

FACULTAD
DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL

**Universidad de Matanzas
Facultad de Ingeniería Industrial
Departamento de Ingeniería Industrial**

**TÍTULO: ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO 2023
DEL PROCESO MAP EN LA REFINERÍA PETROLERA NICO LÓPEZ**

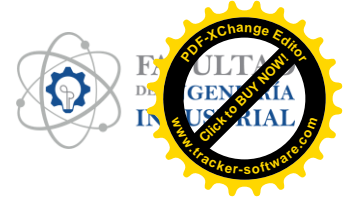
Trabajo de diploma en opción al título de Ingeniero Industrial

Autor: Elías Ramos Larduet

Tutores: Dr.C Alberto Medina León

Ing. Alanys Álvarez Alfonso

Matanzas, 2022

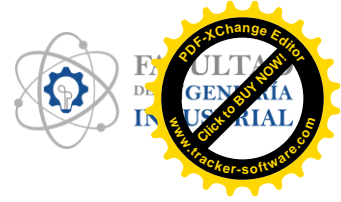
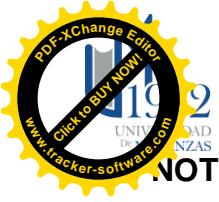


Declaración de autoridad

Hago constar que el trabajo titulado: Elaboración del plan de mantenimiento 2023 del proceso MAP de la Refinería Petrolera Níco López, fue realizado como parte de la culminación de los estudios, en opción al título de Ingeniero Industrial, por el autor Elías Ramos Larduet, autorizando a la Universidad de Matanzas y a los organismos pertinentes a que sea utilizado por las instituciones para los fines que estime conveniente, tanto de forma parcial como total y que además no podrá ser presentado en eventos ni publicado sin la aprobación de la Universidad de Matanzas.

Título opción diploma

Elías Ramos Larduet



NOTA DE ACEPTACIÓN

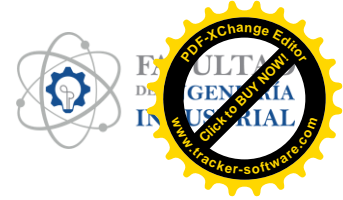
Presidente del Tribunal

Miembro del Tribunal

Miembro del Tribunal

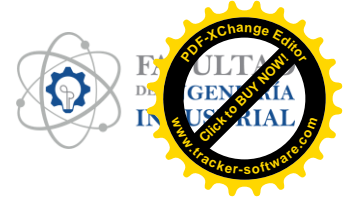
Miembro del Tribunal

Dado en la ciudad de Matanzas a los ____ días del mes de _____ del 2022. “Año 64 de la Revolución”



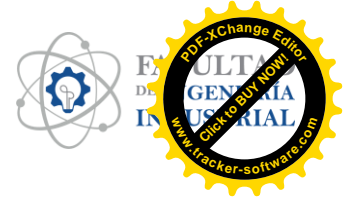
Dedicatoria

El presente trabajo de diploma es dedicado a mi abuela paterna Juana por toda la educación y enseñanza que me ha dado y la preocupación que siempre ha mostrado, por ayudarme en cualquier ocasión en todo lo que ha podido y siempre estar ahí para lo que necesite.



Agradecimientos

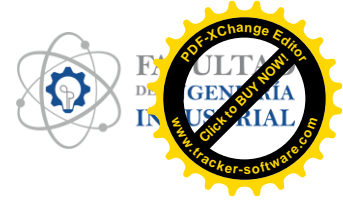
- A mi compañera de aula Amanda Fonseca Bello por toda la ayuda desinteresada que siempre me ha dado y por nunca dejarme solo en ningún problema a lo largo de todo mi paso por la universidad.
- A mi familia, especialmente a mi hermana mayor y a mi abuela por la preocupación que han mostrado siempre y todo el apoyo que me han dado a lo largo de toda mi vida personal y estudiantil.
- A mis amigos desde pequeño Norlito y Benito (Tin) que siempre han estado conmigo en los buenos y malos momentos, con los que puedo contar para cualquier situación.
- A todos los profesores de las diferentes enseñanzas que han contribuido a mi formación académica.
- A los trabajadores del área de mantenimiento de la Refinería Níco López que colaboraron con mi trabajo investigativo.



Resumen

El presente trabajo investigativo realizado en la Refinería Petrolera Níco López, tiene como objetivo general elaborar el plan de mantenimiento anual 2023 del proceso clave Manipulación y Almacenamientos de Productos (MAP) en dicha empresa. Para dar cumplimiento a este objetivo se utilizaron un conjunto de técnicas y herramientas que sirven de soporte a la investigación, entre las que se encuentran: la entrevista al personal de la empresa, observación directa, revisión de documentos, análisis del nivel de criticidad y matriz MCR. Se aplica como técnicas para el procesamiento de la información, la triangulación de datos y el análisis de contenido, así como las siguientes herramientas informáticas: Microsoft Office Word, Microsoft Office Excel y el gestor bibliográfico EndNote. Como resultado de la investigación se obtiene la conformación del plan de mantenimiento anual 2023 de los equipos pertenecientes al proceso clave Manipulación y Almacenamientos de Productos (MAP) en la entidad objeto de estudio.

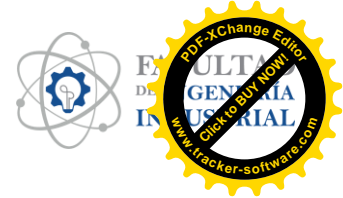
Palabras claves: mantenimiento, plan de mantenimiento, gestión del mantenimiento, refinería.



Abstract

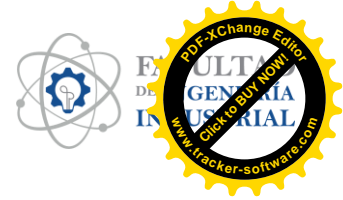
The general objective of this research work carried out at the Níco López Oil Refinery is to prepare the 2023 annual maintenance plan for the key process of Product Handling and Storage (MAP) at the company. In order to fulfill this objective, a set of techniques and tools were used to support the research, among which are: interview of company personnel, direct observation, document review, criticality level analysis and MCR matrix. Data triangulation and content analysis were applied as techniques for information processing, as well as the following computer tools: Microsoft Office Word, Microsoft Office Excel and the EndNote bibliographic manager. As a result of the research, the conformation of the annual maintenance plan 2023 of the equipment belonging to the key process Product Handling and Storage (MAP) in the entity under study is obtained.

Keywords: maintenance, maintenance plan, maintenance management, refinery.



Indice

Introducción.....	1
Capítulo I: Marco teórico referencial	6
1.1 Definiciones de mantenimiento	6
1.2 Evolución histórica del mantenimiento	7
1.3 Tipos de mantenimiento.....	10
1.4 Objetivos y beneficios del mantenimiento	13
1.5 Plan de mantenimiento	14
1.6 Gestión del mantenimiento	16
Conclusiones parciales del capítulo I.....	19
Capítulo II: Descripción de la entidad objeto de estudio. Metodología de la investigación	21
2.1 Caracterización de la Refinería de Petróleo Níco López	21
2.1.1 Sistema de Organización de la Producción de Bienes y Servicios.....	24
2.2 Análisis de las metodologías, guías y procedimientos utilizados para la elaboración de un plan de mantenimiento.....	25
2.3 Metodología de la investigación. Procedimiento seleccionado para la elaboración del plan de mantenimiento de la refinería Níco López	29
Conclusiones parciales del capítulo II.....	34
Capítulo III: Resultados de la investigación	35
Conclusiones parciales del capítulo III.....	48
Conclusiones.....	49
Recomendaciones.....	50
Referencias bibliográficas	
Anexos	



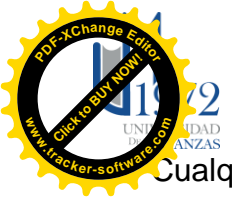
Introducción

El mantenimiento es el proceso que se lleva a cabo para que un elemento, o unidad de producción, pueda continuar su función a un rendimiento óptimo, en otras palabras, consiste en la realización de una serie de actividades, como reparaciones y actualizaciones, que permiten que el paso del tiempo no afecte al rendimiento de un bien de capital, propiedad de la empresa.

El término mantenimiento se empezó a utilizar en la industria hacia 1950 en EE.UU. El concepto ha evolucionado desde la simple función de arreglar y reparar los equipos para asegurar la producción hasta la concepción actual del mantenimiento con funciones de prevenir, corregir y revisar los equipos a fin de optimizar el coste global. (Monseco, 2013)

En la historia del mantenimiento se distinguen cuatro generaciones, la primera comienza en medio de la revolución industrial, con la aparición de las primeras máquinas se evidenciaron las averías y a su vez la necesidad de reparación, dichas reparaciones se realizaban cuando las maquinas no funcionaban de forma correcta, lo que actualmente se conoce como mantenimiento correctivo por avería. La segunda generación comienza en los años 50, cuando un grupo de ingenieros japoneses introducen el concepto de revisiones cíclicas, que hace referencia a seguir las recomendaciones de los fabricantes acerca del cuidado y mantenimiento de los equipos, en esta misma generación se incluyen los conceptos de fiabilidad, disponibilidad y costos, que hoy conocemos como mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo. La tercera generación se inicia en los años 80, como consecuencia de la paralización de conceptos de la segunda generación, en esta generación se establecieron conceptos de mantenibilidad y Análisis de Modos de Fallas (AMFE) y se basa en la intervención a los equipos cuando sea necesario, más conocido como mantenimiento predictivo. Por último, a mediados de los años 90 surge la última generación, donde se crean filosofías como el mantenimiento productivo total, mantenimiento por monitoreo de condición, 5S y mantenimiento centrado en la confiabilidad para una mejor calidad en la conservación de los equipos.(Espinoza Gamarra, 2018)

Según Sacristán (2014) el mantenimiento preventivo resulta novedoso con respecto a la visión tradicional hoy día todavía muy generalizada en la que el mantenimiento se orienta al componente considerado un elemento aislado y no parte integrante de un todo con una función que desempeñar.



Cualquier técnico de mantenimiento que tenga una mínima experiencia es consciente de que nunca será posible suprimir por completo todas las posibilidades de que surjan averías en los activos. Sin embargo, con un adecuado plan de mantenimiento preventivo, estas probabilidades se ven sensiblemente reducidas. Realizar un plan de mantenimiento preventivo con éxito es clave para optimizar los recursos, reducir costes y garantizar la continuidad de fabricación de cualquier empresa.

En el contexto empresarial, las tendencias del mantenimiento, en especial el industrial, son muy cambiantes por la alta competitividad. Las grandes corporaciones, a través de la gestión de mantenimiento, han automatizado el proceso de mantenimiento con uso de la inteligencia artificial para hacerlo más rápido y efectivo. Las tendencias en mantenimiento hacen que las compañías se vuelvan más digitalizadas, más productivas y, por ende, más competitivas.

En las últimas décadas las estrictas normas de la calidad y la competencia han obligado a las empresas a transformar sus departamentos de mantenimiento. Estos cambios suponen pasar de ser un departamento que realiza reparaciones y cambia piezas o máquinas completas a una unidad con un alto valor en la productividad total de la empresa mediante la aplicación de nuevas técnicas y prácticas. En la situación actual es imprescindible tanto en las grandes como en las medianas empresas la implementación de una estrategia de mantenimiento predictivo para aumentar la vida de sus componentes, para mejorar de esta manera, la disponibilidad y confiabilidad de sus equipos, lo que repercute en la productividad de la planta.

Al analizar las actividades realizadas en función del desarrollo del mantenimiento en Cuba se puede asegurar que se ha producido un avance paulatino, no obstante, se debe señalar que se está lejos aún de lograr que las empresas adquieran una cultura fortificada y con basamentos sólidos respecto a la Gestión del Mantenimiento. A partir del VI Congreso del PCC en mayo del 2011 se ponen en vigor los lineamientos que regirán la política económica y social del país, donde se trata el mantenimiento en 16 de ellos, donde se manifiesta que constituirán la primera prioridad las actividades de mantenimiento tecnológico y constructivo en todas las esferas de la economía, así como priorizar la reactivación del mantenimiento industrial, incluyendo la producción y recuperación de partes, piezas de repuesto y herramientas, entre otros. En el año 2013, con el objetivo de implementar los lineamientos 117 y 220 del VI Congreso PCC, dirigidos a priorizar el mantenimiento industrial, se decide elaborar la política, para lo cual fue designado el MINDUS, para ello se creó un grupo de trabajo temporal constituido por representantes de los organismos que tienen incidencia,



en esta actividad y que comenzaron a hacer el diagnóstico en 91 entidades seleccionadas.

El alcance del diagnóstico incluyó la gestión del mantenimiento y el estado técnico de las máquinas, equipos e instalaciones industriales. Tuvieron en cuenta las principales deficiencias que existen en el estado técnico de los equipos, tanto mecánicos como eléctricos, en las condiciones socio ambiental de las instalaciones, en la lubricación, la organización y limpieza de las instalaciones.

La refinería petrolera Níco López, ubicada en los márgenes de la Bahía de La Habana y colindante con el ultramarino poblado de Regla, se caracteriza por su productividad, organización y control de la calidad, con el apoyo de un colectivo de trabajadores comprometidos con la entidad que aportan ideas novedosas y avanzadas, para aumentar la eficiencia y la productividad con una base científica. La organización del mantenimiento de la empresa es zonal y está diseñado sobre la base de lo establecido en el Manual de Dirección y Organización Técnica de la Producción del MINBAS (MINBAS, 2010), asistido por un sistema de gestión de mantenimiento por computadora (SGESTMAN). En la refinería se combinan varios tipos de mantenimiento: preventivo basado en la condición, no garantiza conocer la causa del problema, y mantenimiento correctivo. La situación actual de la plantilla de la UB de Mantenimiento es crítica, de una plantilla aprobada de 667 cargos hay cubierta solamente 395 plazas para un 59,2 % (desviación de 272 plazas). En el plan anual de mantenimiento se tiene en cuenta todo el patrimonio de la entidad: plantas, instalaciones, redes y sistemas tecnológicos y no tecnológicos, máquinas herramientas, dispositivos, aditamentos, viales internos, almacenes, estructuras civiles, edificaciones, locales, cercados perimetrales, áreas verdes y el entorno propio. Para la ejecución de las tareas de mantenimiento se establece durante la etapa de ejecución la emisión de las órdenes de trabajo y permisos. Para aquellos trabajos clasificados como de alto riesgo existe el sistema de permisos establecidos por el área de seguridad y salud en el trabajo. La inspección se realiza diariamente por personal de operaciones según los parámetros subjetivos y al detectar alguna variación se solicita al área de inspección que intervenga en la medición de los parámetros objetivos para de esta forma ejecutar el diagnóstico según la condición. La inspección técnica es realizada por el área de inspección sobre la base de las normativas establecidas. Unas de las salidas de esta actividad son recomendaciones y medidas claras y precisas, análisis de fallas y de averías e informes de reparación capital de planta. Para evaluar la actividad de mantenimiento es imprescindible analizar los indicadores fundamentales de disponibilidad, efectividad y costos, los cuales son determinados por el grupo de programación. Las unidades de proceso han presentado durante el año paradas



provocadas por averías en equipo de bombeos fundamentales ocasionados por el envejecimiento de los mismos. El equipamiento tecnológico existente en la refinería necesita del mantenimiento sistemático para asimilar los procesos productivos planificados en el año y alargar los plazos interoperación y la vida útil. Para poder tener una producción continua y abastecer a los diferentes sectores se requiere que el equipamiento funcione sin fallas ni roturas, esto solo se logra con un sistema de mantenimiento preventivo planificado para cada uno de los equipos que intervienen en el proceso productivo.

Por lo anterior expuesto y a partir de dicha situación problemática se define como **problema científico** de la investigación: disminución en el rendimiento y la eficiencia de las máquinas del proceso manipulación y almacenamiento de productos (MAP) por falta de mantenimiento, lo cual dificulta los procesos de la refinería Níco López.

A partir del problema científico se plantea como objetivo general:

Objetivo general: Elaborar el plan de mantenimiento anual 2023 del proceso clave Manipulación y Almacenamientos de Productos (MAP) en la refinería petrolera Níco López.

Objetivos específicos:

- 1- Realizar una revisión bibliográfica que fundamente el estado del arte y de la práctica.
- 2- Caracterizar la refinería petrolera Níco López.
- 3- Identificar un grupo de herramientas y pasos que faciliten un proceder para la elaboración del plan de mantenimiento que ayude a la mejora de los procesos productivos.

El informe de la investigación se encuentra estructurado de la siguiente manera:

Capítulo I: Se define el marco teórico – referencial donde se enuncian los aspectos teóricos y científicos que permiten conocer el estado del arte y de la práctica entre los que se pueden citar los conceptos de mantenimiento, tipos de mantenimientos, objetivos y beneficios del mantenimiento, plan de mantenimiento.

Capítulo II: Se describe brevemente la Refinería Níco López, su estructura organizativa, misión, visión, política de calidad, objeto social, la composición de su fuerza laboral y procesos de la organización, se presenta el análisis crítico de otras metodologías y guías de diferentes autores para la elaboración de un plan de mantenimiento. Por último, se



describe el procedimiento propuesto en la investigación, con todos sus pasos y herramientas.

Capítulo III: Se muestran los resultados de la aplicación del procedimiento para la elaboración del plan de mantenimiento anual 2023 del proceso clave Manipulación y Almacenamiento de Productos (MAP) en la Refinería Níco López.

Además, las **conclusiones**, **recomendaciones** derivadas de la investigación realizada, **bibliografía** utilizada como soporte y **anexos** que permiten la mejor comprensión de la investigación.

Capítulo I: Marco teórico referencial

Se enuncian los aspectos teóricos y científicos que permiten conocer el estado del arte y de la práctica entre los que se pueden citar los conceptos de mantenimiento, evolución histórica del mantenimiento, tipos de mantenimiento, objetivos y beneficios del mantenimiento, plan de mantenimiento y gestión del mantenimiento.

1.1 Definiciones de mantenimiento

Según Fernández Álvarez (2018) se define el mantenimiento como todas las acciones que tienen como objetivo preservar un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida.

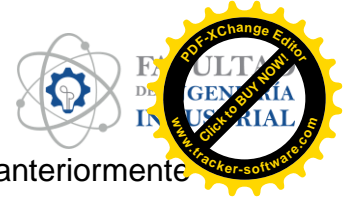
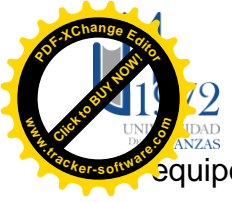
El mantenimiento industrial está definido como el conjunto de actividades encaminadas a garantizar el correcto funcionamiento de las máquinas e instalaciones que conforman un proceso de producción lo que permite que este alcance su máximo rendimiento (Olarte et al., 2010)

Para Gómez de León (1998) el mantenimiento es un conjunto de acciones organizadas y dirigidas, inmediatas, ocasionales o periódicas que se ejecutan para mantener en estado óptimo la imagen y la funcionalidad de un cuerpo productivo.

(Montilla Montaña, 2016) puntualiza que:

- El Mantenimiento no es una actividad estática que se planea y se ejecute de manera indefinida, por el contrario, es una actividad dinámica que permanentemente amerita revisiones, cambios y mejoras.
- El Mantenimiento es inherente a la producción.
- Es transversal a todas las dependencias de una compañía.

Mesa and Humberto (2021) reafirman lo planteado por Dounce Villanueva et al. (1989) quien expone que cuando se habla de mantenimiento podemos definirlo de muchas maneras, una de ellas puede ser la acción de conservar por medio de medidas de cuidado un objeto, y de este modo hacer que dure más. Sin embargo, se puede definir en tres simples términos. El primero es arreglar averías, que tiene que ver con lo que ya está descompuesto y que hay que repararlo. El segundo es evitar que se produzcan las averías, que es cuando se tiene conocimiento de los posibles riesgos que pueda tener un equipo en su operación y que a partir de este conocimiento de los riesgos se pueda tomar acciones antes de que se produzca la avería. La tercera definición es saber en qué estado están los



equipos, ya que con este dato tenemos el punto de partida para definir lo anteriormente mencionado y determinar el mantenimiento que se debe llevar a cabo.

Julca Valdivieso (2018) plantea que el mantenimiento en la empresa incide en:

- Costos de producción.
- Calidad del producto.
- Capacidad operacional.
- Capacidad de respuesta de la empresa como un ente organizado e integrado: por ejemplo, al generar e implantar soluciones innovadoras y manejar oportuna y eficazmente situaciones de cambio.
- Seguridad e higiene industrial.
- Calidad de vida de los trabajadores de la empresa.
- Imagen y seguridad ambiental de la compañía.

1.2 Evolución histórica del mantenimiento

Para García Sierra et al. (2019) la evolución del mantenimiento se ha adaptado a las necesidades de las industrias, y también ha ido paralelo al avance de la tecnología. Las primeras empresas que existieron estaban conformadas por grupos de personas que tenían que trabajar en cada uno de los pasos del proceso de producción y a su vez reparar las herramientas y las máquinas cuando presentaban alguna falla. Debido a que los trabajadores desarrollaban múltiples oficios, el elaborar un producto terminado para ofrecerlo en el mercado implicaba un alto costo en tiempo y dinero. Con el objetivo de eficientar el proceso, las empresas se vieron obligadas a distribuir a sus trabajadores para que se dedicaran a tareas específicas, dichas tareas fueron de dos tipos: Tareas de operación de las máquinas y tareas de reparación de las mismas. Con la llegada de la Primera Guerra Mundial y con la implantación de la producción en serie, instituida por Henry Ford, se implementó un nuevo sistema de organización al interior de su empresa al cual llamó "Producción en cadena". Este nuevo sistema, fue establecido a través de la asignación de responsabilidades organizadas. Con este nuevo modelo, surge el concepto de mantenimiento, el cual dependía del departamento de operación quien era el que determinaba en qué momento se debían realizar las labores de reparación

Con la Segunda Guerra Mundial, las empresas tuvieron que aumentar su producción para cumplir la demanda; para esto, fue necesario incrementar las jornadas laborales. Esta manera apresurada de producir en grandes cantidades y por largos periodos de tiempo hizo que las máquinas se desgastaran más rápido debido al exceso de uso y por lo tanto

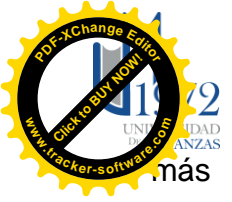
presentaran fallas en su funcionamiento. La reparación de las máquinas implicaba la parada del proceso de producción lo cual generaba grandes pérdidas. Con el fin de evitar estas paradas, los empresarios le dieron una mayor importancia al mantenimiento mediante la reestructuración de su organización. A partir de entonces, el mantenimiento se vuelve una herramienta fundamental para las empresas y se convierte en una actividad correctiva, de mayor importancia para elevar la productividad.

Por lo que respecta a su evolución, pueden observarse tres generaciones en la evolución de la función del mantenimiento (Figura 1); después de los años 60 del siglo pasado, se implementaron varios sistemas de mantenimiento industrial tales como Mantenimiento productivo total (TPM) en el cual, como acción estratégica, se involucra a todo el personal de la fábrica en actividades que inciden directamente en el mantenimiento. Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), se basa más en información de todo tipo en la maquinaria y mediante listas de verificación se lleva un control de su funcionamiento e historial de fallas, desde piezas hasta sistemas.

		TERCERA GENERACIÓN	
		✓ Mayor disponibilidad y fiabilidad de la planta.	
		✓ Mayor seguridad.	
		✓ Mejor calidad del producto.	
		✓ Mayor disponibilidad de la planta.	✓ Sin daño al ambiente.
PRIMERA GENERACIÓN	✓ Mayor tiempo de vida del equipo.	✓ Mayor tiempo de vida del equipo.	
✓ Arreglar cuando se rompa	✓ Costos más bajos. ✓ PREVENTIVO, TPM, RCM	✓ Elevado costo de eficiencia ✓ MEJORA DE TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS (PREDICTIVO)	
1940-1950	1960-1980	1981-2000	

Figura 1.1: Generaciones en la evolución del mantenimiento. Fuente: (García Sierra et al., 2019)

Considerado la segunda generación, las empresas se dieron cuenta de la necesidad de crear un área responsable y que asegure que la productividad de la planta no se vea afectada por alguna falla o algún paro no deseado del equipo, porque uno de los gastos



más importantes era por falta de esta actividad, además de que los costos por mantenimiento ocupaban el primero o segundo lugar de los gastos operativos. Entonces algunas de las responsabilidades que se atribuyeron al área de mantenimiento fueron, reducir el tiempo de paralización de los equipos, reparación en tiempo oportuno, garantizar el funcionamiento continuo del equipo y que los productos no se salieran de los límites y estándares establecidos por control de calidad.

Por otra parte, considerándose en la tercera generación, en 1992 nació en Inglaterra el concepto gestión de activos (asset management), lo cual dio lugar al establecimiento de grandes y eficientes empresas. Incluyendo estudios que han permitido ver con claridad que toda la actividad existente en el universo sea natural o humana; forma un sistema y éste debe ser administrado como la naturaleza lo hace en forma ecológica, a este estudio se incorpora el mantenimiento como parte del activo para gestionar su vida útil. Con esto el pensamiento moderno de la gestión de activos llega a la gestión ecológica de sistemas, considerándose este aspecto dentro de la seguridad, salud humana y ambiental. tema de actualidad, que ha despertado mayor interés (Santini, 2019)

Alrededor del año 2000 surge el concepto de mantenimiento predictivo, que son las acciones de mantenimiento, basadas en las condiciones de un equipo; para prevenir la ocurrencia de fallas. La forma planificada requiere de una programación periódica, de acuerdo con las recomendaciones técnicas del fabricante y el histórico de fallas de los equipos.

La fábrica o cualquier otra empresa puede introducir como se ve actualmente en otras áreas, el concepto de tecnología 4.0 y aplicarlo también al mantenimiento, aprovechar la era digital en el campo industrial, para gestionarlo como parte de la cadena de valor de los activos, y realizar tareas entre otras tales como, registrar funcionamiento en tiempo real de los equipos (Big. Data), predecir y simular perfiles de vida a componentes o sistemas, pronosticar fallas basadas en la condición, coordinar trabajos conjuntos con producción y operación, crear nuevos roles para el personal en la interacción hombre-máquina-planta, y calcular continuamente los indicadores (KPI'S) para mejorar la productividad (Santini, 2019)

Como una evolución de la planificación periódica de las actividades de mantenimiento, se ha incorporado el concepto de mejoramiento de los equipos (rediseño), con el propósito de evitar que se produzcan fallas, a partir de aprovechar el conocimiento de los operarios e ingenieros en posición de usuarios. Como resultado nace un plan de mantenimiento relacionado con mejoras incrementales, sin embargo, esta opción se coloca cuando las

Las fallas son recurrentes en un periodo corto de tiempo, se realiza en los niveles más altos de mantenimiento y con personal multidisciplinario y especialista que si tengan las fábricas; es aplicable cuando la organización ya tuvo experiencia e implantó todos los métodos de mantenimiento anteriormente descritos.

1.3 Tipos de mantenimiento

Existen tres tipos principales de mantenimiento: mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo. Aunque el primero es el más recurrente, es el menos beneficioso para la operación. El segundo y el tercero son los más deseados y, por tanto, deben estar incluidos en su plan de mantenimiento.

❖ Mantenimiento correctivo:

Se le denomina mantenimiento reactivo, se aplica cuando la máquina deja de operar, porque se presenta la falla o avería y su objetivo es poner en marcha su funcionamiento, con la menor afectación posible de la productividad; generalmente se repara o se reemplaza el componente del equipo o de la máquina, haciéndolo en el menor tiempo posible (Pérez Rondón, 2021)

Flynn et al. (2016) destacan como principales desventajas de esta práctica los altos niveles de falla del sistema y los costos de reparación - reemplazo, debido a fallas imprevistas, y el largo tiempo de inactividad, y al daño excesivo a las partes o componentes del sistema. Tsang (2002) afirma que esta práctica solo puede justificarse cuando el impacto de la falla es insignificante o si la inversión en acciones preventivas es mayor que los beneficios esperados al mejorar la confiabilidad y disponibilidad del sistema.

Se pueden encontrar dos clases o tipos de mantenimiento correctivo:

- El mantenimiento correctivo no programado: se activa, cuando aparece la falla en el equipo o máquina y genera la respectiva parada, de manera que se debe quitar lo averiado y reponer el componente, ya sea nuevo o usado.
- El mantenimiento correctivo programado o planificado: se realiza cuando se detecta que algún componente de una máquina está próximo a fallar, por lo tanto, se programa el mantenimiento para corregir esta posible falla.

❖ Mantenimiento preventivo (MP)

Se fundamenta en una serie de labores o actividades planificadas que se llevan a cabo dentro de periodos definidos, se diseña con el objetivo de garantizar que los activos de las compañías cumplan con las funciones requeridas dentro del entorno de operaciones para optimizar la eficiencia de los procesos; para prevenir y adelantarse a las fallas de los elementos, componentes, máquinas o equipos; como también hace referencia a diferentes acciones, como cambios o reemplazos, adaptaciones, restauraciones, inspecciones, evaluaciones, etc., realizadas en períodos de tiempos por calendario o uso de estos (tiempos dirigidos) (Pérez Rondón, 2021)

Jain et al. (2014) afirman que la planificación del MP se puede hacer a partir del análisis del historial de fallas, el funcionamiento del sistema, la retroalimentación de las áreas de producción, los clientes y los departamentos de marketing, para garantizar una operación sin problemas para los sistemas de producción existentes o nuevos. En esta planificación, determinar los intervalos de tiempo apropiados es crítico para el éxito de la MP.

- Fases para la aplicación de un plan de MP:

- La planificación: (se especifica las actividades por desarrollar, con qué personal se va a trabajar, equipos y herramientas por utilizar, tiempo aproximado de trabajo).
- La programación: (se define el día, la hora, lugar dónde se van a desarrollar, las actividades previamente planificadas).
- La ejecución: (realización de los trabajos, previamente definidos).
- El control: (verificación y validación de los trabajos ejecutados).

❖ Mantenimiento predictivo

Existen varias definiciones del mantenimiento predictivo; una de ellas se puede interpretar como un tipo de mantenimiento, donde se asocia la relación de parámetros físicos con el desgaste o estado de una máquina. En el mantenimiento predictivo se tiene en cuenta la medición, el seguimiento y el monitoreo de parámetros y las circunstancias de operación de un equipo-máquina o una instalación. A tal producto, se precisa y se gestionan valores



de pre-alarma y de actuación de todas aquellas variables que se contemplan relevantes de medir y gestionar. Se puede considerar como una técnica para presagiar el punto futuro de falla, anomalía, rotura o avería de un componente de una máquina, de tal forma que dicho componente pueda reemplazarse, con base en un plan, justo antes de que falle. Así, el tiempo muerto del equipo se disminuye y el tiempo de vida del componente se prolonga (Pérez Rondón, 2021)

El-Ferik and Ben-Daya (2010) y Velmurugan and Dhingra (2015) corroboran que el propósito del mantenimiento predictivo es detectar el inicio de la degradación del equipo y resolver los problemas a medida que se identifican; por lo tanto, las necesidades de mantenimiento se basan en la condición real del equipo, en lugar de en un horario predeterminado. Esto implica predecir la falla antes de que ocurra, identificar las causas de estos síntomas de falla y eliminarlos antes de que causen más daños al equipo o sistema. El mantenimiento predictivo facilita la predicción de la falla del equipo y, cuando se decide intervenir para repararlo, lo que sucede es en realidad un mantenimiento correctivo planificado.

Niveles de mantenimiento:

Son 4 niveles de mantenimiento (Veloz Kruz, 2020), en función de las necesidades de sus clientes:

➤ Nivel 1

Labores de mantenimiento en las propias estaciones.

Limpieza interior y exterior.

Mantenimiento correctivo: Todas aquellas reparaciones que no requieran el paso por el taller. El equipo es controlado de forma automática por el ordenador central.

Mantenimiento predictivo: Detecta y corrige pequeñas anomalías antes de que se conviertan en averías mayores. Alto nivel de fiabilidad.

➤ Nivel 2

Diagnóstico, revisión, reparación y cambio de todo tipo de elementos con operaciones que implican diferente tiempo de intervención.

Incluye actuaciones de tipo predictivo, preventivo y correctivo.

➤ Nivel 3

Reparaciones de gran alcance.

Estas intervenciones garantizan el mínimo coste al ser realizadas por el propio fabricante y tener completa disponibilidad de todos los elementos necesarios para llevar a buen término la reparación.

➤ Nivel 4

Todas las modificaciones, transformaciones y reparaciones de accidentes. Modificaciones y modernizaciones que requiera cualquiera de sus vehículos, sobre los que se trabaja constantemente en nuevas mejoras.

Cualquier remodelación o transformación que el cliente solicite ajustándose a las nuevas prestaciones del servicio.

Intervenciones en el material que aseguren la adecuación de éste a la nueva normativa.

Operaciones de remodelación integral, se renueva el interiorismo con soluciones y materiales actuales.

1.4 Objetivos y beneficios del mantenimiento

El objetivo final del mantenimiento industrial se puede sintetizar en los siguientes puntos (Mayorga & Quisphe, 2019)

- Evitar, reducir, y en su caso, reparar, los fallos sobre los bienes.
- Disminuir la gravedad de los fallos que no se lleguen a evitar.
- Evitar detenciones inútiles o paros de máquinas.
- Evitar accidentes.
- Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.
- Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.
- Reducir costes.
- Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes.

Beneficios del mantenimiento según (Vargas Acevedo, 2016)

Cuando el mantenimiento es aplicado correctamente, produce los siguientes beneficios:

- Mayor eficacia en el proceso productivo y operativo.
- Revisiones más efectivas a cada equipo.
- Eliminación de muchas fallas presentes en los equipos, críticos y no críticos.

- Se obtiene cada vez más conocimiento sobre el equipo, su uso, parámetros óptimos de funcionamiento, para retroalimentar su mantenibilidad.
- Mejora en la utilización de los recursos propios de la planta.
- Aumento a nivel de seguridad industrial y entorno laboral – operacional.
- Se mejoran los procedimientos y métodos de intervención en cada equipo para proteger la integridad física del operador y/o ejecutor de mantenimiento Mejora e implementación de nuevos dispositivos de seguridad.
- Capacitación de los operarios de la planta, a nivel de capacidad operativa de los equipos, métodos básicos de mantenimiento y conservación, elementos de protección personal adecuado, identificación de factores (fuera de norma) que ayuden a una pronta intervención, a su vez de reducir la accidentalidad en la operación.

1.5 Plan de mantenimiento

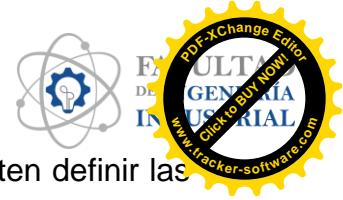
El plan de mantenimiento es un programa de tareas y procesos de manutención preventiva y predictiva organizado y estructurado sobre la base de unidades técnicas, donde se especifica al detalle las fechas y los tipos de trabajo que se van a realizar a una serie de edificaciones, instalaciones, maquinarias y equipos de una empresa u organización (Pesántez Huerta, 2007)

García Garrido (2010) citado por Pérez Adán (2019) define el plan de mantenimiento como un documento que contiene el conjunto de tareas de mantenimiento programadas que se debe realizar en una planta para asegurar los niveles de disponibilidad que se hayan establecido.

Los planes de mantenimiento son el conjunto de informaciones, para la orientación de las actividades de mantenimiento, ya sean correctivas, preventivas, predictivas o detectivas, de manera a dar mayor eficiencia a las acciones de detección de fallas y roturas y, por consiguiente, garantizar la asignación de todos los recursos necesarios para la ejecución de los servicios (Choque Apaza, 2019)

Principales actividades del mantenimiento:

- 1- Inspección: Las actividades de inspección son parte importante dentro del Plan de Mantenimiento, ya que ayudan a determinar el estado de las edificaciones,



instalaciones y equipos que conforman los diferentes sistemas, permiten definir las actividades necesarias para prevenir desperfectos en los mismos que ocasionen paros imprevistos y por ende la paralización de la línea de proceso de la empresa.

- 2- Limpieza: Dada a condiciones como la humedad y salinidad, es necesario efectuar una buena limpieza de todos aquellos equipos y componentes que estén en contacto directo o indirecto con el producto, ya que, de no hacerlo, la vida útil de los mismos será menor y presentarán fallas constantes en su operación diaria lo que afecta de manera directa a los procesos productivos.
- 3- Reemplazo: Esta actividad va muy de la mano de las recomendaciones de los fabricantes y especialmente de las inspecciones realizadas por el personal de mantenimiento, ya que muchas veces los elementos comienzan a presentar mal funcionamiento antes de lo previsto debido a mala manipulación de los operarios, variaciones de voltaje o por las condiciones de funcionamiento de los equipos, lo cual aceleran los procesos de desgaste normal de partes o piezas, que deben ser reemplazadas para evitar daños mayores o paradas generales en los procesos productivos.
- 4- Lubricación: es de fundamental importancia para la conservación de elementos mecánicos de máquinas y equipos, con el objetivo de reducir la fricción entre superficies, evita desgastes y temperaturas no deseadas, siempre que se cumplan las recomendaciones del fabricante y el plan de lubricación. Por medio de ella, se puede encontrar alguna anomalía en equipo, por el lubricador, quien es un gran inspector durante la realización de su actividad.
- 5- Mantenimiento General: El Mantenimiento general Periódico es parte importante de cualquier Plan de Mantenimiento, aquí se incluyen actividades de limpieza, verificación, ajustes, reemplazos, pintado, lubricación, etc. Este tipo de mantenimiento generalmente se realiza con periodicidad anual como mínimo. Lo recomendable es además basarse en los procesos de mantenimiento preventivo

programado y aleatorio (inspecciones) para adelantar o retrasar las actividades programadas de mantenimiento general.

1.6 Gestión del mantenimiento

La Gestión de Mantenimiento se define como el conjunto y combinación de todas las actividades administrativas y técnicas requeridas para mantener equipos, las instalaciones y otros activos físicos en condición de funcionamiento deseado o restaurarlos a su condición original. Involucra mantener los equipos en buenas condiciones de trabajo al aumentar la confiabilidad y la disponibilidad mientras se reduce la tasa de fallas. Por otro lado, la gestión de mantenimiento debe ocuparse de la preservación de las funciones de los equipos y no sólo de los equipos en sí. Debe enfocarse en evitar, reducir o eliminar las consecuencias de las fallas. El mantenimiento afecta todos los aspectos de efectividad de la organización, por esto la importancia de una buena gestión de mantenimiento, que debe involucrar la seguridad, el riesgo, el medio ambiente, calidad, servicios, uso eficiente de recursos y energías; no sólo costos y disponibilidad de la planta (Reyes Ramírez, 2018)

Según Guevara Gamarra (2019) la Gestión de Mantenimiento es el modo de administrar, dirigir, planear, ejecutar y controlar las operaciones, recursos, activos, controles y mecanismos, cuidados técnicos y modelos necesarios para que la industria pueda seguir se funcionamiento adecuadamente, es decir que se permitan minimizar el número de fallos en los equipos, elevar los índices de productividad y a su vez hacer más eficientes y eficaces los diferentes procesos industriales, este es el ideal de cualquier empresa. Por medio de una adecuada Gestión de Mantenimiento se puede minimizar el número de fallas en la Maquinaria y equipos de las plantas industriales, que dichos activos sean más confiables, lo que permite elevar los índices de productividad y competitividad, y contribuye así con procesos industriales más eficientes y eficaces.

La moderna gestión del mantenimiento incluye todas aquellas actividades destinadas a determinar objetivos y prioridades de mantenimiento, las estrategias y las responsabilidades. Todo ello facilita la planificación, organización y control de la ejecución del mantenimiento, en busca siempre de una mejora continua donde se tiene en cuenta aspectos económicos relevantes para la organización.

1.6.1 Planificación del mantenimiento

La planificación como parte fundamental de la gestión, está compuesta por la planeación y las tareas de mantenimiento, en las que se hace énfasis en los criterios técnicos, para lograr una integración y cooperación del mantenimiento con el resto de las áreas del sistema empresarial. De esta forma se logrará una flexibilidad en los planes de mantenimiento diseñados, contribuyendo a la toma de decisiones y a la disminución de los riesgos en el proceso (Marrero Hernández & Smith Fernández, 2022)

La planificación, por su parte debe dar respuesta a las siguientes preguntas:

¿Cuándo hacerlo?

¿Con qué y con quién hacerlo?

En esta fase se determinan las acciones de mantenimiento (Preventivo, Predictivo, etc.) a realizar en los equipos o instalaciones, los recursos necesarios (materiales y humanos), así como se establece el balance de las cargas de trabajo con las capacidades de medios y hombres para llevarlas a cabo.

1.6.2 Organización del mantenimiento

La organización en general es una combinación voluntaria de personas y recursos diseñados para satisfacer situaciones específicas técnicas, geográficas y de personal, dirigida a la conservación de objetivos y fines, caracterizada por un sistema de interrelaciones que se producen entre los elementos que la componen.

Duffuaa and Raouf (2007) señalan que la organización de un sistema de mantenimiento es aquella que incluyen el diseño de trabajo, los estándares de tiempo y la administración de proyectos como actividades de la organización de mantenimiento. El diseño del trabajo abarca el contenido de cada tarea y determina el método que se va a utilizar, las herramientas especiales necesarias y los trabajadores calificados requeridos para el cumplimiento de sus funciones.

Cedeño (2019) define la organización de mantenimientos como aquella que agrupa todas las funciones y actividades en unidades específicas, con base en su similitud. Además, debe existir una coordinación, sincronizar los recursos y los esfuerzos de un grupo social, con el fin de lograr oportunidad, unidad, armonía y rapidez, en desarrollo de los objetivos de la organización.

La organización del mantenimiento debe dar respuesta a las siguientes preguntas:

¿Qué hacer?

¿Cómo hacerlo?

Para ello se vale de dos fases:

- ❖ Fase Organizativa: En esta fase de organización se determina la estructura de trabajo, las funciones dentro de la estructura, las relaciones externas e internas, los procedimientos para el flujo y registro de información y documentación.
- ❖ Fase Preparatoria: Aquí se define la preparación de los recursos (materiales y humanos), documentación, instalaciones, etc.

1.6.3 Ejecución del mantenimiento

Betancourt (2019) plantea que la ejecución del plan de mantenimiento consiste en la realización de las actividades de mantenimiento, referidas a la aplicación de los distintos tipos de según los requerimientos identificados, planificados y programados. En esta etapa, se genera la información sobre los resultados, lo cual servirá para medir la eficacia global del proceso y lograr una mayor eficiencia en el futuro.

Las organizaciones deben definir por escrito las estrategias, objetivos, metas y políticas que debe cumplir el departamento de mantenimiento, contenido en un documento denominado plan estratégico, donde se especifiquen las necesidades reales y objetivas de mantenimiento para los diferentes objetos a mantener, establecer un orden de prioridades para la ejecución de acciones de mantenimiento de aquellos sistemas que lo requieren, además de ejecutar acciones de mantenimiento que se orienten hacia el logro de objetivos. Para la ejecución del plan de mantenimiento, las responsabilidades y actividades deben ser asignadas clara y detalladamente por escrito a cada miembro de la organización de mantenimiento.

1.6.4 Control del mantenimiento

El control tiene lugar cuando se trata de responder las siguientes preguntas:

¿Cómo marcha lo que debo hacer?

¿Cuánto esfuerzo en tiempo, recursos humanos y materiales costó, va a costar y pudo haber costado?

Para Marrero Hernández et al. (2019) el control del mantenimiento tiene como objetivo realizar el control de la ejecución de las etapas anteriores lo cual permite llevar a cabo el

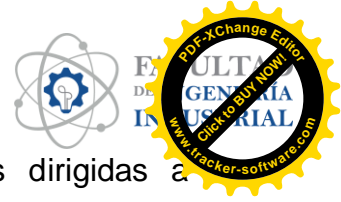
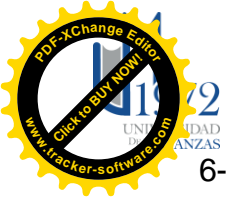
ciclo de mejora continua, basado en la realización de una auditoría interna. Como resultado de esta etapa se obtendrá un informe con el control de los indicadores, disponibilidad técnica, costo y riesgo. Se analiza el cumplimiento de las deficiencias obtenidas del diagnóstico y la planificación del mantenimiento.

En cuanto a los tipos de indicadores, deben establecerse de acuerdo a lo que su empresa quiere medir y comparar en el tiempo.

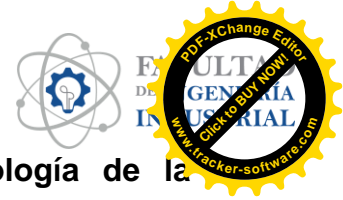
La realización de auditorías internas según la norma ISO 19011:2004 permite tener un seguimiento de las deficiencias detectadas en la realización del diagnóstico de la entidad en función de la gestión del mantenimiento. Estas auditorías se proponen que se realicen anualmente donde el resultado del diagnóstico tiene como salida un plan de mejora y las necesidades de la actividad de mantenimiento en la entidad.

Conclusiones parciales del capítulo I

- 1- El mantenimiento consiste en un conjunto de acciones organizadas, inmediatas, ocasionales o periódicas que tienen como objetivo conservar las máquinas e instalaciones o repararlas para garantizar su correcto funcionamiento y lograr que alcancen su máximo rendimiento.
- 2- En la evolución del mantenimiento se evidencian tres generaciones acordes a las necesidades de cada etapa de tiempo y paralelo a los avances tecnológicos.
- 3- Existen tres tipos principales de mantenimiento: mantenimiento correctivo, se aplica cuando la máquina deja de operar y su objetivo es poner en marcha su funcionamiento; preventivo, se diseña con el objetivo de garantizar que los activos cumplan con las funciones requeridas, para prevenir y adelantarse a las fallas de los elementos y el mantenimiento predictivo se considera una técnica para presagiar el punto futuro de falla, anomalía, rotura o avería de un componente de una máquina.
- 4- El objetivo general del mantenimiento es conservar en condiciones deseadas los componentes del sistema productivo, con el mejor rendimiento posible y con costos compatibles. Es una inversión que genera grandes beneficios entre ellos evitar y disminuir pérdidas por paradas de la producción.
- 5- El plan de mantenimiento es un documento en el que se especifica al detalle las fechas y los tipos de trabajo a realizar a una serie de edificaciones, instalaciones, maquinarias y equipos de una empresa u organización para asegurar los niveles de disponibilidad establecidos.



6- La gestión del mantenimiento incluye todas aquellas actividades dirigidas a determinar objetivos y prioridades de mantenimiento, las estrategias y las responsabilidades.



Capítulo II: Descripción de la entidad objeto de estudio. Metodología de la investigación

En este capítulo se describe brevemente la Refinería petrolera Níco López, su estructura organizativa, misión, visión, política de calidad, objeto social, la composición de su fuerza laboral y los procesos de la organización, se presenta el análisis crítico de otras metodologías y guías de diferentes autores para la elaboración de un plan de mantenimiento. Por último, se describe el procedimiento propuesto en la investigación, con todos sus pasos.

2.1 Caracterización de la Refinería de Petróleo Níco López

La actual Refinería de Petróleo Níco López, está compuesta por dos antiguas Refinerías pertenecientes una, a la ESSO Standard Oil Company, de capital norteamericana y la otra a la campaña petrolera Shell de propiedad angloholandesa. La refinería perteneciente a la ESSO, fue la primera edificada en Cuba, en el año 1870, en la estancia Belot, en la Ensenada de Marimelena. Y no es hasta finales de la década de los 50 que recibe una ampliación y modernización del proceso industrial, elevándose así la producción a 35 000 barriles diarios. La refinería de la Petrolera Shell, fue la última construida en Cuba durante la República mediatizada, inaugurada en el 30 de marzo de 1957, con capacidad para refinar 25 000 barriles diarios, por lo que se convirtió en la segunda refinería del país. La misma cuenta con un espigón propio para el atraque de buques-tanques de hasta 20 000 toneladas.

Consta en los libros de la historia de la época que el 12 de enero de 1867, Don Mariano Galvañy, con el permiso del jefe de la Jurisdicción de Regla y Guanabacoa inicia la instalación de una pequeña fábrica industrial destinada a la destilación de petróleo en las áreas de la finca de descanso del médico francés Carlos Belot, con un pequeño alambique, para la obtención de Kerosina. El crudo que se empleaba como materia prima procedía de Pennsylvania, Estados Unidos y la producción se destinaba para el alumbrado público. No es hasta el año 1936 con la instalación del cracking que se inicia la producción de gasolinas. Hacia la década de los 50 estas producciones, como otras que se realizaban en el país, estaban en manos de compañías extranjeras, unas controladas por la ESSO Oil Co. y otras por la Shell Oil Co. las que con el Triunfo Revolucionario de enero del 59, al ver amenazados sus intereses económicos, comienzan a hacer presiones, como negarse a procesar crudo soviético, frente a lo cual el gobierno revolucionario responde con la intervención de las

En las mismas, esto en julio de 1960, para el 6 de agosto proceder a la nacionalización, se fundieron las plantas productoras existentes, donde nace así la actual Refinería.

La empresa lleva el nombre del mártir Antonio López Fernández (Ñico) quien dedicó su vida tanto a las luchas clandestinas como en las montañas de nuestro país. La refinería cuenta con una Sala de Historia, la cual recoge en apretada síntesis el quehacer de los miles de hombres y mujeres que aportaron y aportan lo mejor de sí para el desarrollo de la industria petrolera. Se encuentra ubicada al sureste de la bahía de La Habana, municipio Regla, con un área de 2.8 km²

- Misión:

Brindar servicios de Refinación de Petróleo y Productos Derivados, y servicios de naturaleza industrial para satisfacer las necesidades y expectativas del Mercado Nacional de manera competitiva.

- Visión:

Ser la principal Empresa del Sistema CUPET en brindar servicios de Refinación, con un surtido de hidrocarburos competitivos y de alta calidad para lograr la satisfacción de los Clientes.

- Política de la calidad:

Brindar productos y servicios que logren la satisfacción de los clientes y cumplan sus expectativas, asegurar las especificaciones de los productos combustibles según el Catálogo de Especificaciones de CUPET, sobre la base del cumplimiento de los requerimientos legales y reglamentarios vigentes y la mejora continua de los procesos

- Objeto Social de la Refinería Ñico López:
- Realizar el procedimiento de petróleo crudo y sus derivados, en pesos cubanos.
- Recepcionar y manipular combustibles a las empresas de la Unión Cuba-petróleo, en pesos cubanos y a otras entidades en pesos cubanos y pesos convertibles.
- Prestar servicios de alquiler de capacidades de almacenamiento de combustibles a las empresas de la Unión Cuba-petróleo, en pesos cubanos.



- Brindar servicios de operaciones de carga y descarga de combustibles en buques tanqueros (que incluye muellaje) en los muelles propios en pesos cubanos y pesos convertibles.
- Prestar servicios en operaciones de combustibles a buques en muelles propios y por patanas, en pesos cubanos y pesos convertibles.
- Brindar servicios de deslastre, limpieza, suministro de combustible y agua a buques tanqueros, en muelles propios en pesos cubanos y pesos convertibles.
- Brindar servicios de laboratorios de análisis especializados de combustibles a las empresas de la Unión Cuba-petróleo, en pesos cubanos y a otras entidades en pesos cubanos y pesos convertibles al costo.
- Brindar servicios de rehabilitación de combustible a empresas de la Unión Cubapetróleo en pesos cubanos.
- Comercializar de forma mayorista chatarra a empresas de la Unión de Empresas de Recuperación de Materias Primas en pesos cubanos y pesos convertibles.
- Comercializar de forma mayorista recursos ociosos y de lento movimiento en pesos cubanos.
- Comercializar de forma mayorista recursos y materiales contenidos en sus existencias que sean necesarios para la continuidad del proceso productivo a las entidades de la Unión en pesos cubanos, al sistema del Ministerio de la Industria Básica en pesos cubanos y pesos convertibles y a las asociaciones económicas internacionales y empresas mixtas vinculadas al petróleo en pesos convertibles y en todos los casos previa autorización de la Unión, según nomenclatura aprobada por el Ministerio del Comercio Interior.

La Refinería Níco López cuenta con 17 procesos: dirección general, contable financiera, tecnológico, control de producción, gestión empresarial, manipulación y almacenamiento de productos, DAV y endulzamiento caustico, ferrocarriles, gestión de capital humano, facilidades auxiliares, laboratorio de combustible, mantenimiento, logística y aseguramiento material, automática informática y comunicación (AIC), inversiones, servicio interno y seguridad y protección. En el anexo 1 se muestran estos procesos y se clasifican en estratégicos, claves y de apoyo.

La entidad objeto de estudio posee una estructura formal integrada en el organigrama de la empresa. Cuenta con una Dirección General cuya misión es mantener el correcto funcionamiento de las áreas asociadas a él. (Anexo 2)



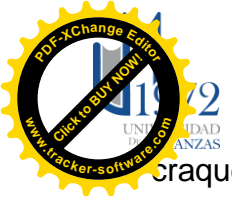
Posee el manual de calidad cuyo objetivo es describir la Política de la Calidad, los objetivos de la calidad y la estructura del Sistema de Gestión de la Calidad (**SGC**) para poder cumplir con la misión de nuestra Empresa Refinería "Nico López", y con los requisitos de la Norma NC-ISO 9001:2008, Sistemas de Gestión de la Calidad. Requisitos, así como con todas las leyes y regulación vigentes en el País.

La empresa cuenta con una plantilla aprobada de 1133 trabajadores, cubierta en un 70 % para un total de 854 trabajadores activos, debido sobre todo al bajo atractivo salarial, de ellos el 75 % son hombres (642) y el 25% mujeres (212). Según la composición por edades el 44% de los trabajadores tienen entre 20 y 29 años, mientras que el 43.84 % se encuentra entre los 40 y 59 años, tener un mayor % de trabajadores entre 40 y 59 años constituye una fortaleza, debido a que en el sector petrolero y específicamente en la rama de refinación, se necesita contar con empleados con experiencia laboral superior a los 8 años, y la transmisión de conocimiento entre generaciones, en este sentido se sigue una política de captación en coordinación con el OSDE y el Ministerio de Trabajo. En cuanto a la composición por categoría ocupacional, las mujeres predominan en las categorías de Técnico y Administrativa.

2.1.1 Sistema de Organización de la Producción de Bienes y Servicios

El sistema de Organización de la Producción de Bienes y Servicios abarca desde el arribo del crudo a Refinería por vía Marítima, hasta la entrega de los productos terminados, por vía Automotriz, Ferrocarril o Vía Marítima, cuenta con una instalación portuaria certificada por el código PBIP. El crudo que se recibe por vía marítima es bombeado a tanques de crudo los cuales son suficientes para respaldar el riesgo de demora de importación de la materia prima, afectaciones meteorológicas, niveles de ocupación del muelle o cualquier otra causa que provoque la parada de la unidad. El crudo en los tanques permanece el tiempo de reposo establecido en los procedimientos para después ser inyectado según programa de producción a la Unidad de DAV.

El proceso primario es la Destilación Atmosférica, donde se obtienen chorros a tanques de productos intermedios, tales como Naftas, componentes de Diesel y el chorro de Varsol el cual se utiliza para la producción de Turbo-combustible, el mismo tiene que ser sometido a proceso de tratamiento para que cumpla las especificaciones de este producto. Las fracciones más pesadas se inyectan a la Torre Destilación al Vacío, donde se obtienen el Destilado de Torre de Vacío, VGO (inyecto a la Unidad de FCC) y en las fracciones pesadas los asfaltos. La fracción de VGO pasa al proceso de Craqueo Catalítico, donde se produce la reacción de craqueo en presencia de un catalizador, y donde se obtienen las Naftas



craqueadas y el GLP. En el área de MAP (Manipulación y Almacenamiento de productos), es donde se conforman las mezclas y se obtienen las gasolinas, en sus diferentes variantes. Esta área también presenta limitaciones en las capacidades de almacenamiento.

Después de terminada la producción se certifica según las especificaciones (Catálogo de Especificaciones de Productos Combustibles) y se declara lista para la entrega, en las diferentes vías. Posee un laboratorio de ensayo de combustibles acreditados y con una amplia capacidad analítica. El no completamiento de la plantilla de operadores de las plantas de proceso y personal técnico de apoyo ha conspirado contra la realización eficaz y segura de las operaciones tecnológicas de la refinería.

2.2 Análisis de las metodologías, guías y procedimientos utilizados para la elaboración de un plan de mantenimiento

- ✚ Metodología para el diseño de un plan de mantenimiento según Pacheco Bado (2018)

Determinadas las condiciones operativas actuales de mantenimiento en la empresa, las cuales no se ajustan a la realidad operacional de la empresa, se busca aplicar una propuesta de un Sistema de Gestión de Mantenimiento Preventivo basado en RCM.

- 1- Se establece la política y los objetivos del sistema de mantenimiento.

Para realizar el diseño del Sistema de Gestión de Mantenimiento, se inició con la creación de una política de mantenimiento y la definición de objetivos, los cuales se encuentra orientados a la responsabilidad de ejecutar las actividades de mantenimiento y cumplen con las normas legales vigentes y de la organización.

- 2- Elaboración de Actividades.

Se elabora una lista de actividades de mantenimiento preventivo, para cada una de las máquinas con las que cuenta la empresa, mediante la ayuda de manuales para los mismos y por recomendaciones del Jefe de Obra de la empresa.

Las actividades se dividieron en dos instancias:

- En primera instancia en dos grupos:

Actividades de responsabilidad del operario: las cuales constan de actividades simples como limpieza y lubricación.

Actividades de responsabilidad del personal de mantenimiento: estas actividades necesitan un conocimiento más avanzado de mantenimiento, por lo que no sería prudente encargar dichas actividades a los operarios que no se encuentran por el momento capacitados para realizarlas.

- En segunda instancia se dividieron las tareas según su tiempo de repetición.

Actividades anuales: principalmente formadas por cambios de cadenas o llantas de las maquinarias o tareas complejas que necesitan una gran cantidad de horas para su realización.

Actividades semestrales: conformadas en su mayoría por revisiones de partes de difícil acceso como los motores de las máquinas.

Actividades mensuales: de mayor facilidad y que no requieren mucho tiempo del personal de mantenimiento.

Actividades diarias y semanales: se reparten entre los operarios de cada máquina y el personal de mantenimiento, son actividades que no pasan los 40 minutos para su desarrollo.

3- Elaboración del Manual de Mantenimiento y su procedimiento.

Se procede a la elaboración del manual de mantenimiento con el fin de determinar las actividades a realizar dentro de empresa para la realización del mantenimiento.

4- Elaboración de las actividades de comunicación interna y capacitación.

Se sabe que muchas fallas se podrían evitar si el personal encargado de manipular la maquinaria conociera en profundidad su estructura y funcionamiento, para así poder monitorear el estado en el que se encuentra el personal de trabajo. Para la elaboración de las actividades de comunicación interna y capacitación, se realizó un cronograma de las actividades.

5- Lanzamiento.

Una vez diseñada la propuesta del sistema, antes de su implementación, se deberá dar a conocer a todo el personal de mantenimiento y el personal en general, mediante charlas de capacitación y concientización, las cuales se realizarán antes y durante la implementación del sistema.

✚ Pasos para la elaboración de un plan de mantenimiento según Chunga More et al. (2020).

1- Administración del plan

- Consiste en establecer un grupo de trabajo generalmente liderado por profesionales en el área de mantenimiento, conformado por operadores, mantenedores y expertos, que inicien, conformen y lleven a cabo la ejecución del plan.

2- Inventario de las instalaciones

- Contempla la elaboración de una lista de todas las instalaciones en donde se deberá especificar la identificación de los equipos, la descripción de las instalaciones su ubicación, tipo y prioridad.

3- Identificación del equipo

- Consiste en establecer un sistema de códigos que identifiquen de manera inequívoca a cada pieza de equipo. El mismo deberá indicar la ubicación, el tipo, y el número de máquina.

4- Registro de las instalaciones

- En este paso deberá conformarse un archivo que guarde la información técnica de los equipos. Este registro incluirá el número de identificación, ubicación, tipo de equipo, fabricante, fecha de fabricación, número de serie, especificaciones, capacidad, etc.

5- Programa específico de mantenimiento

- En esta etapa se contempla la elaboración de una lista detallada de las tareas de mantenimiento que deben realizarse para cada uno de los equipos dentro de un programa general.

6- Especificación del trabajo

Consiste en la realización de un documento que describa el procedimiento necesario para cada tarea. La especificación incluirá número de referencia del programa de mantenimiento, frecuencia del trabajo, tipo de técnicos requeridos, detalles de la tarea, componentes a reemplazar.

7- Programa de mantenimiento

- En este paso deberá elaborarse una lista en donde se asignen las tareas de mantenimiento a períodos de tiempo específicos, de manera tal, que se distribuya la carga de trabajo en forma balanceada y se cumplan con los requerimientos de producción.

8- Control de programa

- Para llevar a buen término un programa de mantenimiento es necesario vigilar estrechamente su cumplimiento, con el objetivo de detectar las posibles desviaciones en que se incurren con respecto al programa y ejercer la acción correctiva correspondiente.

- ✚ Procedimiento para la elaboración de un plan de mantenimiento según Campos Mijahuanca et al. (2021):

1. Realizar el inventario y codificación de equipos.
2. Análisis de criticidad de los equipos.
3. Hacer listas de verificación rutinarias de equipos (Check List).
4. Desarrollar plan de mantenimiento (Gantt).
5. Control de mantenimiento (historial).
6. Indicadores de gestión.
7. Toma de decisiones para mejora continua

- ✚ Procedimiento para la elaboración del plan de mantenimiento según Valencia Canales (2022).

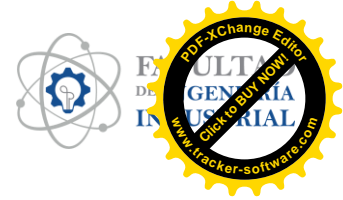
- 1- Inicialmente se realiza un diagnóstico de los equipos del taller y se indica la disponibilidad actual de los equipos, esta disponibilidad es la que posteriormente va a ser optimizada con la aplicación de un plan de mantenimiento, la disponibilidad será

dada mediante el uso de los check list y el registro de mantenimiento de equipos, se utiliza también la técnica de la observación para tomar la data de las fallas que se encuentren en dichos equipos.

- 2- A continuación, se determina la metodología de mantenimiento a utilizar de acuerdo al diagnóstico realizado, así también como el cálculo de la criticidad en el cual se puede visualizar la frecuencia con la que ocurren las fallas, el impacto operacional ocasionado, la flexibilidad, los costos ocasionados y el impacto en seguridad por cada sistema dado (Estructural, eléctrico e hidráulico) para así poder calcular su consecuencia y posteriormente la criticidad.
- 3- Luego se determinan las actividades propias del mantenimiento, según las condiciones de operación de los equipos acompañado de los formatos o registros respectivos, para lo cual se aplica la técnica de revisión documentaria la cual será plasmada en una base de datos para ser posteriormente evaluada.
- 4- Se determina la nueva disponibilidad teórica, se consideran las actividades del plan de mantenimiento elaborado, de esta manera podremos realizar una comparación de la disponibilidad que se tenía de los equipos de taller con la nueva disponibilidad, y así poder conocer la eficiencia de la aplicación de nuestro plan de mantenimiento.
- 5- Finalmente se realiza una evaluación económica mediante indicadores VAN y TIR, para determinar la viabilidad del proyecto con respecto a los costos de inversión y los beneficios que se obtienen.

2.3 Metodología de la investigación. Procedimiento seleccionado para la elaboración del plan de mantenimiento de la refinería Níco López

Después de analizado los procedimientos anteriores para la elaboración de un plan de mantenimiento, y caracterizar la empresa objeto de estudio y conocer sus procesos productivos, se propone el siguiente procedimiento para la elaboración del plan de mantenimiento. El procedimiento es diseñado por el propio autor basado en los procedimientos consultados y con la asesoría de trabajadores con más de 10 años de experiencia del área de mantenimiento de la refinería petrolera Níco López.



Paso 1: Formación del equipo de administración del plan.

Se establece un equipo de trabajo generalmente liderado por los jefes del área de mantenimiento, conformado por operadores, mantenedores y expertos, que realicen, conformen y lleven a cabo la ejecución del plan.

Paso 2: Identificación de los equipos.

Se realiza un inventario de los equipos que van a recibir el mantenimiento planificado y se identifican con sus correspondientes códigos.

Paso 3: Análisis del nivel de criticidad.

Se aplica para dar prioridad a aquellos equipos que necesitan de una inversión mayor por parte de la empresa para su mantenimiento. Las técnicas para realizar análisis de los niveles de criticidad nos ayudan a realizar una jerarquización por importancia según diferentes factores establecidos en función de su valor dentro de una compañía o cadena de producción, esto nos ayuda a dirigir los esfuerzo y recursos de la compañía de manera racional en función de los resultados esperados (Parra & Crespo, 2012)

MCR “Modelo de criticidad por nivel de riesgo” Este modelo es del tipo semicuantitativo que usa la referencias para equipos de producción (elaborada por ENAP SIPETROL, 2008), propone una evaluación de riesgo que se sustenta con la siguiente formula (Padilla Salazar, 2020):

Riesgo = Frecuencia de las fallas x consecuencias de las fallas

Donde:

Frecuencia de las fallas (Escala de fallas en un lapso de tiempo)

• Frecuencia de las fallas “F-F”; Estos valores de escala son del 1 - 5

Escala = 1: “menos de 1 ocurrencia en 5 años”

Escala = 2: “1 ocurrencia en 5 años”

Escala = 3: “1 ocurrencia en 3 años”

Escala = 4: “Entre 1 y 3 ocurrencias en 1 año”

Escala = 5: “Más de 3 ocurrencias por año”

Consecuencias: Eventos de fallas que afectan a la seguridad, el Ambiente, la calidad, producción, la mantenibilidad y los costos. Es la sumatoria ponderada de cada uno de los siguientes factores:

- “SHA” – Consecuencias que afecta a la seguridad y el cuidado medio ambiental
- “IC” - Consecuencias que afectan a la calidad de los productos
- “IP” - Consecuencias que afectan al normal desarrollo de la producción
- “BM” - Consecuencias que causan baja Mantenibilidad
- “CM” - Consecuencias que afectan a los costos del departamento de mantenimiento

Donde:

$$\text{Consecuencia} = (\text{SHA} \times 0.2) + (\text{IC} \times 0.2) + (\text{IP} \times 0.2) + (\text{BM} \times 0.2) + (\text{CM} \times 0.2)$$

A continuación, se detallan las escalas para los diferentes impactos que afectan a la “consecuencia de las ocurrencias de las fallas”

- Consecuencias que afectan a la seguridad y el cuidado medio Ambiental “SHA”

Escala = 5: Riesgo alto para la vida o integridad física del ser humano, catástrofe para el medio ambiente, como fugas o derrames de agentes contaminantes que superan las tolerancias permitidas.

Escala = 3: Riesgo moderado para la vida o integridad física del ser humano, perjuicio para el medio ambiente, como fugas o derrames de agentes contaminantes fácil de contener.

Escala = 1: Ninguna posibilidad de afectar a la salud o al medioambiente.

- Consecuencias que afectan a la calidad de los productos “IC”

Escala = 5: Alta afectación de la calidad del producto.

Escala = 3: Varía la calidad de los productos y reducción la velocidad de la producción.

Escala = 1: No afecta.

- Consecuencias que afectan al normal desarrollo de la producción “IP”

Escala = 5: Pérdida en productos que asciende al 75%

Escala = 4: Pérdida en productos que oscila entre 50% y el 74%

Escala = 3: Pérdida en productos que oscila entre 25% y el 49%

Escala = 2: Pérdida en productos que oscila entre 10% y el 24%

Escala = 1: Pérdidas en productos menores al 10%

- Consecuencias que causan baja Mantenibilidad “BM”

Escala = 5: No se prevé productos de reserva para compensar los números de producción, los intervalos de tiempo para reparar y la logística para compra de repuestos son muy extensos.

Escala = 3: Cuentan con productos de reserva para compensar parcialmente los números de producción, los intervalos de tiempo para reparar y la logística para compra de repuestos son intermedios

Escala = 1: Se cuenta con productos de reserva para compensar en su totalidad los números de producción, los intervalos de tiempo para reparar y la logística para compra de repuestos son muy pequeños.

- Consecuencias que afectan a los costos del departamento de mantenimiento “CM”

Escala = 5: Daños definitivos al equipo, el costo total para volver a poner operativo el equipo más la M.O, excede el 75% del valor actual del activo.

Escala = 4: El costo total para volver a poner operativo el equipo más la M.O son mayores al 50% y menor al 75% del valor actual del activo.

Escala = 3: El costo total para volver a poner operativo el equipo más la M.O, son mayores al 25% y menor al 50% del valor actual del activo.

Escala = 2: El costo total para volver a poner operativo el equipo más la M.O, son mayores al 10% y menor al 25% del valor actual del activo.

Escala = 1: El costo total para volver a poner operativo el equipo más la M.O, es menor a 10% del valor actual del activo.

Al final el análisis se representa en una matriz de 5x5 donde el eje vertical representa a las frecuencias y el eje horizontal las consecuencias, esta matriz se divide en 4 niveles de criticidad:

- Zona B: zona de bajo nivel de criticidad
- Zona M: zona de Medio nivel de criticidad
- Zona A: zona de alto nivel de criticidad
- Zona MA: zona de muy alto nivel de criticidad

Frecuencia	5	A	MA	MA	MA	MA
	4	A	A	A	A	MA
	3	M	M	M	A	MA
	2	B	B	B	M	M
	1	B	B	B	M	M
		1	2	3	4	5
Consecuencias						

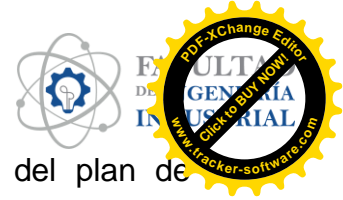
Figura 2.1: Matriz de criticidad MCR. Fuente: Métodos de análisis de criticidad y jerarquización de activos (Parra & Crespo, 2012).

Paso 4: Definir el tipo de actividad de mantenimiento a realizar según el tipo de equipo.

En este paso se determina la actividad de mantenimiento según el tipo de equipo (limpieza, inspección, lubricación, mantenimiento general) que se llevará a cabo. Se determinan la cantidad de equipos por cada actividad.

Paso 5: Especificación de las tareas a realizar.

Se confecciona una lista de tareas según cada actividad de mantenimiento, para cada uno de los equipos con las que cuenta el proceso, mediante la ayuda de manuales para los mismos y por recomendaciones del jefe del Área de Mantenimiento.



Paso 6: Elaboración del cronograma de mantenimiento y conformación del plan de mantenimiento.

Se determina la frecuencia de cada mantenimiento correspondiente al equipo, basado en las instrucciones del fabricante y en las experiencias de los técnicos que elaboran los planes de mantenimiento; para indicar la frecuencia con la cual es necesario realizar una tarea de mantenimiento se sigue la periodicidad fijada, donde se indican los intervalos en que deben realizarse las tareas.

Paso 7: Control del mantenimiento.

Vigilar estrechamente el cumplimiento del plan, con el objetivo de detectar las posibles desviaciones en que se incurren con respecto al programa y realizar la acción correctiva correspondiente.

Conclusiones parciales del capítulo II

- 1- La caracterización de la organización facilita el conocimiento de las funciones y objetivos de la empresa objeto de estudio y permite el desarrollo de las etapas posteriores de la investigación.
- 2- El análisis de las metodologías y guías de diferentes autores para la elaboración del plan de mantenimiento permite el diseño del procedimiento propuesto para la elaboración del plan de mantenimiento de los equipos del proceso de manipulación y almacenamiento de productos (MAP) de la Refinería Petrolera Níco López del año 2023.
- 3- El procedimiento propuesto consta de cinco etapas fundamentales que permite a la Refinería Petrolera Níco López elaborar el plan de mantenimiento anual.

Capítulo III: Resultados de la investigación

En el presente capítulo se exponen los resultados de la aplicación del procedimiento propuesto para la elaboración del plan de mantenimiento anual correspondiente al proceso clave Manipulación y Almacenamiento de productos (MAP) de la Refinería Petrolera Níco López.

El plan de mantenimiento elaborado se basa en el mantenimiento preventivo planificado el cual consiste en un grupo de tareas de inspección, lubricación, control y conservación de un equipo/ componente con la finalidad de prevenir, detectar o corregir defectos, para tratar de evitar averías en el mismo. Este tipo de mantenimiento tiene como objetivo asegurar la continuidad y la confiabilidad de los niveles de servicio y garantizar la disponibilidad de los equipos.

Paso 1: Formación del equipo de administración del plan.

Con la finalidad de elaborar el plan de mantenimiento del proceso clave MAP se crea un grupo de trabajo conformado por el Jefe Área Técnica Mantenimiento, Jefe Área Ingeniería y Grupo de Diagnóstico del Grupo Técnico de Mantenimiento, quienes realizan, conforman y llevan a cabo la ejecución del plan.

Paso 2: Identificación de los equipos.

Se realiza el inventario y clasificación de los equipos que posee el proceso de Manipulación y Almacenamiento de la refinería petrolera Níco López para los cuales se realiza la planificación del mantenimiento. Se clasifican los equipos en dos categorías, equipos estáticos y equipos dinámicos. El proceso analizado presenta un total de 22 balas de gas y 87 tanques de hidrocarburos (37 fuera del área de servicio) que se clasifican como equipos estáticos y 39 equipos dinámicos (entre ellos bombas, turbinas y motores)

Paso 3: Análisis del nivel de criticidad.

A partir de la realización del inventario de los equipos que posee el proceso MAP, se detectan 37 tanques de hidrocarburos fuera de servicio los cuales se muestran en la tabla 3.1, de ellos 3 tanques requieren de una inversión mayor para su mantenimiento ya que demandan la sustitución de algunas piezas que no posee la entidad. Para determinar la prioridad de dichos equipos se aplica un análisis de los niveles de criticidad basado en la

matriz del modelo de criticidad por nivel de riesgo, lo que nos ayudan a realizar una jerarquización por importancia.

Tabla 3.1: Tanques de hidrocarburos fuera de servicio del proceso MAP.

TANQUES	TANQUES FUERA DEL PLAN DE INSPECCIÓN POR ESTAR FUERA DE SERVICIO				
	TK-119	TK-17	TK-95	TK-97	TK-98
	TK-112	TK-116	TK-118	TK94	TK-109
	TK-183	TK-184	TK-185	TK-351	TK-38
	TK-45	TK-107	TK-293	TK-294	TK-44
	TK-62	TK-211	TK-91	TK-101	TK-103
	TK-106	TK-298	TK-31	TK-223	TK-132
	TK-199	TK-53	TK-214	TK-39	TK-224
	TK-290	TK-301			
CANTIDAD	8	8	7	7	7
TOTAL	37				

Fuente: Elaboración propia.

Equipos críticos:

- Equipo 1: Tanque de Hidrocarburo TK-183
- Equipo 2: Tanque de Hidrocarburo TK-211
- Equipo 3: Tanque de Hidrocarburo TK-103

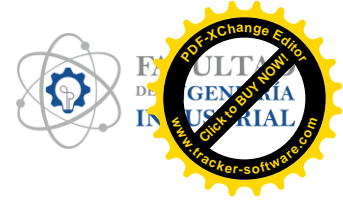
Riesgo = Frecuencia de las fallas x consecuencias de las fallas

Frecuencia de las fallas “F-F”; Estos valores de escala son del 1 – 5.

- Equipo 1: F-F= 4 (2 fallos en 1 año)
- Equipo 2: F-F= 5 (4 fallos en 1 año)
- Equipo 3: F-F= 4 (3 fallos en 1 año)

Consecuencias:

- Consecuencias que afectan a la seguridad y el cuidado medio Ambiental “SHA”
 - Equipo 1: 3
 - Equipo 2: 3
 - Equipo 3: 3
- Consecuencias que afectan a la calidad de los productos “IC”
 - Equipo 1: 1



- Equipo 2: 1
- Equipo 3: 1

- Consecuencias que afectan al normal desarrollo de la producción "IP"

- Equipo 1: 2
- Equipo 2: 1
- Equipo 3: 1

- Consecuencias que causan baja Mantenibilidad "BM"

- Equipo 1: 5
- Equipo 2: 5
- Equipo 3: 4

- Consecuencias que afectan a los costos del departamento de mantenimiento "CM"

- Equipo 1: 2
- Equipo 2: 5
- Equipo 3: 3

Consecuencia Equipo 1

$$\text{Consecuencia} = (\text{SHAx}0.2) + (\text{ICx}0.2) + (\text{IPx}0.2) + (\text{BMx}0.2) + (\text{CMx}0.2)$$

$$\text{Consecuencia} = (3 \times 0.2) + (1 \times 0.2) + (2 \times 0.2) + (5 \times 0.2) + (2 \times 0.2)$$

$$\text{Consecuencia} = 2.6$$

Consecuencia Equipo 2

$$\text{Consecuencia} = (\text{SHAx}0.2) + (\text{ICx}0.2) + (\text{IPx}0.2) + (\text{BMx}0.2) + (\text{CMx}0.2)$$

$$\text{Consecuencia} = (3 \times 0.2) + (1 \times 0.2) + (1 \times 0.2) + (5 \times 0.2) + (5 \times 0.2)$$

$$\text{Consecuencia} = 3$$

Consecuencia Equipo 3

$$\text{Consecuencia} = (\text{SHAx}0.2) + (\text{ICx}0.2) + (\text{IPx}0.2) + (\text{BMx}0.2) + (\text{CMx}0.2)$$

$$\text{Consecuencia} = (3 \times 0.2) + (1 \times 0.2) + (1 \times 0.2) + (4 \times 0.2) + (3 \times 0.2)$$

$$\text{Consecuencia} = 2.4$$

A continuación, se elabora la matriz de criticidad y se localiza la zona correspondiente a cada equipo.

FRECUENCIA	5			Tanque de Hidrocarburo TK-211		
	4		Tanque de Hidrocarburo TK-103	Tanque de Hidrocarburo TK-183		
	3					
	2					
	1					
		1	2	3	4	5
CONSECUENCIA						

Figura 3.1: Matriz de criticidad. Fuente: Elaboración propia.

A partir del análisis del nivel de criticidad basado en la matriz del modelo de criticidad por nivel de riesgo se determina que los tanques de hidrocarburo TK-103 y TK-183 se encuentran en la zona de alto nivel de criticidad, mientras que el tanque TK-211 se localiza en la zona de muy alto nivel de criticidad, por tanto, este último tiene la prioridad para la inversión en mantenimiento debido a la zona de criticidad en que se encuentra.

Para la reparación y mantenimiento del tanque de hidrocarburo TK-211 se requiere de los siguientes elementos: rolo retenedor de espuma, hatch de medición, válvulas tecnológicas, drenaje (refuerzo, tubuladura, válvula, tubería, cajón), cubeto, muro cortafuego, leaving cross.

Paso 4: Definir el tipo de actividad de mantenimiento a realizar según el tipo de equipo.

Las actividades de mantenimiento que se van a llevar a cabo en el plan de mantenimiento anual del proceso MAP son:

- Lubricación: Se realiza a los equipos dinámicos, está previsto en cada mantenimiento realizar el cambio de aceite a las bombas y turbinas, así como la lubricación de los motores eléctricos y cambio de grasa a los acoplamientos. A partir de la observación se determina que se realizará la lubricación a 39 equipos. En la tabla 3.2 se muestran los tipos de lubricantes empleados por la refinería para realizar la actividad de lubricación.

Tabla 3.2: Tipo de lubricantes utilizados en la Empresa.

Tipo de aceite	Utilización
Aceite circulación 68	Este aceite se utiliza en bombas centrifugas y motores eléctricos
Aceite Turbo 32	Este aceite se utiliza en los gobernadores de las turbinas de vapor. En el Soplador Principal TB-401
Aceite Turbo 68	Se utiliza en turbinas de vapor con cojinetes planos (babit). En el turbo Compresor
Grasa Lisan 2	En motores eléctricos
Grasa Lisan 2M	En acoplamientos Tipo Falk
Aceite Serie 340	En los Motores diésel Stork 216 (Área de enfriamiento)
VDL 46	Aceite utilizado en los compresores de aire del Título 18
Roto Z	Aceite que se utiliza en los compresores de aires Atlas Coppco de Planta 1 y Zona 1.

Fuente: Elaboración propia.

- **Inspección:** actividades dirigidas a garantizar la confiabilidad en la operación de los equipos durante su funcionamiento en el proceso productivo. Mediante empleo de técnicas establecidas se garantiza la obtención de información que permite realizar un diagnóstico del estado técnico del equipo, para poder tomar decisiones o recomendar de forma oportuna. La inspección se realizará a los equipos estáticos del proceso MAP, en este caso a 22 balas de gas existentes y 50 tanques de hidrocarburos (37 tanques quedan fuera del plan de inspección por estar fuera de servicio). A los tanques relacionados se le realizará una inspección instrumentada, la cual será contratada al Grupo de Inspección de la Empresa de Mantenimiento del Petróleo (EMPET).

Los trabajos de inspección se realizan bajo la observación estricta de las medidas de seguridad, para lo cual hay que cumplir con lo establecido en la norma cubana NC341:2005 seguridad y salud en el trabajo—trabajos en espacios confinados— requisitos generales de seguridad.

- **Mantenimiento:** Se realiza a los equipos dinámicos, puede ser de tres tipos: mantenimiento pequeño (MP), mantenimiento mediano (MM) o mantenimiento general (MG); para el caso de los mantenimientos medianos (MM) y mantenimientos generales (MG) será valorado previamente su estado técnico por parte del Grupo de Diagnóstico del Grupo Técnico de Mantenimiento, en la medida en que le corresponda estos mantenimientos a cada uno de los equipos, se dictamina para cada caso su estado técnico en ese momento y se confirma o propone aplazar o

adelantar el mantenimiento según lo requiera el equipo. El plan de mantenimiento a elaborar es para 39 equipos dinámicos del proceso MAP.

Paso 5: Especificación de las tareas a realizar.

❖ Tareas para realizar la lubricación de los equipos dinámicos:

1. Contar con vasijas limpias para el cambio de aceite a los equipos.
2. Tener identificado que aceite usa cada equipo y donde está almacenado.
3. El lugar de almacenamiento de los aceites debe estar limpios.
4. Retirar todo el aceite del cárter de los equipos por los tapones de drenaje.
5. Limpieza exterior de los equipos y área de trabajo antes de extraer el aceite
6. Realizar limpieza en el cárter de los equipos, así como en las copillas de aceite.
Utilizar aceite
7. Revisión del estado del aceite que se extrae, para verificar presencia de agua, partículas metálicas.
8. Llenado de aceite según corresponda del cárter de los equipos. Se utiliza para ello vasijas limpias. Verificación del nivel de aceite.

❖ Tareas para inspeccionar las balas de gas:

1. Inspección visual e instrumentada a los caps.
2. Inspección visual e instrumentada al envoltente y las tubuladuras superiores.
3. Inspección visual a las válvulas superiores, tubuladuras inferiores, válvulas inferiores.
4. Inspección visual e instrumentada a las líneas y conexiones (calibración de espesores).
5. Inspección visual soportes (hormigón y metálico).
6. Mantenimiento al aterramiento de balas, drenajes, colector de drenaje,
7. Inspección a Válvulas de seguridad (limpieza, seteo y calibración).

❖ Tareas para inspeccionar los tanques de hidrocarburos

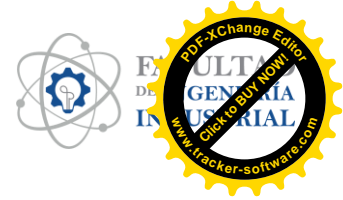
1. Estado técnico de los registros.
2. Estado técnico de la baranda perimetral.
3. Estado técnico de las planchas del velo.
4. Estado técnico de las válvulas de presión y vacío.
5. Estado técnico de las patas, soportes de patas, pontones, registros de pontones.

6. Estado técnico del rolo retenedor de espuma, sello perimetral, guía del techo, hatch, de medición, escalera interior, carril de escalera interior, envolvente (cámaras de espuma, anillo de enfriamiento, balcón, aterramiento superior, manholes, registro de limpieza.
7. Revisión del aterramiento inferior, válvulas tecnológicas, plataforma de acceso a válvulas, drenaje (refuerzo, tubuladura, válvula, tubería, cajón), cubeto, muro cortafuego, leaving cross.

❖ Tareas a realizar en cada mantenimiento

- Mantenimiento Pequeño (MP)
 1. Quitar Guarderas, desacoplar, limpiar y revisar el estado de ambos semi-acoplamientos y piezas que los forman, verificar la excentricidad de los mismos con indicador de carátula.
 2. Girar con la mano el rotor de la bomba para comprobar si existe algún roce metálico.
 3. Chequear la alineación del conjunto con indicadores de carátulas y corregir si es necesario.
 4. Para el caso de las bombas con empaquetaduras, debe empaquetarse de ser necesario.
 5. Cambiar el aceite, verificar su nivel correspondiente.
 6. Lubricar el acoplamiento y acoplar.
 7. Cerciorase que los conductos de flushing y enfriamiento no estén obstruidos.
 8. Colocar la Guarderas del acoplamiento, recoger y limpiar el área de trabajo.
 9. Comunicar al Técnico de Mantenimiento del área de atención cualquier anomalía que se presente el equipo.
 10. En presencia del operador, probar el equipo y realizar su entrega de conjunto con el Técnico de Mantenimiento del área.
- Mantenimiento Mediano (MM)
 1. Realizar mediciones de vibraciones por el Inspector de Diagnóstico y valorar el estado técnico actual del equipo, confirmar o proponer al cliente aplazar o adelantar el mantenimiento según el estado técnico del equipo.
 2. Quitar Guarderas, desacoplar, limpiar y revisar el estado de ambos semi-acoplamientos y piezas que los forman, verificar la excentricidad de los mismos con indicador de carátula.

3. Después de desinstaladas las bridas de succión y descarga, así como las líneas de enfriamiento y flushing, quitar los pernos de fijación de conjunto motriz-conductor para su traslado al Taller de Reparaciones Mecánicas.
4. Desarmar la parte del entredós y voluta, y desmontar el impelente para su defecación.
5. Realizar la defectación correspondiente mediante la toma de mediciones de claridades entre aros de desgaste, camisa y buje de restricción, ajustes de eje, camisa e impelente, medición de deflexión del eje. Revisar el estado del impelente, cuña, chavetero y tornillo de fijación, así como superficies de la voluta. En todos los casos anote los resultados de las mediciones.
6. Si la bomba es de empaquetadura, revisar el preñe y el aro de linterna, así como el conducto de flushing.
7. Desarmar el sello mecánico si lo lleva y defecte cada uno de sus elementos.
8. Extraer el aceite, si presenta contaminación se deberá limpiar el depósito. Comprobar que el rotor gira libremente con la mano, así como comprobar el juego axial del mismo.
9. Realizar prueba hidrostática.
10. Si se detecta, excesivo juego entre los rodamientos y sus alojamientos, el Técnico de Mantenimiento debe proponer un cambio del Mantenimiento por una Reparación General del equipo.
11. Tomar y anotar todas las mediciones correspondientes de piezas nuevas y reparadas.
12. Realizar el arme correcto del equipo y su traslado a la posición en el área correspondiente.
13. Limpiar bien la base en la posición antes del montaje del equipo, así como las superficies de apoyo de la bomba.
14. Lubricar el acoplamiento y acoplar.
15. En presencia del operador y de conjunto con el Técnico de Mantenimiento del área, probar el equipo y realizar los trabajos de ajustes de flushing al sello mecánico o ajuste del preñe en el caso de bombas con empaquetaduras.
16. De conjunto con el Técnico de Mantenimiento del área, comprobar los parámetros tecnológicos (Presión de succión y descarga, presión al sello mecánico).



- Mantenimiento General (MG)

1. Realizar mediciones de vibraciones por el Inspector de Diagnóstico y valorar el estado técnico actual del equipo, confirmar o proponer al cliente aplazar o adelantar el mantenimiento según el estado técnico del equipo.
2. Desarme total del equipo y limpieza.
3. Sustitución de eje, camisa, impelente, aros de desgaste, buje de restricción, rodamientos, aros de lubricación, deflectores, prisioneros, chavetas, elementos o sello completo, tuercas, tornillos, arandelas, preñe. Solo en caso de comprobarse que algún elemento se encuentra en buen estado técnico es que no debe sustituirse.
4. Sustituir acoplamiento si lo requiere o elementos del mismo.
5. Realizar limpieza química a las cámaras de enfriamiento del entredós y bearing housing.
6. Realizar pruebas hidrostáticas.
7. Tomar mediciones de los alojamientos de los rodamientos, y encasquillar si lo requiere.
8. Por el Técnico de Mantenimiento; revisar defectación del mecánico y confeccionar la recomendación para que se ejecuten los trabajos de reparaciones y fabricación que se deriven de dicha defectación.
9. Si la bomba es de empaquetadura revisar el conducto de flushing.
10. Tomar y anotar todas las mediciones correspondientes de piezas nuevas y reparadas.
11. Realizar el arme correcto del equipo y su traslado a la posición en el área correspondiente.
12. Limpiar bien la base en la posición antes del montaje del equipo, así como las superficies de apoyo de la bomba.
13. Después de instaladas las bridas de succión y descarga, así como las líneas de enfriamiento y flushing proceder a la alineación correcta del conjunto. Para el caso de las bombas de productos calientes, se debe realinear el conjunto 12 horas después de estar en operación.
14. Rellene el depósito de aceite y verificar el nivel correspondiente.
15. Lubricar el acoplamiento y acoplar.
16. Cerciorase que las líneas de flushing y enfriamiento estén instaladas correctamente.
17. Colocar la Guarderas del acoplamiento, recoger y limpiar el área de trabajo.

18. En presencia del operador y de conjunto con el Técnico de Mantenimiento del área, probar el equipo y realizar los trabajos de ajustes de flushing al sello mecánico o ajuste del preñe en el caso de bombas con empaquetaduras.
19. De conjunto con el Técnico de Mantenimiento del área, comprobar los parámetros tecnológicos (Presión de succión y descarga, presión al sello mecánico).
20. El mecánico de conjunto con el Técnico de Mantenimiento del área, debe confeccionar el informe final de la reparación el cual debe archivar en el expediente del equipo al igual que las recomendaciones emitidas.

Paso 6: Elaboración del cronograma de mantenimiento y conformación del plan de mantenimiento.

Una vez determinada la frecuencia de cada mantenimiento correspondiente al equipo, basado en las instrucciones del fabricante y en las experiencias de los técnicos que elaboran los planes de mantenimiento se conforma el plan del año 2023 correspondiente a cada tipo de actividad del mantenimiento para los equipos del proceso MAP. En las tablas 3.3, 3.4, 3.5 y 3.6 se muestra el plan de lubricación, plan de inspección y plan de mantenimiento, respectivamente, del año 2023 del proceso MAP de la Refinería Petrolera Níco López.

Tabla 3.3: Plan de lubricación de los equipos dinámicos del MAP del año 2023.

No	Equipo Conducido	Equipo Motriz	PLAN OPERATIVO MENSUAL DE MPP (2023) DE MAP												
			E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
1	21G-1	M21G-1	X											X	
2	22G-1	M22G-1								X					
3	22G-1 A	M22G-1 A		X											X
4	P-3	MP-3	X											X	
5	GBP-3 A	MGBP-3 A										X			
6	GBP-12	MGBP-12							X						
7	GLP-197 A	MGLP-197A							X						
8	GLP-197 B	MGLP-197 B							X						
9	GLP-4	MGLP-4	X											X	
10	GLP-12	MGLP-12				X									
11	GLP-15	MGLP-15			X						X				
12	GLP-16	MGLP-16			X						X				
13	GLP-18	MGLP-18			X						X				
14	GLP-19	MGLP-19				X						X			
15	Donkey Muelle 1			X					X						
16	GLP-21	MGLP-21 A	X											X	
17	GLP-52	MGLP-52			X										
18	21G-3	M21G-3							X						
19	22G-3	M22G-3										X			
20	23G-4	M23G-4							X						

21	23G-5	M23G-5						X				
22	23G-1	M23G-1					X			X		
23	22G-2	M22G-2		X								X
24	23G-2	M23G-2				X						
25	38G-4	M38G-4					X				X	
26	38G-2	M38G-2				X					X	
27	GLP-292	MGLP-292					X			X		
28	GLP-292 A	MGLP-292 A		X								X
29	BE-1	MBE-1				X				X		
30	BE-2	MBE-2						X				
31	DP-1	MDP-1						X				
32	DP-2	MDP-2				X				X		
33	GLP-51 A	MGLP-51 A			X							
34	GLP-51 C	MGLP-51 C						X				
35	GLP-53	MGLP-53			X					X		
36	GLP-53 A	MGLP-53 A			X					X		
37	GLP-198	MGLP-198								X		
38	GLP-198 A	GLP-198 A					X					
39	35G-2											X

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.4: Plan de inspección de los equipos estáticos (balas de gas) del MAP del año 2023.

PLAN DE INSPECCIÓN EQUIPOS ESTÁTICOS MAP (BALA DE GAS)												
Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Bala de Gas		H-236	H-238	H-240	H-242	H-244	H-17	H-20	H-22			
		H-237	H-239	H-241	H-243	H-245	H-18	H-21	H-23			
		H-226	H-227	H-228	H-229	H-230	H-19					
Inspecciones Mensuales		3	3	3	3	3	3	2	2			
Inspecciones Anual	22											

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.5: Plan de inspección de los equipos estáticos (tanques de hidrocarburos) del MAP del año 2023.

TANQUES	TANQUES A INSPECCIONAR MEDIANTE MEDICIÓN DE ESPEORES				
	Enero	Marzo	Mayo	Septiembre	Diciembre
	TK-1	TK-5	TK-8	TK-19	TK-20
	TK-494	TK-46	TK-48	TK-49	TK-63
	TK-71	TK-72	TK-73	TK-32	TK-43

	TK-81	TK-82	TK-84	TK-25D-2	TK-96
	TK-110	TK-131	TK-195	TK-197	TK-200
	TK-202	TK-203	TK-204	TK-205	TK-206
	TK-213	TK-215	TK-216	TK-217	TK-219
	TK-220	TK-225	TK-291	TK-292	TK-296
	TK-457	TK-458	TK-459	TK-493	TK-495
	TK-521	TK-25D-1	TK-25D-2	TK-18	TK-201
		TK-521	TK-25D-1		
CANTIDAD	10	11	11	10	10
Total de inspecciones	52				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.6: Plan de mantenimiento de los equipos dinámicos del MAP del año 2023.

N o	Equipo Conducido	Equipo Motriz	PLAN OPERATIVO MENSUAL DE MPP (2021) DE MAP												
			E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
1	21G-1	M21G-1			MP									MP	
2	22G-1	M22G-1		MP					MP						
3	22G-1 A	M22G-1 A			MP						MP				
4	P-3	MP-3			MP									MP	
5	GBP-3 A	MGBP-3 A		MP									MP		
6	GBP-12	MGBP-12				MP									MP
7	GLP-197 A	MGLP-197A		MP						MP					
8	GLP-197 B	MGLP-197 B	MP					MP							
9	GLP-4	MGLP-4			MP									MP	
10	GLP-12	MGLP-12				MP							MP		
11	GLP-15	MGLP-15			MP						MP				
12	GLP-16	MGLP-16			MP						MP				
13	GLP-18	MGLP-18			MP						MP				
14	GLP-19	MGLP-19				MP							MP		
15	Donkey Muelle 1			MP					MP						
16	GLP-21	MGLP-21 A				MP								MP	
17	GLP-52	MGLP-52			MP						MP				
18	21G-3	M21G-3		MP					MP						
19	22G-3	M22G-3											MP		
20	23G-4	M23G-4							MP						
21	23G-5	M23G-5			MP								MP		
22	23G-1	M23G-1					MP				MP				
23	22G-2	M22G-2			MP									MP	
24	23G-2	M23G-2				MP									
25	38G-4	M38G-4					MP						MP		
26	38G-2	M38G-2				MP							MP		
27	GLP-292	MGLP-292					MP				MP				
28	GLP-292 A	MGLP-292 A			MP										MP
29	BE-1	MBE-1				MP					MP				
30	BE-2	MBE-2						MP							
31	DP-1	MDP-1						MP							
32	DP-2	MDP-2				MP					MP				



33	GLP-51 A	MGLP-51 A			MP								MP
34	GLP-51 C	MGLP-51 C						MP					
35	GLP-53	MGLP-53			MP					MP			
36	GLP-53 A	MGLP-53 A			MP					MP			
37	GLP-198	MGLP-198		MP							MP		
38	GLP-198 A	GLP-198 A					MP						MP
39	35G-2				MP							MP	

Fuente: Elaboración propia.

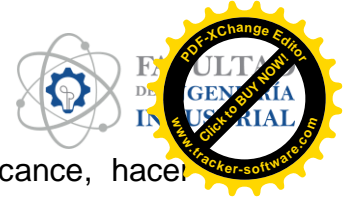
Para la planificación del plan de mantenimiento del año 2023, el Grupo de Diagnóstico del Grupo Técnico de Mantenimiento determinó que los mantenimientos a realizar serían mantenimientos pequeños pues el estado técnico actual de los equipos dinámicos no requiere otro tipo de mantenimiento.

Paso 7: Seguimiento y control del mantenimiento.

Una vez realizada la planificación del mantenimiento es necesario acompañar y monitorear si todo se hace correctamente e identificar los posibles cambios en el plan, por tanto, todos los equipos que reciban el mantenimiento deben ser revisado y evaluados. Los operarios del Área de Mantenimiento al realizar el mantenimiento de un equipo deben elaborar un acta la cual es firmada por el jefe del Área Técnica de Mantenimiento, después de haberlo verificado, y luego el jefe de Área Ingeniería chequea esta actividad y firma también el acta.

AL finalizar una reparación o mantenimiento mayor el responsable de la misma exige la elaboración del informe final donde se especifique entre otros los siguientes aspectos:

- Fecha de elaboración del informe.
- Tiempo de ejecución.
- Objeto (Alcance): Nombre del Equipo, línea o instalación inspeccionada o tipo de servicio en general.
- Nombres y apellidos de los Participantes.
- Equipamiento utilizado (Especificar su calibración).
- Normativa técnica utilizada o procedimiento para el criterio de aceptación.
- Técnicas de Ensayos No Destructivos aplicadas y resultados obtenidos.
- Planos o isométricos utilizados, se debe especificar entre otras las zonas de la calibración de espesores, de las mediciones de parámetros en caso de los equipos dinámicos etc.
- Especificar el alcance real del trabajo realizado en comparación con el planificado.



- Describir el resultado, especificar si se cumplió con el plan o alcance, hacer referencia al plan elaborado, mencionar las desviaciones encontradas, etc.
- Tipos Pruebas de calidad ejecutadas y resultados obtenidos.
- Anexos tales como evidencias Fotografías y otros.
- Conclusiones.
- Recomendaciones.

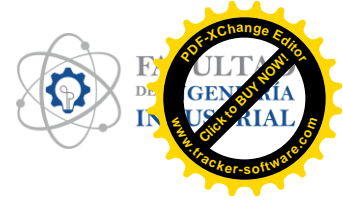
Conclusiones parciales del capítulo III

Una vez aplicado el procedimiento propuesto para la elaboración del plan de mantenimiento del año 2023 del proceso MAP de la Refinería Petrolera Níco López, se concluye:

- 1- Se realiza tres de los tipos de actividades del mantenimiento: la inspección de los equipos estáticos (22 balas de gas y 50 tanques de hidrocarburos) y la lubricación y mantenimiento de los equipos dinámicos (39 equipos).
- 2- Del análisis realizado mediante una matriz de criticidad a 3 tanques de hidrocarburos fuera de servicio se determina la prioridad en la inversión del tanque TK-211 por estar en la zona de muy alta criticidad.
- 3- El Grupo de Diagnóstico del Grupo Técnico de Mantenimiento determina que en el año 2023 el mantenimiento planificado para los equipos dinámicos será mantenimiento pequeño.
- 4- Se elabora el plan de mantenimiento del año 2023 del proceso clave MAP de la Refinería Petrolera Níco López.

Conclusiones

- 1- El desarrollo del marco teórico-referencial a partir de la bibliografía nacional e internacional consultada, es de gran utilidad para la realización de la investigación, pues facilita la comprensión de los elementos esenciales relativos al mantenimiento.
- 2- La caracterización de la empresa objeto de estudio, facilita la comprensión del funcionamiento de la entidad, pues esclarece los principales objetivos y funciones de la misma.
- 3- El procedimiento metodológico general propuesto para realizar el estudio consta de cinco pasos, constituye una herramienta que permite a la refinería petrolera Níco López elaborar el plan de mantenimiento anual.
- 4- El plan de mantenimiento elaborado para el proceso MAP en el año 2023 recoge las tareas específicas a realizar para cada tipo de actividad del mantenimiento, tanto a los equipos estáticos y dinámicos, para garantizar la eficacia y eficiencia en la ejecución de estos trabajos, así como las fechas para realizar cada mantenimiento; con este se alcanza la adecuada productividad y la calidad requerida.
- 5- El tanque de hidrocarburo TK-211 tiene prioridad en la inversión de mantenimiento por estar en la zona de muy alta criticidad determinado a partir del análisis realizado mediante una matriz de criticidad.



Recomendaciones

- Extender la aplicación del procedimiento propuesto para la elaboración del plan de mantenimiento anual hacia los otros procesos de la empresa.
- Trabajar en cubrir en su totalidad la plantilla aprobada de la UB de Mantenimiento, la cual se encuentra cubierta un 59,2 % (desviación de 272 plazas), para lograr la calidad de la actividad de mantenimiento en la refinería.

Referencias bibliográficas

- Betancourt, D. (2019). Planificación del mantenimiento en las universidades públicas de la Costa Oriental del Lago. *Revista boliviana de ingeniería*, 1(1).
- Campos Mijahuanca, L. M., Lenin Walter, C. J., & Rivera Chávez, C. (2021). Diseño de un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para los equipos biomédicos del área UCI Covid de un hospital de la ciudad de Piura.
- Cedeño, M. (2019). Organización del mantenimiento preventivo en las gerencias de bienes y servicios de CORPOELEC región-occidental. *Revista boliviana de ingeniería*, 1(1).
- Choque Apaza, E. S. (2019). Implementación de un sistema de gestión del mantenimiento de bombas centrífugas a través del monitoreo subjetivo.
- Chunga More, D., Hidalgo Delgado, G., & Pacherez Vincés, K. (2020). Diseño de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para aumentar la disponibilidad de la chancadora giratoria.
- Dounce Villanueva, E., Dounce Pérez-Tagle, J. F., & López de León, C. (1989). *La productividad en el mantenimiento industrial*. Compañía Editorial Continental.
- Duffuaa, S., & Raouf, A. (2007). *Sistemas de mantenimiento: planeación y control*. Editorial Limusa Wiley. México.
- El-Ferik, S., & Ben-Daya, M. (2010). Integrated production maintenance model under imperfect age-based maintenance policy and non-negligible maintenance times. *Asia-Pacific Journal of Operational Research*, 27(04), 539-558 %@ 0217-5959.
- Espinoza Gamarra, C. F. (2018). Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la Municipalidad Distrital de Curahuasi.
- Fernández Álvarez, E. (2018). *Gestión de Mantenimiento. Lean Maintenance y TPM*.
- Flynn, J. M., Shokrani, A., Newman, S. T., & Dhokia, V. (2016). Hybrid additive and subtractive machine tools—Research and industrial developments. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 101, 79-101 %@ 0890-6955.
- García Garrido, S. (2010). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Ediciones Diaz de santos.
- García Sierra, J., Cárcel Carrasco, F. J., & Mendoza Valencia, J. (2019). Importancia del mantenimiento, aplicación a una industria textil y su evolución en eficiencia. *3c Tecnología: glosas de innovación aplicadas a la pyme*, 8(2), 50-67 %@ 2254-4143.
- Gómez de León, F. C. (1998). *Tecnología del mantenimiento industrial*. Editum.
- Guevara Gamarra, C. E. (2019). Propuesta de gestión de mantenimiento centrado en la confiabilidad en la empresa CGW Plastic SAC para la reducción de costos por parada de máquina.

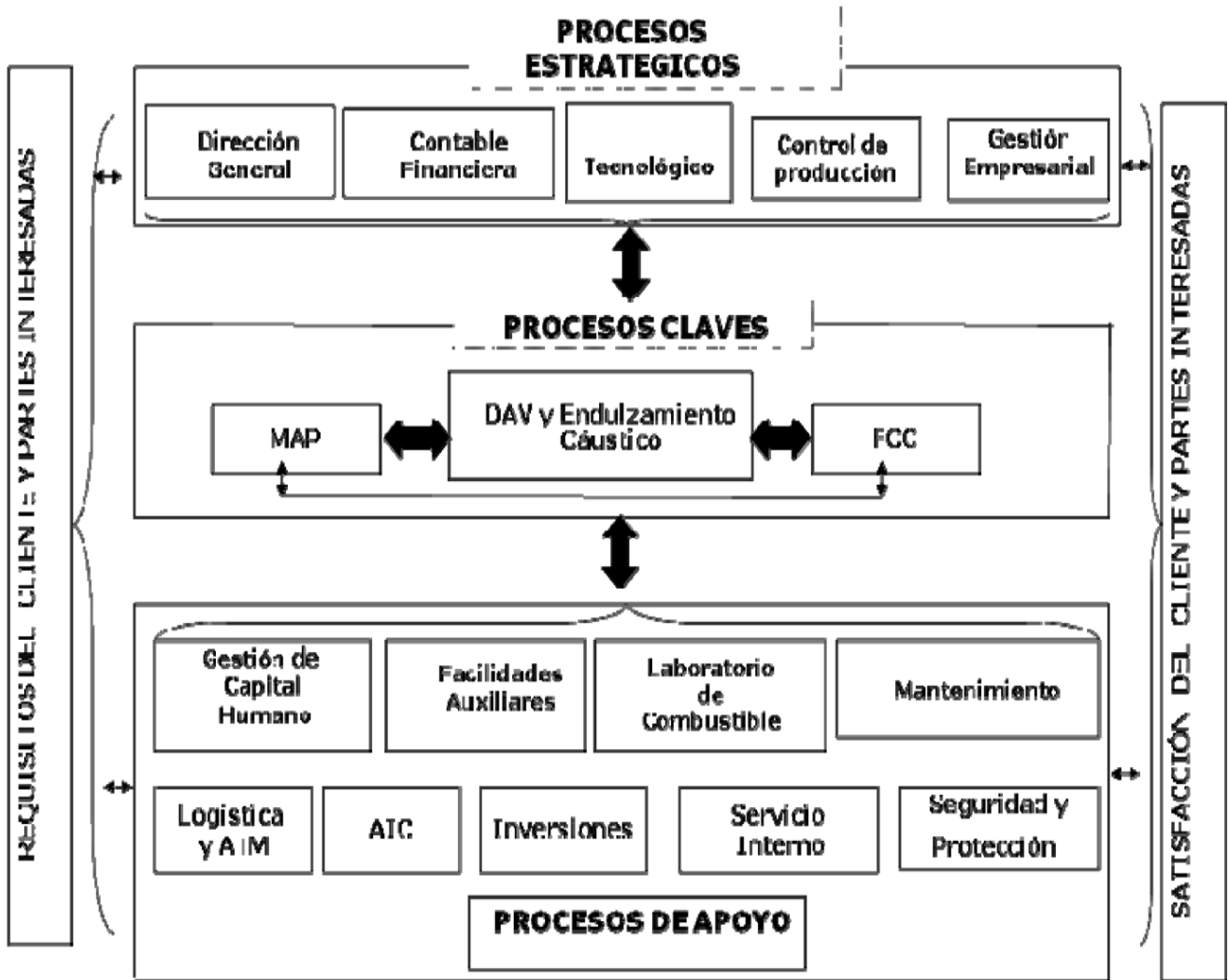


- Jain, A., Bhatti, R., & Singh, H. (2014). Total productive maintenance (TPM) implementation practice: a literature review and directions. *International Journal of Lean Six Sigma* %@ 2040-4166.
- Julca Valdivieso, L. J. (2018). Diseño e implementación de un sistema de gestión del mantenimiento productivo total (TPM) para reducir los costos operativos en la línea de producción de plataformas de la empresa Fabricaciones Metálicas Carranza SA C.
- Marrero Hernández, R. A., & Smith Fernández, A. (2022). Diseño del grupo de expertos para contribuir a la gestión de la planificación del mantenimiento. *Universidad y Sociedad*, 14(S1), 97-109 %@ 2218-3620.
- Marrero Hernández, R. A., Vilalta Alonso, J. A., & Martínez Delgado, E. (2019). Modelo de diagnóstico-planificación y control del mantenimiento. *Ingeniería Industrial*, 40(2), 148-160 %@ 1815-5936.
- Mayorga, A., & Quisphe, J. (2019). Deontología aplicada al mantenimiento de maquinaria industrial por ingenieros mecánicos. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*(2019-05 %@ 2254-7630).
- Mesa, D., & Humberto, W. (2021). Elaboración de un protocolo de mantenimiento preventivo para las áreas de proceso y equipos de la empresa Gecolsa CAT.
- Monseco, M. (2013). Diseño de un plan de mantenimiento para un equipo de alta fiabilidad. *Técnica Industrial*, 301, 40-53.
- Montilla Montaña, C. A. (2016). Fundamentos de mantenimiento industrial.
- Olarte, W., Botero, M., & Cañon, B. (2010). Importancia del mantenimiento industrial dentro de los procesos de producción. *Scientia et technica*, 16(44), 354-356 %@ 0122-1701.
- Pacheco Bado, L. F. (2018). Propuesta de implementación de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en RCM para la reducción de fallas de la maquinaria de la empresa Hydro Pátapo SAC.
- Padilla Salazar, R. E. (2020). Implementación de un plan de mantenimiento preventivo con el uso del modelo PHVA en la empresa AGP Perú SAC.
- Parra, C., & Crespo, A. (2012). Métodos de Análisis de criticidad y Jerarquización de activos. *Sevilla, España: INGEMAN*.
- Pérez Adán, E. (2019). *Diseño de una metodología para generar un plan de mantenimiento a través de la integración de reliability centered maintenance, world class manufacturing y lean manufacturing aplicable en procesos de trefilado de alambrión* [Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito].



- Pérez Rondón, F. A. (2021). *Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial*. (E. USTA, Ed.)
- Pesántez Huerta, A. E. (2007). *Elaboración de un Plan de Mantenimiento Predictivo y Preventivo en Función de la Criticidad de los Equipos del Proceso Productivo de una Empresa Empacadora de Camarón*
- Reyes Ramírez, R. E. (2018). *Planeación Estratégica y Gestión de Mantenimiento en el Instituto Metropolitano Protransporte de Lima*, 2018.
- Sacristán, F. R. (2014). *Elaboración y optimización de un plan de mantenimiento preventivo. Técnica Industrial, 1.*
- Santini, F. (2019). Las nuevas fronteras de la función mantenimiento. *Mantenimiento: ingeniería industrial y de edificios*(321), 6-13 %@ 0214-4344.
- Tsang, A. H. C. (2002). Strategic dimensions of maintenance management. *Journal of Quality in maintenance Engineering* %@ 1355-2511.
- Valencia Canales, J. P. (2022). *Elaboración de un plan de mantenimiento para el incremento de la disponibilidad de equipos de taller en la empresa SOLDESP SAC-Ilo.*
- Vargas Acevedo, S. (2016). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Servicios TRH Ltda.*
- Velmurugan, R. S., & Dhingra, T. (2015). Maintenance strategy selection and its impact in maintenance function: A conceptual framework. *International Journal of Operations & Production Management* %@ 0144-3577.
- Veloz Kruz, J. (2020). HISTORIA Y EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO. *The editorial board bears no responsibility for the content of the abstracts and any possible errors.*, 7.

Anexo 1: Mapa de procesos de la Refinería Petrolera Níco López



Anexo 2: Estructura organizativa de la Refinería Petrolera Níco López

