cual podría derivar en costos de extensión de la misma (horas extra, viáticos) y pérdida o retraso de la producción. En cuanto a la fase de cierre del mantenimiento mayor, no existía una figura por medio de la cual se realizara una entrega formal del equipo o máquina por parte de mantenimiento a operación, tampoco se recopilaban lecciones aprendidas u oportunidades de mejora que se detectaran durante el proceso, por lo cual cada nuevo mantenimiento mayor había que comenzar nuevamente a revisar históricos, recomendaciones del fabricante y del personal de mantenimiento.

3.3 DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO MAYOR

A continuación se presenta el procedimiento de mantenimiento mayor desarrollado para el área de ingeniería y servicios industriales de la cervecería de Bucaramanga. Se definirá el alcance, las políticas y normas generales aplicables, los roles involucrados y las responsabilidades de cada uno. Así como, actividades semanales a realizar desde 16 semanas antes del inicio de la ejecución del mantenimiento, formatos útiles para facilitar las fases de planeación, ejecución y cierre y aspectos a tener en cuenta en la reunión de cierre del mantenimiento mayor.

3.3.1 Definición del alcance

- ✓ El propósito de este procedimiento es definir una metodología para la realización de reparaciones mayores los equipos del área de ingeniería y servicios industriales de la cervecería de Bucaramanga, que garantice que todos los trabajos sean planeados, ejecutados y cerrados de una manera coherente y estandarizada.

3.3.2 Políticas y normas generales

- ✓ Para la realización de los trabajos de mantenimiento mayor de los equipos aplican todas las normas e instructivos de trabajo seguro en alturas (06-003654), manejo de sustancias químicas (06-003738), trabajo en espacios confinados

(06-003736), trabajo eléctricos (06-003737) y trabajos en caliente, oxicorte y/o soldadura (06-001080).

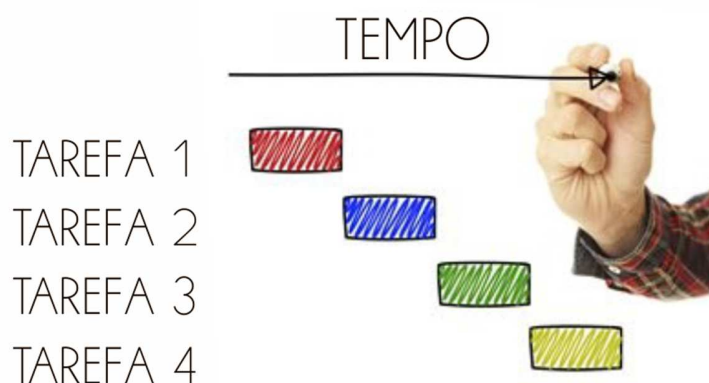
- ✓ De requerirse la contratación de servicios externos aplica el procedimiento de compras (02-000667) establecido por la empresa.
- ✓ El control de materiales dentro y fuera de almacén debe realizarse según el procedimiento de almacenes (02-004408) y almacenes satélite (02-004506) establecidos por la empresa.
- ✓ La implementación del procedimiento de overhaul deberá cumplir con el procedimiento de gestión de activos (02-004506).

3.3.3 Definiciones

- ✓ **Roles:** los diferentes oficios que una persona tiene dentro de su posición.
- ✓ **Responsabilidades:** las acciones o tareas que la persona o personas deben realizar enmarcadas en los oficios del rol.
- ✓ **Planeador de mantenimiento:** rol responsable de la confiabilidad del equipo y/o proceso. Su visión del mantenimiento debe ser de mediano y largo plazo ya que es el encargado de planear las intervenciones de reparaciones mayores y rutinas de mantenimiento estándar de los equipos a su cargo.
- ✓ **Ruta crítica:** es la secuencia más larga de actividades dependientes entre sí en el plan de mantenimiento mayor.
- ✓ **Hora cero:** es el momento en el cual comienza el mantenimiento mayor de un equipo. Para ese momento se debe haber asegurado disponibilidad de: materiales, repuestos, servicios contratados, mano de obra interna y externa y producción; lo anterior con el fin de no tener contratiempos que puedan generar retrasos en el cierre del mantenimiento mayor y en la entrega del equipo a producción.
- ✓ **Operating Expense – OPEX:** del inglés Operating Expense, hace referencia a los costos asociados al funcionamiento, operación y mantenimiento en una empresa.

- ✓ **Capital Expenditures – CAPEX:** del inglés CAPital EXpenditures (CAPEX o capex o inversiones en bienes de capitales) son inversiones de capital que crean beneficios. Aplica para la compra de activos nuevos o para añadir valor a los existentes.
- ✓ **Diagrama de GANTT:** en honor a su creador Henry Laurence Gantt, el diagrama de Gantt es una representación gráfica de una secuencia de actividades mediante la cual se puede llegar a establecer la relación entre las mismas ya que se ubican en el mismo espacio de tiempo con puntos de inicio y finalización.
- ✓ **Procedimiento de Bloqueo, Etiquetado y Candadeo – BEC:** siglas para la frase Bloqueo, Etiquetado y Candadeo, consiste en un procedimiento de seguridad que se lleva a cabo en los equipos, sus partes o accesorios a través del cual se bloquea mecánicamente el accionamiento (eléctrico, mecánico, neumático, hidráulico, etc) mediante un dispositivo apropiado para cada caso, se etiqueta con el nombre del que realiza el procedimiento y la fecha de la puesta de la etiqueta y se coloca un candado al dispositivo de bloqueo mecánico que sólo puede ser abierto por el responsable que aparece en la etiqueta.

Figura 6. Diagrama de Gantt



Fuente: SALPINX. Gestión de proyectos. <<https://www.salpinx.com.br/gestao-de-projetos-guia-definitivo-para-comecar/>> [citado en 03 de septiembre de 2016].

- ✓ **Equipo-Repuesto:** son equipos que por su complejidad no pueden ser catalogados como máquinas pero tienen su propio principio de funcionamiento por lo cual tampoco son simplemente un repuesto. Ejemplos de esto pueden ser las bombas de aceite de compresores, reductores de los transportadores de botellas, bombas dosificadoras, entre otros.
- ✓ **Sistemas, Aplicaciones y Productos en Procesamiento de Datos:** sistemas, Aplicaciones y Productos en Procesamiento de Datos (SAP) es un sistema informático que constituye todas las áreas necesarias para el funcionamiento de la empresa, integrando el sistema productivo y administrativo con el fin de optimizar los recursos físicos y económicos de la compañía.
- ✓ **Aviso de calidad:** es la herramienta de SAP que permite oficializar un reclamo a un proveedor cuando incumple con la legislación vigente, una especificación, un término de referencia y/o demás condiciones acordadas con la compañía.
- ✓ **Procedimiento Estándar de Operación – SOP:** del inglés Standard Operating Procedure, es un documento que contiene el paso a paso o instrucciones de operación de un equipo o proceso en específico. Entre otros incluye capítulos para: arranque y parada, operación, mantenimiento, limpieza profunda, solución de problemas.

3.3.4 Proceso de preparación y planeación del mantenimiento mayor

- ✓ El proceso de preparación y planificación del mantenimiento mayor comienza 16 semanas antes de la hora cero. Se han establecido 16 semanas de preparación ya que, por experiencia y a través del estudio de mantenimientos mayores realizados anteriormente, se concluyó que es el tiempo necesario que permite hacer una planificación y coordinación adecuada de todo el proceso. De esta manera se logra asegurar una correcta asignación de recursos y adquisición de repuestos, en especial este último ítem ya que en la mayoría de los casos se trata de repuestos de importación lo cual convierte la gestión relacionada a los mismos en un eslabón importante de la ruta crítica.

- ✓ El proceso de preparación y planificación del mantenimiento mayor se describe como la serie de actividades requeridas con el fin de asegurar que la parada esté debidamente planificada y el trabajo sea ejecutado con efectividad. En él se destacan las actividades más importantes que se requieren en cada semana, a partir de 16 semanas antes de la fecha de parada establecida según el cronograma global de reparación mayor de equipos, así como los roles responsables de la gestión de cada una de las actividades. Se incluyen actividades específicas para el día de la parada (hora cero), contemplando la gestión de contratistas tanto para trabajos en el área como para trabajos en taller, proceso de puesta en marcha y reunión post mantenimiento o cierre.

3.3.5 Roles y responsabilidades

A continuación se describen los roles y responsabilidades involucrados en el procedimiento, se realiza una descripción a grandes rasgos de las responsabilidades a cargo de cada rol en las etapas pre, durante y post mantenimiento mayor.

3.3.5.1 Coordinador de mantenimiento y servicios

- ✓ **Responsabilidades pre mantenimiento mayor:**
 - Planificar, coordinar y concertar junto con producción el tiempo de parada del equipo. Para los casos en los cuales la parada del equipo no afecte el plan de producción no es necesario concertar el tiempo, sin embargo se debe informar a producción y se deben tener los planes de contingencia necesarios según el caso.
 - Poner en marcha las inspecciones generales o auditorías internas a las máquinas con el fin de identificar las actividades de mantenimiento necesarias para restaurar el equipo a sus condiciones básicas y que no estén contempladas dentro del overhaul estándar.
 - Identificar las actividades relacionadas con la presentación de los equipos (pintura, aislamiento, demarcación).

- Participar en las reuniones previas a la hora cero.

- ✓ **Responsabilidades durante y post mantenimiento mayor:**
 - Realizar recorridos de revisión en las máquinas que se encuentran en reparación, con el fin de identificar posibles oportunidades de mejora e interactuar con el equipo de mantenimiento.
 - Verificar el correcto diligenciamiento y cumplimiento de los permisos de trabajo diarios requeridos según la tarea a realizar sobre el equipo.
 - Velar por el cumplimiento del plan y cronograma de la reparación, administrar el posible incumplimiento del mismo.
 - Revisar y dar el visto bueno para la puesta en marcha de los equipos (para pruebas de arranque y para operación).
 - Comunicar a los grupos interesados (producción, gerentes, miembros del equipo de reparación) la puesta en marcha de los equipos luego del mantenimiento mayor.
 - Participar en la reunión diaria de la reparación.
 - Participar en la reunión post mantenimiento mayor.

3.3.5.2 Coordinador de gestión de activos

- ✓ **Responsabilidades pre mantenimiento mayor:**
 - Participar en el análisis de presupuesto de repuestos, contratos, mano de obra y recursos externos requeridos para la reparación.
 - Revisar las lecciones aprendidas y reportes de mantenimientos mayores pasados, tanto de los especialistas de mantenimiento como de los proveedores, para recomendar acciones de mejora.
 - Participar en los análisis de: Pareto, desempeño y causa raíz de fallas, donde se identifiquen y prioricen actividades a ser tenidas en cuenta y que no estén dentro de la reparación estándar.

- Verificar el cumplimiento de los procedimientos, políticas y normas generales según el numeral 3.3.2 durante las actividades pre mantenimiento mayor.
 - Apoyar la identificación de aspectos de seguridad a tener en cuenta para la ejecución de las tareas de mantenimiento y asegurar que sean incluidos como requisitos dentro de las órdenes de mantenimiento para el personal interno y como parte de los términos de referencia para las labores contratadas.
 - Participar en las reuniones previas a la hora cero.
- ✓ **Responsabilidades durante y post mantenimiento mayor:**
- Realizar seguimiento al cumplimiento de las actividades de acuerdo con el plan general de mantenimiento mayor.
 - Liderar la revisión a la duración de los trabajos planeados vs. el real.
 - Apoyar la gestión y toma de decisiones respecto a tareas correctivas que surjan durante la reparación, garantizando la aplicación de herramientas de solución de problemas.
 - Asegurar el cumplimiento de los procedimientos, políticas y normas generales según el numeral 3.3.2 durante y post al mantenimiento mayor.
 - Apoyar el proceso de valorización de equipos según el procedimiento de gestión de activos.
 - Apoyar el proceso de bajas contables parciales (cuando aplique) según el procedimiento de gestión de activos.
 - Participar en la reunión diaria de la reparación.
 - Participar en la reunión post mantenimiento mayor.

3.3.5.3 Planeador de mantenimiento

✓ **Responsabilidades pre mantenimiento mayor:**

- Realizar el presupuesto OPEX y CAPEX de repuestos, contratos de servicios especializados, mano de obra interna y recursos externos requeridos para el mantenimiento mayor.
- Planear la ruta crítica y estimar la duración de las etapas del mantenimiento mayor, acudiendo a las lecciones aprendidas y reportes de mantenimientos mayores pasados, tanto de los especialistas de mantenimiento como de los proveedores.
- Realizar análisis de Pareto de los mecanismos de falla (si los hubo) del equipo en el periodo entre la última reparación y 16 semanas antes a la hora cero, revisar los análisis de causa raíz de dichas fallas e identificar y priorizar las actividades relevantes a incluir en el mantenimiento mayor.
- Generar las solicitudes de repuestos y servicios requeridos para el mantenimiento mayor, definiendo los términos de referencia para la contratación de servicios externos.
- Generar el diagrama Gantt general del mantenimiento mayor, organizando las actividades tanto para personal interno como contratistas.
- Comunicar el Gantt o plan general de mantenimiento mayor al equipo.
- Asegurar la disponibilidad de las herramientas y de los repuestos necesarios.
- Generar las reservas al almacén los repuestos requeridos.
- Identificar aspectos de seguridad a tener en cuenta, incluye la identificación de tareas que puedan requerir permisos de trabajo para ser incluidos en las órdenes de mantenimiento.
- Participar en las reuniones previas a la hora cero.

✓ **Responsabilidades durante y post mantenimiento mayor:**

- Realizar seguimiento y verificar el cumplimiento, en alcance y tiempo, de las actividades de acuerdo con el plan general de mantenimiento mayor.

- Apoyar al líder de mantenimiento en el control en la ejecución de las actividades.
- Actualizar el Gantt en caso de ser necesario.
- Realizar el informe diario de avance de la reparación (real vs plan).
- Evaluar y gestionar junto con el líder de mantenimiento las tareas correctivas que puedan surgir durante el desarrollo de las actividades.
- Revisar los comentarios sobre la ejecución de las actividades de mantenimiento autónomo.
- Participar en la reunión diaria de la reparación.
- Participar en la reunión post mantenimiento mayor.

3.3.5.4 Líder de equipo de mantenimiento

- ✓ **Responsabilidades pre mantenimiento mayor:**
 - Acordar junto con el planeador las actividades a realizar con el personal interno y las tareas a contratar.
 - Proporcionar detalles de los repuestos al planeador.
 - Coordinar la asignación de recursos (mano de obra del equipo de mantenimiento, herramientas, elementos de limpieza) a las tareas específicas de mantenimiento, plasmado en un plan de actividades diario el cual debe coincidir con las órdenes programadas en SAP.
 - Coordinar y controlar la disponibilidad de especialistas de máquina locales y de otras cervecerías para el mantenimiento mayor.
 - Comunicar el plan de mantenimiento mayor a todos los miembros del equipo.
 - Asegurar la existencia y entendimiento por parte de los miembros del equipo de los procedimientos para la ejecución de las tareas específicas de mantenimiento incluidas en el plan de mantenimiento mayor.
 - Participar en las reuniones previas a la hora cero.

✓ **Responsabilidades durante y post mantenimiento mayor:**

- Proporcionar los procedimientos, herramientas, materiales de limpieza y consumibles necesarios para la ejecución de las tareas. Administrar el buen uso de los mismos.
- Velar por el cumplimiento de los procedimientos de mantenimiento y limpieza de las máquinas dentro de los tiempos establecidos en el plan de actividades, comunicar oportunamente las posibles desviaciones.
- Asegurar el cumplimiento y la gestión relacionada con los permisos de trabajo aplicables, incluido el procedimiento de bloqueo, etiquetado y candado.
- Liderar la reunión diaria de mantenimiento mayor.
- Asegurar que las tareas de mantenimiento y de mantenimiento autónomo sean ejecutadas con calidad.
- Identificar, comunicar y gestionar los trabajos correctivos que surjan durante la parada.
- Participar en la resolución de imprevistos durante la ejecución de las actividades de mantenimiento.
- Realizar control en la ejecución de las actividades, apoyarse en el planeador y coordinador de mantenimiento para la toma de decisiones.
- Realizar recorridos de inspección de trabajos críticos durante el mantenimiento mayor, incluye tareas con mano de obra interna y externa.
- Solicitar el visto bueno del coordinador de mantenimiento y servicios para pruebas y puesta en marcha de los equipos, asegurar las condiciones nominales de operación después de las intervenciones de mantenimiento.
- Gestionar las pruebas de aceptación de las condiciones de operación de los equipos objeto de mantenimiento.
- Asistir a las pruebas y puesta en marcha.
- Gestionar la entrega de los equipos a operación.
- Participar en la reunión diaria de la reparación.
- Participar en la reunión post mantenimiento mayor.

3.3.5.5 Ingeniero de repuestos

✓ **Responsabilidades pre mantenimiento mayor:**

- Apoyar la estimación del presupuesto de repuestos requeridos para el mantenimiento mayor.
- Garantizar que las solicitudes de pedido por todos los repuestos requeridos para la reparación se generen correctamente y con la debida anticipación, de acuerdo con los tiempos de suministro.
- Realizar seguimiento permanente al estado de las solicitudes y pedidos de repuestos.
- Gestionar acuerdos con las áreas de cadena de abastecimiento y compras para garantizar que no se presenten inconvenientes que impacten la disponibilidad y la calidad de los repuestos.
- Actualizar y comunicar el plan de entrega de repuestos a los miembros del equipo.
- Participar en los análisis de causa raíz de fallas de los equipos objeto del mantenimiento mayor.
- Garantizar la correcta asignación de repuestos a las órdenes de trabajo, así como la generación de reservas de repuestos al almacén.
- Realizar seguimiento a la llegada de repuestos al almacén y evaluar la calidad de los mismos.
- Contratar el mantenimiento de los equipos-repuesto involucrados en la reparación.
- Participar en las reuniones previas a la hora cero.

✓ **Responsabilidades durante y post mantenimiento mayor:**

- Confirmar la disponibilidad de repuestos para el inicio del mantenimiento mayor según el plan general.
- Coordinar con el almacén la logística de entrega de repuestos al personal de mantenimiento.

- Evaluar y gestionar los requerimientos de repuestos que puedan surgir durante las actividades de mantenimiento.
- Elaborar un informe diario del movimiento y calidad de repuestos, así como de la gestión de nuevos requerimientos.
- Atender las posibles no conformidades que se presenten con los repuestos.
- Elaborar avisos de calidad a proveedores en caso de recibir repuestos con imperfectos o de mala calidad, gestionar la solución en el menor tiempo posible de acuerdo a la criticidad del repuesto.
- Confirmar que todas las reservas generadas por repuestos queden debidamente tramitadas y cerradas.
- Monitorear la utilización del total de repuestos retirados del almacén y en caso de ser necesario, tramitar la devolución al inventario del almacén de los repuestos que no hayan sido requeridos.
- Recibir a los proveedores los equipos-repuesto que haya contratado su reparación.
- Participar en las pruebas de arranque y puesta en marcha de los equipos para detectar posibles oportunidades de mejora en la calidad y confiabilidad de los repuestos.
- Participar en la reunión diaria de la reparación.
- Participar en la reunión post mantenimiento mayor.

3.3.5.6 Especialista de mantenimiento

- ✓ **Responsabilidades pre mantenimiento mayor:**
 - Realizar auditorías internas especializadas a los equipos.
 - Recibir retroalimentación por parte de los operadores sobre las condiciones de operación de los equipos y hallazgos encontrados durante las auditorías.
 - Plantear posibles soluciones a los temas encontrados, relacionados con operación y mantenimiento de los equipos.
 - Reportar los hallazgos de las auditorías en SAP con detalle y rigor técnico.

- Proporcionar detalles de repuestos al planeador, ubicarlos en manuales o en la máquina en caso necesario y proporcionar los números de parte o códigos SAP de los repuestos necesarios para el mantenimiento mayor.
 - Participar en las reuniones previas a la hora cero (cuando sea requerido).
- ✓ **Responsabilidades durante y post mantenimiento mayor:**
- Supervisar la parada de las máquinas y procesos.
 - Participar en el procedimiento de bloqueo, etiquetado y candado.
 - Revisar la correcta limpieza de las máquinas y del área de trabajo.
 - Realizar limpieza de componentes delicados o desmontados durante la reparación que requieran conocimientos especializados.
 - Diligenciar y cumplir con los permisos especiales de trabajo en los casos que aplique.
 - Ejecutar con calidad las órdenes de trabajo de acuerdo al plan.
 - Entrenar a técnicos de mantenimiento y operadores.
 - Brindar soporte, acompañamiento y retroalimentación a técnicos y operadores en las tareas de mantenimiento y de mantenimiento autónomo.
 - Proporcionar retroalimentación y notificaciones o reportes de calidad de manera oportuna.
 - Elaborar y presentar reportes especializados sobre el estado de los equipos antes y después del mantenimiento mayor, así como recomendaciones para próximas reparaciones.
 - Participar en la resolución de imprevistos durante la ejecución de las actividades de mantenimiento.
 - Participar en las pruebas de funcionamiento y evaluar el funcionamiento de los equipos durante las mismas.
 - Realizar los ajustes necesarios para que los equipos operen dentro de las especificaciones requeridas.
 - Participar en la reunión diaria de la reparación.
 - Participar en la reunión post mantenimiento mayor.

3.3.5.7 Técnico de mantenimiento

✓ **Responsabilidades pre mantenimiento mayor:**

- Participar en las auditorías internas a los equipos.
- Reportar los hallazgos de las auditorías en SAP con detalle y rigor técnico.
- Participar en las reuniones previas a la hora cero (cuando sea requerido).

✓ **Responsabilidades durante y post mantenimiento mayor:**

- Supervisar la parada de las máquinas y procesos.
- Participar en el procedimiento de bloqueo, etiquetado y candado.
- Participar en la limpieza de los equipos y del área de trabajo (desechar los repuestos desmontados, limpiar las áreas de trabajo, realizar disposición adecuada de todos los elementos utilizados mientras que se ejecutan las tareas de mantenimiento)
- Diligenciar y cumplir con los permisos especiales de trabajo en los casos que aplique.
- Ejecutar con calidad las órdenes de trabajo de acuerdo al plan.
- Proporcionar retroalimentación y notificaciones o reportes de calidad de manera oportuna.
- Brindar soporte, acompañamiento y retroalimentación a los operadores en las tareas de mantenimiento autónomo.
- Participar en la resolución de imprevistos durante la ejecución de las actividades de mantenimiento.
- Participar en las pruebas de funcionamiento y evaluar el funcionamiento de los equipos durante las mismas.
- Realizar los ajustes necesarios para que los equipos operen dentro de las especificaciones requeridas.
- Retornar al almacén los repuestos no utilizados.
- Apoyar al especialista de la máquina en la ejecución de tareas específicas mantenimiento.

- Participar en la reunión diaria de la reparación.
- Participar en la reunión post mantenimiento mayor.

3.3.5.8 Operador de procesos

✓ **Responsabilidades pre mantenimiento mayor:**

- Participar en las auditorías internas a los equipos.
- Reportar los hallazgos de las auditorías en SAP con detalle y rigor técnico.
- Proporcionar información sobre problemas en la operación del o los equipos a intervenir.
- Participar en las reuniones previas a la hora cero (cuando sea requerido).

✓ **Responsabilidades durante y post mantenimiento mayor:**

- Apagar los equipos o el proceso.
- Participar en el procedimiento de bloqueo, etiquetado y candado.
- Asegurar que el área de trabajo es segura para comenzar con los trabajos de mantenimiento.
- Realizar la limpieza profunda y con significado de los equipos y del área de acuerdo con los procedimientos y/o instrucciones de trabajo.
- Ejecutar las tareas previstas de mantenimiento autónomo (limpieza, inspección, lubricación, ajustes menores) contempladas en el plan general de parada.
- Participar en la resolución de imprevistos durante la ejecución de las actividades de mantenimiento.
- Proporcionar retroalimentación y notificaciones o reportes de calidad de manera oportuna.
- Participar en las pruebas de funcionamiento y evaluar el funcionamiento de los equipos durante las mismas.
- Recibir los equipos y realizar la puesta en marcha de los mismos.
- Participar en la reunión diaria de la reparación.
- Participar en la reunión post mantenimiento mayor.

3.3.6 Definición de actividades semanales

A continuación se describen las actividades que se deben llevar a cabo durante un período de 16 semanas (tiempo suficiente para la llegada de pedidos de importación) previas a la hora cero de la reparación.

3.3.6.1 Semana 16

- ✓ El proceso comienza con las siguientes acciones:
- ✓ Acciones a cargo del planeador:
 - Realizar el análisis de Pareto de los modos de falla del o de los equipos a intervenir. El periodo de análisis debe ser el transcurrido entre la puesta en marcha (equipos nuevos o puesta en marcha luego de un mantenimiento mayor) y la fecha del mismo. Debe apoyar los análisis de causa raíz realizados para las fallas que lo ameriten, y debe identificar y priorizar las actividades relevantes a incluir en el mantenimiento mayor.
 - Liderar la estimación del presupuesto para repuestos, mano de obra interna y contratos de servicios externos requeridos para el mantenimiento mayor. Ésta actividad se debe realizar con el apoyo del ingeniero líder de mantenimiento y del ingeniero de repuestos.
 - Estimar la duración del mantenimiento mayor junto con el ingeniero líder de mantenimiento y el coordinador de mantenimiento.
 - Revisar las actas post-mantenimiento de la anterior intervención y tomar en consideración las lecciones aprendidas y actividades pendientes identificadas.
 - Realizar las solicitudes de pedido de todos los repuestos requeridos.
 - Generar un archivo para cada equipo que entrará a mantenimiento a manera de preparación para la reunión de la semana 15. El archivo debe proporcionar información sobre el rendimiento del(los) equipo(s) desde el último mantenimiento mayor, así como el listado de actividades previstas.

El archivo contendrá la siguiente información:

- Listado de actividades para el mantenimiento mayor sin asignación de recursos. En semanas posteriores el líder de mantenimiento realizará la asignación.
 - Listado de fallas con su respectivo tiempo de parada.
 - Listado de repuestos requeridos para la ejecución de las actividades.
- ✓ Acciones a cargo del coordinador de mantenimiento:
- Si la salida del(los) equipo(s) a mantenimiento tiene impacto sobre las áreas de producción, el coordinador deberá solicitar la ventana de mantenimiento al área de producción y al área de planeación de producción según la duración estimada del mantenimiento mayor.
 - Poner en marcha las auditorías por parte de los operadores, técnicos y especialistas de mantenimiento. Se deben realizar auditorías del conjunto mecánico, instrumentación y conjunto eléctrico con el fin de identificar actividades para reestablecer la condición básica.

3.3.6.2 Semana 15

- ✓ Una vez se tenga el panorama general del alcance del mantenimiento mayor, el siguiente paso es concertar la reunión inicial, la cual incluye el trabajo de preparación realizado en la semana anterior.
- ✓ Los participantes de la reunión serán los siguientes:
 - Planeador de mantenimiento.
 - Líder de mantenimiento.
 - Coordinador de mantenimiento y servicios.
 - Coordinador de gestión de activos.
 - Ingeniero de repuestos.
 - Técnicos y especialistas de mantenimiento (sólo los requeridos).
- ✓ El planeador de mantenimiento expondrá el archivo preparado en la semana 16 y recibirá retroalimentación de los asistentes sobre los trabajos críticos o hallazgos de las auditorías que puedan ser corregidos durante el mantenimiento mayor.

- ✓ El líder de mantenimiento discutirá los siguientes temas:
 - Disponibilidad de mano de obra interna (técnicos y especialistas de mantenimiento) para la intervención.
 - Trabajos críticos.
 - Oportunidades de mejora en confiabilidad.
- ✓ El coordinador de mantenimiento y servicios presentará el resultado de las auditorías y dará su concepto sobre los hallazgos para que el planeador incluya las actividades que se necesiten dentro del listado de actividades de mantenimiento mayor.
- ✓ El ingeniero de repuestos comentará sobre el avance de las solicitudes de pedido de repuestos.

3.3.6.3 Semanas 14 a 11

- ✓ No está prevista una reunión oficial para estas semanas, sin embargo las siguientes actividades se llevarán a cabo:
- ✓ El líder de mantenimiento realizará sesiones de retroalimentación con los técnicos, especialistas y operadores sobre la base de la información obtenida del planeador y las auditorías realizadas, en las sesiones se revisarán los siguientes puntos:
 - Plan de acción para el tratamiento de los hallazgos identificados en las auditorías y que requieran ser resueltos durante el mantenimiento mayor.
 - Plan de acción para el tratamiento de los hallazgos identificados en las auditorías y que puedan ser resueltos antes del mantenimiento mayor para ganar tiempo.
 - Repuestos necesarios (por equipo) para la intervención.
 - Distribución del listado de tareas a ejecutar, asignación de responsables para cada una.
 - Necesidades de recursos adicionales en cuanto a herramientas o mano de obra especializada para ciertas actividades.

- ✓ El planeador:
 - Creará en SAP las órdenes de trabajo para el mantenimiento.
 - Lanzará las licitaciones para el tratamiento de actividades que requieran ser ejecutadas con mano de obra externa, ej: mano de obra especializada, reparaciones de las instalaciones eléctricas y obras civiles. Deberá definir los tiempos máximos de entrega de cada actividad de manera que se ajusten al plan de mantenimiento mayor.
 - Realizará las solicitudes de pedido de materiales de fabricación o repuestos requeridos según las nuevas necesidades del plan de acción para tratamiento de los hallazgos de las auditorías.
- ✓ El ingeniero de repuestos:
 - Realizará seguimiento al proceso de compra de los repuestos solicitados.
 - Lanzará las licitaciones de servicios de reparación de equipos-repuestos.

3.3.6.4 Semana 10

- ✓ Para esta semana no se prevé una reunión formal, sin embargo se realizarán las siguientes actividades:
- ✓ El planeador actualizará el resumen de los costos por equipo con base en la lista de repuestos acordada y los precios que ya se han comenzado a negociar con los proveedores. Junto con el líder de mantenimiento revisarán el resumen de costos del mantenimiento mayor incluyendo repuestos y servicios tanto por OPEX como por CAPEX.
- ✓ A finales de la semana 10, el líder de mantenimiento debe estar en condiciones de presentar el primer borrador de costos de la reparación al coordinador de mantenimiento.

3.3.6.5 Semana 9

- ✓ Para la semana 9 no se requiere reunión, sin embargo el líder de mantenimiento y el planeador realizarán las siguientes actividades:

- ✓ Verificación de la creación de solicitudes de pedido para repuestos comerciales no disponibles en el almacén.
- ✓ Gestión de reservas SAP para todos los repuestos disponibles en el almacén.

3.3.6.6 Semana 8

- ✓ Para esta semana no se prevé una reunión formal, sin embargo se realizarán las siguientes actividades:
- ✓ El planeador realiza entrega al equipo de trabajo de las listas de tareas de mantenimiento en SAP y define la carga total de trabajo en horas hombre por equipo, utilizará este insumo para preparar el primer borrador del plan de reparación en el cual habrá un desglose hora por hora de las actividades a realizar y se identificará la ruta crítica de la intervención.

Para el desarrollo del plan se debe tener en cuenta lo siguiente:

- El tiempo requerido para la limpieza profunda inicial de los equipos de acuerdo con los tiempos definidos en las SOP.
- El tiempo requerido para el mantenimiento de todos los equipos debe concordar con el tiempo definido en órdenes de trabajo y programa en SAP.
- El tiempo requerido para la pintura (y secado) de los equipos y las estructuras luego de que los trabajos de mantenimiento hayan finalizado.
- El tiempo requerido para pruebas de arranque y operación según los estándares definidos en las SOP.
- El tiempo requerido para arranque de equipos (calentamiento de partes o fluidos, auto-calibración, toma de carga).
- La ruta crítica. Es importante asegurarse de que la ruta crítica sea monitoreada durante toda la reparación. Cualquier variación en esta secuencia de actividades afecta la duración de todo el trabajo, tanto para ahorros de tiempo como para retrasos.
- Trabajos especiales: los detalles de un trabajo especial deben estar claramente expresados en el plan.

El ingeniero de repuestos continua el seguimiento de entrega de repuestos y gestión de pedidos de compra de materiales locales. Para este punto ya todos los materiales de importación deben tener pedido de compra a un proveedor. Adicionalmente los pedidos de mantenimiento de equipos-repuesto ya deben estar asignados.

3.3.6.7 Semana 7

- ✓ Las siguientes actividades presentarán avance:
 - El líder de mantenimiento asignará los recursos disponibles de acuerdo a los requerimientos del planeador.
 - El planeador y el líder de mantenimiento sincronizarán los recursos acordados para la duración de la reparación. Los requerimientos por parte de producción también se discutirán junto con el coordinador de mantenimiento y servicios.
 - El plan de la reparación estará más avanzado, se habrá determinado la ruta crítica.
- ✓ El ingeniero de repuestos continua el seguimiento de entrega de repuestos y gestión de pedidos de compra de materiales locales.

3.3.6.8 Semana 6

- ✓ El planeador de mantenimiento programará una reunión para discutir el primer borrador del plan de mantenimiento mayor.
- ✓ Los participantes de la reunión serán los siguientes:
 - Planeador de mantenimiento.
 - Líder de mantenimiento.
 - Coordinador de mantenimiento y servicios.
 - Coordinador de gestión de activos.
 - Ingeniero de repuestos.
 - Técnicos y especialistas de mantenimiento (sólo los requeridos).

- ✓ El planeador presentará el primer borrador del plan a los asistentes y recibirá retroalimentación para realizar un segundo borrador según las observaciones para que todas las cargas de trabajo y sincronización de actividades sean confirmadas.
- ✓ El ingeniero de repuestos continuará el seguimiento de entrega de repuestos, para esta semana la mayoría de los repuestos ya deben haber llegado o según el seguimiento no deberán faltar más de dos semanas para la llegada.
- ✓ En concordancia con el procedimiento de almacenes y de almacenes satélite, todos los repuestos que vayan llegando a la planta y que se vayan reservando para ser retirados del almacén central deben rotularse y se deben ubicar en un área segura y ordenada. El especialista de mantenimiento se encargará de esta labor y el planeador verificará versus el listado de repuestos.

3.3.6.9 Semana 5

- ✓ El planeador de mantenimiento programará una reunión de avance del proceso en la cual presentará el segundo borrador del plan de reparación.
- ✓ Participan en la reunión:
 - Planeador de mantenimiento.
 - Líder de mantenimiento.
 - Coordinador de mantenimiento y servicios.
 - Coordinador de gestión de activos.
 - Ingeniero de repuestos.
 - Técnicos y especialistas de mantenimiento (sólo los requeridos).
- ✓ Una vez aprobado el segundo borrador se finalizará la asignación de los recursos y se confirmará el plan para ser difundido a todo el personal.
- ✓ Los asistentes analizarán todos los aspectos de seguridad a tener en cuenta durante la ejecución de las actividades, el planeador incluirá los requerimientos de permisos de trabajo en las órdenes de mantenimiento en SAP para que el líder de mantenimiento asegure el correcto diligenciamiento del mismo cuando sea el momento de ejecutar dichas actividades.

- ✓ El líder de mantenimiento comenzará con la recopilación, actualización y creación de procedimientos de trabajo para cada una de las actividades a realizar con mano de obra interna.

3.3.6.10 Semana 4

- ✓ No se programarán reuniones para la semana 4. Sin embargo, durante la semana el coordinador de mantenimiento y servicios realizará la confirmación definitiva del mantenimiento mayor, informará a producción y al grupo de gerentes y director.
- ✓ En este punto ningún trabajo adicional se puede incluir en el plan de reparación sin la aprobación previa del coordinador de mantenimiento.

3.3.6.11 Semana 3

- ✓ El planeador de mantenimiento programará una reunión para realizar la presentación del plan final de la reparación. Asisten los siguientes roles:
 - Planeador de mantenimiento.
 - Líder de mantenimiento.
 - Coordinador de mantenimiento y servicios.
 - Coordinador de gestión de activos.
 - Ingeniero de repuestos.
 - Técnicos y especialistas de mantenimiento (todos los posibles).
 - Operadores (todos los posibles).
- ✓ La presentación incluye:
 - Aspectos de seguridad (presentado por el líder de mantenimiento)
 - Plan definitivo de reparación (presentado por el planeador).
 - Actualización sobre la entrega de repuestos (presentado por el ingeniero repuestos).
 - Asignación de recursos, horas de trabajo y turnos (presentado por el líder de mantenimiento).

- Requerimientos de producción (presentado por el coordinador de mantenimiento).

3.3.6.12 Semana 2

- ✓ El coordinador de mantenimiento enviará al grupo de gerentes y director el plan de reparación junto con el acta de la reunión de la semana 3.
- ✓ Todos los repuestos necesarios para la reparación deberán estar en el sitio al final de la semana 2. Durante esta semana se realizará todo el alistamiento de las herramientas especiales que se puedan requerir, las cuales deben quedar listas y probadas para el inicio de la reparación.

3.3.6.13 Semana 1

- ✓ La finalización de los preparativos para el mantenimiento mayor durante la última semana antes de la parada es crucial y por lo tanto, es necesaria la ejecución de las actividades diarias como se indica a continuación:
- ✓ Día 5:
 - Se realizará la presentación final del plan a los coordinadores, la cual debe incluir:
 - Duración de la parada.
 - Acuerdos con producción.
 - Ruta crítica.
 - Costo de la reparación.
 - Costo de horas extras.
 - Plan de pruebas de arranque y operación.
 - Plan de puesta en marcha.
- ✓ Día 4:
 - El líder de mantenimiento imprimirá y publicará todas las órdenes de trabajo.
 - El planeador de mantenimiento liderará la reunión final pre-mantenimiento mayor.
 - o Los roles asistentes serán:
 - o Planeador de mantenimiento.

- Líder de mantenimiento.
- Coordinador de mantenimiento y servicios.
- Coordinador de gestión de activos.
- Ingeniero de repuestos.
- Técnicos y especialistas de mantenimiento (todos los posibles).
- Operadores (todos los posibles).
- También se incluyen en esta reunión:
 - Contratistas de limpieza y de servicios.
- Se revisarán y acordarán los siguientes puntos (con base en el plan):
 - Carga de trabajo del recurso interno (tiempo asignado).
 - Disponibilidad de repuestos.
 - Ruta crítica y actividades de parada.
 - Recursos o planificación especial en torno a ciertas tareas críticas.
 - Horario de trabajo para la reparación.
 - Detalle de equipos que necesiten desmonte de piezas que salen para reparación en taller.
 - Detalle de las necesidades de limpieza (plan de actividades por equipo, proceso o área).
 - Permisos de trabajo y procedimiento BEC de equipos.
 - Inducción a contratistas.
 - Tiempo de parada máquina o proceso.
 - Arranque de equipos y entrega a producción.
 - Requisitos de puesta en marcha.
- El líder de mantenimiento entrega impreso a cada técnico, especialista u operador:
 - El plan de mantenimiento y las órdenes SAP de las cuales es responsable.
 - La lista de repuestos.
 - Los programas de mantenimiento y órdenes de trabajo correctivas.
 - Requisitos de arranque de los equipos.

- ✓ Día 3
 - Se utilizará este día para completar la inducción a contratistas y las inspecciones de herramientas.
- ✓ Día 2
 - El ingeniero de repuestos asegura la entrega de todos los repuestos solicitados y junto con el planeador verifican nuevamente versus el listado inicial.
- ✓ Día 1
 - El plan definitivo del mantenimiento se imprime y se publica en un lugar visible en el área.

3.3.7 Ejecución del mantenimiento mayor

- ✓ La ejecución del mantenimiento mayor depende en gran medida del esfuerzo realizado durante la fase de planeación, la cual abarcó todo lo concerniente a aspectos internos (escoger el personal idóneo para el mantenimiento, contar con los procedimientos para realizar los trabajos con seguridad y calidad, realizar las solicitudes de repuestos y licitaciones a tiempo, realizar acuerdos entre las áreas para no impactar negativamente los procesos...) y externos (contar con proveedores confiables en cuanto a la calidad de la mano de obra y de los repuestos que suministren). Sin embargo, en esta fase se requiere mayor énfasis en el seguimiento de actividades, verificando que los trabajos se realicen con seguridad y calidad, dentro de los plazos establecidos en el plan general del mantenimiento y con un alto grado de coordinación entre todos los participantes del overhaul. Lo anterior debido a que cualquier retraso en la ruta crítica del mantenimiento afectará la puesta en marcha del equipo y dependiendo del proceso puede llegar a afectar toda la cadena de suministro. De ahí la importancia de mantener una rutina estandarizada de seguimiento de la ejecución tanto para personal interno como para contratistas.

3.3.7.1 Seguimiento a la ejecución

- ✓ En la hora cero definida se realizará una breve reunión inicial. El planeador repasará el plan general de la reparación y la ruta crítica. Por su parte, el líder de mantenimiento repartirá las órdenes de mantenimiento (impresas de SAP) al personal técnico y operativo que intervenga el equipo en el primer día de mantenimiento. Para esta reunión se invitará al profesional de seguridad industrial para que realice las recomendaciones de seguridad pertinentes, verifique el procedimiento BEC y los permisos de trabajo del día (si aplica). Posteriormente se dará inicio a la intervención según los procedimientos definidos por el equipo, en cabeza del líder de mantenimiento, los cuales se comenzaron a recopilar, actualizar y crear desde la semana 5 previa a la hora cero.
- ✓ El seguimiento a la ejecución lo realizarán el coordinador de mantenimiento y el líder de mantenimiento. Todos los días comenzando el turno realizarán un recorrido para evaluar el cumplimiento del cronograma y la calidad de los trabajos.
- ✓ Al finalizar el turno, el planeador y el líder de mantenimiento liderarán la reunión de revisión diaria de avance en la cual verificarán el cumplimiento del plan. El líder revisará el correcto cierre de los permisos de trabajo y entregará las órdenes del día siguiente. Adicionalmente, se dispondrá de un tiempo para recibir retroalimentación por parte de los técnicos y operadores acerca de los trabajos ejecutados, novedades, hallazgos o requerimientos adicionales.
- ✓ El plan general de mantenimiento podrá ser actualizado por parte del planeador según avance el proceso, se deben tener en cuenta los posibles trabajos correctivos adicionales que se requieran realizar para asegurar la confiabilidad del equipo.
 - Los asistentes de la reunión de revisión diaria de avance serán:
 - Líder de mantenimiento
 - Personal de mantenimiento y operación
 - Coordinador de mantenimiento

- Planeador de mantenimiento
- ✓ Se propone tratar los temas listados a continuación:
 - Seguridad (implementación de BEC, permisos de trabajo, incidentes).
 - Cumplimiento de las órdenes del día vs. plan.
 - Retroalimentación de los trabajos ejecutados.
 - Repuestos utilizados durante el día.
 - Requerimientos de herramientas, repuestos o recursos en general que se requieran.
 - Varios.
- ✓ Diariamente se enviará el acta de reunión a:
 - Asistentes.
 - Gerente de ingeniería y servicios.
 - Coordinador de gestión de activos.
- ✓ Cabe recordar que según la definición de responsabilidades de cada rol, el líder de mantenimiento es el responsable de la calidad de la mano de obra y del cumplimiento con el plan de reparación. De manera similar, el coordinador de mantenimiento es el responsable de la limpieza profunda, limpieza general y cualquier otro trabajo de mantenimiento autónomo programado a los operadores.

3.3.7.2 Gestión de contratistas

- ✓ La gestión de contratistas durante la ejecución del mantenimiento mayor es tan importante como la gestión de mano de obra interna, los aspectos internos y externos pueden llegar a tener el mismo impacto sobre la ruta crítica. Sin embargo, el seguimiento de los aspectos externos es un poco más complejo debido a que en la mayoría de las ocasiones se requiere de trabajo en sitio y en taller, especialmente en éste último se dificulta la actividad de seguimiento y control por lo cual uno de los puntos clave a tener en cuenta en el momento de tomar la decisión de con cuál proveedor contratar es confirmar que se tienen buenas referencias tanto propias como de otras áreas, cervecerías o empresas.

- ✓ Antes de entrar en materia sobre la gestión de contratistas para trabajo en sitio o en taller, vale la pena recordar que todo lo concerniente a contratación se debe realizar en el marco del procedimiento de compras (02-000667) establecido por la empresa.
- ✓ Trabajo en sitio
 - Todo proveedor/contratista debe contar con la inducción en seguridad que brinda la cervecería a través del personal de seguridad física y de seguridad industrial, previo a la realización de cualquier actividad. Así mismo, se debe asegurar que cuente con el personal idóneo para realizar los trabajos con calidad, de manera que debe contar con certificados expedidos por entes reconocidos según la especialidad y habilidades requeridas, lo anterior debe ser incluido en los términos de referencia de las licitaciones y debe ser comunicado al contratista de manera que aparte un tiempo de 2 horas aproximadamente para recibir la inducción.
 - Así como se hace para actividades realizadas con personal interno, todos los trabajos realizados por contratistas y que impliquen algún tipo de riesgo deben contar con el respectivo permiso de trabajo diligenciado correctamente y aprobado antes de iniciar la labor.
 - Dependiendo de la complejidad del trabajo o de los riesgos que implique la realización del mismo, pueden solicitarse a los proveedores diagramas de Gantt y matrices de peligros y riesgos. No obstante, durante la fase de planeación, el planeador de mantenimiento debió haber definido los tiempos máximos que pueden invertir los proveedores en cada actividad.
 - El líder de mantenimiento es el responsable de asegurar que todo el trabajo realizado por los contratistas se haga correctamente y de acuerdo al plan. Realizará seguimiento diario de la calidad de los trabajos realizados y se apoyará en el planeador de mantenimiento para corregir cualquier desviación.

- ✓ Trabajo fuera de la planta
 - Dependiendo de la complejidad del trabajo o de los riesgos que implique la realización del mismo, pueden solicitarse a los proveedores diagramas de Gantt y matrices de peligros y riesgos. No obstante, durante la fase de planeación, el planeador de mantenimiento debió haber definido los tiempos máximos que pueden invertir los proveedores en cada actividad.
 - Todas las entradas y salidas de repuestos, equipos-repuestos, partes de equipos y mercancías en general deben contar con los documentos como remesas, remisiones, formatos de autorización, etc. Autorizados según el nivel de aprobación correspondiente dependiendo del valor.
 - Según sea necesario puede haber casos donde se requiera que el líder de mantenimiento inspeccione las reparaciones o renovaciones importantes en las instalaciones del contratista antes de la entrega del trabajo en planta.

3.3.8 Pruebas de arranque y puesta en marcha

- ✓ Posterior a la ejecución del mantenimiento mayor vienen las pruebas de arranque y puesta en marcha, en esta sección se describirán los aspectos importantes a tener en cuenta durante esta fase.
 - Todos los equipos deben ser probados antes de su puesta en servicio. La prueba consiste en hacer funcionar el equipo, no necesariamente a máxima capacidad, para comprobar su funcionamiento básico y los parámetros operativos versus los parámetros estándar según el fabricante y los requerimientos del proceso. Esta actividad se debe realizar tan pronto finalicen las actividades de mantenimiento y será recibida a satisfacción del coordinador de mantenimiento, líder y operadores.
 - Deben asistir a las pruebas los técnicos y especialistas de mantenimiento, así como el operador quien retirará el BEC y se asegurará de que el equipo funcione correctamente. Posteriormente se diligenciarán los registros de: pruebas de arranque, operación, parada y de entrega del equipo a operación (ANEXO G).

- El líder de mantenimiento y el planeador seguirán el proceso de arranque de equipos y realizarán inspecciones junto con el técnico especialista con el fin de identificar posibles anomalías y plantear soluciones.
- Durante la puesta en marcha el técnico especialista debe ayudar con el ajuste los equipos hasta que queden funcionando dentro de los parámetros requeridos y con la capacidad esperada. El coordinador de mantenimiento verificará estos aspectos en cada equipo.

3.3.9 Reunión post-mantenimiento mayor

- ✓ La reunión posterior al mantenimiento mayor se debe realizar a más tardar una semana después de la finalización del mismo. El propósito de esta reunión es verificar el cumplimiento del plan general de mantenimiento, discutir pendientes, lecciones aprendidas y oportunidades de mejora para el próximo overhaul.
- ✓ Con el fin de agilizar la reunión conviene llevar preparada la siguiente información:
 - Informe de las órdenes de trabajo notificadas.
 - Informes de los proveedores (si aplica).
 - Registros de: pruebas de arranque, operación, parada y de entrega del equipo a operación.
 - Formato de: lecciones aprendidas, propuestas de mejora y pendientes para la próxima reparación (ANEXO F).
- ✓ A la reunión asistirán:
 - Planeador de mantenimiento - lidera la reunión.
 - Líder de mantenimiento.
 - Coordinador de mantenimiento y servicios.
 - Coordinador de gestión de activos.
 - Otros (como lo requiera el planeador).
- ✓ Se propone el tratamiento de los siguientes temas:
 - Funcionamiento de los equipos después del mantenimiento mayor.

- Evaluación al cumplimiento de la puesta en marcha, desviación específica por equipo específico.
- Revisión de inconvenientes presentados durante el mantenimiento como por ejemplo: trabajo no planeado, deficiente calidad de la mano de obra, calidad en los contratistas, etc.
- Revisión de los problemas experimentados durante la puesta en marcha.
- Revisión de los trabajos programados y no ejecutados durante la reparación.
- Revisión de las órdenes de trabajo y la calidad de la notificación.
- Revisión de las observaciones de los trabajos planeados.
- Revisión de entrega de equipos de producción a mantenimiento y viceversa.
- Revisión de limpieza profunda y BEC de equipos.
- Revisión de los aprendizajes y las necesidades de capacitación.
- Revisión de los trabajos y requerimientos de repuestos para el próximo mantenimiento.
- Revisión del cumplimiento del presupuesto ejecutado y cierre de todos los pendientes.

3.4 CRONOGRAMA GLOBAL DE IMPLEMENTACIÓN A 5 AÑOS

Partiendo de las recomendaciones del fabricante, manuales y experiencias de mantenimientos pasados se definieron los intervalos de mantenimiento mayor para tres compresores de amoniaco, tres compresores de CO2 y una caldera piro tubular.

Tabla 1. Cronograma primera intervención de mantenimiento mayor.

	1era Intervención				
	Intervalo [h]	Inicio planeación	Hora cero	Fin de ejecución	Cierre
COMPRESOR CO2 MEHRER TZW-70 # 1	Semana	21	37	37	38
	8.000	lunes, 23 de mayo de 2016	lunes, 12 de septiembre de 2016	sábado, 17 de septiembre de 2016	lunes, 19 de septiembre de 2016
COMPRESOR CO2 JOY (WHOL122) 9 & 4-3/4 x 7 # 2	Semana	43	7	7	8
	8.000	lunes, 26 de octubre de 2015	lunes, 15 de febrero de 2016	sábado, 20 de febrero de 2016	lunes, 22 de febrero de 2016
COMPRESOR CO2 WITTEMANN 9 1/2 X 7 # 3	Semana	20	36	36	37
	8.000	lunes, 16 de mayo de 2016	lunes, 05 de septiembre de 2016	sábado, 10 de septiembre de 2016	lunes, 12 de septiembre de 2016
CALDERA PIROTUBULAR 1000 BHP SERIE T-638 # 5	Semana	18	34	34	35
	8.000	lunes, 02 de mayo de 2016	lunes, 22 de agosto de 2016	viernes, 26 de agosto de 2016	lunes, 29 de agosto de 2016
COMPRESOR NH3 MYCOM N200 MUD-VX SERIE 2030598 # 4	Semana	13	29	30	30
	25.000	lunes, 28 de marzo de 2016	lunes, 18 de julio de 2016	lunes, 25 de julio de 2016	miércoles, 27 de julio de 2016
COMPRESOR NH3 MYCOM N200 MUD-VX SERIE 2030594 # 5	Semana	42	6	7	7
	25.000	miércoles, 21 de octubre de 2015	miércoles, 10 de febrero de 2016	miércoles, 17 de febrero de 2016	viernes, 19 de febrero de 2016
COMPRESOR NH3 MYCOM N250 VSD SERIE 2556055 - #2	Semana	16	32	33	33
	25.000	lunes, 18 de abril de 2016	lunes, 08 de agosto de 2016	lunes, 15 de agosto de 2016	miércoles, 17 de agosto de 2016

Fuente: Autores.

Tabla 2. Cronograma segunda intervención de mantenimiento mayor.

2da Intervención					
	Intervalo [h]	Inicio planeación	Hora cero	Fin de ejecución	Cierre
COMPRESOR CO2 MEHRER TZW-70 # 1	Semana	20	36	36	37
	8.000	lunes, 22 de mayo de 2017	lunes, 11 de septiembre de 2017	sábado, 16 de septiembre de 2017	lunes, 18 de septiembre de 2017
COMPRESOR CO2 JOY (WHOL122) 9 & 4-3/4 x 7 # 2	Semana	42	6	6	7
	8.000	lunes, 24 de octubre de 2016	lunes, 13 de febrero de 2017	sábado, 18 de febrero de 2017	lunes, 20 de febrero de 2017
COMPRESOR CO2 WITTEMANN 9 1/2 X 7 # 3	Semana	19	35	35	36
	8.000	lunes, 15 de mayo de 2017	lunes, 04 de septiembre de 2017	sábado, 09 de septiembre de 2017	lunes, 11 de septiembre de 2017
CALDERA PIROTUBULAR 1000 BHP SERIE T-638 # 5	Semana	17	33	33	34
	8.000	lunes, 01 de mayo de 2017	lunes, 21 de agosto de 2017	viernes, 25 de agosto de 2017	lunes, 28 de agosto de 2017
COMPRESOR NH3 MYCOM N200 MUD-VX SERIE 2030598 # 4	Semana	12	28	29	29
	25.000	lunes, 25 de marzo de 2019	lunes, 15 de julio de 2019	lunes, 22 de julio de 2019	miércoles, 24 de julio de 2019
COMPRESOR NH3 MYCOM N200 MUD-VX SERIE 2030594 # 5	Semana	41	5	6	6
	25.000	lunes, 15 de octubre de 2018	lunes, 04 de febrero de 2019	lunes, 11 de febrero de 2019	miércoles, 13 de febrero de 2019
COMPRESOR NH3 MYCOM N250 VSD SERIE 2556055 - #2	Semana	14	30	31	32
	25.000	sábado, 13 de abril de 2019	sábado, 03 de agosto de 2019	sábado, 10 de agosto de 2019	lunes, 12 de agosto de 2019

Fuente: Autores.

Tabla 3. Cronograma tercera intervención de mantenimiento mayor.

3era Intervención					
	Intervalo [h]	Inicio planeación	Hora cero	Fin de ejecución	Cierre
COMPRESOR CO2 MEHRER TZW-70 # 1	Semana	20	36	36	37
	8.000	lunes, 21 de mayo de 2018	lunes, 10 de septiembre de 2018	sábado, 15 de septiembre de 2018	lunes, 17 de septiembre de 2018
COMPRESOR CO2 JOY (WHOL122) 9 & 4-3/4 x 7 # 2	Semana	42	6	6	7
	8.000	lunes, 23 de octubre de 2017	lunes, 12 de febrero de 2018	sábado, 17 de febrero de 2018	lunes, 19 de febrero de 2018
COMPRESOR CO2 WITTEMANN 9 1/2 X 7 # 3	Semana	19	35	35	36
	8.000	lunes, 14 de mayo de 2018	lunes, 03 de septiembre de 2018	sábado, 08 de septiembre de 2018	lunes, 10 de septiembre de 2018
CALDERA PIROTUBULAR 1000 BHP SERIE T-638 # 5	Semana	17	33	33	34
	8.000	lunes, 30 de abril de 2018	lunes, 20 de agosto de 2018	viernes, 24 de agosto de 2018	lunes, 27 de agosto de 2018

Fuente: Autores.

Tabla 4. Cronograma cuarta intervención de mantenimiento mayor.

4ta Intervención					
	Intervalo [h]	Inicio planeación	Hora cero	Fin de ejecución	Cierre
COMPRESOR CO2 MEHRER TZW-70 # 1	Semana	20	36	36	37
	8.000	lunes, 20 de mayo de 2019	lunes, 09 de septiembre de 2019	sábado, 14 de septiembre de 2019	lunes, 16 de septiembre de 2019
COMPRESOR CO2 JOY (WHOL122) 9 & 4-3/4 x 7 # 2	Semana	42	6	6	7
	8.000	lunes, 22 de octubre de 2018	lunes, 11 de febrero de 2019	sábado, 16 de febrero de 2019	lunes, 18 de febrero de 2019
COMPRESOR CO2 WITTMANN 9 1/2 X 7 # 3	Semana	19	35	35	36
	8.000	lunes, 13 de mayo de 2019	lunes, 02 de septiembre de 2019	sábado, 07 de septiembre de 2019	lunes, 09 de septiembre de 2019
CALDERA PIROTUBULAR 1000 BHP SERIE T-638 # 5	Semana	17	33	33	34
	8.000	lunes, 29 de abril de 2019	lunes, 19 de agosto de 2019	viernes, 23 de agosto de 2019	lunes, 26 de agosto de 2019

Fuente: Autores.

Tabla 5. Cronograma quinta intervención de mantenimiento mayor.

5ta Intervención					
	Intervalo [h]	Inicio planeación	Hora cero	Fin de ejecución	Cierre
COMPRESOR CO2 MEHRER TZW-70 # 1	Semana	20	36	36	37
	8.000	lunes, 18 de mayo de 2020	lunes, 07 de septiembre de 2020	sábado, 12 de septiembre de 2020	lunes, 14 de septiembre de 2020
COMPRESOR CO2 JOY (WHOL122) 9 & 4-3/4 x 7 # 2	Semana	42	6	6	7
	8.000	lunes, 21 de octubre de 2019	lunes, 10 de febrero de 2020	sábado, 15 de febrero de 2020	lunes, 17 de febrero de 2020
COMPRESOR CO2 WITTMANN 9 1/2 X 7 # 3	Semana	19	35	35	36
	8.000	lunes, 11 de mayo de 2020	lunes, 31 de agosto de 2020	sábado, 05 de septiembre de 2020	lunes, 07 de septiembre de 2020
CALDERA PIROTUBULAR 1000 BHP SERIE T-638 # 5	Semana	17	33	33	34
	8.000	lunes, 27 de abril de 2020	lunes, 17 de agosto de 2020	viernes, 21 de agosto de 2020	lunes, 24 de agosto de 2020

Fuente: Autores.

Tabla 6. Cronograma sexta intervención de mantenimiento mayor.

6ta Intervención					
	Intervalo [h]	Inicio planeación	Hora cero	Fin de ejecución	Cierre
COMPRESOR CO2 MEHRER TZW-70 # 1	Semana	20	36	36	37
	8.000	lunes, 17 de mayo de 2021	lunes, 06 de septiembre de 2021	sábado, 11 de septiembre de 2021	lunes, 13 de septiembre de 2021
COMPRESOR CO2 JOY (WHOL122) 9 & 4-3/4 x 7 # 2	Semana	42	6	6	7
	8.000	lunes, 19 de octubre de 2020	lunes, 08 de febrero de 2021	sábado, 13 de febrero de 2021	lunes, 15 de febrero de 2021
COMPRESOR CO2 WITTEMANN 9 1/2 X 7 # 3	Semana	19	35	35	36
	8.000	lunes, 10 de mayo de 2021	lunes, 30 de agosto de 2021	sábado, 04 de septiembre de 2021	lunes, 06 de septiembre de 2021
CALDERA PIROTUBULAR 1000 BHP SERIE T-638 # 5	Semana	17	33	33	34
	8.000	lunes, 26 de abril de 2021	lunes, 16 de agosto de 2021	viernes, 20 de agosto de 2021	lunes, 23 de agosto de 2021

Fuente: Autores.

4 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se obtiene como resultado principal una metodología completa y enfocada al área de ingeniería y servicios de la cervecería de Bucaramanga, la cual brinda una guía clara sobre la manera correcta de realizar la planeación, control en la ejecución y cierre de mantenimientos mayores. Más aún, permite la captura de conocimiento, procedimientos puntuales, oportunidades de mejora y lecciones aprendidas mediante las cuales se asegura que el proceso de mantenimiento mayor estará inmerso en un ciclo de mejora continua.

5 CONCLUSIONES

1. Todas las fases del mantenimiento mayor (planeación, ejecución y cierre) se consideran necesarias para obtener un resultado completo del ejercicio. No obstante, se destaca la fase de planeación por su impacto sobre las otras dos. En ese sentido se puede decir que de una planeación adecuada depende en gran medida la correcta ejecución y cierre del mantenimiento. Lo anterior debido a que durante la fase de planeación se preparan todos los insumos necesarios como repuestos, servicios contratados, herramientas, procedimientos, entre otros, para las fases posteriores. En la práctica la fase de planeación se suele realizar en un periodo corto de tiempo en comparación al resto del proceso. A través de este trabajo se cambia ese paradigma, tanto así que a la fase de planeación se le destinará aproximadamente el 80% del tiempo total del proceso de mantenimiento mayor.
2. Contar con un cronograma global de programación de mantenimientos mayores con visión de largo plazo es tan importante como tener una metodología para el desarrollo de dichos mantenimientos. Por medio de este cronograma se puede realizar una planeación certera de presupuestos de inversión CAPEX con el fin de garantizar que se dispondrá de los recursos necesarios que requiera cada equipo al momento requerir reestablecer su condición básica.
3. Mediante la observación de la definición de roles y responsabilidades se puede apreciar que el papel que juegan los roles planeador de mantenimiento y líder de mantenimiento es primordial para la puesta en práctica de la metodología, de lo anterior se concluye que para obtener un buen resultado del mantenimiento mayor, éstos dos roles especialmente deben ser ejecutados por personas organizadas, disciplinadas y conocedoras de los equipos del área.
4. El desarrollo de una metodología que permita el seguimiento de las actividades de planeación, ejecución y cierre del mantenimiento mayor necesariamente debe ir acompañado de formatos estándar que faciliten el correcto desarrollo y trazabilidad de las actividades mencionadas. La importancia de dichos formatos

estándar como: actas, registros y listas de chequeo radica en que son una herramienta para facilitar la gestión, especialmente en mantenimientos mayores de gran complejidad.

5. La mejor manera para que el personal del área se comprometa con la puesta en práctica de la metodología es involucrándolo en el desarrollo conceptual de la misma, socializando tanto el procedimiento como los formatos elaborados con el fin de obtener retroalimentación previa al ejercicio inicial de implementación. La cohesión del equipo de trabajo se fortalece a través de la comunicación y de la participación de todos los miembros del mismo en la toma de decisiones, especialmente la aprobación de este tipo de metodologías que tendrán impacto directo sobre sus roles.
6. El desarrollo de este trabajo se convierte en una oportunidad para analizar los procedimientos, y en general el área de ingeniería y servicios de la cervecería de Bucaramanga, desde un punto de vista gerencial. Se hace necesario pasar de ver el árbol a ver el bosque y de esta manera permitir que tengan en cuenta todos los aspectos que intervienen en el desarrollo de una metodología de este tipo. Analizar cómo engranan todos los roles que participan en el proceso y enfocar sus responsabilidades hacia un objetivo común y a la vez teniendo en cuenta las necesidades de producción y planeación de la producción es un ejercicio retador e interesante.

6 RECOMENDACIONES

Cuando sea el momento de la ejecución del mantenimiento mayor, se recomienda realizar el ejercicio de toma de tiempos con el objetivo de utilizarlos como base para desarrollar el programa de ejecución a través del método de la ruta crítica o CPM. Se propone disponer de una persona que tome nota de los tiempos reales de ejecución de cada actividad según los procedimientos de mantenimiento disponibles y la observación real en campo, así como de las tareas adicionales que suponen el cumplimiento de cada actividad. De esta manera se puede realizar la clasificación de tiempos, tipos de tarea y cálculo de la ruta crítica de ejecución con el fin de disminuir tiempos de parada de equipos y/o procesos y por ende costos de no producción.

BIBLIOGRAFIA

AMENDOLA, Luis. Estrategias y tácticas de overhaul maintenance & Asset management. Valencia PMM Institute for learning.2007.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION. PAS 55-1:2008. Gestión de Activos "Asset Management". Parte 1: Especificaciones para la Gestión de Activos Físicos. Of Asset Management

CARTAY, I. Manual de Gerencia de Proyectos. Segunda edición. LUZ. Editorial Universitaria. Maracaibo Venezuela, 1998.

DUFFUAA, S, Sistemas de mantenimiento Planeación y Control. Segunda edición Limusa Wiley, 2002.

INTERNATIONAL STANDARDS ORGANIZATION. Gestión de activos- Sistemas de Gestión- Directrices para la aplicación de la ISO 55001. BS ISO 55002:2014. 1 ed. Ginebra, Suiza. ISO, 2014.

Koontz H. y Kinicki, A, Administración una Perspectiva Global. 11edición Mc-Graw Hill. Interamericana Ediciones. S.A, 1998.

MOUBRAY J., "Reliability-Centered Maintenance", Editorial Butterworth Heinemann, Oxford, 1997.

REY, Francisco. Hacia la excelencia en mantenimiento. Ed. Tgp Hoshin, S.L. Madrid, Tgp Hoshin, S.L., 1996.

Robbins, S., y DeCenzo, D, Fundamentos de Administración. Conceptos Esenciales y Aplicaciones, sexta edición, Pearson Prentice Hall, 1997.

ANEXOS

ANEXO A. FORMATO ACTA REUNIONES SEMANALES

REUNION DE MANTENIMIENTO MAYOR

Fecha de reunión: 19-oct-16

Hora de inicio: 10:30 AM

Hora de finalización: 11:30 AM

Integrantes:

- Planeador de mantenimiento.
- Líder de mantenimiento.
- Coordinador de mantenimiento y servicios.
- Coordinador de gestión de activos.
- Ingeniero de repuestos.
- Técnicos y especialistas de mantenimiento (sólo los requeridos).

* Acciones a cargo del planeador:

- Realizar el análisis Pareto de los modos de falla del o de los equipos a intervenir, el periodo de análisis debe ser el transcurrido entre la puesta en marcha (equipos nuevos o puesta en marcha luego de un mantenimiento mayor) y la fecha del mismo. Se debe apoyar en los análisis de causa raíz realizados para las fallas que lo ameritaran y debe identificar y priorizar las actividades relevantes a incluir en el mantenimiento mayor.
- Liderar la estimación del presupuesto para repuestos, mano de obra interna y contratos de servicios externos requeridos para el mantenimiento mayor. Esta actividad se debe realizar con el apoyo del ingeniero líder de mantenimiento y del ingeniero de repuestos.
- Estimar la duración del mantenimiento mayor junto con el ingeniero líder de mantenimiento y el coordinador de mantenimiento.
- Revisar las actas post-mantenimiento de la anterior intervención y tomar en consideración las lecciones aprendidas y actividades pendientes identificadas.
- Realizar las solicitudes de pedido de todos los repuestos requeridos.
- Generar un archivo para cada equipo que entrará a mantenimiento a manera de preparación para la reunión de la semana 15. El archivo debe proporcionar información sobre el rendimiento del(los) equipo(s) desde el último mantenimiento mayor, así como el listado de actividades previstas. El archivo contendrá la siguiente información:
 - Listado de actividades para el mantenimiento mayor sin asignación de recursos. En semanas posteriores el líder de mantenimiento realizará la asignación.
 - Listado de fallas con su respectivo tiempo de parada.
 - Listado de repuestos requeridos para la ejecución de las actividades.

* Acciones a cargo del coordinador de mantenimiento:

- Si la salida del(los) equipo(s) a mantenimiento tiene impacto sobre las áreas de producción, el coordinador deberá solicitar la ventana de mantenimiento al área de producción y al área de planeación de producción según la duración estimada del mantenimiento mayor.
- Poner en marcha las auditorías por parte de los operadores, técnicos y especialistas de mantenimiento. Se deben realizar auditorías del conjunto mecánico, instrumentación y conjunto eléctrico con el fin de identificar actividades para reestablecer la condición básica.

Se finaliza reunión siendo las 11:30 a.m.

ANEXO B. FORMATO GANTT CONTROL PLANEACIÓN Y EJECUCIÓN

		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8
· Desarme del compresor.	Programación								
	Ejecución								
· Limpieza y descarbonado de piezas.	Programación								
	Ejecución								
· Inspección estado de las piezas.	Programación								
	Ejecución								
· Revisión de dimensiones y tolerancias de las partes del equipo.	Programación								
	Ejecución								
· Metalizado de tornillos.	Programación								
	Ejecución								
· Ensamble del equipo.	Programación								
	Ejecución								
· Alineación Láser.	Programación								
	Ejecución								
· Revisión de las protecciones y condiciones de operación de la unidad.	Programación								
	Ejecución								
· pruebas de arranque, puesta en marcha y pruebas de operación	Programación								
	Ejecución								

ANEXO C. FORMATO LISTADO Y COSTO MATERIALES Y SERVICIOS

LISTADO DE REPUESTOS Y SERVICIOS PARA MANTENIMIENTO MAYOR COMPRESOR DE AMONIACO

CAPEX						
ITEM	SOLP	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANT.	VLR. UNIT	VLR. TOTAL
1	11141324	1151204	COJINETE PRINCIPAL CS0270-ERT	2	\$ 2.362.200	\$ 4.724.400
2	11141324	1151206	COJINETE CS0280-ERT	2	\$ 1.881.700	\$ 3.763.400
3	11141324	1366718	PISTON CS03000-200 MYCOM	1	\$ 1.072.600	\$ 1.072.600
4	11141324	1366719	BALANCE PISTON CS03300 200S/L MYCOM	1	\$ 595.200	\$ 595.200
5	11141324	1366720	RODAMIENTO 200S/L CS03800 MYCOM	2	\$ 3.654.900	\$ 7.309.800
13	11141324	1083093	JUEGO DE EMPAQUETADURA. CS7118-1D	1	\$ 806.000	\$ 806.000
14	11141324	1151211	JUEGO ARANDELA Y TUERCA SEG CS8009-E	1	\$ 319.300	\$ 319.300
15	11141324	1366728	SELLO MECANICO CS10000- 200BE MYCOM	1	\$ 10.192.800	\$ 10.192.800
SUBTOTAL CAPEX MATERIALES						\$ 30.392.400
				MANO DE OBRA REPARACIÓN	1	\$ 5.800.000
				METALIZACIÓN DE ROTORES	1	\$ 3.500.000
TOTAL CAPEX CON IVA						\$ 46.043.184

OPEX						
ITEM	SOLP	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANT.	VLR. UNIT	VLR. TOTAL
1	11141324	1371307	JGO COJINETES M50P DM0099- A05 MYCOM	1	\$ 2.719.000	\$ 2.719.000
2	11141324	1371308	SELLO MEC M50P DM01400- 050T MYCOM	1	\$ 2.142.000	\$ 2.142.000
4	11141324	1371310	JGO O RING M50P DM7109-N05 MYCOM	1	\$ 65.000	\$ 65.000
5	11141324	600315	ACEITE TEXACO CAPELLA OIL W 68	55	\$ 67.290	\$ 3.700.950
SUBTOTAL OPEX MATERIALES						\$ 8.689.950
				MTTO MOTOR	1	\$ 4.500.000
				PINTURA COMPRESOR	1	\$ 800.000
TOTAL OPEX						\$ 13.989.950

**ANEXO D. FORMATO CONTROL DE UTILIZACIÓN DE MATERIALES PARA
MANTENIMIENTO MAYOR**

CONTROL DE UTILIZACIÓN DE MATERIALES PARA MANTENIMIENTO MAYOR					
RESPONSABLE DEL CONTROL:					
ITEM	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANT	ENTREGADO A	FECHA UTILIZACIÓN
1	1151204	COJINETE PRINCIPAL CS0270-ERT	2		
2	1151206	COJINETE CS0280-ERT	2		
3	1366718	PISTON CS03000-200 MYCOM	1		
4	1366719	BALANCE PISTON CS03300 200S/L MYCOM	1		
5	1366720	RODAMIENTO 200S/L CS03800 MYCOM	2		
6	1151213	ARANDELA DE SEGURIDAD CS0469-E	1		
7	1366721	RETENEDOR CS05010-200VD MYCOM	1		
8	1366722	TAPA SELLADO CS06600-200 MYCOM	1		
9	1308465	ANILLO V TEFLON CS08200-200B MYCOM	1		
10	1366723	ARANDELA TORSION CS23700-200 MYCOM	2		
11	1366724	LAMINAS AJUSTE 200SL 0.03 MYCOM	4		
12	1273751	JUEGO ANILLOS EN 'O' CS7109-1E MYCOM	1		
13	1083093	JUEGO DE EMPAQUETADURA. CS7118-1D	1		
14	1151211	JUEGO ARANDELA Y TUERCA SEG CS8009-E	1		
15	1366728	SELLO MECANICO CS10000-200BE MYCOM	1		
16	1371307	JGO COJINETES M50P DM0099-A05 MYCOM	1		
17	1371308	SELLO MEC M50P DM01400-050T MYCOM	1		
18	1371309	JGO EMPAQUES M50P DM7058-050 MYCOM	1		
19	1371310	JGO O RING M50P DM7109-N05 MYCOM	1		
20	600315	ACEITE TEXACO CAPELLA OIL W 68	55		

ANEXO E. FORMATO CONTROL DIARIO DE ACTIVIDADES

REPORTE DIARIO DE MANTENIMIENTO MAYOR EQUIPO XXXXX DIA 1

Día 1: dd/mm/aaaa

Lider de mantenimiento:

Planeador:

Líder S&SO:

Especialista mecánico:

Especialista eléctrico:

Operador de proceso:

ACTIVIDADES PROGRAMADAS	% AVANCE	OBSERVACIONES
Actividad 1...	%	Comentarios actividad 1...
Actividad 2...	%	Comentarios actividad 2...
Actividad 3...	%	Comentarios actividad 3...

REGISTRO FOTOGRÁFICO



