



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO BASADO EN EL MANTENIMIENTO
PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA LA EMPRESA GB
CHEMPRO C.A.**

Autor:
Jaimes, Antonio

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BASADO
EN EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)
PARA LA EMPRESA GB CHEMPRO C.A.**

Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de
INGENIERO INDUSTRIAL

Autor:
Jaimes, Antonio
C.I. 24.969.631
Tutor: Ing. Viky Mujica

San Diego, Octubre del 2023



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO DE GRADO

ACTA DE APROBACIÓN

INFORME FINAL DE PASANTÍA

TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de _____ para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado:

Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo basado en el mantenimiento predictivo total (TPM) para la empresa GB CHEMPRO C.A

Realizado por el (la) Br. Jaimes Antonio
C.I. N° 24.969.631 cursante de la carrera de Ingeniería Industrial

hace constar después de analizar su contenido y oída la exposición oral, considera que el Informe Final o Trabajo de Grado ha obtenido la calificación de:

APROBADO

NO APROBADO

El Jurado

[Signature]

Tutor Académico (Coordinador)
Nombre: Uday Herrera
C.I.: 12.033.444

[Signature]

Jurado
Nombre: Ivan Villamena
C.I.: 12109963

[Signature]

Jurado
Nombre: Rafa el Torres
C.I.: 5.749.147

Fecha: 15/11/2023



16/11/23



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**CONSTANCIA DE APROBACIÓN PARA LA PRESENTACIÓN
PÚBLICA DEL TRABAJO DE GRADO**

Quien suscribe, Ing. Viky Mujica, portadora de la cédula de identidad N° V.12.033474 en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por el ciudadano Antonio Jaimes, titular de la cédula de identidad N° 24.969.631, título: “**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BASADO EN EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA LA EMPRESA GB CHEMPRO C.A.**”, presentado como requisito parcial para optar al grado académico de Ingeniero Industrial, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que asignen.

En San Diego, a los veintiseis días del mes de octubre del año dos mil veintitrés.

Ing. Viky Mujica

C.I.: 12033474



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA

UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

FACULTAD DE INGENIERÍA

FI I 009 2023-1CR TG

Valencia, 04 de agosto de 2023

Ciudadano:
JAIMES RIERA, ANTONIO RAMON
24.969.631
Presente -

Cumplo con informarle que la comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 07-2023 de fecha 13/06/2023 aprobó el proyecto de grado titulado:

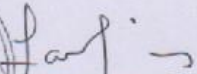
Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo basado en el Mantenimiento Productivo Total (TPM) para la empresa GB Chempro C.A.

Presentado por usted como requisito para optar al título de Ingeniero Industrial.

Se ratifica la designación del Tutor Académico que lo asesorará en el desarrollo de este proyecto a:
Dra. Viky Coromoto Mujica Figueredo, titular de la cédula de identidad V-12.033.474

Atentamente




Dra. Laura Aurora Sáenz Palencia
Decana de la Facultad de Ingeniería

e.e. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado de la Facultad de Ingeniería

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar les agradezco a mis padres Antonio Jaimes y Maribel Riera, que siempre me han brindado su apoyo incondicional para poder cumplir todos mis objetivos personales y académicos. Ellos son los que con su cariño me han impulsado siempre a perseguir mis metas y nunca abandonarlas frente a las adversidades. Incondicionalmente me ofrecieron las herramientas necesarias, estuvieron conmigo en mis momentos de felicidad y de tristezas, sacrificaron muchas cosas por darme una carrera, por ellos y para ellos es mi logro.

Agradecido con una persona especial en mi vida Josfrancis Torres, quien me apoyó siempre y estuvo ahí para darme el ánimo y el apoyo que necesitaba para realizar esta meta.

A mi tutor empresarial, Ing. Eliud Sánchez, quien me guío durante el inicio de mis proyectos tanto universitarios como los proyectos de mejora continua, planificación además de todo lo que sigo aprendiendo de su persona, asimismo, a mi tutora académica Ing. Vicky Mujica.

A la Universidad José Antonio Páez, me permitió alcanzar esa meta que en un punto de mi vida veía imposible.

Mis compañeras de clases Gabriel Matute y Astrid Aponte, gracias por su amistad, apoyo y complicidad.

A mis profesoras Nelly Niño, Ana Avendaño, Angélica Jaramillo, Vicky Mujica., y al profesor Manuel Cuadrado, los cuales desde que los conocí lo que he hecho es aprender de ellos, me apoyaron siempre en mi crecimiento y siempre me ayudaban cada vez que surgía alguna duda, siempre pude contar con ellos.

A todos aquellos que de una u otra forma contribuyeron con mi formación universitaria, mi más fiel reconocimiento.

Antonio R. Jaimes R.

DEDICATORIA

Las metas no se pueden lograr en soledad y sin motivación alguna, es importante la colaboración alguna de nuestros seres queridos a nuestro lado, capaces en todos los sentidos y darlo todo por uno sin esperar recompensa, es por ello que mi informe de pasantías va dedicado con mucho amor, cariño y respeto a:

Mis Padres, Antonio Jaimes y Maribel Riera, por haberme dado la existencia, todo su apoyo y por inculcarme la importancia de la educación, quienes son los pilares fundamentales de este sueño, pues cada que pasa me dan fuerza para seguir adelante, ellos se merecen un futuro mejor, se merecen una hijo que les de amor y sabiduría.

Josfrancis Torres, quien ha estado en mis momentos malos, me dio ánimos y me apoyo a superarlos, y sin dudas, este logro es por ella.

Por todos ellos seguiré adelante, más fuerte que nunca y sé que con su ayuda triunfare.

Dios los bendiga.

Antonio R. Jaimes R.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO

	pp.
RESUMEN.....	ix
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO	
I EL PROBLEMA	
1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.2 Formulación del problema.....	5
1.3 Objetivos de la investigación.....	5
1.3.1 Objetivo general.....	5
1.3.2 Objetivos específicos.....	5
1.4 Justificación.....	6
1.5 Alcance y Limitaciones.....	7
II MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes de la investigación.....	9
2.2 Bases teóricas.....	12
2.2.1 Mantenimiento.....	12
2.2.2 Mantenimiento Preventivo.....	13
2.2.3 Manual de Mantenimiento.....	14
2.2.4 El TPM (Mantenimiento Productivo Total).....	16
2.2.5 La Implantación de TPM.....	17
2.3 Bases Legales.....	22
2.4 Definición de Términos Básicos.....	25
III MARCO METODOLÓGICO	
3.1 Enfoque de la investigación.....	26
3.2 Tipo de la investigación.....	26
3.2 Diseño de la investigación	27
3.3 Nivel de la investigación.....	28
3.4 Población y muestra.....	28
3.4.1 Población.....	28
3.4.2 Muestra.....	28
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	29
3.5.1 Técnicas de recolección de datos.....	29
3.5.2 Instrumentos utilizados en la recolección de datos.....	29
3.6 Validación del Instrumento.....	31
3.7 Técnicas de análisis de los datos.....	31
3.9 Fases metodológicas.....	31

IV RESULTADOS

4.1 Fase I: Diagnóstico de la situación actual de los equipos relacionados con la línea de producción de peróxido de hidrogeno.....	34
4.2 Fase II: Análisis de las causas que afectan actualmente a los equipos relacionados con la línea de producción de peróxido de hidrogeno de GB Chempro C.A.....	54
4.3 Fase III: Diseño de un plan de mantenimiento preventivo basado en el mantenimiento productivo total (TPM).....	59
4.4 Fase IV: Evaluación de la factibilidad económica, técnica, operativa, social y ambiental de la propuesta.....	75

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones.....	81
Recomendaciones.....	83
REFERENCIAS.....	84
ANEXOS.....	86



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BASADO
EN EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)
PARA LA EMPRESA GB CHEMPRO C.A.**

Autor: Jaimes, Antonio

Tutor Académico: Ing. Viky Mujica

Fecha: Octubre 2023

RESUMEN INFORMATIVO

El propósito de este proyecto de grado es proponer un plan de mantenimiento preventivo basado en el mantenimiento productivo total (TPM) para la empresa GB Chempro C.A., estableciendo una metodología de trabajo mediante la planificación y el establecimiento de rutinas, así como la puesta a punto de las maquinarias y equipos considerados críticos en el proceso productivo de la línea de producción de peróxido de hidrogeno, la recuperación de algunos los cuales se encuentren no operativos y el establecimiento de un plan de mantenimiento eficaz para solucionar los problemas que presenta la organización, en concordancia con las políticas y objetivos de calidad establecidos. Por ello, el estudio será enmarcado dentro de la modalidad de un proyecto factible, con un diseño de campo, puesto que se recopilará la información directamente de los objetos de estudio, que en este caso son las máquinas pertenecientes a la línea de peróxido de hidrogeno de la empresa GB Chempro C.A., que es la zona donde ocurren las paradas de producción. En la investigación se utilizarán técnicas de recolección de datos como la observación directa, entrevista semi- estructurada, revisión documental y bibliográfica. Línea de Investigación: Ciencias cognitivas y aplicadas.

Descriptores: Plan de Mantenimiento Preventivo, TPM y Línea de Producción.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la tendencia de la economía en conjunto con la globalización de los procesos productivos y la generación de competencias, obliga a las empresas a adaptarse rápidamente y adoptar estrategias para mantener su competitividad en el mercado, de lo contrario, se presentará ante un entorno adverso para su estabilidad y progreso. La fiabilidad y disponibilidad de una planta industrial depende de distintos factores, en primer lugar, de su diseño y calidad en la ejecución de su construcción, de acuerdo a las exigencias, producción y demás características previamente definidas; en segundo lugar depende del personal de producción, el cual opera las instalaciones, maquinarias y equipos de la empresa; por último, aunque igual de importante, depende de su mantenimiento realizado.

Es evidente que las organizaciones más eficientes tienen un sistema de mantenimiento bien estructurado, organizado, planificado e implementado, jugando un papel importante para la empresa ya que forma parte de las acciones para prevenir el desgaste prematuro de las máquinas, equipos e instalaciones que la conforman. La empresa GB CHEMPRO, C.A. dedicada a la producción de peróxido de hidrógeno, ubicada en la Carretera Nacional Cagua-Santa Cruz, cruce con calle 3, Zona Industrial Santa Cruz, estado Aragua. En la actualidad quiere mejorar sus actividades de mantenimiento, debido a que la empresa presenta una ideología de mantenimiento predominada por las actividades reactivas, atendiendo los problemas cuando se presentan, situación que a corto plazo desde la inauguración de la planta podía creerse rentable, pero una vez transcurrido el tiempo, se hace evidente el desgaste, fallas y problemas que presentan las maquinarias, equipos e instalaciones.

El propósito de este proyecto de grado es proponer el diseño de un plan de mantenimiento preventivo basado en el mantenimiento productivo total (TPM) para la empresa GB Chempro C.A., estableciendo una metodología de trabajo mediante la planificación y el establecimiento de rutinas, así como la puesta a punto de las maquinarias y equipos considerados críticos en el proceso productivo de la línea de producción de peróxido de hidrogeno, la recuperación de algunos los cuales se encuentren no operativos y el establecimiento de un plan de mantenimiento eficaz para solucionar los problemas que presenta la organización, en concordancia con las políticas y objetivos de calidad establecidos.

El presente proyecto de grado está conformado por (4) capítulos, como se describe a continuación:

El Capítulo I. El Problema, es donde se define el problema, identificando la empresa caso en estudio (GB Chempro C.A.), sus deficiencias, causas y consecuencias que busca solventar este proyecto de grado, estableciendo unos objetivos para esto y determinando el alcance y las limitaciones presentes para su elaboración.

El Capítulo II. Marco Teórico, se señalan los estudios previos referentes al proyecto de grado que funcionan como antecedentes y se definen todas aquellas bases teóricas y legales que se consideran necesarias para la realización del plan de mantenimiento preventivo basado en el mantenimiento productivo total (TPM) para la empresa GB Chempro C.A. Además, se definieron términos característicos que guardan relación directa con el tema estudiado.

El Capítulo III. Marco Metodológico, es la sección metodológica donde se identifica el enfoque, tipo, diseño y nivel de la investigación, se caracterizó la población y la muestra, asimismo se describieron las técnicas para la recolección de información tales como: observación directa, entrevistas estructuradas y revisión documental. Como también, las técnicas de análisis y procesamiento de datos, que finalmente requiere de la validación de los instrumentos aplicados en la investigación. Y se plantearon además las fases metodológicas para el desarrollo del estudio, donde se describen los pasos ordenados para su realización, la obtención y clasificación de la información para desarrollar el proyecto de grado.

El Capítulo IV. Resultados, este fue contentivo del desarrollo de las fases metodológicas, según fueron planteadas en el capítulo anterior para el cumplimiento de los objetivos específicos. Finalmente se dieron paso a las conclusiones y recomendaciones obtenidas en el estudio realizado.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

El presente capítulo, según Arias, F. (2012), consiste en describir de manera amplia la situación objeto de estudio, para ubicarla en un contexto que permita comprender su origen y sus relaciones.

1.1 Planteamiento del Problema.

Si bien es cierto que la evolución del desarrollo industrial llevó al mundo productivo a automatizarse, trajo como consecuencia la dependencia de las máquinas para el proceso productivo, haciéndolas más críticas para la producción, y para asegurar su buen funcionamiento y asegurar productividad de una empresa, el personal que trabaja en ella debe conocer profundamente la filosofía de conservación industrial.

Es lógico entonces, que las industrias dediquen tanto tiempo y dinero en el cuidado y mantenimiento de estos equipos que pasaron a ser la herramienta fundamental de su producción. Año a año el área de mantenimiento ha ido tomando un papel protagónico dentro de las empresas, ya que el hecho de conservar los equipos en perfecto estado, va de la mano con su buen desempeño y a su vez, esto afecta directamente con la producción de la organización, lo cual influye de modo inmediato sobre la gestión y supervivencia de cualquier empresa.

Es ineludible que todas las empresas de producción posee cierta cantidad de equipos dentro de sus instalaciones, capaces de realizar de un modo más eficiente el proceso productivo, es por esto, que la necesidad de generar un plan de mantenimiento para garantizar un estado idóneo y confiable de estos equipos pasa a un primer plano dentro del orden de prioridades de una organización.

Tal es el caso, GB Chempro C.A, una compañía dedicada a la producción de peróxido de hidrógeno, que desde Marzo de 1991 se encuentra operando en Venezuela y es a partir del 11 de Noviembre del 2019 cuando pasa a formar parte del grupo GrandBay. La planta está ubicada en la Carretera Nacional Cagua-Santa Cruz, cruce con calle 3, Zona Industrial Santa Cruz, estado Aragua. En la actualidad, GB Chempro, C.A. es una de las empresas con mayor conocimiento en el proceso de blanqueo en la industria papelera. Este conocimiento es la mejor carta de presentación en Venezuela y en el mercado internacional. GB Chempro, C.A. como se dijo anteriormente tiene por actividad operativa la producción de peróxido de hidrógeno. En una etapa inicial se obtiene el producto a una concentración de 35%, donde posteriormente utilizando una

columna de destilación la concentración es elevada al 70%. Comercialmente el peróxido de hidrógeno se distribuye a los clientes a diferentes concentraciones (35%,50%,60% y70%), este producto es utilizado principalmente en la industria papelera y textil como agente blanqueador.

Actualmente dicha organización se ha visto afectada en el último año de producción hasta la fecha por múltiples paradas no planificadas dentro de la línea de producción, lo que ha generado, retrasos en el sistema productivo, gastos elevados y retrabajos. Hasta ahora en lo que respecta al mantenimiento de equipos está orientado a la realización de mantenimientos correctivo únicamente o catalogado como emergencia, es decir, solamente en el caso de la ocurrencia de fallas de las máquinas en la línea de producción de peróxido de hidrogeno, lo que trae como consecuencia paradas no programadas constantes, limitando así el rango de acción de mantenimiento y desmejorando la vida útil de los equipos de manera progresiva, esto sin contar la pérdida de tiempo y dinero que representa una parada de planta.

A continuación se muestra en la tabla 1 los niveles de producción en la línea de producción de peróxido, la cual está diseñada para producir 1400 toneladas de peróxido de hidrogeno mensuales, pero por las diversas limitantes de eficiencia en los reactores de lecho catalítico, se tiene una meta de producción estándar de 700 toneladas de peróxido de hidrogeno mensuales. El propósito de esto es mostrar de una forma cuantitativa los posibles efectos negativos de las paradas no planificada en la línea caso en estudio, durante el año 2023.

Tabla 1 Producción Planteado vs Real (línea de producción de peróxido)

	PRODUCCIÓN PLANIFICADA (TON/MES)	PRODUCCIÓN REAL (TON/MES)	% CUMPLIMIENTO DE PRODUCCIÓN
Enero-2023	700	420	60%
Febrero-2023	700	460	66%
Marzo-2023	700	380	54%
Abril-2023	700	400	57%
TOTAL	2.800	1.660	59%

Fuente: GB Chempro C.A. (2023)

Por lo tanto, se demuestra que la empresa GB Chempro C.A., ha dejado de producir 1.140 TON/MES generando pérdidas monetarias que no han sido cuantificadas, ocasionadas por las paradas imprevistas de los diferentes equipos que intervienen en el proceso productivo. De igual manera para visualizar mejor los resultados antes expuesto, se presenta en la Tabla 2 la frecuencia

de las paradas en la línea objeto de estudio, por presentarse algún tipo de avería o falla en los equipos que operan para la producción de peróxido durante el período en evolución.

Tabla 2 Frecuencias de las paradas no planificadas (línea de producción de peróxido)

	PARADAS PLANIFICADAS	PARADAS REALES
Paradas Enero-2023	1	3
Paradas Febrero-2023	1	4
Paradas Marzo-2023	1	2
Paradas Abril-2023	1	5
TOTAL	5	14

Fuente: GB Chempro C.A. (2023)

En la tabla anterior se puede visualizar el comportamiento de los equipos en la línea de producción de peróxido de hidrogeno de la empresa GB Chempro C.A., correspondiente al período de Enero a Abril del año 2023, donde se ve reflejado que las paradas es superior a lo planificado, para un total de catorce (14) paradas durante los meses del año en curso.

Entonces, la presente investigación plantea como propósito diseñar un plan de mantenimiento preventivo basado en el mantenimiento productivo total (TPM) para la empresa GB Chempro C.A., para lograr el mayor tiempo de servicio de los equipos y máquinas en la línea de producción de peróxido de hidrogeno, ya que se presume, que de continuar con esta problemática, la empresa queda expuesta a seguir incurriendo en costos operacionales, de mano de obra, pérdida de tiempo por las paradas no planificadas y el re-trabajado, al no garantizar el correcto funcionamiento de la empresa.

1.2 Formulación del Problema.

Con lo antes descrito, se plantea ¿De qué manera se puede disminuir el número de paradas no planificadas en la empresa GB Chempro C.A?

1.3 Objetivos de la Investigación.

1.3.1 Objetivo General.

Proponer el diseño de un plan de mantenimiento preventivo basado en el mantenimiento productivo total (TPM) para la empresa GB Chempro C.A.

1.3.2 Objetivos Específicos.

- Diagnosticar la situación actual de los equipos relacionados con la línea de producción de peróxido de hidrogeno.

- Analizar las causas que afectan actualmente a los equipos relacionados con la línea de producción de peróxido de hidrogeno de la empresa GB Chempro C.A.
- Diseñar plan de mantenimiento preventivo basado en el mantenimiento productivo total (TPM) para los equipos relacionados a la línea de producción de peróxido de hidrogeno de la empresa GB Chempro C.A.
- Evaluar la factibilidad económica, técnica, operativa, social y ambiental de la propuesta del diseño de un plan de mantenimiento preventivo basado en el mantenimiento productivo total (TPM) para la empresa GB Chempro C.A.

1.4 Justificación de la Investigación.

Hoy en día se define el mantenimiento como la función empresarial que por medio de sus actividades de control, predicción, revisión, mejoramiento y reparación, permiten garantizar el funcionamiento regular y el buen estado de conservación de los equipos e instalaciones, éste es importante ya que reduce las fallas y tiempos muertos, mejora la utilización de recursos y ahorra cantidades monetarias significantes.

Como estas herramientas no pueden mantenerse en buen funcionamiento por sí solos, se debe contar con un grupo de personas que se encarguen de velar por el cuidado y conservación de las partes físicas que las componen, es decir, un equipo especializado en realizar el mantenimiento preventivo de los equipos, para encontrar, prevenir y anticipar las fallas utilizando como referencia datos y teniendo como guía un manual que especifique un plan de mantenimiento de éstos, su respectivo despiece y las medidas de seguridad que hay que tomar debido a los riesgos que pueden existir.

Centrados en este enfoque, todas las empresas, inclusive las pertenecientes al sector industrial, buscan que sus procesos productivos se encuentren en óptimas condiciones, ya que esto les permite ahorrar costos, mejorar la calidad del producto y brindar precios competitivos en el mercado que todos se traducen en un beneficio para la empresa. Tal es el caso de la empresa Gb Chempro, C.A, la cual desea tener mayor disponibilidad de los equipos en la línea de producción de peróxido de hidrogeno, para así tener mayor producción, menor costos de mantenimiento de los equipos y mayor competitividad en el mercado.

En todo caso la prolongación de la vida útil de las maquinarias es un ahorro significativo en materia económica, por lo cual es de vital importancia la implementación de un plan de mantenimiento preventivo que represente un mejoramiento en el sistema productivo de la empresa.

De tal forma, que la importancia y justificación del plan de mantenimiento preventivo basado en el mantenimiento productivo total (TPM) para la empresa GB Chempro C.A. Es puntualizada a continuación:

- Mayor disponibilidad de las equipos de la empresa para la producción de peróxido de hidrogeno.
- Disminución en los costos de mantenimiento, principalmente mantenimientos correctivos o catalogados como emergencia.
- Mayor competitividad en el mercado nacional e internacional.
- Garantizar los niveles de producción en la línea de peróxido de hidrogeno.
- Evitar la ocurrencia de fallas o paradas inesperadas.
- Realizar la reparación de las maquinarias e infraestructuras en combinación con la planificación de un plan de mantenimiento mejorará la cantidad de horas hombres necesarios para la realización de las tareas en las distintas áreas que componen a GB Chempro C.A., permitiendo un proceso estable.
- Cumplir con la misión de la empresa de hacer uso de la tecnología, instalaciones y procesos eficientes para satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes.

De igual forma, el desarrollo de este trabajo de grado tendrá influencia en la elaboración de otros trabajos de investigación de la Universidad José Antonio Páez (UJAP) en aplicación de la Ingeniería Industrial, destinados a realizar un plan de mantenimiento preventivo basado en el mantenimiento productivo total (TPM) para la empresa GB Chempro C.A.

Por último, el estudio servirá de guía para aquellas organizaciones que tienen una precaria filosofía de mantenimiento preventivo y esperan que la maquinaria con la que disponen sea aprovechada al máximo, como también será el norte de aquellas personas u organizaciones que desean realizar investigaciones relacionadas con desarrollo de manuales de mantenimiento.

1.5 Alcances y Limitaciones de la Investigación.

El trabajo de investigación tuvo como finalidad realizar un plan de mantenimiento preventivo basado en el mantenimiento productivo total (TPM) para la empresa GB Chempro C.A., específicamente en la línea de producción de peróxido de hidrogeno, para así bajar los costos de mantenimiento, aumentar la producción de peróxido de hidrogeno, mejor administración de la mano de obra para el mantenimiento preventivo y el mejoramiento continuo. No obstante, no se

considera la ejecución e implementación del estudio. Quedando en manos de los representantes de la compañía la decisión de poner en marcha esta propuesta.

Para todo esto se diseña un plan de mantenimiento preventivo basado en el mantenimiento productivo total (TPM) para la empresa GB Chempro C.A. para ello se debe realizar:

- Capacitaciones para el personal de la empresa en cuanto al mantenimiento productivo total (TPM).
- Diseña plan de mantenimiento preventivo basado en el mantenimiento productivo total (TPM) para la empresa GB Chempro C.A.
- Seguimiento mensual a la producción.
- Identificar causas de paradas y realizar planes de acción asertivos.

Mientras que el tiempo fue una limitante, ya que a medida que se prolonga esta problemática, las paradas no planificadas tienden a aumentar su ocurrencia, además la vida útil de los equipos disminuye considerablemente por la falta de control y mantenimiento preventivo, la cual están expuestos los equipos encargados de la línea de producción de peróxido de hidrogeno.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Según Ballestrini, M. (2002) el marco teórico es “el resultado de la selección de aquellos aspectos más relacionados del cuerpo teórico epistemológico que se asume, referidos al tema específico elegido para su estudio”. (p.91). En consecuencia, cualquiera que sea el punto de partida, para la delimitación y el tratamiento del problema se requiere de la definición conceptual y la ubicación del contexto teórico que orienta el sentido de la investigación.

2.1 Antecedentes de la Investigación.

Según Ballestrini, M. (2002) "los antecedentes muestran la descripción de los elementos teóricos planteados por diferentes autores y que permiten al investigador fundamentar su proceso de conocimiento"(p. 64). Dentro de las cuales destacan las citadas a continuación:

Guamanquispe y Caguana (2022) en su trabajo titulado “**Desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo basado en el mantenimiento productivo total para la maquinaria en la línea pintura de la Empresa Carrocerías Varma de la ciudad de Ambato**”. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Mecánica. El cual estuvo enmarcado dentro del tipo de investigación de proyecto factible, con un diseño de campo-documental y de nivel descriptivo.

El proyecto se desarrolló con la finalidad de establecer un plan de mantenimiento preventivo, aplicando la filosofía del mantenimiento productivo total de manera que, contribuya a extender la vida útil de las máquinas y herramientas presentes en la línea de pintura. Para el desarrollo de este proyecto se realizó un inventario con el propósito de conocer la codificación, cantidad y estado de funcionamiento de las máquinas y herramientas, posteriormente se aplicó la filosofía del TPM en la cual se ejecutaron actividades como la selección del equipo piloto, aplicación de las “5S” y mantenimiento autónomo, se procedió al análisis modal de fallos y efectos con el propósito de identificar las posibles averías y la criticidad de los componentes, mediante las gamas de mantenimiento se determinó las acciones preventivas para cada uno de ellos considerando la frecuencia de acción y tiempo de duración.

Para completar con el proyecto se realizó un plan anual de mantenimiento preventivo con la finalidad de facilitar las tareas que se organizaron de manera que sean aplicadas durante un año considerando su frecuencia y duración respectivamente. Este trabajo permitió obtener información para detallar aquellos puntos de mayor relevancia para levantar la criticidad de los equipos en los

procesos productivos de una empresa y el impacto que causaría la implantación de un plan de mantenimiento.

De igual forma, se presenta a Benavides (2022) en su trabajo de grado titulado “**Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo aplicado a la maquinaria pesada de la Municipalidad Distrital de Cajaruro, Provincia de Utcubamba – Amazonas**” para optar el título profesional de ingeniero mecánico en la Universidad Politécnica Amazónica de Perú.

El trabajo tuvo como objetivo proponer un plan de mantenimiento preventivo aplicado a la maquinaria pesada de la Municipalidad Distrital de Cajaruro, Provincia de Utcubamba – Amazonas. La investigación se determinó como aplicada y usa una metodología no experimental y descriptiva según datos encontrados en la empresa, con estos se determinó un plan de mantenimiento basado en los tiempos que da el fabricante. La metodología aplicada fue una combinación de documental con proyecto factible en un diseño de campo.

En la empresa se registraron un total de 56 paradas por mantenimiento correctivo y 147 por mantenimiento preventivo estas determinaron indicadores para la confiabilidad entre 59% y 85%, para la mantenibilidad se encontró entre 14.53 y 75.56 horas y por último para la disponibilidad se tuvo 57% y 93%. Con el plan de mantenimiento propuesto estos indicadores aumentan con intervalos de confiabilidad entre 84% y 89%, de mantenibilidad de 10.36 y 40.50 y la disponibilidad entre 83% y 97% generando un beneficio económico en ahorro en un 68% del gasto empleado en el mantenimiento actual.

La contribución de esta investigación al presenta trabajo especial de grado, radica en el manejo y aplicación de las normas técnicas para el diagnosticar la efectividad de la gestión de mantenimiento de la empresa

Asimismo, Alarcón y Romero (2020) en su trabajo previo para la obtención del título en Ingeniería Industrial en la Universidad Politécnico Salesiana ubicada en Ecuador, titulado “**Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para una empresa productora y comercializadora de harina y aceite de pescado ubicada en la Ciudad de Santa Elena**”. El proyecto tuvo como objetivo optimizar los procesos de mantenimiento preventivos de los equipos productivos de la empresa Nutrifishing, S.A. (empresa productora y comercializadora de harina y aceite de pescado). Metodológicamente fue de tipo factible orientado en realizar un plan de mantenimiento, apoyado en una investigación de campo. Para efecto de recolección de información se utilizó como técnica la observación directa y como instrumento un Check List, el cual permitió registrar la valoración

técnica y física de las condiciones del equipo en estudio. La propuesta estuvo encabezada con el diseño del plan de mantenimiento preventivo, basado en las especificaciones técnicas del fabricante, así como de los técnicos internos y/o externos de la empresa para así evaluar en detalle oportuno de cada equipo y la frecuencia de los diversos mantenimientos preventivos establecidos.

Este estudio representa un aporte conceptual en cuanto a la metodología de diseño de un plan de mantenimiento orientado a una empresa, junto a la ampliación de conceptos y técnicas de diagnóstico e implementación de trabajos de mantenimiento preventivos.

Además, Castillo, AJ y Marcelo, JP (2020). En su trabajo de grado titulado “**Diseño de un plan de mantenimiento productivo total para incrementar la productividad en la empresa Cerámicos Cajamarca SRL**” (Tesis de licenciatura). Repositorio de la Universidad Privada del Norte. La investigación tuvo como objetivo diseñar un Plan de Mantenimiento Productivo Total con el fin de incrementar la productividad en la empresa. Para iniciar se utilizaron técnicas como la observación directa, entrevistas y análisis de información, como instrumentos de recolección un cuestionario no estructurado, Check List y se utilizó ficha de diagnóstico.

Las metodologías que permitieron procesar la información y determinar la situación actual de la Gerencia de Mantenimiento fueron el diagrama de Ishikawa, diagrama de procesos, diagrama de barras, análisis de los equipos con mayor grado de criticidad y la metodología AMFE. Al diseñar el plan de Mantenimiento Productivo Total (TPM), se consideró el mantenimiento autónomo, planificado (Programa de Actividades de Mantenimiento), la calidad (Programa de Capacitación), la seguridad y la salud (5s).

Este trabajo contribuye a este de manera que explica la metodología de estudio de los procesos de mantenimiento a través de un análisis de la situación actual e identificación de los problemas de mayor importancia para la realización de un plan de mantenimiento orientados al Mantenimiento Productivo Total (TPM).

Por último, Torres (2018) en su trabajo de grado titulado “**Diseño del proceso de gestión del mantenimiento preventivo para los equipos en una empresa comercializadora de alimentos al mayor, ubicada en Caracas, Venezuela**” presentado en la Universidad Católica Andrés Bello-Venezuela, para optar al título de Ingeniero industrial. Se tomó la modalidad de un proyecto factible y fue considerado con una investigación de tipo descriptiva con un nivel de campo. Por lo tanto, fue necesaria una investigación cuyo objetivo principal fue el diseño de una gestión de mantenimiento preventivo. Para diseñar el plan de estos equipos, se recopilaron los

manuales de cada uno y toda la información que poseían la Gerencia, a su vez se realizaron entrevistas, encuestas y observaciones directas para de esta manera lograr describir los equipos, los procesos de mantenimiento que se aplicaban y poder analizar las fallas recurrentes que se presentaban.

Adicionalmente, se diseñaron fichas técnicas de los equipos, se definieron los niveles mínimos de inventario en stocks a mantener para garantizar la ejecución del plan de mantenimiento propuesto y se elaboraron los indicadores de gestión para la Gerencia de Mantenimiento realice el debido monitoreo y control de los trabajos realizados por su personal a cargo.

La similitud de dicho estudio con el presente estudio es porque ambos requieren de la necesidad de disminuir los índices de fallas en los equipos, los cuales ocasionan paradas innecesarias en la línea de producción. Entonces, con las propuestas planteadas en el proyecto sirvieron de apoyo documental para el diseño de las medidas correctivas, para optimizar el funcionamiento interno de la empresa GB Chempro C.A.

2.2 Bases Teóricas.

A continuación, se presentan una serie de conceptos y teorías que permitirán la comprensión de la investigación y de esta manera solventar cualquier duda referente a los términos manejados. Se hizo mención de conceptos fundamentales tales: mantenimiento, historia, tipos de mantenimiento, máquinas o equipo y generalidades del TPM, obteniendo como resultado una información amplia y precisa sobre el tema. Por lo que al momento de realizar esta investigación fue necesario consultar libros, páginas web, revistas y extraer información que fue de vital ayuda para realizar dicha obra y lograr dar salida a cada uno de los objetivos planteado.

2.2.1 Teoría Central de la Investigación.

2.2.1.1 Mantenimiento

Según García, S. (2009). “El mantenimiento se define como la combinación de actividades mediante las cuales un equipo o un sistema se mantiene en, o se restablece a, un estado en el que puede realizar las funciones designadas”. (p. 78). El mantenimiento es un factor importante en la calidad de los productos ya que si no está presente sucederán inconsistencias en el proceso productivo que dan por resultado una variabilidad excesiva en el producto, y en consecuencia, una producción defectuosa.

2.2.1.2 Evolución del Mantenimiento

Desde los inicios del hombre, las herramientas fabricadas por él se han perfeccionado día con día, debido a que éstas lo ayudaban a transformar la naturaleza y todo lo que lo rodea, permitiendo así solventar y satisfacer las necesidades básicas. A través del tiempo y la evolución del hombre, estas herramientas han ido progresando, y a partir de ese momento ha surgido el mantenimiento, de la necesidad de mantener las herramientas más avanzadas para alargar su vida útil y garantizar su funcionamiento, lo cual siguió sujetado de manos de la evolución técnica y la evolución de la actividad productiva. (Evolución del Mantenimiento, 2018)

Con el pasar del tiempo, han ocurrido cambios en función a la importancia de la manutención de este tipo de herramientas o equipos importantes, el mantenimiento se tecnificó después de la Segunda Guerra Mundial y tuvo que hacerlo en la medida en que evolucionaron una serie de factores tales como el desarrollo técnico de las máquinas, la protección del medio ambiente, el desarrollo socio-económico de la población y el desarrollo de la ciencia y tecnología. (Evolución del Mantenimiento, 2018).

Durante la Primera Revolución Industrial, se consideraba que para fabricar un producto de cualquier tipo se necesitaba emplear un 90% de mano de obra, dejando así el restante 10% a herramientas o equipos, donde se desarrollaba mantenimiento nada más cuando ocurría un fallo y se imposibilitaba la utilización del equipo. Con el paso del tiempo y con los cambios que iba imponiendo el desarrollo industrial, se obligó a que se siguiera una filosofía de mejoramiento continuo con respecto a las máquinas y el mantenimiento de las mismas, en la actualidad se consigue obtener un producto o servicio con máquinas que se encargan de elaborar más de 90% de éste, lo cual ha sido posible por la dedicación que la humanidad le ha puesto al desarrollo de las labores de cuidado a los recursos físicos de ella (Evolución del Mantenimiento, 2018).

2.2.1.3 Mantenimiento Preventivo

Según la Norma COVENIN 3049-93 “*Mantenimiento. Definiciones*”:

El mantenimiento preventivo es el que utiliza todos los medios disponibles, incluso los estadísticos, para determinar la frecuencia de las inspecciones, revisiones, sustitución de piezas claves, probabilidad de aparición de averías, vida útil, u otras. Su objetivo es adelantarse a la aparición o predecir la presencia de las fallas. (p.2).

Este tipo de mantenimiento disminuye los tiempos ociosos y los paros imprevistos, como también reduce los costos de reparación y los pagos de tiempo extra de los operadores encargados de realizar el mantenimiento. Con respecto a lo expresado, este tipo de mantenimiento influye en

la calidad de los bienes producidos, disminuye los desperdicios y productos no conformes; mejorando la calidad del producto y aumentando así el prestigio de la compañía.

2.2.1.4 Manual de Mantenimiento

Un manual de mantenimiento es un documento donde se describen las normas, la organización y los procedimientos que se deben seguir y cumplir para realizar las operaciones de mantenimiento en una empresa. Prando (1996) afirma: “El Manual de Mantenimiento es un documento indispensable para cualquier tipo y tamaño de industria. Refleja la filosofía, política, organización, procedimientos de trabajo y de control de esta área de la empresa.” (p.6). Es por esto que el manual está compuesto por procesos de planeación, organización, ejecución y control; donde en cada una de las etapas se describen los procedimientos y las operaciones necesarias para administrar el proceso de mantenimiento de una forma amplia.

Existen tres tipos de manuales de mantenimiento:

- (a) **Manual de Mantenimiento Predictivo:** Contempla las revisiones periódicas (usualmente programadas) para detectar cualquier condición (presente o futura) que pueda o pudiera impedir el uso adecuado y seguro del equipo, para así poder corregirla, y mantener la condición de uso óptimo del equipo.
- (b) **Manual de Mantenimiento Preventivo:** Contempla los ajustes, repuestos, modificaciones, limpieza y reparaciones necesarias para mantener un equipo o máquina en condiciones seguras de operación, con la finalidad de evitar paradas no planificadas y daños al operador y el equipo en sí.
- (c) **Manual de Mantenimiento Correctivo:** Contempla las reparaciones, cambios o modificaciones de cualquier equipo cuando se detectó una avería o falla que pudiera poner en riesgo el funcionamiento del mismo o la seguridad del operario.

Con el presente trabajo de investigación se busca desarrollar un **Manual de Mantenimiento Preventivo**, en busca de conseguir los mismos objetivos que un manual de mantenimiento provee:

- (a) Maximizar la disponibilidad de maquinarias y equipos para la producción, de manera que siempre estén aptos y en condición de operación inmediata.
- (b) Lograr el mayor tiempo de servicio de las instalaciones y maquinarias productivas con el mínimo costo posible.
- (c) Disminuir los paros imprevistos, es decir, minimizar las operaciones de mantenimiento correctivo, y así disminuir gastos de reparaciones y sobretiempo.

Un manual de mantenimiento se encuentra dividido de la siguiente manera:

- **Identificación**

Todos los manuales de mantenimiento deben contener identificación, de la Empresa GB Chempro C.A. Y se rigen por un lineamiento documental, donde cada página del manual debe estar estructurada de la misma forma, el encabezado de la página contiene la siguiente información:

- (a) **Logotipo de la empresa:** GB Chempro C.A.
- (b) **Título:** Debe expresar lo más posible del documento.
- (c) **Código:** Se codifica bajo el siguiente esquema: XX-YYY-ZZ-WW###-###)
- (d) **Versión:** Identifica los ciclos de cambios que haya sufrido el documento, sean de forma o de fondo.
- (e) **Fecha de Publicación:** Fecha en la que el documento fue publicado por última vez y a partir de la cual entra en vigencia obligando a cada unidad de negocio a la cual le aplique el documento, que no exceda a seis (6) meses para su cumplimiento.

El pie de página contiene:

- (a) **Elaborado por:** En este campo se refleja el cargo de la persona que desarrolla el manual.
- (b) **Revisado por:** En este campo se refleja el cargo de la persona que revisa el manual, en su forma y fondo. Puede ser uno o varios responsables, de acuerdo con las interacciones del documento.
- (c) **Aprobado por:** En este campo se refleja el cargo de la persona que aprueba el manual, una vez realizada una última revisión. Según se defina, puede ser uno o varios responsables.
- (d) **Fecha de Elaboración:** Fecha en la que el manual fue elaborado.
- (e) **Fecha de Revisión:** Fecha en el que el manual fue revisado.
- (f) **Fecha de Aprobación:** Fecha en el que el manual fue aprobado.
- (g) **Número de Página:** Identifica tanto la página actual como la cantidad de páginas totales del manual.
- (h) **Estado:** Corresponde a la condición en la cual se encuentra el manual, que puede ser: En elaboración, Publicado u Obsoleto.

- **Objetivo**

Indica el motivo por el cual se elabora el manual, dando respuesta al para qué se elaboró, contiene el objetivo y el alcance del manual.

- **Referencias Normativas**

Es una lista de los documentos que establecen el marco de cumplimiento que debe ser exigido o contemplado en el desempeño de cada proceso que le dan origen al documento específico, tales como: legislación o norma aplicable, requisito del sistema de gestión.

- **Modificación**

Se indica la frecuencia de cambio que requiere el documento y las condiciones de aplicabilidad de cambio fuera de la frecuencia establecida. La revisión de los documentos se realiza cada dos años, sin embargo, las modificaciones en el documento pueden realizarse cuando se amerite en función a cambios en los procesos.

- **Distribución de Copias Controladas**

Es una lista de las áreas de divulgación del manual.

- **Áreas de Aplicación y Alcance**

Se indica el alcance del documento en términos de áreas, procesos, departamento y cargos de ser necesario.

2.2.1.5 El TPM (Mantenimiento Productivo Total)

Surgió en Japón gracias a los esfuerzos del Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) como un sistema destinado a lograr la eliminación de las seis grandes pérdidas de los equipos, a los efectos de poder hacer factible la producción, la cual tiene como objetivos primordiales la eliminación sistemática de desperdicios. El objetivo del mantenimiento de máquinas y equipos se puede definir cómo conseguir un determinado nivel de disponibilidad de producción en condiciones de calidad exigible, al mínimo coste y con el máximo de seguridad para el personal que las utiliza y mantiene. Por disponibilidad se entiende la proporción de tiempo en que está estipula la producción respecto al tiempo total. Para García, S. (2020), el TPM “es una filosofía de mantenimiento cuyo objetivo es eliminar las pérdidas en producción debidas al estado de los equipos” (p. 25). En otras palabras, mantener los equipos en disposición para producir a su capacidad máxima productos de la calidad esperada, sin paradas no programadas. Se entiende entonces perfectamente el nombre: mantenimiento productivo total, o mantenimiento que aporta una productividad máxima o total. Esto supone:

- Cero averías.
- Cero tiempos muertos.
- Cero defectos achacables a un mal estado de los equipos.
- Sin pérdidas de rendimiento o de capacidad productiva debidos a estos de los equipos.

- **Metas del TPM**

García, S. (2020). El mantenimiento ha sido visto tradicionalmente con una parte separada y externa al proceso productivo. TPM emergió como una necesidad de integrar el departamento de mantenimiento y el de operación o producción para mejorar la productividad y la disponibilidad. En una empresa en la que TPM se ha implantado toda la organización trabaja en el mantenimiento y en la mejora de los equipos. Se basa en cinco principios fundamentales:

- Participación de todo el personal, desde la alta dirección hasta los operarios de planta. Incluir a todos y cada uno de ellos permite garantizar el éxito del objetivo.
- Creación de una cultura corporativa orientada a la obtención de la máxima eficacia en el sistema de producción y gestión de los equipos y maquinarias. Se busca la eficacia global.
- Implantación de un sistema de gestión de las plantas productivas tal que se facilite la eliminación de las pérdidas antes de que se produzcan.
- Implantación del mantenimiento preventivo como medio básico para alcanzar el objetivo de cero pérdidas mediante actividades integradas en pequeños grupos de trabajo y apoyado en el soporte que proporciona el mantenimiento autónomo.
- Aplicación de los sistemas de gestión de todos los aspectos de la producción, incluyendo diseño y desarrollo, ventas y dirección.

2.2.1.6 La Implantación de TPM

Para García, S. (2020), el tiempo necesario para completar el programa varía de 1 a 3 años, y suele desarrollarse de la siguiente manera:

- La Gerencia da a conocer a toda la empresa su decisión de poner en práctica TPM.
- Se realiza una campaña masiva de información y entrenamiento a todos los niveles de la empresa de tal manera que todo el mundo entienda claramente los conceptos de TPM. Se utilizan todos los medios posibles como charlas, posters, diario mural, entre otros, de tal manera que se cree una atmósfera favorable al inicio del programa.
- Se definen y emiten las políticas básicas y las metas que se fijarán al programa TPM.
- Se define un plan maestro de desarrollo de TPM que se traduce en un plan o programa de todas las actividades y etapas.
- Una vez terminada la etapa preparatoria anterior se da la partida oficial al programa TPM con una ceremonia inicial con participación de las más altas autoridades de la empresa y con invitados de todas las áreas.

- Se inicia el análisis y mejora de la efectividad de cada uno de los equipos de la planta. Se define y establece un sistema de información para registrar y analizar sus datos de fiabilidad y mantenibilidad
- Se define el sistema y se forman grupos autónomos de mantenimiento que inician sus actividades inmediatamente después de la partida oficial. En este momento el departamento de mantenimiento verá aumentar su trabajo en forma considerable debido a los requerimientos generados por los grupos desde las áreas de producción.
- Se implementa un sistema de mantenimiento programado en el departamento de mantenimiento.
- Se inicia el entrenamiento a operadores y mantenedores a fin de mejorar sus conocimientos y habilidades.
- Se crea el sistema de mejoramiento de los equipos de la planta que permite llevar a la práctica las ideas de cambio y modificaciones en el diseño para mejorar la confiabilidad y mantenibilidad.
- Se consolida por último la implantación total de TPM y se obtiene un alto nivel de efectividad del equipo. Con este objeto se deben crear estímulos a los logros internos del programa TPM en los diversos departamentos de la empresa.

- **Pilares del TPM (Mantenimiento Productivo Total)**

García, S. (2020). Estos son puntos de apoyo fundamentales del TPM para ser implementado, lo cual se logra con una metodología establecida; son:

- **Mejoras enfocadas:** Se permite optimizar la efectividad de los equipos plantas y procesos, su esfuerzo radica en evitar la cualquiera de las pérdidas de las empresas.
- **Mantenimiento autónomo:** Consiste en realizar actividades menores de mantenimiento.
- **Mantenimiento planificado:** Permite evitar fallas en los equipos o sistemas instalados.
- **Mantenimiento de la calidad:** Trata de mantener las condiciones óptimas en la funcionalidad de los equipos, con el fin de no desmejorar la calidad de los productos.
- **Mantenimiento temprano (prevención del mantenimiento):** Son tareas de diseño, montaje y operación de los equipos, esto garantiza la calidad de operación de los equipos, pretende elevar y mantener al máximo la confiabilidad y disponibilidad de los equipos.

- **Mantenimiento de las áreas administrativas:** Se trata de las áreas de apoyo logístico a operación, producción y mantenimiento
- **Entrenamiento, educación, capacitación y crecimiento:** Establece políticas que permita que todos los colaboradores de la empresa se mantengan educados, entrenados, motivados, etc.
- **Seguridad, higiene y medio ambiente:** Se garantiza la inexistencia o la minimización de los accidentes laborales.

2.2.1.7 Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMEF)

Merchán, A. (2015) “Es una herramienta que tiene como finalidad el aseguramiento de la calidad de un producto o proceso por medio de un análisis metódico, que consiste en identificar los diferentes modos de fallo antes que se generen, de modo que sean eliminados o minimizados”. (p.54). Este análisis permite identificar las diferentes causas y efectos generados por dichos modos de fallos estableciendo un índice que permita evaluar la gravedad, frecuencia y la facilidad de detección del fallo, con la finalidad de priorizar los más relevantes y en consecuencia ejecutar acciones correctivas.

2.2.18 Objetivos del AMEF

Para Merchán, A. (2015) los objetivos de la AMEF:

- Identificar los probables modos de fallos y sus causas relacionadas a los equipos del proceso productivo.
- Determinar las consecuencias que generan los fallos en el rendimiento del proceso productivo.
- Establecer la prioridad de los modos de fallo con la finalidad de determinar los más representativos.
- Disponer de acciones preventivas y correctivas con el propósito de evitar los fallos identificados.

Índices de Ponderación

Los índices de ponderación se evalúan por medio de valores que van desde el número 1 hasta el 10 considerando la frecuencia, gravedad y detección del modo de fallo.

Índice de Gravedad (G)

Este índice establece la importancia del efecto del modo de fallo potencial según la repercusión en el usuario. (ver tabla 3).

Tabla 3 Índice de la gravedad del modo de fallo

GRAVEDAD	CRITERIO	VALOR
Muy Baja Repercusiones imperceptibles	No es razonable esperar que este fallo de pequeña importancia origine efecto real alguno sobre el rendimiento del sistema. Probablemente, el cliente ni se daría cuenta del fallo	<i>1</i>
Baja Repercusiones irrelevantes apenas perceptibles	El tipo de fallo originaría un ligero inconveniente al cliente. Probablemente, éste observará un pequeño deterioro del rendimiento del sistema sin importancia. Es fácilmente subsanable	<i>2-3</i>
Moderada Defectos de relativa importancia	El fallo produce cierto disgusto e insatisfacción en el cliente. El cliente observará deterioro en el rendimiento del sistema	<i>4-6</i>
Alta	El fallo puede ser crítico y verse inutilizado el sistema. Produce un grado de insatisfacción elevado	<i>7-8</i>
Muy Alta	Modalidad de fallo potencial muy crítico que afecta el funcionamiento de seguridad del producto o proceso y/o involucra seriamente el incumplimiento de normas reglamentarias. Si tales incumplimientos son graves corresponde un 10.	<i>9-10</i>

Fuente: Merchán, A. (2015)

Índice de Frecuencia (F)

Establece la posibilidad de causas potenciales que generen un modo de fallo, la cual se basa en una evaluación subjetiva, donde es recomendable utilizar información histórica y estadística de la empresa. (ver tabla 4).

Tabla 4 Índice de frecuencia o probabilidad del modo de fallo.

FRECUENCIA	CRITERIO	VALOR
Muy Baja	Ningún fallo se asocia a procesos casi idénticos, ni se ha dado nunca en el pasado, pero es concebible.	<i>1</i>
Baja	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos. Es razonablemente esperable en la vida del sistema, aunque es poco probable que suceda.	<i>2-3</i>
Moderada	El defecto aparece ocasionalmente en procesos similares o previos al actual. Probablemente aparecerá algunas veces en la vida del componente/sistema	<i>4-5</i>
Alta	El fallo se ha presentado con cierta frecuencia en el pasado en procesos similares o previos procesos que han fallado	<i>6-8</i>
Muy Alta	Fallo casi inevitable. Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente	<i>9-10</i>

Fuente: Merchán, A. (2015)

Índice de detección (D)

Este índice determina la detección del modo de fallo con antelación de manera que se pueda detectar el fallo antes que el producto llegue al usuario. No es probable que verificaciones de control de calidad al azar detecten la existencia de un defecto aislado y por tanto no resultarán en un cambio notable del grado de detección. Un control de detección válido es el muestreo hecho con bases estadísticas. (ver tabla5).

Tabla 5 Índice de la facilidad de detección del modo de fallo.

DETECTABILIDAD	CRITERIO	VALOR
Muy Alta	El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes	<i>1</i>

Alta	El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría en alguna ocasión escapar a un primer control, aunque sería detectado con toda seguridad a posterior	2-3
Mediana	El defecto es detectable y posiblemente no llegue al cliente. Posiblemente se detecte en los últimos estudios de producción	4-5
Pequeña	El defecto es de tal naturaleza que resulta difícil detectarlo con los procedimientos establecidos hasta el momento	6-8
Improbable	El defecto no puede detectarse. Casi seguro que lo percibirá el cliente final	9-10

Fuente: Merchán, A. (2015)

Índice de Prioridad de Riesgo (IPR)

Para obtener el índice de prioridad de riesgo, se debe multiplicar los tres índices descritos anteriormente como son la gravedad, frecuencia y la detectabilidad.

$$IPR = GFD$$

Ecuación 1

Dónde:

IPR= Índice de prioridad de riesgo

G= Gravedad

F= Frecuencia

D= Detectabilidad

2.3 Bases Legales

Las bases legales, tal como la denominación de la sección lo indica, se incluyen todas las referencias legales que soportan el tema o problema de investigación. Por lo que hay que hacer notar que para el presente trabajo es relevante incluir las leyes que permitan tomar como respaldados los basamentos jurídicos.

- **Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1.999)**

Para ello, se consultaron, la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1.999) publicada en Gaceta Oficial N° 36.860, en su Capítulo VII, de los Derechos Económicos en las disposición fundamental en el Artículo 117 establece que:

Artículo 117. Todas las personas tendrán derecho a disponer de bienes y servicios de calidad, así como a una información adecuada y no engañosa sobre el contenido y características de los productos y servicios que consumen; a la libertad de elección y a un trato equitativo y digno. La ley establecerá los mecanismos necesarios para garantizar esos derechos, las normas de control de calidad y cantidad de bienes y servicios, los procedimientos de defensa del público consumidor, el resarcimiento de los daños ocasionados y las sanciones correspondientes por la violación de estos derechos.

Entonces, la empresa GB Chempro C.A, caso en estudio, por ser una compañía dedicada a la producción de peróxido de hidrógeno, debe regirse en tales disposiciones por el tipo de producto que fabrican.

- **Ley Orgánica del Sistema Venezolano para la Calidad (2.002)**

De igual forma, se destaca la Ley Orgánica del Sistema Venezolano para la Calidad (2.002), N° 37.555 que establece una serie de artículos con el objeto desarrollar los principios orientadores que en materia de calidad consagra la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, tales como:

Artículo 5: Las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, que produzcan bienes o presten servicios y los comercialicen, deberán suministrar la información necesaria que permita la posterior comprobación de la calidad de los mismos.

Artículo 6: Las personas naturales, jurídicas, públicas o privadas cuyas actividades o intereses se encuentren regulados por esta Ley, deberán prestar su colaboración y suministrarán la información y documentación que le requiera el personal autorizado por el Ministerio de la Producción y el Comercio, o los organismos en quien este Ministerio delegue, para el cumplimiento de sus funciones establecidas en esta Ley y su Reglamento.

Artículo 7: Las personas naturales o jurídicas, públicas y privadas están obligadas a proporcionar bienes y prestar servicios de calidad. Cuando así haya sido especificado, estos bienes y servicios deberán cumplir con los reglamentos técnicos que a tal efecto se dicten. En el caso de que dichos bienes o servicios estén basados en normas, según lo establecido en esta Ley para el ámbito de desarrollo voluntario de sistemas de calidad, las no conformidades de cumplimiento con normas se podrán dirimir o decidir a través de fórmulas de arbitraje basadas en los procedimientos de evaluación de la conformidad entre las partes involucradas.

- **Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN)**

La Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN, creada en 1958, es el organismo encargado de programar y coordinar las actividades de Normalización y Calidad en el país. Para llevar a Cabo el trabajo de elaboración de normas, la COVENIN constituye Comités y Comisiones Técnicas de Normalización donde participan organizaciones gubernamentales y no gubernamentales relacionadas con su área específica.

Las Normas Venezolanas Covenin son necesarias para cualquier organización, ya que éstas regulan las condiciones bajo las cuales deben funcionar y las normas que son obligatorias cumplir, para efectos de la línea de producción de peróxido de hidrogeno de la empresa GB Chempro C.A., por lo que a continuación se procede a mencionar las empleadas en dicha investigación:

- **Norma COVENIN N° 3049-93**

Dicha norma COVENIN, se encarga de programar y coordinar todas aquellas actividades básicas para la ejecución de mantenimientos a las máquinas en el país, siguiendo procedimientos escritos apoyados en esta norma y principios de calidad. Su creación se basa en la unificación de criterios y fundamentos teóricos aplicables para acciones de mantenimiento. Sirve como una guía normalizada que hace mención a términos conceptuales considerables en el ámbito de organización de mantenimiento, aspectos administrativos, técnicos, de ejecución-producción y costo. Esta norma venezolana establece el marco conceptual de la función de mantenimiento a fin de desarrollar los criterios y principios básicos de dicha función; su aplicación está enfocada a los sistemas en operación, sujetos a acciones de mantenimiento.

- **Decreto 1644/2008 (La normativa aplicable a máquinas)**

El decreto 1644/2008, de 10 de octubre, del Ministerio de la Presidencia por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas. Este tiene por objeto establecer las prescripciones relativas a la comercialización y puesta en servicio de las máquinas, con el fin de garantizar la seguridad de las mismas y su libre circulación, de acuerdo con las obligaciones establecidas en la Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006, relativa a las máquinas y por la que se modifica la Directiva 95/16/CE. Este real decreto se aplicará a los siguientes productos: Las máquinas, los equipos intercambiables, los componentes de seguridad, los accesorios de elevación, las cadenas, cables y cinchas, los dispositivos móviles de transmisión mecánica.

2.4 Definición de Términos Básicos.

Es una aclaratoria de palabras y términos que ameritan una definición que asegure un entendimiento homogéneo del trabajo de grado.

Confiabilidad: Es la probabilidad de que una máquina no falle en un momento dado bajo condiciones establecidas.

Costo: Valor monetario de un objeto.

Costos de Mantenimiento: Es la sumatoria en términos monetarios, de los recursos humanos y materiales asociados a la gestión del mantenimiento. Las ejecuciones de estos se transforman en gastos.

Cronograma: Conjunto de actividades planteadas para un límite de tiempo.

Disponibilidad: Es la probabilidad de que una máquina esté en capacidad de cumplir su misión en un momento dado bajo condiciones determinadas.

Especificaciones: Es el documento que describe en forma clara y precisa las características técnicas esenciales de una máquina, incluyendo los procedimientos de funcionamiento de la misma.

Fallos: Es un evento no previsible, inherente a las máquinas o equipos, que impiden que estos cumplan su función bajo condiciones establecidas o que no la cumplan.

Manual: Libro o folleto en que se detallan aspectos sobre un tema específico.

Sistemas de Mantenimiento: Es un conjunto coherente de políticas y procedimientos, a través de los cuales se realiza la gestión de mantenimiento para lograr la disponibilidad requerida de las máquinas al costo más conveniente.

Vida Útil: Es el período durante el cual una máquina cumple un objetivo determinado, bajo un costo aceptable para la organización.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se describe la metodología empleada para cumplir con cada uno de los objetivos planteados, como a la vez se describe el proceso con el cual se desarrolló esta investigación, también es importante definir otros aspectos fundamentales que contribuyen a una mejor comprensión del proyecto.

3.1. Enfoque de la Investigación.

Según el análisis y alcance de los resultados se clasifica como una investigación mixta, ya que incluye las características de los enfoques cuantitativo y cualitativo. Según Sampieri, (2014) el estudio es cuantitativo porque se utiliza la recolección y el análisis de los datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente basándose en lo estadístico en el conteo y la medición numérica para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población. Mientras que es de enfoque cualitativo porque se estudia la realidad en su contexto natural, interpretando fenómenos de acuerdo a las personas implicadas utilizando instrumentos para recopilar información: entrevistas, guía de observación y cuaderno de campo en la que se describe la problemática en la que se encuentra la empresa GB Chempro C.A.

3.2. Tipo de Investigación.

La determinación del tipo de investigación permite establecer cuáles son las técnicas y métodos que se pueden emplear en el mismo. Así se pudo concretar el enfoque de la investigación. Existen varios tipos o niveles de investigación, dependiendo de los fines que se persiguen. Con respecto a esto Tamayo y Tamayo (2007) afirman:

Cuando se va a resolver un problema de forma científica, es muy conveniente tener un conocimiento detallado de los posibles tipos de investigación que se pueden seguir. Este conocimiento hace posible evitar equivocaciones en la elección del método adecuado para un procedimiento específico (p.110).

Según Hernández, R. Fernández, C. y Batista, P. (2010) las Investigaciones Proyectivas son un tipo de investigación que intenta proponer soluciones a una situación determinada a partir de un proceso previo de indagación, donde se busca explorar, describir, explicar y proponer alternativas de cambio. Con esto dicho, se puede concluir que la presente investigación será una Investigación Proyectiva, debido a que se busca la creación o el desarrollo de un Manual de

Mantenimiento Preventivo para cubrir los requerimientos en cuanto a evitar las paradas de producción en la línea de peróxido de hidrogeno de la empresa GB Chempro C.A. De igual forma, la Universidad Pedagógica Libertador (UPEL) (2003) considera que todo tipo de investigación proyectiva se puede considerar como “Proyecto Factible”, y afirma:

El Proyecto Factible consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos. El Proyecto debe tener apoyo en una investigación de tipo documental, de campo o un diseño que incluya ambas modalidades. (p.13)

3.2. Diseño de la Investigación.

El diseño de la investigación se refiere al modo en cómo se da respuesta a las interrogantes formuladas en la investigación. Según Sabino, C. (2012), el objeto del diseño de la investigación “Es proporcionar un modelo de verificación que permita contrastar hechos con teorías, y su forma es la de una estrategia o plan general que determina las operaciones necesarias para hacerla.” (p.91). Con respecto a lo anterior, Arias, F. (2012) clasifica los diseños de investigación en: documental, de campo y experimental (p.26), es así como:

La investigación de campo es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene la información, pero no altera las condiciones existentes. De allí su carácter de investigación no experimental. (Arias, 2012, p.31).

De esta forma se afirma que el proyecto consistió en una investigación de campo, donde se recopila la información directamente de los objetos de estudio, que en este caso son las máquinas pertenecientes a la línea de peróxido de hidrogeno de la empresa GB Chempro C.A., que es la zona donde ocurren las paradas de producción. Por otro lado, el proyecto también se considera documental, según Sanz (2004) "Este tipo de investigación consiste en un análisis de la información escrita sobre un determinado tema, con el propósito de establecer relaciones, diferencias, etapas, posturas o estado actual del conocimiento respecto del tema objeto estudio". (p.48). El estudio se denota de tipo documental porque el investigador debió acudir a la consulta

de una serie de archivos, textos, normas, manuales referentes al tema principal del estudio como es mantenimiento preventivo basado en el mantenimiento productivo total (TPM).

3.3. Nivel de la Investigación.

El proyecto tuvo como nivel de la investigación de tipo descriptiva, ya que en el transcurso del estudio se citaron todas las características esenciales del problema sin profundizar mucho en los principios o inicios de la misma, la investigación descriptiva pretende determinar la naturaleza de una situación igual como aparece en el momento de realizar el estudio. Sabino, C. (2012) comenta “su preocupación primordial radica en describir algunas características fundamentales de conjuntos homogéneos de fenómenos” (p. 43).

3.4 Población y Muestra

3.4.1 Población

Arias, F. (2012) define: “Es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Esta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio”. (p.98). Partiendo de esta definición, se puede indicar que la población para este estudio está conformada por todas las líneas de producción operativas en la empresa GB Chempro C.A.

3.4.2 Muestra

Arias, F. (2012), señala que: “Un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible.” (p.83). Para Arias, F. (2012), en el muestreo intencional "los elementos son escogidos con base en criterios o juicios preestablecidos por el investigador". (p. 101). Para el presente estudio, la muestra fue tomada mediante un muestreo intencional, los equipos utilizado en la línea de peróxido de hidrogeno de la empresa GB Chempro C.A., puesto que se detectaron fallas e ineficiencias en el sistema operativo de las maquinarias en la planta. Por otro lado, como informantes claves para la realización de esta investigación se determinaron:

- a) Jefe de planta.
- b) Supervisor de producción.
- c) Técnicos del área de mantenimiento.
- d) Personal operativo.

3.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.

3.5.1 Técnicas de Recolección de Datos

Las principales técnicas de recolección de datos que se utilizaron en el presente trabajo se describen:

- (a) **La Observación Directa:** Según Tamayo y Tamayo (2007), la observación directa “Es aquella en la cual el investigador puede observar y recoger datos mediante su propia observación” (p.193). Esta técnica se emplea para el reconocimiento y verificación de las máquinas que fueron objeto de estudio y las partes que las componen.
- (b) **Entrevista Estructurada:** Según Arias, F. (2012), “la entrevista estructurada se usa cuando el investigador sabe algo acerca del área de interés, por ejemplo, desde la revisión de la literatura, pero no lo suficiente como para responder las preguntas que se ha formulado”. (p.54). En el presente estudio, se realizaron una serie de preguntas al personal involucrado con la problemática, denominados como informantes claves, para conocer la opinión general referente a la situación actual de los equipos relacionados con la línea de producción de peróxido de hidrogeno.
- (c) **Revisión Documental:** De acuerdo a Hurtado (2008) “Es una técnica que se recurre a la información escrita, ya sea bajo la forma de datos que pueden haber sido productos de mediciones hechas por otros, o como textos que en sí mismos constituyen los eventos de estudio”. (p.24). Se revisaron los manuales de los fabricantes de los equipos, para recopilar la información necesaria acerca de los riesgos que pueden ser causados por la manipulación de las máquinas y se extrajeron datos relacionados con las imágenes de descomposición de los equipos, para luego verificar la existencia o ausencia de sus componentes en el área.
- (d) **Revisión Bibliográfica:** Arias, F. (2012), “Es el procedimiento de recolectar información relacionada al tema de investigación a partir de libros, trabajos de investigación e informes de otros autores, entre otros”. (p. 88). La técnica anteriormente explicada le sirvió al investigador de guía para la elaboración del Manual de Mantenimiento Preventivo, y para la redacción del proyecto.

3.5.2 Instrumentos de Recolección de Datos.

Los instrumentos de recolección de datos son cualquier recurso, dispositivo o formato, que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información en el proyecto son:

- a) **Checklist:** Los listados de control, listados de chequeo, checklist u hojas de verificación, representan formatos generados para controlar el cumplimiento de un listado de requisitos o recolectar datos ordenadamente y de manera sistemática. Se diseñó un formato en Microsoft Excel para hacer comprobaciones sistemáticas de las máquinas en la Planta.
- b) **Registro Fotográfico:** Hurtado, J. (2008), define esta técnica “Como la captura de imágenes, que ofrecen información relevante sobre un suceso, situación, objeto o forma que servirán como referencia para formular una solución que resuelva una problemática” (p. 78). El registro fotográfico fue uno de los pasos indispensables dentro de los procesos de documentación de los elementos o componentes de los equipos relacionados con la línea de producción de peróxido de hidrógeno. Una fotografía permite la observación con todos sus detalles sin necesidad de manipularlo, con lo que se reducen los factores de riesgo.
- c) **Guión de Entrevista:** Hurtado, J. (2008), plantea que “el guión de entrevista debe contener los datos generales de codificación del entrevistado, datos sociológicos y datos convencionales al tema de investigación” (p.46). El proyecto utiliza un guión de preguntas, referente a la investigación previamente preparado por el investigador, el cual permitió una mayor recolección de datos e información para tener un análisis más detallado de los mismos.
- d) **Fichas y Tablas de Resumen:** Según Arias, F. (2012), la información pertinente a un proceso, suceso, o elemento en específico, determina que: “debe ser guardada en un medio material de manera que los datos puedan ser recuperados, procesados, analizados e interpretados posteriormente”. (p. 78). En este sentido los instrumentos que se utilizaron fue las fichas y las tablas de resumen, siendo este uno de los instrumentos de investigación documental más usados ya que estas permiten conservar los datos que se van obteniendo de una manera organizada y visible, para anotar toda la información encontrada en los documentos como los pensamientos, comentarios y argumentos producto de su lectura.
- e) **Cuaderno de campo:** Un cuaderno o libreta de campo, es una herramienta usada para hacer anotaciones. El cuaderno de campo es una herramienta de investigación básica e imprescindible cuando se ejecutan investigaciones que incluyen trabajos de campo. Es un ejemplo clásico de fuente primaria pues tiene que ver con la toma de datos para desarrollar y corroborar hipótesis de estudio.

3.6 Validación del Instrumento

Para los autores Hernández, R. Fernández, C. y Batista, P. (2010) señalan que: “Se refiere al grado en que aparentemente un instrumento de medición mide la variable en cuestión, de acuerdo con voces calificadas” (p.204). Cabe destacar que la validez del instrumento que se utiliza en el proyecto se realiza al guión de preguntas mediante la evaluación de expertos. Para esta investigación se utilizaron tres juicios de expertos, con conocimientos de metodología de la investigación y mantenimiento preventivo de equipos.

3.7 Fases de la Investigación

El plan de trabajo se desarrolló en cuatro (04) etapas principales relacionadas con los objetivos planteados y se explicarán a continuación:

Fase I: Diagnóstico de la situación actual de los equipos relacionados con la línea de producción de peróxido de hidrogeno.

Para llevar a cabo esta etapa, fue necesario conocer la función de las máquinas y su estructura, además de interactuar con el personal que posee la información acerca de ellas. El autor conoce como las máquinas trabajan, mediante la observación de las operaciones, como también, de las entrevistas a los informantes claves. Luego se procede a compilar la información necesaria mediante la revisión documental en manuales de fabricantes de estas máquinas.

Fase II: Análisis de las causas que afectan actualmente a los equipos relacionados con la línea de producción de peróxido de hidrogeno de la empresa GB Chempro C.A.

En esta etapa, se utiliza la Técnica del Análisis de Modo de Falla y Efectos (AMEF), junto con el personal experto de la empresa, quienes expusieron sus opiniones de las posibles causas, efectos, recomendaciones, entre otros. Con la información obtenida se realiza una Matriz de Análisis de Modos y Efectos de Fallas, la cual muestra las causas mayores de 150 Número de Prioridad de Riesgo (NPR), con la evaluación de la Gravedad, Ocurrencia y Detección: $NPR = G \times O \times D$.

Fase III: Diseño de un plan de mantenimiento preventivo basado en el mantenimiento productivo total (TPM) para los equipos relacionados a la línea de producción de peróxido de hidrogeno de la empresa GB Chempro C.A.

En esta fase se procede a diseñar un plan de mantenimiento preventivo basado en el mantenimiento productivo total (TPM) que es un método que se usa para maximizar la disponibilidad del equipo y maquinaria productiva de manufactura, evitando las fallas inesperadas

y defectos generados; el mantenimiento se logra al conservar la máquina actualizada y en condiciones óptimas de operación a través de la participación de diversos departamentos. Bajo este esquema se propone el diseño de un plan de mantenimiento preventivo para los equipos relacionados a la línea de producción de peróxido de hidrogeno de la empresa GB Chempro C.A.

Fase IV: Evaluación de la factibilidad económica, técnica, operativa, social y ambiental de la propuesta del diseño de un plan de mantenimiento preventivo basado en el mantenimiento productivo total (TPM) para la empresa GB Chempro C.A.

Mientras que en esta última fase se evalúa la factibilidad operativa, técnica, social, ambiental y económico de la propuesta presentada a la empresa, como es el diseño de un plan de mantenimiento preventivo basado en el mantenimiento productivo total (TPM) para GB Chempro C.A. Es por ello, que para conocer los beneficios económicos, se utilizaron los siguientes indicadores:

- Tiempo de Retorno de Inversión (TRI).
- Relación = Beneficios/ Costos R (B/C).

3.9 Cuadro de Operacionalización de Variables

Para Arias, F. (2012) exponga en lo que respecta al cuadro técnico metodológico, como “La elaboración y distinción de tópicos a partir de los que se recoge y organiza la información. Para ello se distingue entre categorías o dimensiones que denotan un tópico en sí mismo, y las subcategorías o variables, que detallan dicho tópico en micro aspectos”. (p. 101).

En el presente trabajo de grado, se implementa para establecer las variables e indicadores involucrados en el desarrollo del proyecto de investigación, para así cumplir con los objetivos planteados, y partir de las mismas, plantear preguntas para su aplicación en el diseño de la entrevista estructurada donde se evidencian un total de once (11) ítems que corresponden al instrumento de recolección de datos denominado, guión de entrevista, esta se aplicará al personal técnico-operativo de la línea caso en estudio.

- **OBJETIVO GENERAL:** Proponer el diseño de un plan de mantenimiento preventivo basado en el mantenimiento productivo total (TPM) para la empresa GB Chempro C.A.

Cuadro 1 Cuadro Técnico Metodológico

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	FUENTE
Diagnosticar la situación actual de los equipos relacionados con la línea de producción de peróxido de hidrogeno.	Equipos en la línea de producción de peróxido de hidrogeno.	Capacidad Operativa	Vida Útil	1	Entrevistas Guión de Entrevista
			Eficiencia	2	
			Variables	3	
			Paradas no planificadas	4	
		Mantenimiento	Equipo	5	Entrevistas Guión de Entrevista
			Formato	6	
			Prioridades	7	
			Formación	8	
		Confiabilidad Y Disponibilidad	Inspección	9	Entrevistas Guión de Entrevista
			Fallas	10	
			Responsabilidad	11	

Fuente: Jaimes, A. (2023).

CAPÍTULO IV

LOS RESULTADOS

En lo que concierne a la evaluación de los resultados, según el autor Tamayo y Tamayo, M. (2009), opina lo siguiente: “los datos tienen su significado únicamente en función de las interpretaciones que les da el investigador. De nada sirve una abundante información si no se somete a un adecuado tratamiento analítico; pueden utilizarse técnicas lógicas y estadísticas”. (p.160). En tal sentido, se presenta en este capítulo los resultados del desarrollo de las fases metodológicas planteadas a principios del proyecto, que es “Proponer el diseño de un plan de mantenimiento preventivo basado en el mantenimiento productivo total (TPM) para la empresa GB Chempro C.A.”

4.1 Fase I: Diagnóstico de la situación actual de los equipos relacionados con la línea de producción de peróxido de hidrogeno.

En esta fase se procedió a utilizar la técnica de la observación directa de los equipos relacionados con la línea de producción de peróxido de hidrogeno en la empresa GB Chempro C.A., donde se realizó el presente estudio, para conocer y analizar el entorno en el que se desarrollan las actividades del área que permiten que se lleve a cabo de manera eficiente la producción de la organización, así como también conocer las condiciones de trabajo, la metodología de trabajo y su relación con el personal. En este caso se utilizó como instrumento la *check list*, que consiste en un listado de aspectos observados y evaluados por el investigador, al momento de estar presente en las áreas de trabajo y en contacto con los trabajadores.

4.1.1 Memoria Descriptiva de GB Chempro C.A.

- **Actividad**

GB CHEMPRO, C.A. es una empresa dedicada a la producción de peróxido de hidrógeno. En una etapa inicial se obtiene el producto a una concentración de 35%, donde posteriormente utilizando una columna de destilación la concentración es elevada al 70%. Comercialmente el peróxido de hidrógeno se distribuye a los clientes a diferentes concentraciones (35%,50%,60% y70%), este producto es utilizado principalmente en la industria papelera y textil como agente blanqueador.

- **Calidad**

En la actualidad, GB Chempro, C.A. es una de las empresas con mayor conocimiento en el proceso de blanqueo en la industria papelera. Este conocimiento es la mejor carta de presentación

en Venezuela y en el mercado internacional. Por lo tanto dentro de su proceso de manufactura se cuenta con los respectivos estándares de calidad del producto terminado PT, estos se muestran en la figura 1.



Figura 1 Controles de calidad el PT (peróxido de hidrógeno)
Fuente: <https://gbchempro.com/planta-y-produccion/> (2023).

- **Medio Ambiente**

En GB CHEMPRO, C.A. es un orgullo minimizar todo posible impacto al ambiente debido a sus operaciones, mediante instalaciones adecuadas y planes de contingencia. Por lo que son responsables por el impacto ambiental de los procesos productivos. Además GB CHEMPRO, C.A. es un aliado del ambiente por lo que determina los criterios de cómo ejecutar los procesos y métodos necesarios para asegurar que tanto las operaciones y el control de los procesos sean eficaces, y no causen situaciones inseguras a las personas, ni a la salud, ni al medio ambiente. Por lo que se cumplen con la legislación nacional. Ello afirma que la mejora continua de los procesos es un medio para garantizar los menores impactos al ambiente en consumo de recursos y desechos industriales para ser sustentables en el tiempo.

- **Mercados**

La planta tiene una capacidad de producción mensual de 1.400 Toneladas de Peróxido de Hidrógeno (H₂O₂) considerándolo a concentración del 100%. GB CHEMPRO, C.A. con su

producción abastece las necesidades del mercado nacional, quedando un excedente de la producción la cual se destina a mercados internacionales, mayormente Colombia pero con posibilidades de expansión a otros mercados de Sur América y Centro América. Tomando como referencia los últimos tres años, las estadísticas nos muestran que el total del mercado nacional es abastecido con un 45 – 50% de la producción total de la planta, el excedente se destina a la comercialización en el mercado internacional. Este gráfico 1 muestra el promedio general de la distribución de la producción en los últimos tres años.

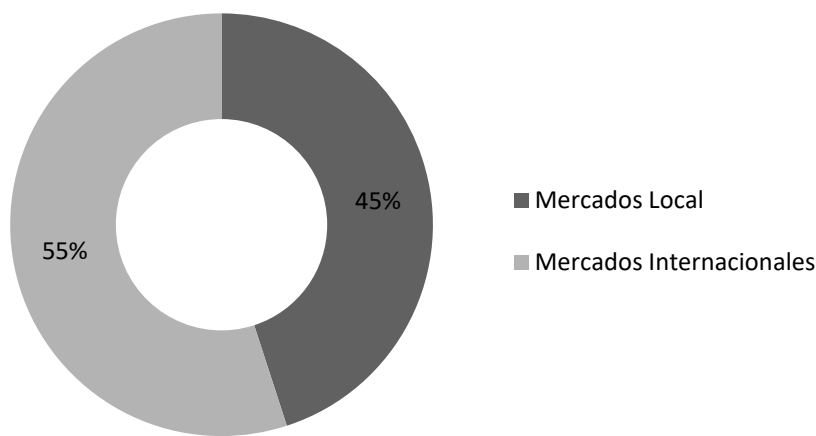


Gráfico 1 Distribución de los Mercados Locales vs Internacionales

Fuente: <https://gbchempro.com/distribucion>. (2023).

- **Clientes**

Mientras que dicha empresa cuenta con una gama de clientes, puesto que el peróxido de hidrógeno es utilizado en los diferentes ámbitos de la vida cotidiana, entonces donde están los clientes y cuáles son los sectores:

- Industria de pulpa y papel.
- Industria azucarera.
- Industria farmacéutica.
- Industria de cosméticos.
- Industria textil.
- Sector lácteos.

Síntesis químicas, en la elaboración de productos terminados especializados en desinfección destinados a:

- Sector salud (hospitales).
- Alimentos, en el lavado y la preservación.
- Lácteos, para estabilización en el traslado de lácteos y jugos.
- Industria de envasados y embotelladoras, desinfección de las líneas de envasado y embotellado y lavado de envases. (ver figura 2).



Figura 2 Clientes

Fuente: <https://gbchempro.com/nuestros-clientes>. (2023).

- **Materias Primas (MP)**
 - Soluto.
 - Solventes.
- **Insumos**
 - Estabilizador.
 - Filtro de solvente.
 - Catalizador.
 - Extracción del peróxido.
 - Producción de hidrógeno.

Mientras que en la Tabla 6 se describe un resumen del sistema de producción de la línea de producción de peróxido de hidrogeno en la empresa GB Chempro C.A., con elementos como: productos, clientes, materiales, proveedores, actividades, mano de obra, equipos, espacio físico y otros.

Tabla 6 Descripción del Sistema de Producción GB Chempro C.A.

PRODUCTOS		CLIENTES	
Peróxido de hidrógeno a diferentes concentraciones (35%,50%,60% y70%)		Interno: Almacén de Producto Terminado PT Externo: <ul style="list-style-type: none"> • Industria de pulpa y papel. • Industria azucarera. • Industria farmacéutica. • Industria de cosméticos. • Industria textil. • Sector lácteos 	
MATERIALES		PROVEEDORES	
<ul style="list-style-type: none"> • Materias Primas (MP): Solutu y Solventes. • Insumos: <ul style="list-style-type: none"> • Estabilizador. • Filtro de solvente. • Catalizador. • Extracción del peróxido. • Producción de hidrógeno. 		Interno: Almacén de Materia Prima MP Externo:	
ACTIVIDADES			
MANO DE OBRA	EQUIPOS Y MAQUINARIAS	ESPACIO FÍSICO	OTROS
Tres (3) Operadores por Turno <ul style="list-style-type: none"> • Área de Reformador • Área de Oxidación. • Área de Destilación. Total Mano de Obra: Nueve (9) Operadores en la línea de peróxido de hidrógeno	(ver Cuadro 1.) Equipos y maquinarias de la línea de peróxido de hidrógeno en GB Chempro C.A.	3364m ²] Capacidad de producción 1400 TON/MES de peróxido de hidrogeno mensuales. [[Meta de producción estándar de 700 TON/MES]

Autor: Jaimes, A. (2023)

- **Proceso**

El proceso interno de la línea de producción de peróxido de hidrogeno en la empresa GB Chempro C.A., empieza con la adquisición de la materia prima, para posteriormente ser trasladada a las instalaciones, y dar cumplimiento con el proceso de recepción y almacenamiento MP, y proceder a ejecutar las diversas tareas de manufactura, como son la preparación de la solución, el procesamiento del gas, y finalmente la extracción, lavado, secado y destilación del peróxido de hidrogeno, para de esta manera almacenar el PT, y finalizar con la distribución a los clientes. (ver figura 3).

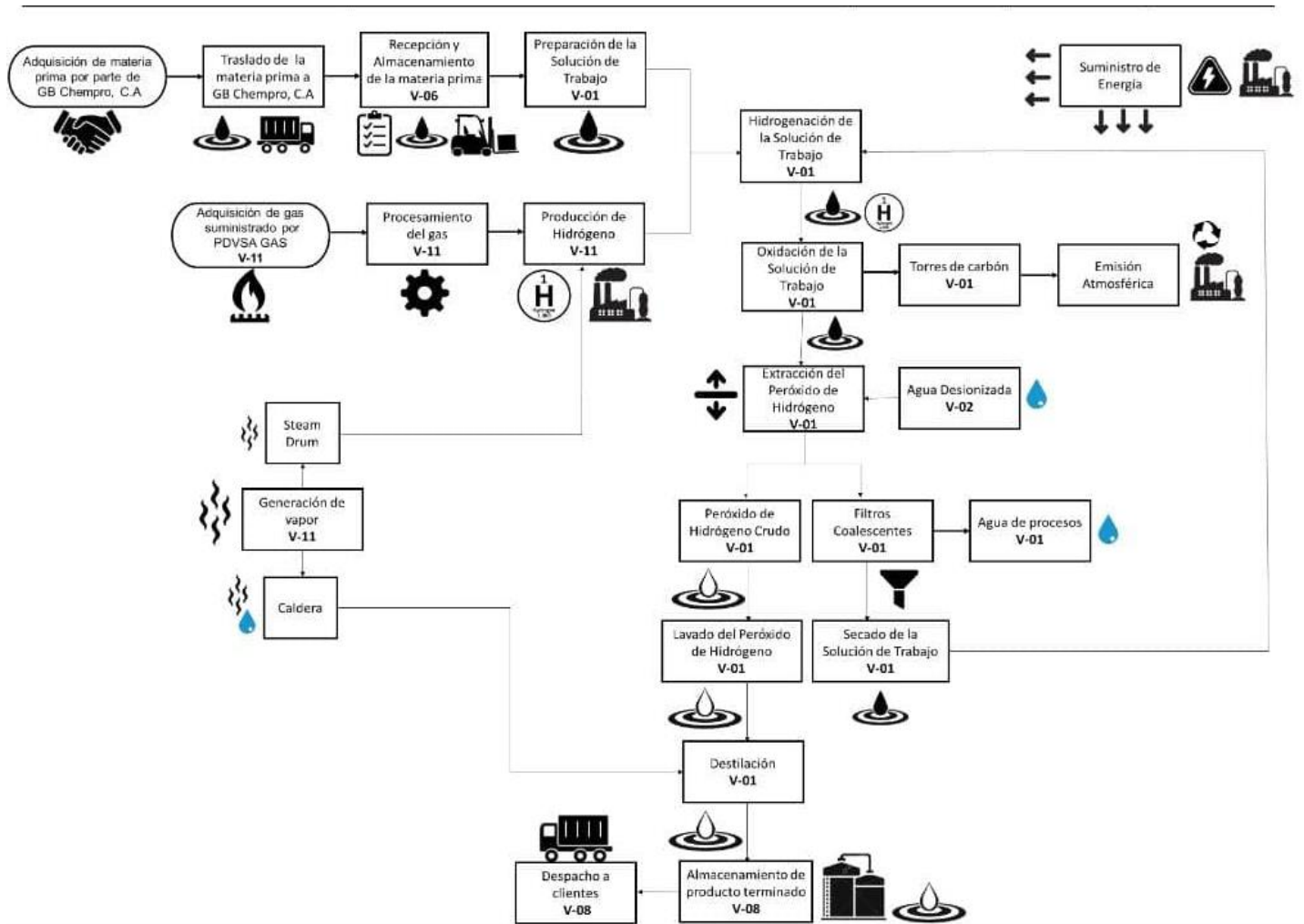


Figura 3. Diagrama de bloque del proceso en la línea de producción de peróxido de hidrogeno
Autor: Jaimes, A. (2023).

- **Equipos**

Las maquinarias y equipos son muy importantes ya que estas permiten que las actividades de la línea de producción se ejecuten con mayor facilidad; debido a esto se consideró un punto

fundamental en la realización de esta investigación. A continuación se procede a describir el inventario de los equipos y maquinarias de la línea de producción de peróxido de hidrogeno en la empresa GB Chempro C.A., la cual se divide en tres (3) áreas operativas: (ver cuadro 2).

Cuadro 2 Inventario de los equipos y maquinarias de la línea de producción de peróxido de hidrogeno en la empresa GB Chempro C.A.

ÁREAS OPERATIVAS	CÓDIGO	DENOMINACION/ EQUIPOS	ESTADO	CANTIDAD
ÁREA DE REFORMADOR DE HIDROGENO	2569A	COMPRESOR DE GAS RECIPROCASTE	Funcionando	1
	2831A	CALDERA DE VAPOR	Fallas Frecuentes	1
	2833B	DESULFURIZADOR	Buen Estado	1
	2789B	REFORMADO DE HIDROGENO	Buen Estado	1
	2710B	QUEMADOS SECUNDARIO	Buen Estado	1
ÁREA DE OXIDACIÓN	2347	COMPRESOR DE OXIDACIÓN (CAPACIDAD 9000 m ³)	Buen Estado	1
	2131	COMPRESOR DE INSTRUMENTO	Fallas Frecuentes	1
	2835	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE AGUA	Fallas Frecuentes	1
	2878	TRATAMIENTO DE AGUA POR OSMOSIS INVERSA	Funcionando	1
ÁREA DE DESTILACIÓN	5335	TORRE DE DESTILACIÓN	Fallas Frecuentes	1
	5221	REACTOR CATALÍTICO	Buen Estado	1
	5347	COMPRESOR CHILLER (ENFRIAMIENTO DEL PRODUCTO)	Funcionando	1
	53999	TORRE DE ALUMÍNIO (FILTRADO)	Buen Estado	1
	5300	TANQUE DE SOLUCIÓN DE TRABAJO	Funcionando	1

Autor: Jaimes, A. (2023).

Durante el proceso de recopilación de datos, se observó que en la línea de producción de peróxido de hidrogeno en la empresa GB Chempro C.A., no se cuenta con todos los manuales de las máquinas que fueron objeto de estudio en la investigación. A raíz de esto, se procedió junto

con el Jefe de Planta, a la búsqueda vía internet de los catálogos y folletos técnicos, con el fin de solicitar información referente a manuales de fabricantes de los equipos estudiadas.



Figura 4 Caldera de Vapor 2831A
Autor: Jaimes, A. (2023).



Figura 5 Sistema de Enfriamiento de Agua 2835
Autor: Jaimes, A. (2023).



Figura 6 Compresor de Instrumentos 2131
Autor: Jaimes, A. (2023).



Figura 7 Torre de Destilación 5335
Autor: Jaimes, A. (2023).

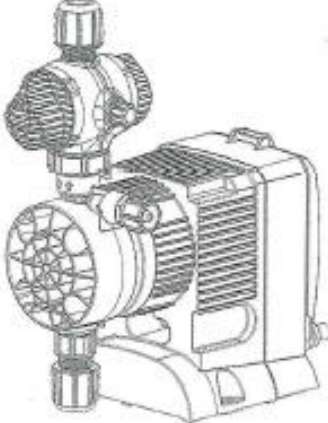
Luego de recibir los documentos y descargarlos, el investigador se encargó de traducir algunos de estos manuales al español, debido a que se encontraban redactados en inglés o en

italiano, para luego extraer la información necesaria referente a riesgos, seguridad, mantenimiento, funcionamientos irregulares y despieces para los manuales de mantenimiento de las máquinas y plasmarlos en documentos separados en Microsoft Word.

DataSheet

New 4-Function Valve

For 300/400/700/800/900 Series Cartridge Valve Liquid Ends



The Roytronic® series metering pumps are available with a new 4-function valve designed with advanced features.

- Ergonomic design for easy control of functions.
- A new mounting connection that swivels 360° to the position best suited for the installation.
- LMI's new tubing connection system for the most secure connection available with an electronic metering pump.
- Hardware is protected from chemicals.

The Four Functions:

Anti-Siphon
 The discharge flow path goes through a port that only opens on the discharge stroke of the pump. This prevents the discharge line from siphoning liquid from the supply tank in most applications.

Back Pressure
 The diaphragm that controls anti-siphoning creates approximately 20 psi (1.4 Bar) back pressure on the pump's discharge valve which improves system performance.

Pressure Relief
 A second diaphragm protects the pump from overpressure by releasing fluid to a relief port in the event of excessive discharge line pressure.

Pressure Release
 This function makes it easy and safe to depressurize the discharge line without loosening tubing or fittings.


Model Numbers

Valve Number	Wetted Materials			Max Pressure
	Body	Diaphragm	"O" Ring	
48753	PVC	Fluorofilm™	Polypre®	150 PSI (10 Bar)
48754	PVDF		Polypre®	
48755	PvDF		PTFE	
48756	PP		PTFE	
48798	PVC		Polypre®	250 PSI (17 Bar)
48799	PVDF		Polypre®	
48800	PvDF		PTFE	
48801	PP		PTFE	

Valves supplied with a pump include connections as specified by pump model number. All valves sold as separate accessories are supplied with universal tubing connection. Units with a solid black knob are rated for 150 psi. Units with a black knob with a yellow insert are rated for 250 psi. For tubing connection, order one of the following kits:

Connection Kits

Kit #	LMI Tubing Size	Contents
77378	3 x 6 mm	1 Knob, 1 Ferrule
77379	6 x 8 mm	1 Knob, 1 Ferrule
77380	8 x 12 mm	Insert, 1 Sleeve
77382	1/4"	1 Knob, 1 Ferrule
77383	3/8"	1 Knob, 1 Ferrule
77384	1/2"	Insert, 1 Sleeve



201 Ivyland Road
 Ivyland, PA 18974 USA
 TEL: (215) 293-0401
 FAX: (215) 293-0445
<http://www.lmipumps.com>

1896.B 11/2009

Figura 8 Equipo: Torre de Destilación 5335.

Fuente: Manual de Uso, Mantenimiento y Repuestos LMI Milton Roy 5335 (2011)

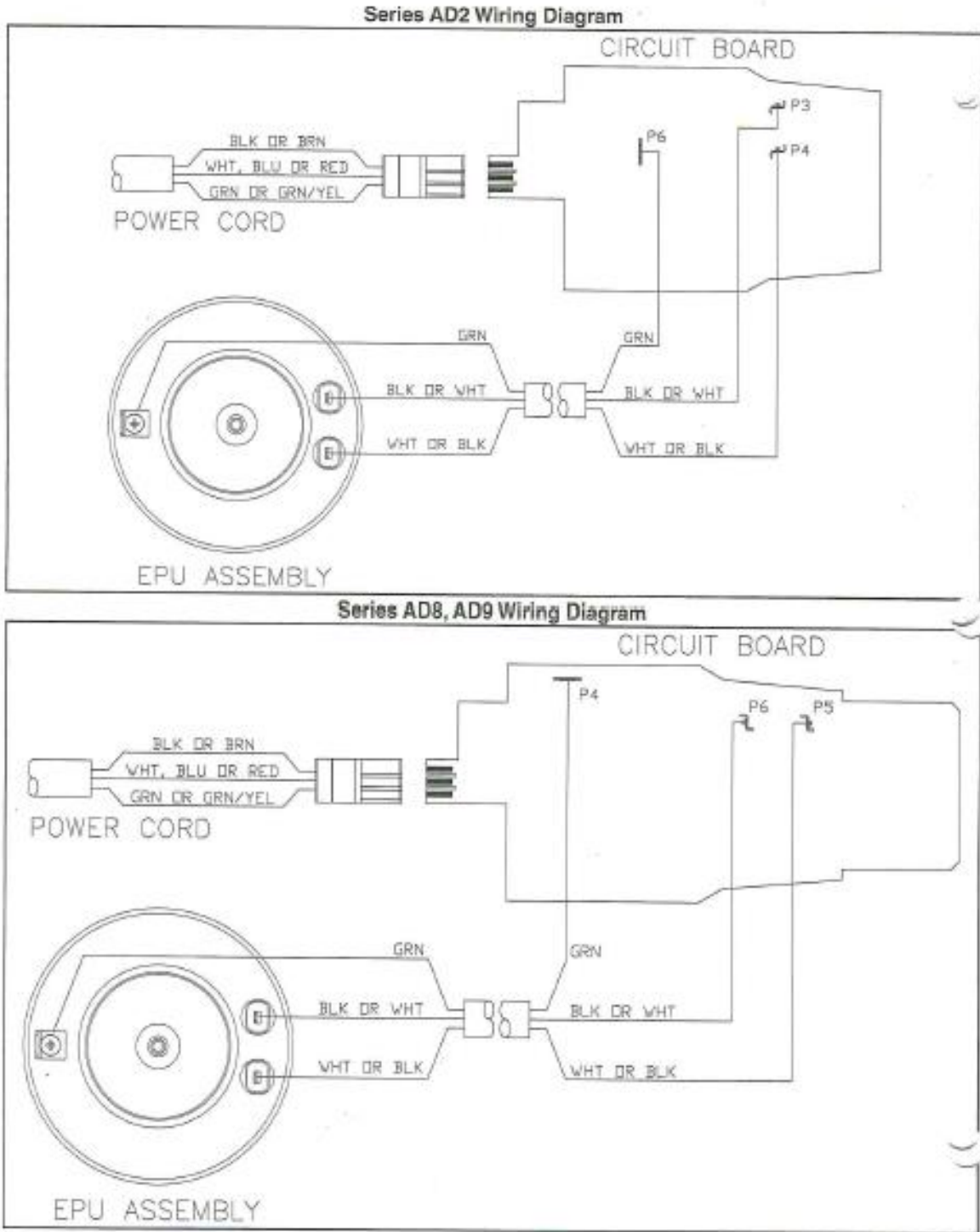


Figura 9 Imagen del Despiece Equipo: Torre de Destilación 5335.

Fuente: Manual de Uso, Mantenimiento y Repuestos LMI Milton Roy 5335 (2011)

4.1.2 Checklist (Evaluación de las condiciones operativas actuales de los equipos empleados en la línea de producción de peróxido de hidrogeno en GB Chempro C.A.)

Se utilizó como instrumento la Checklist, que consiste en un listado de aspectos observados y evaluados al momento de estar presente en la línea de producción y en contacto con los operadores. Para ello, se diseñó un formato en Microsoft Excel para hacer comprobaciones sistemáticas del sistema operativo actual de los equipos. A continuación, se describen la Checklist: (ver cuadro 3).

Cuadro 3 Checklist (CONDICIONES OPERATIVAS DE LOS EQUIPOS)

I	CHEQUEOS	SI	NO	OBSERVACIONES
1	¿Son adecuadas las condiciones operativas de los equipos en la línea?		X	Algunos equipos fueron adquiridos hace muchos años como por ejemplo el 2831A
2	¿Existen fallas frecuentes en los equipos en la línea?	X		Las fallas mecánicas suceden con más frecuencia en la 2831A, 5335, 2131 y 2835, debido a que cuando estas ocurren se realiza un mantenimiento correctivo, y no mantenimiento preventivo, lo cual deja a la maquina más propensa.
3	¿Existen normas internas que permiten reducir las fallas frecuentes en los equipos?	X		Los métodos usados para fijar las políticas de mantenimiento son insuficientes, por si mismos, para asegurar la mejora continua en mantenimiento
4	¿Utilizan inspecciones físicas antes de poner en marcha los equipos?	X		Si se realizan inspecciones físicas, para tener en cuenta si es desperfecto superficial o interna
II	MANTENIMIENTO	SI	NO	OBSERVACIONES
5	¿Se les aplica mantenimiento preventivo a los equipos?		X	Se opta por el mantenimiento correctivo, es decir, la reparación de averías en los equipos cuando surgen
6	¿Los mantenimientos son llevados a cabo por el personal de la empresa?	X		El propio personal que está pendiente a las fallas que ocurren dentro de la empresa, para corregirla al momento
7	¿Se elabora un programa anual de mantenimiento preventivo y correctivo a las instalaciones?		X	No se planifican los mantenimientos que se realizaran a futuro debido a que no se lleva un control exacto de fallas de maquinaria

8	¿La empresa proporcionar los instrumentos y herramientas necesarias para el desarrollo oportuno del mantenimiento?		X	
9	¿Se llevan a cabo las instrucciones del manual de los fabricantes de los equipos, para el proceso de mantenimiento?		X	Algunos manuales de fabricantes de los equipos están extraviados en la documentación de la empresa caso en estudio.
III	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS	SI	NO	OBSERVACIONES
10	¿Cuenta la línea con el tipo de señalización y distribución de los equipos según su proceso?		X	Se debe conocer y ubicar los puntos críticos de peligro dentro de la línea.
11	¿Están elaboradas las AST de cada uno de los puestos de trabajo en la línea?		X	
IV	SEGURIDAD EN LOS EQUIPOS	SI	NO	OBSERVACIONES
12	¿Existen normas sobre el uso adecuado de los equipos?		X	No existen normas sobre el uso adecuado de los equipos y para reducir fallas, ya que el plan de trabajo no lo estipula
13	¿Existen algún responsable del área de mantenimiento?		X	Debe existir dicho cargo con una persona con cualidades y aptitudes de calidad.
V	REGISTROS Y CONTROLES	SI	NO	OBSERVACIONES
14	¿Existe algún formato de registro donde se lleve un control de las actividades del mantenimiento por equipo en la línea?	X		No se lleva un levantamiento específico de este, ya que no se consta con un encargado para esta actividad.
VI	PERSONAL	SI	NO	OBSERVACIONES
15	¿Existe un plan de formación para el personal operativo y mantenimiento?		X	No, existe un plan de capacitación o formación para el personal, debido a que se indican las actividades del mantenimiento en el momento de presentar una falla o avería en las máquinas

Autor: Jaimes, A. (2023).

4.1.3 Resumen de las limitaciones que afectan la gestión de los equipos en la línea de producción de peróxido de hidrogeno de la empresa GB Chempro C.A.

De acuerdo a los resultados mostrados en el cuadro anterior se requiere mejorar los siguientes factores tales como:

- a) Condiciones operativas inadecuadas de los equipos.
- b) Fallas frecuentes en los equipos.

- c) Falta de normas internas para controlar las fallas frecuentes en los equipos.
- d) No se aplica mantenimiento preventivo a los equipos.
- e) Falta de un programa anual de mantenimiento preventivo y correctivo.
- f) No se proporciona los instrumentos y herramientas necesarias para el desarrollo oportuno del mantenimiento.
- g) No se llevan a cabo las instrucciones del manual de los fabricantes de los equipos, para el proceso de mantenimiento.
- h) No existe la señalización y distribución de los equipos según su proceso.
- i) No están AST de cada uno de los puestos de trabajo.
- j) No existen normas sobre el uso adecuado de los equipos.
- k) No hay un responsable del área de mantenimiento.
- l) Falta de un formato de registro y control de las actividades del mantenimiento.
- m) Falta de un plan de formación para el personal operativo y mantenimiento.

4.1.4 Entrevistas estructuradas

Partiendo de las fallas detectadas en la observación directa, se procede a presentar los resultados de la entrevista estructurada aplicada a los informantes claves del estudio: a) Jefe de Planta, b) Técnicos del Área de Mantenimiento y c) Personal Operativo. Los cuales facilitaron información útil para el diagnóstico de la situación actual de los equipos relacionados con la línea de producción de peróxido de hidrogeno y con los resultados detectar las oportunidades de mejoras. En este caso, las preguntas del instrumento fueron desarrolladas por medio del Cuadro de Operacionalización, y de igual forma, éste fue validado por medio de la revisión de tres expertos, tal y como se planteó en el capítulo anterior (véase carta de validación del instrumento debidamente firmada en el anexo B).

ENTREVISTA	CARGO	FECHA
# 1	Jefe de Planta	21-08-2023

- **¿Desde su óptica, pudiera describir la capacidad operativa de los equipos, en lo que respecta a su vida útil?**

R: *La vida útil de los equipos en la línea se relaciona con el manejo y al buen mantenimiento, como también, por el hecho que cada equipo requiere de la protección ya sea mecánica o eléctrica.*

- **En función a su experiencia ¿podría mencionar cuales son los estándares en nivel de eficiencia de los equipos en la línea de producción?**

R: Los estándares en nivel de eficiencia de los equipos en la línea, se basan en que cada equipo contiene una guía de instrucción, la cual hace factible el proceso del sistema.

- **¿Cuáles serían las variables críticas de los equipos y su influencia en el actual sistema?**

R: Las variables críticas de los equipos en el Sistema Chempro reflejan cuando cada máquina como tal no tiene reemplazo para continuar su proceso.

- **En función de las paradas no planificadas de los equipos ¿podría enumerar algunas de las fallas más frecuentes en las maquinarias?**

R: Las fallas más frecuente se relación en el parte eléctrica por la deficiencia de la misma, causando daños en los equipos.

- **¿Cómo se ejecuta la inspección del control de los estados de los equipos?**

R: Se ejecuta un protocolo y seguimiento de cada equipo para garantizar el adecuado funcionamiento.

- **¿Existe algún formato de orden de trabajo específico para el mantenimiento de los equipos? ¿Qué elementos contiene?**

R: Actualmente, solo se trabaja con un formato muy informal, no contiene muchos elementos, para el registro específico de los controles de mantenimiento de cada equipo, y dentro de los elementos utilizados para dicho protocolo es con la propia guía de instrucción para el manejo de las máquinas.

- **Desde su experiencia ¿puede usted describir el orden de prioridades de las actividades de mantenimiento preventivo a ejecutar en el sistema actual?**

R: El orden de prioridades de las actividades de mantenimiento preventivo a ejecutar en el sistema actual son: Chequeo visual, chequeo de ruido y desgastes mecánico.

- **¿Existe un plan de formación para el personal de mantenimiento preventivo? ¿En qué ámbito los capacitan?**

R: Si se les ha dado capacitación al personal de mantenimiento preventivo, pero se requiere de reforzar de forma continua, para mejorar la eficiencia del RRHH.

- **¿Cómo se desarrolla la inspección del control de los estados de los equipos?**

R: Se desarrolla la inspección de los equipos a través del control de la temperatura y de los mantenimientos correctivos de las maquinarias.

- **¿Cada cuánto presentan averías o fallas en los equipos?**

R: Se presentan las averías y fallas de los equipos con mucha recurrencia durante varias días a la semana, esto debido a que algunas máquinas son muy antiguas.

- **¿Cuándo se da algún evento de fallo en algunos de los equipos a quien recurre usted de primera instancia?**

R: Cuando se da algún evento de fallo en algunos de los equipos a quien recurre a mi persona, el Jefe de Planta.

ENTREVISTA	CARGO	FECHA
# 2	Mantenimiento	23-08-2023

- 1 ¿Desde su óptica, pudiera describir la capacidad operativa de los equipos, en lo que respecta a su vida útil?**

R: Desde mi punto de vista la capacidad de los equipos en la línea de peróxido de hidrogeno, hay una cantidad de ellos que debe ser reemplazos.

- 2. En función a su experiencia ¿pudiera mencionar cuales son los estándares en nivel de eficiencia de los equipos en la línea de producción?**

R: Los estándares en nivel de eficiencia de los equipos en la línea están en un 60%.

- 3. ¿Cuáles serían las variables críticas de los equipos y su influencia en el actual sistema?**

R: Se hace un análisis a través de un cuadro comparativo con las variables críticas de los equipos y las actuales.

- 4. En función de las paradas no planificadas de los equipos ¿pudiera enumerar algunas de las fallas más frecuentes en las maquinarias?**

R: Las fallas más comunes que veo son en el área de calderas, presentando códigos de falla diferentes como 19 y 24.

- 5. ¿Cómo se ejecuta la inspección del control de los estados de los equipos?**

R: Cuando se ejecuta la inspección del control de los estados de los equipos primeramente se aplica el protocolo de seguridad, para luego comenzar con la verificación de la falla.

- 6. ¿Existe algún formato de orden de trabajo específico para el mantenimiento de los equipos? ¿Qué elementos contiene?**

R: No hay un orden de trabajo específico, para el mantenimiento de los equipos en la línea.

- 7. Desde su experiencia ¿puede usted describir el orden de prioridades de las actividades**

de mantenimiento preventivo a ejecutar en el sistema actual?

R: El orden de prioridades de las actividades de mantenimiento preventivo a ejecutar seria:

- Seguridad
- Inspección
- Análisis de Fallas
- Corrección de Fallas
- Pruebas
- Marcha del Equipo

8. ¿Existe un plan de formación para el personal de mantenimiento preventivo? ¿En qué ámbito los capacitan?

R: No todo el personal operativo en la línea de producción ha recibido la capacitación sobre el mantenimiento preventivo de los equipos.

9. ¿Cómo se desarrolla la inspección del control de los estados de los equipos?

R: Se realiza la orden de trabajo requerida, se firma por el jefe de planta, y luego el personal de mantenimiento procede a la inspección y corrección de la falla del equipo.

10. ¿Cada cuánto presentan averías o fallas en los equipos?

R: Se presentan las averías y fallas de los equipos como el compresor de instrumento y el sistema de enfriamiento de agua de forma regular.

11. ¿Cuándo se da algún evento de fallo en algunos de los equipos a quien recurre usted de primera instancia?

R: Se le comunica al jefe inmediato que es el Jefe de Planta.

ENTREVISTA	CARGO	FECHA
# 3	Personal Operativo	24-08-2023

1. ¿Desde su óptica, pudiera describir la capacidad operativa de los equipos, en lo que respecta a su vida útil?

R: La capacidad operativa de los equipos en la línea de producción de peróxido de hidrogeno de la empresa GB Chempro C.A., en la actualidad es más de un 65% en este momento, para cumplir con la producción.

2. En función a su experiencia ¿pudiera mencionar cuales son los estándares en nivel de eficiencia de los equipos en la línea de producción?

R: Los estándares en nivel de eficiencia de los equipos en la línea están en un 75% de eficiencia.

3. ¿Cuáles serían las variables críticas de los equipos y su influencia en el actual sistema?

R: Para evaluar las posibles variables críticas de los equipos, se debe organizar un protocolo de seguimiento y observación de los maquinarias en la línea, en cuanto a su desempeño diaria en el proceso de producción.

4. En función de las paradas no planificadas de los equipos ¿podría enumerar algunas de las fallas más frecuentes en las maquinarias?

R: Las fallas más comunes y frecuentes que presentan los equipos son:

- *Altas temperaturas.*
- *Amperajes altos.*
- *Fuga de líquidos.*
- *Fuga de gases.*
- *Variaciones en la presión.*
- *Cortos circuitos.*
- *Vibraciones*
- *Desajustes.*

5. ¿Cómo se ejecuta la inspección del control de los estados de los equipos?

R: Se ejecuta siguiendo un protocolo de la empresa con la debida distribución de las tareas y asignación por las diferentes áreas de reformación, oxidación y destilación, para verificar las fallas de los equipos.

6. ¿Existe algún formato de orden de trabajo específico para el mantenimiento de los equipos? ¿Qué elementos contiene?

R: Si existe un formato, pero debe ser modificado para poder realizar un mejor análisis del nivel crítico del equipo, así como establecer orden de prioridades.

7. Desde su experiencia ¿puede usted describir el orden de prioridades de las actividades de mantenimiento preventivo a ejecutar en el sistema actual?

R: Se debe monitorear constantemente los equipos, realizar seguimientos a los motores, tableros, cableados eléctricos, control del amperaje, vibraciones, y temperaturas, entre otros.

8. ¿Existe un plan de formación para el personal de mantenimiento preventivo? ¿En qué ámbito los capacitan?

R: Se debe capacitar al personal operativo en la línea de producción en prevención y resolución

de fallas e inconvenientes de los equipos.

9. ¿Cómo se desarrolla la inspección del control de los estados de los equipos?

R: Se realiza la orden de trabajo requerida, se firma por el jefe de planta, y luego el personal de mantenimiento procede a la inspección y corrección de la falla del equipo.

10. ¿Cada cuánto presentan averías o fallas en los equipos?

R: Se presentan las averías y fallas de los equipos de forma regular en las tres áreas operativas. Pero en mi opinión las más frecuentes son en el área de destilación con la 5335 que es la torre de destilación.

11. ¿Cuándo se da algún evento de fallo en algunos de los equipos a quien recurre usted de primera instancia?

R: Se informa al Departamento de Producción, Control y Mantenimiento para ejecutar las posibles soluciones.

De acuerdo con las respuestas obtenidas en cada uno de los informantes claves del estudio se concluye que: (ver cuadro 4).

Cuadro 4 Puntos Claves de las Entrevistas a los Informantes Claves

	ENTREVISTA#1	ENTREVISTA#2	ENTREVISTA#3	IMPACTOS
1	Cada equipo requiere de la protección ya sea mecánica o eléctrica.	Equipos que deben ser reemplazos.	Capacidad operativa de equipos en un 65%.	Fallas en la calidad de servicio
2	Cada equipo contiene una guía de instrucción	Nivel de eficiencia de los equipos están en un 75%	Nivel de eficiencia de los equipos en la línea están en un 60%.	Paradas no planificadas
3	Sistema Chempro reflejan cuando cada máquina como tal no tiene reemplazo para continuar su proceso	Cuadro comparativo con las variables críticas de los equipos y las actuales.	Protocolo de seguimiento y observación de los maquinarias en la línea	Paradas no planificadas
4	Las fallas más frecuente en los equipos en el parte eléctrica	Las fallas más comunes son en el área de calderas, presentando códigos de falla diferentes como 19 y 24	<ul style="list-style-type: none"> • Altas temperaturas. • Amperajes altos. • Fuga de líquidos. • Fuga de gases. 	Re-trabajo.

			<ul style="list-style-type: none"> • Variaciones en la presión. • Cortos circuitos. • Vibraciones • Desajustes. 	Tiempo de Espera
5	Protocolo y seguimiento de cada equipo	Inspección del control de los estados de los equipos	Protocolo de la empresa	TPM
6	Formato muy informal	No hay un orden de trabajo específico	Si existe un formato, pero debe ser modificado	Eficiencia
7	Chequeo visual, chequeo de ruido y desgastes mecánico	<ul style="list-style-type: none"> • Seguridad • Inspección • Análisis de Fallas • Corrección de Fallas • Pruebas • Marcha del Equipo 	Monitorear constantemente los equipos	Costos de oportunidades
8	Reforzar la capacitación de forma continua, para mejorar la eficiencia del RRHH	Capacitar al personal de la línea en materia de mantenimiento preventivo de equipos.	Capacitar al personal en prevención y resolución de fallas e inconvenientes de los equipos.	Desempeño Laboral
9	<ul style="list-style-type: none"> • Control de la temperatura • Mantenimiento correctivo 	<ul style="list-style-type: none"> • Orden de trabajo • Firma por el Jefe de Planta • Inspección • Mantenimiento • Corrección 	<ul style="list-style-type: none"> • Orden de trabajo • Autorización • Inspección • Mantenimiento • Corrección 	Mantenimiento
10	Fallas de los equipos con mucha recurrencia durante varias días a la semana	Fallas de los equipos como el compresor de instrumento y el sistema de enfriamiento de agua de forma regular	Fallas de los equipos de forma regular en las tres áreas operativas.	Equipos
11	Jefe de Planta	Se le comunica al jefe inmediato que es el Jefe de Planta	Departamento de Producción, Control y Mantenimiento	Operatividad

Autor: Jaimes, A. (2023).

4.2 Fase II: Análisis de las causas que afectan actualmente a los equipos relacionados con la línea de producción de peróxido de hidrogeno de la empresa GB Chempro C.A.

Para el análisis de las causas que afectan actualmente a los equipos relacionados con la línea de producción de peróxido de hidrogeno de la empresa GB Chempro C.A., se procedió a realizar una ponderación de las maquinarias descritas en el inventario, en el cual se considera el nivel de importancia según los valores establecidos en la tabla 7.

Tabla 7 Valores para seleccionar los equipos

NIVEL	DESCRIPCIÓN	VALOR
Muy Bajo	Escasa importancia	<i>1</i>
Bajo	Mínima importancia	2
Medio	Regular importancia	3
Alto	Alta importancia	4
Muy Alto	Extrema importancia	5

Autor: Jaimes, A. (2023).

Como se indica en la tabla 7 para la selección de los equipos que se consideró de los criterios de costo de mantenimiento, frecuencia de fallos, utilización y mantenibilidad, de manera que se escojan las maquinarias más indispensables en el proceso de la línea de producción de peróxido de hidrogeno de la empresa GB Chempro C.A. (ver tabla 8).

Tabla 8 Matriz para la selección de los equipos

ÁREAS OPERATIVAS	ÍTEMS	EQUIPOS	MANTENIMIENTO	FALLOS	UTILIZACIÓN	MANTENIBILIDAD	TOTAL
ÁREA DE REFORMADOR DE HIDRÓGENO	1	COMPRESOR DE GAS RECIPROCASTE	3	2	4	3	<i>12</i>
	2	CALDERA DE VAPOR	3	4	5	3	<i>15</i>
	3	DESULFURIZADOR	1	1	4	1	<i>7</i>
	4	REFORMADO DE HIDROGENO	1	1	4	1	<i>7</i>
	5	QUEMADOS SECUNDARIO	3	2	4	3	<i>12</i>
ÁREA DE OXIDACIÓN	6	COMPRESOR DE OXIDACIÓN (CAPACIDAD 9000 m ³)	1	1	3	3	<i>8</i>
	7	COMPRESOR DE INSTRUMENTO	3	4	5	3	<i>15</i>
	8	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE AGUA	4	3	4	3	<i>14</i>
	9	TRATAMIENTO DE AGUA POR OSMOSIS INVERSA	1	1	3	3	<i>8</i>
ÁREA DE DESTILACIÓN	10	TORRE DE DESTILACIÓN	3	2	5	3	<i>13</i>
	11	REACTOR CATALÍTICO	1	1	3	1	<i>6</i>
	12	COMPRESOR CHILLER (ENFRIAMIENTO DEL PRODUCTO)	1	1	3	1	<i>6</i>
	13	TORRE DE ALUMINIO (FILTRADO)	1	1	3	1	<i>6</i>
	14	TANQUE DE SOLUCIÓN DE TRABAJO	3	2	4	3	<i>12</i>

Autor: Jaimes, A. (2023).

En la ponderación que se realizó a los equipos de mayor importancia según los criterios establecidos por el panel de expertos mayores son en total (4) de tal forma que constituyen el equipo piloto a ser intervenido en el presente proyecto para el diseño del plan de mantenimiento preventivo basado en el mantenimiento productivo total (TPM) para los equipos relacionados a la línea de producción de peróxido de hidrogeno de la empresa GB Chempro C.A.

4.2.2 Análisis modal de fallos y efectos (AMFE)

Para el desarrollo del análisis modal de fallos y efectos se emplea los índices de ponderación (índice de gravedad, índice de frecuencia e índice de detección), los cuales se basan en la tabla 9.

Tabla 9 Índices de ponderación para el análisis AMFE.

ÍNDICES DE PONDERACIÓN	
ÍNDICES DE GRAVEDAD	VALOR
Muy Baja-Repercusiones imperceptibles	1
Baja-Repercusiones irrelevantes apenas perceptibles	2-3
Moderada-Defectos de relativa importancia	4-6
Alta	7-8
Muy Alta	9-10
ÍNDICES DE FRECUENCIA	VALOR
Muy Baja Improbable	1
Baja	2-3
Moderada	4-5
Alta	6-8
Muy Alta	9-10
ÍNDICES DE DETECTABILIDAD	VALOR
Muy Alta	1
Alta	2-3
Mediana	4-6
Pequeña	7-8
Improbable	9-10

Autor: Jaimes, A. (2023).

Cuadro 2 AMFE

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (AMFE)											
EMPRESA: GB CHEMPRO C.A.							PREPARADO POR: JAIMES, ANTONIO				
ÁREA: LÍNEA DE PERÓXIDO DE HIDROGENO							FECHA: SEPTIEMBRE 2023				
CÓDIGO DEL EQUIPO	COMPONENTE PRINCIPAL	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSAS	EFECTOS	F	G	D	IPR	ACCIÓN CORRECTIVA	RESPONSABLES
2831a	MOTORES ELÉCTRICOS	ACCIONAR LOS VENTILADORES	SOBRE-CALENTADO	CABLES DE ALIMENTACIÓN MUY LARGO	Problemas de Rendimiento Operativo	3	7	4	84	CORRECCIÓN EN EL CABLEADO	Mantenimiento
2835	MOTOR ELÉCTRICO	CONTROL DEL NIVEL DE AGUA EN LA CALDERA	RUIDO	RODAMIENTO DETERIORADO	Alta Temperatura	4	5	2	40	REEMPLAZO DE RODAMIENTO Y MANTENIMIENTO DEL EQUIPO	Mantenimiento
2831B	BOMBA SUNFLO	ALIMENTACIÓN DEL DRUM EVAPORADOR	FUGA DE AGUA POR EL SELLO MECÁNICO	FUGA DE PRODUCTO CAÍDA DE LA PRESIÓN	La presión de la bomba llega hasta los 300 psi, al abrir la válvula al 20% la presión cae hasta 290 psi, la presión de trabajo es de 350 PSI	6	4	3	72	LAPEAR LAS CARAS DE CONTACTO DEL SELLO LADO PROCESO E INSTALAR NUEVAMENTE.	Mantenimiento
2131	COMPRESOR	AIRE INSTRUMENTO	FALLA DEL COMPRESOR	TIEMPO PROLONGADO DE TRABAJO	Problemas de rendimiento	6	3	3	54	CAMBIO DE ACEITE Y FILTRO DE AIRES	Mantenimiento
5335	BOMBA DOSIFICADORA ÁCIDO FOSFÓRICO	CONTROLAR EL PH	FUGA DE ÁCIDO FOSFÓRICO	TORNILLO DE ACERO INOXIDABLE PARTIDO	Problema en controlar el PH del Tanque	8	4	6	192	REEMPLAZO DEL TORNILLO	Mantenimiento
									PROMEDIO	88	

Autor: Jaimes, A. (2023).

Para darle más peso y validez a la información redactada, los números pertenecientes a los componentes principales de los equipos que son mayores a ochenta (80) según el Índice de Prioridad de Riesgo (IPR), obtenido de la multiplicación de los (3) índices descritos anteriormente como son: gravedad, frecuencia y la detectabilidad. (ver cuadro 3).

$$IPR = G * F * D$$

Ecuación 1

Dónde:

IPR= Índice de prioridad de riesgo

G= Gravedad

F= Frecuencia

D= Detectabilidad

Cuadro 3 Causas más importantes extraídas de la AMFE

CÓDIGO DEL EQUIPO	COMPONENTE PRINCIPAL	CAUSAS	F	G	D	IPR	ACCIÓN CORRECTIVA
2831a	MOTORES ELÉCTRICOS	CABLES DE ALIMENTACIÓN MUY LARGO	3	7	4	84	CORRECCIÓN EN EL CABLEADO
5335	BOMBA DOSIFICADORA ÁCIDO FOSFÓRICO	TORNILLO DE ACERO INOXIDABLE PARTIDO	8	4	6	192	REEMPLAZO DEL TORNILLO

Autor: Jaimes, A. (2023)

Como resultado del análisis anterior se muestra el Cuadro 4 con las principales causas a las cuales ira orientada, en establecer las oportunidades de mejoras.

Cuadro 4 Oportunidades de Mejoras.

CAUSAS	OPORTUNIDADES DE MEJORAS	PROPUESTAS
a) Cables de alimentación muy largo b) Tornillo de acero inoxidable partido	a) Efectuar plan de mantenimiento preventivo b) Mantenimiento Productivo Total (TPM)	Diseñar un plan de mantenimiento preventivo basado en la herramienta de Mantenimiento Productivo Total (TPM), para corregir fallas, averías, defectos, paradas ocasionales, como también, evitará la pérdida de la eficiencia y optimizar la vida útil del sistema.

Autor: Jaimes, A. (2023)

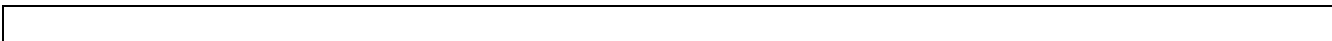
4.3 Fase III: Diseño de un plan de mantenimiento preventivo basado en el mantenimiento productivo total (TPM) para los equipos relacionados a la línea de producción de peróxido de hidrogeno de la empresa GB Chempro C.A.

En esta fase se procede a diseñar un plan de mantenimiento preventivo basado en el mantenimiento productivo total (TPM) que es un método que se usa para maximizar la disponibilidad del equipo y maquinaria productiva de manufactura, evitando las fallas inesperadas y defectos generados; el mantenimiento se logra al conservar la máquina actualizada y en condiciones óptimas de operación a través de la participación de diversos departamentos. Bajo este esquema se propone el diseño de un plan de mantenimiento preventivo para los equipos relacionados a la línea de producción de peróxido de hidrogeno de la empresa GB Chempro C.A.

Ahora bien, esta fase es la de mayor valor e importancia para la organización, debido a que al seguir las instrucciones a proponer e implementar los planes de mantenimiento preventivo elaborados y propuestos por el investigador, la organización podrá alcanzar el mayor tiempo de servicio de las maquinarias ubicadas en la línea de producción de peróxido de hidrogeno de la empresa GB Chempro C.A., además de mejorar las condiciones operativas y de funcionamiento de ellas y evitar fallas inesperadas, que producen a su vez paradas no planificadas durante el proceso.

El investigador, acudió al área en estudio para recopilar información de los operadores encargados del mantenimiento de las maquinarias de esta línea de producción, y mediante la revisión documental de los manuales de los fabricantes de estas maquinarias, se extrajo información importante acerca de los riesgos que pueden existir al operar con la máquina, como a su vez las medidas de seguridad que se deben tomar obligatoriamente para evitar incidentes o accidentes a la hora de realizar actividades de mantenimiento.

De igual forma, de los manuales de fabricante se extrajeron procedimientos de mantenimiento preventivo, su frecuencia de realización y las actividades de chequeo, inspección y limpieza diarias que se deben realizar en cada una de estas máquinas; para luego plasmar toda la información extraída en los manuales de mantenimiento preventivo realizados para la organización.





**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BASADO EN
EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)
PARA LOS EQUIPOS EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN
DE PERÓXIDO DE HIDROGENO DE GB CHEMPRO C.A.**

ELABORADO: Jaimes, A. (2023)	REVISADO: Ing. Eliud Sánchez	APROBADO:
--	--	------------------



BASAMENTO TEÓRICO

MANTENIMIENTO (COVENIN 3049 93)


OBJETIVO DEL MANTENIMIENTO


Conservar los sistemas productivos de manera idónea a fin de cumplir su misión, lo cual conlleva al logro de la producción esperada en empresas de producción y en consecuencia una calidad de servicios exigida en empresas de servicio a un costo total óptimo.

MANTENIMIENTO PROGRAMADO

Este mantenimiento se basa en las instrucciones y/o especificaciones técnicas recomendadas por los fabricantes, constructores, diseñadores, usuarios y experiencias conocidas, para obtener ciclos de revisiones y/o sustituciones de los elementos más importantes de los sistemas productivos a fin de establecer la carga de trabajo que es necesario programar. La frecuencia de su ejecución cubre desde quincenal hasta periodos anuales por lo general, y es realizado por las cuadrillas de la organización de mantenimiento, las cuales se dirigen al lugar para ejecutar las labores programadas en un calendario anual.

ELABORADO: Jaimes, A. (2023)	REVISADO: Ing. Eliud Sánchez	APROBADO:
--	--	------------------

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BASADO EN EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA LOS EQUIPOS EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PERÓXIDO DE HIDROGENO DE GB CHEMPRO C.A.	Fecha: Octubre 2023
MISIÓN, VISIÓN Y ALCANCE		
<p>MISIÓN</p> <p>Describir las tareas necesarias para el proceso de ejecución del plan de mantenimiento programado basado en la TPM de las máquinas relacionadas en la línea de producción de peróxido de hidrogeno, con el fin de disminuir el número de paradas no planificadas en la empresa GB Chempro C.A.</p> <p>VISIÓN</p> <p>Brindar una mejor operatividad de las maquinarias, corregir fallas, averías, defectos, paradas ocasionales, como también, evitar la pérdida de la eficiencia y optimizar la vida útil del sistema de los equipos identificados como los más indispensables en el proceso de la línea de producción de peróxido de hidrogeno de la empresa GB Chempro, C.A.</p> <p>ALCANCE</p> <p>Estas instrucciones de trabajo aplica solo a la línea de producción de peróxido de hidrogeno, con el fin de disminuir el número de paradas no planificadas en la empresa GB Chempro C.A., ubicada en la Carretera Nacional Cagua-Santa Cruz, cruce con calle 3, Zona Industrial Santa Cruz, estado Aragua.</p>		
ELABORADO: Jaimes, A. (2023)	REVISADO: Ing. Eliud Sánchez	APROBADO:

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BASADO EN EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA LOS EQUIPOS EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PERÓXIDO DE HIDROGENO DE GB CHEMPRO C.A.	Fecha: Octubre 2023
OBJETO, RESPONSABLE Y FRECUENCIA		
<p>OBJETO DEL MANUAL</p> <p>Establecer las actividades necesarias para la realización de mantenimiento de las máquinas identificados como los más indispensables en el proceso de la línea de producción de peróxido de hidrogeno de la empresa GB Chempro, C.A.</p> <p>RESPONSABILIDADES</p> <p>El responsable por garantizar la adecuada aplicación y ejecución del plan de mantenimiento preventivo, será el Gerente General, Jefe de Plana y Jefe de Mantenimiento de la empresa GB Chempro, C.A.</p> <p>FRECUENCIA DE REALIZACIÓN DEL PLAN</p> <p>En este orden de ideas, el período de frecuencia del plan es anual de Enero a Diciembre del 2024, donde se va realizar la actividad señalada en el mantenimiento programado de las máquinas y la continuidad con que se realizan es de acuerdo a la vida útil de cada elemento que conforman el equipo.</p>		
ELABORADO: Jaimes, A. (2023)	REVISADO: Ing. Eliud Sánchez	APROBADO:



**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
BASADO EN EL MANTENIMIENTO
PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA LOS
EQUIPOS EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN
DE PERÓXIDO DE HIDROGENO DE GB
CHEMPRO C.A.**

Fecha:
Octubre 2023

FICHAS TÉCNICAS

ELABORACIÓN DE FICHAS TÉCNICAS

La elaboración de fichas técnicas se lleva a cabo gracias a la información recolectada de manuales de usuario, catálogos, tablas técnicas y placas de identificación de la maquinaria y herramientas existentes en la línea de producción de peróxido de hidrogeno de la empresa GB Chempro, C.A. En la Tabla 10 se describe el modelo de ficha técnica que se utilizará para especificar las características generales y características técnicas de la máquina o herramienta.

LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PERÓXIDO DE HIDROGENO DE LA EMPRESA GB CHEMPRO, C.A.				
CÓDIGO	NOMBRE DEL EQUIPO	ÁREA AL QUE PERTENECE	N°	COMPONENTE PRINCIPAL
2831A	CALDERA DE VAPOR	DESTILACIÓN	1	*MOTORES ELÉCTRICOS
			2	*BOMBA
			3	*GAVETA ELÉCTRICA
5335	TORRE DE DESTILACIÓN	REFORMADOR DE HIDROGENO	1	BOMBA DOSIFICADORA ÁCIDO FOSFÓRICO
ELABORADO: Jaimes, A. (2023)		REVISADO: Ing. Eliud Sánchez		APROBADO:



Ficha Técnica

**Departamento de
Mantenimiento**

GB Chempro C.A.

Fecha: 2023

Datos generales			Descripción		
			Descripción		
			Uso		
Especificaciones Técnicas					
Frecuencia		Voltaje		Cos ϕ	
lp		Rpm		Kw	
Descripción del Modelo			Repuestos más comunes		Marcas recomendadas

Tabla 10 Modelo de la Ficha Técnica

Autor: Jaimes, A. (2023).



Ficha Técnica de Caldera de Vapor
Componente Principal (Motor 2831A)

**Departamento de
Mantenimiento**

GB Chempro C.A.

Fecha: 2023

Datos generales			Descripción			
			Motor ABB trifásico 480V 15Kw			
			Uso			
			Motor de bomba de alimentación del desairado			
Especificaciones Técnicas						
Frecuencia	60Hz	Voltaje	480	Cos \emptyset	0,88	Rodamiento Delantero 6209 2ZR
Ip	55A	Rpm	3520	Kw	15	Rodamiento Trasero 6209 2Z R
Descripción del Modelo			Repuestos más comunes		Marcas recomendadas	
D315/MEDS16012			Rodamientos		SKF	

Tabla 11 Ficha Técnica Motor 2831A

	Embobinados	n/a

Autor: Jaimes, A. (2023).



Ficha Técnica de Caldera de Vapor
Componente Principal (Bomba 2831A)

**Departamento de
Mantenimiento**

GB Chempro C.A.

Fecha: 2023




Datos generales				Descripción	
				Bomba SUNFLO P-2000	
				Uso	
				Bomba de Agua de Alimentaron del desariador	
Especificaciones Técnicas					
CAP	30	S/N	90446241		
HD	740				
Descripción del Modelo				Repuestos más comunes	Marcas recomendadas
SUNFLO PZCMOZ				sello	Ampco pums

Tabla 12 Ficha Técnica Bomba 2831A

	rodamientos	Skf

Tabla 13 Ficha Técnica Gaveta 2831A

	<p>Ficha Técnica de Caldera de Vapor</p> <p>Componente Principal (Gaveta Eléctrica 2831A)</p>	<p>Departamento de Mantenimiento</p> <hr/> <p>GB Chempro C.A.</p> <hr/> <p>Fecha: 2023</p>
	<p>Descripción</p>	

- | | |
|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none">• Pulsador Verde luminoso con contacto NO.• Pulsador rojo luminoso con contacto NC.• Selector de dos posiciones• Contactor• Relé térmico• Contactos auxiliares• Disyuntor• Breaker trifásico termo magnético• Relé de voltaje• Cable automotriz #12• Terminales Tipo U• Terminales de punta |
|--|--|



Ficha Técnica de Torre de Destilación
Componente Principal (Bomba dosificadora 5335)

Departamento de
Mantenimiento

GB Chempro C.A.

Fecha: 2023

Datos generales

Descripción



Bomba dosificadora PULSATRON serie E serial
0806104988

Uso

Bomba de ácido fosfórico controladora de pH

Especificaciones Técnicas

Frecuencia	50/60 HZ	Voltaje	115V	koi kit #	K6VTC3	TESTED TO NSF STD 50 FOR POOLS, HOT TUBS AND SPAS
psi	100	PHASE	1			
Descripción del Modelo				Repuestos más comunes		Marcas recomendadas
LEH65-VTC3-XXX						

Tabla 14 Ficha Técnica Bomba dosificadora 5335



**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
BASADO EN EL MANTENIMIENTO
PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA LOS
EQUIPOS EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN
DE PERÓXIDO DE HIDROGENO DE GB
CHEMPRO C.A.**

Fecha:
Octubre 2023

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO (TPM)

La finalidad de una gama de mantenimiento es establecer acciones preventivas con la finalidad de reducir fallos que puedan presentarse en las máquinas durante el proceso productivo. Las acciones de carácter preventivo se aplicarán a cada componente empleando las frecuencias de acción como se indica en la Tabla 15 en la cual se describe el tiempo de duración y los materiales necesarios para la ejecución de las tareas de mantenimiento.

Tabla 15 Frecuencia de acción de las gamas de mantenimiento.

FRECUENCIAS DE ACCIÓN	
CODIFICACIÓN	FRECUENCIA
1D	Diario
1S	Semanal
1M	Mensual
3M	Trimestral
6M	Semestral
1A	Anual

Autor: Jaimes, A. (2023).

ELABORADO:
Jaimes, A. (2023)

REVISADO:
Ing. Eliud Sánchez

APROBADO:

Tabla 16 Plan de mantenimiento preventivo (TPM) Caldera de Vapor 2831A

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BASADO EN EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA LOS EQUIPOS EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PERÓXIDO DE HIDROGENO DE GB CHEMPRO C.A.											
EMPRESA: GB CHEMPRO C.A.						PREPARADO POR: JAIMES, ANTONIO					
LÍNEA: PERÓXIDO DE HIDROGENO						FECHA: OCTUBRE 2023					
DENOMINACIÓN: CALDERA DE VAPOR				CÓDIGO: 2831A				UBICACIÓN: ÁREA DE DESTILACIÓN			
#	COMPONENTE PRINCIPAL	ACTIVIDAD	FRECUENCIA					DURACIÓN	MATERIALES	MANO DE OBRA	
			1D	1S	1M	3M	6M				1A
1	MOTOR ELÉCTRICO ABB trifásico 480V 15Kw	Chequeos de los componentes. Lubricación. Chequeo del cableado. Rodamientos. Chequeo del ruido. Chequeo del nivel de aceite							Tiempo: (4) horas.	Rodamiento Delantero Rodamiento Trasero	Electricista Mecánicos
2	BOMBA SUNFLO P-2000	Alimentación del Drumm Evaporador Sello mecánico Control de fuga de producto Control de la Presión							Tiempo: (4) horas (2) horas de alineación Total Tiempo: (6) horas.	Sello (1) Unidad Rodamientos (2) Unidades	Mecánicos
3	GAVETA ELECTRICA 2831A	Chequeo del sistemas eléctricos Chequeo de los componentes Mantenimiento (aspirado y limpieza del tablero de control eléctrico).							Tiempo: (3) horas	*Pulsador rojo luminoso *Selector de dos posiciones *Contactor para 20 hp *Relé térmico 3 *Térmico tipo W (HEATER). *Disyuntor de control *Breakers trifásico 50 amp. *Relé de voltaje. *Cable automotriz #12 *Terminales Tipo U *Terminales de punta	Electricista

Autor: Jaimes, A. (2023).

(TPM) Torre de Destilación 5335

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BASADO EN EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)
PARA LOS EQUIPOS EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PERÓXIDO DE HIDROGENO DE GB CHEMPRO C.A.**

EMPRESA: GB CHEMPRO C.A. **PREPARADO POR:** JAIMES, ANTONIO

LÍNEA: PERÓXIDO DE HIDROGENO **FECHA:** OCTUBRE 2023

DENOMINACIÓN: **CÓDIGO:** 5335 **UBICACIÓN:**

#	COMPONENTE PRINCIPAL	ACTIVIDAD	FRECUENCIA						DURACIÓN	MATERIALES	MANO DE OBRA
			1D	1S	1M	3M	6M	1A			
1	BOMBA DOSIFICADORA PULSATRON SERIE E SERIAL 0806104988	Control del pH Verificación de ácido fosfórico Chequeo de tornillo Chequeo del tanque							Tiempo: (1) horas.	Tornillos.	Mecánicos

Autor: Jaimes, A. (2023).



**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
BASADO EN EL MANTENIMIENTO
PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA LOS
EQUIPOS EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN
DE PERÓXIDO DE HIDROGENO DE GB
CHEMPRO C.A.**

Fecha:
Octubre 2023

CHECKLIST

Estas secciones muestran una lista de actividades de inspección y de limpieza que se deben realizar diariamente, con el fin de garantizar que la máquina esté en buenas condiciones y que no presente riesgos para la integridad física del operador encargado de realizar el mantenimiento. A raíz de esto, se decidió proponer un *checklist*, en el cual el operador encargado de realizar las tareas de mantenimiento debe marcar con un *check mark* las actividades señaladas en la sección de “Puesta a Punto” de los manuales de mantenimiento preventivo. El formato de *checklist* diseñado consta de dos tablas realizadas en Microsoft Excel, una de ellas para rellenar información referente a:

- a) **La Fecha:** El operador indica la fecha para conocer el día en el que se realizaron las inspecciones.
- b) **La Hora:** El operador debe rellenar la casilla con la hora en que realizará las actividades de inspección para tener conocimiento del momento en el que se están realizando.
- c) **El Operador:** El operador debe rellenar la casilla especificando su nombre y apellido, de manera que quede registrado quién realizó las actividades de inspección.

Tabla 18 Checklist

CHECKLIST	
PUESTA A PUNTO	CÓDIGO
FECHA:	
HORA:	
OPERADOR:	

Autor: Jaimes, A. (2023).

!! ¡Atención!

- Para una nueva puesta en marcha hay que tomar las medidas siguientes:
- * Despejar el ámbito de trabajo (p.ej. de cajas, embalajes, fragmentos, herramientas, etc.)
 - * Controlar la lubricación.
 - * Corregir el nivel de aceite de la unidad de mantenimiento, si existe.
 - * Controlar el nivel de aceite de los motores reductores, y corregir si es preciso.
 - * Controlar el funcionamiento y el hermeticidad de todos los dispositivos neumáticos de la máquina.

ELABORADO: Jaimes, A. (2023)	REVISADO: Ing. Eliud Sánchez	APROBADO:
--	--	------------------



**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
BASADO EN EL MANTENIMIENTO
PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA LOS
EQUIPOS EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN
DE PERÓXIDO DE HIDROGENO DE GB
CHEMPRO C.A.**

Fecha:
Octubre 2023

CHECKLIST

La tabla siguiente consta de tres columnas, donde se muestra lo siguiente:

- d) **Chequeos:** En estas casillas se indican las actividades que están plasmadas en los manuales de mantenimiento preventivo, de manera que el operador sepa qué actividad se está marcando con el *check mark*.
- e) **Cumple:** En estas casillas, se marcarán con un *check mark* aquellas actividades que se encuentren en orden.
- f) **No Cumple:** En estas casillas, se marcarán con un *check mark* aquellas actividades que no se encuentren en orden.

Tabla 19 Check Marks

CHECK MARKS		
CHEQUEOS	CUMPLE	NO CUMPLE
Partes Externas Limpias		
Partes Internas Limpias		
Cables Eléctricos en buen estado		
No hay partes defectuosas o desgastadas que necesiten sustitución		
Lubricación adecuada		
Tuberías de aire sin fugas o deformaciones		
La máquina debe estar libre de artículos		

Autor: Jaimes, A. (2023).

!! ¡Atención!

!! Compruebe antes del arranque de la máquina que nadie se encuentre en el ámbito de peligro

Aviso:

!! El dispositivo de seguridad sólo controla el acceso al ámbito protegido, pero no la permanencia de personas en el mismo.

!! Después de cada arranque nuevo de la máquina, preste mucha atención al desarrollo de los movimientos de la máquina y a ruidos extraños

ELABORADO:

Jaimes, A. (2023)

REVISADO:

Ing. Eliud Sánchez

APROBADO:

4.4 Fase IV: Evaluación de la factibilidad económica, técnica, operativa y ambiental de la propuesta del diseño de un plan de mantenimiento preventivo basado en el mantenimiento productivo total (TPM) para la empresa GB Chempro C.A.

Mientras que en esta última fase se evalúa la factibilidad operativa, técnica, social, ambiental y económico de la propuesta presentada a la empresa, como es el diseño de un plan de mantenimiento preventivo basado en el mantenimiento productivo total (TPM) para GB Chempro C.A.

- **Factibilidad Técnica**

La factibilidad técnica determina si se dispone de los conocimientos, habilidades, equipos o herramientas necesarios para llevar a cabo los procedimientos, funciones o métodos involucrados en un proyecto, de esta forma, permite conocer si es factible un proyecto con los recursos técnicos existentes o ampliando este si fuera necesario. Estos recursos técnicos o tecnológicos son aquellos que sirven de apoyo a otros como los productivos, comerciales o financieros.

Por consiguiente, la empresa GB Chempro C.A., cuenta con el personal y los equipos necesarios para la ejecución del proyecto. A nivel de los registros y documentación, los gastos inherentes, vienen dado por la papelería que se debe utilizar, a la hora de entregar el plan de mantenimiento preventivo y los formatos al personal operativo, costos que más adelante serán reflejados en un cuadro donde se totalizaran todos los gastos.

Cuadro 5 Factibilidad técnica

#	PROPUESTAS	FACILIDADES TECNICAS	VALORACION	
			SI	NO
1	Plan de mantenimiento preventivo (TPM)	¿Se cuenta con computadores?	X	
		¿Se cuentan con impresoras?	X	
		¿Se cuenta con fotocopidora?	X	
		¿Se cuenta con una cartelera informativa?	X	

Autor: Jaimes, A. (2023)

Dado los resultados obtenidos en el cuadro anterior se concluye que la propuesta planteada está adaptada a dichas facilidades técnicas necesarias, por lo que posee una factibilidad técnica aceptable para la empresa caso en estudio.

- **Factibilidad Operativa**

La factibilidad operativa consiste en el análisis de los recursos productivos, incluidos los humanos, necesarios para la realización de un proyecto económico, se centra en los procesos de la empresa, a diferencia de otras como la técnica (recursos técnicos) o la financiera (recursos financieros). Además, el estudio de la factibilidad operativa permite conocer lo urgente de implementar un proceso y la posible aceptación de este por parte del personal.

Cuadro 6 Factibilidad operativa

#	PROPUESTAS	FACILIDADES OPERATIVAS	VALORACION	
			SI	NO
1	Plan de mantenimiento preventivo (TPM)	¿Se cuenta con el stock de repuestos en inventarios para la puesta en marcha del plan de mantenimiento preventivo?		X
		¿Se cuenta con el personal mecánico, eléctrico y de mantenimiento, para la ejecución del plan de mantenimiento preventivo?	X	
		¿Cuenta la empresa con las herramientas requeridas para la ejecución del plan de mantenimiento preventivo?	X	
2	Personal operativo	¿Se cuenta con el personal motivado para el cambio?	X	
		¿Se cuenta con el personal calificado en el área de mantenimiento?	X	
		¿Se cuenta con el personal profesional para dictar la capacitación de los cambios?	X	

Autor: Jaimes, A. (2023)

En relación a lo expuesto anteriormente en el cuadro, se concluye que el diseño de estas propuestas es factible operativamente, ya que la empresa cuenta con el personal, espacios, herramientas, condiciones laborales, insumos, recursos, entre otros, para la implantación del mismo.

- **Factibilidad Ambiental**

El estudio ambiental busca identificar el impacto que tiene un proyecto en su entorno. En cuanto a este apartado, se basa en cómo se vería afectado el ambiente por la propuesta. Para determinar el impacto que tienen la implementación de la propuesta sobre el medio ambiente, se

realizó un cuadro de identificación de aspectos o impactos ambientales en el proceso de la línea de producción de peróxido de hidrogeno de la empresa GB Chempro C.A., bajo los cambios propuestos en materia de mantenimiento preventivo de los equipos.

Cuadro 7 Matriz de Identificación de los Impactos Ambientales

N°	Impacto Ambiental	Clasificación
1	Desechos de residuos urbanos (papel).	Negativo
2	Uso de productos e insumos químicos peligrosos.	Moderado
3	Contaminación del suelo (derrames de líquidos).	Negativo
4	Contaminación del aire con emisiones de polvo.	Moderado
5	Partículas sólidas en suspensión en la atmósfera.	Negativo
6	Contaminación del agua.	Moderado
7	Descarga las aguas residuales al sistema de alcantarillad.	Negativo
8	Mejoras de las condiciones ambientales.	Positivo
9	Pérdida del aporte de nutrientes al suelo.	Negativo
10	Pérdida del paisaje destrucción de hábitats.	Moderado
11	Alteración de hábitats natural.	Positivo
12	Control del % de desperdicios.	Positivo
13	Control del % de productos no conformes.	Positivo
14	Calidad del Producto Final.	Positivo
15	Generación de Empleo	Positivo
16	Prevención de enfermedades ocupacionales.	Negativo
17	Falta de notificación de riesgos laborales.	Negativo
18	Políticas ambientales.	Positivo
19	Mejoramiento de la calidad de vida del personal.	Positivo
20	Incremento de los niveles sonoros.	Moderado
21	Desarrollar sistema de gestión ambiental.	Positivo
22	Disminución del manejo de materiales manuales (proceso de envasado)	Positivo
23	Iluminación en todas las áreas de trabajo	Positivo
24	Uso de agua.	Moderado
25	Uso de energía eléctrica	Moderado
26	Señalización de las áreas	Positivo

Autor: Jaimes, A. (2023)

Por lo tanto, se puede decir que la propuesta es factible en el apartado ambiental ya que esta trae un impacto positivo para la organización.

- **Factibilidad Económica**

En la factibilidad económica, se debe realizar un análisis exhaustivo de la relación costo beneficio del negocio o del proyecto y sopesar ambos aspectos. Si en la evaluación se observa que los costos superan a los beneficios sería mejor no desarrollarlo. Para la aplicación de las propuestas elaboradas requiere de una serie de utilidades:

Cuadro 8 Costos de la elaboración del plan de mantenimiento preventivo (TPM)

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (\$)	TOTAL (\$)
1	Resma de Papel	1	60\$	60\$
2	Tinta Negra	1	70\$	70\$
3	Encuadernación	1	35\$	35\$
4	Mantenimiento y actualización periódica de cartelera informativa (Divulgación de Plan de Mantenimiento Preventivo)	12	30\$	360\$
TOTAL				525\$

Fuente: Página de Internet de Mercado Libre (2023).

Cuadro 9 Costos de la mano de obra (TPM)

ÍTEM	EQUIPO	COMPONENTE PRINCIPAL	MANO DE OBRA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (\$)	TOTAL (\$)
1	Caldera de vapor	Motor Eléctrico	Electricista	1	40\$ x 4S	160\$
			Mecánicos	2	40\$ x 4S	320\$
		Bomba	Mecánicos	2	40\$ x 12M	960\$
		Gaveta Eléctrica	Electricista	1	40\$ x 3M	120\$
2	Torre de Destilación	Bomba dosificadora de ácido fosfórico	Mecánicos	1	40\$ x 4S	160\$
TOTAL						1.720\$

Fuente: Página de Internet de Mercado Libre (2023).

Cuadro 10 Costos de los materiales y/o repuestos de los componentes de los equipos (TPM)

ÍTEM	EQUIPO	COMPONENTE PRINCIPAL	REPUESTO	CANT	COSTO UNITARIO (\$)	TOTAL (\$)
1	Caldera de vapor	Motor Eléctrico	Rodamiento delantero	1	30\$	30\$
			Rodamiento Trasero	1	30\$	30\$
		Bomba	Sello	1	600\$	600\$
			Rodamiento	2	40\$	80\$
		Gaveta Eléctrica	Pulsador rojo luminoso	1	40\$	40\$
			Selector de dos posiciones	1	92\$	92\$
			Contactador para 20 hp	1	321\$	321\$
			Relé térmico	1	93\$	93\$
			Térmico tipo W (3 piezas)	1	90\$	90\$
			Disyuntor de control	1	15\$	15\$
			Breakers trifásico termo magnético 50 amp	1	362\$	362\$
			Relé de voltaje	1	90\$	90\$
			Cable automotriz #12	1	0.67\$	0.67\$
			Terminales Tipo U	1	0.30\$	0.30\$
		Terminales de punta	1	0.30\$	0.30\$	
TOTAL					1.844.27\$	

Fuente: Página de Internet de Mercado Libre (2023).

Al realizar la sumatoria de los costos requeridos para la implementación de la propuesta presentada en el estudio, se requiere de una inversión total de 4.089.27\$. Se plantea que para la recuperación de la inversión para la implantación de la propuesta diseñada se pueda lograr en un plazo no mayor a tres meses. De igual forma, se le concedió al investigador el aproximado de ingresos mensuales previstos de la organización referente a la línea de producción de peróxido de hidrogeno, a su vez se estableció que con la implementación de la propuesta, estos ingresos pueden mejorar un (30%).

Cuadro 11 Ingresos previstos para enero, febrero y marzo 2024

MES	INGRESOS APROXIMADOS SIN LA MEJORA (\$)	% MEJORA	INGRESOS ESTIMADOS (\$)
Enero	94.700	30%	123.110
Febrero	100.000	30%	130.000
Marzo	110.500	30%	143.650
TOTAL	305.200	Total	396.760

Autor: Jaimes, A. (2023)

Una vez establecido los costos necesarios para la implantación de la propuesta, se procedió al cálculo de la tasa interna de retorno (TIR), con la finalidad de evaluar la factibilidad económica del proyecto.

- **Tasa Interna de Retorno (TRI)**

La Tasa Interna de Retorno es uno de los métodos de evaluación de proyectos de inversión más utilizados en empresas. Sirve para determinar la viabilidad a la hora de encarar alternativas de inversión. Se suele utilizar conjuntamente el Valor Actual Neto (VAN) y la TIR para tomar decisiones de inversión. El VAN da una medida del beneficio neto que se obtendrá al realizar el proyecto, mientras que la Tasa Interna de Retorno es un indicador de la rentabilidad del proyecto.

Cuadro 12 Explicación Tasa Interna de Retorno

TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)	
FÓRMULA	$VAN = -A + \frac{Q_1}{(1+k)} + \frac{Q_2}{(1+k)^2} + \frac{Q_3}{(1+k)^3} + \dots + \frac{Q_n}{(1+k)^n}$
EN DONDE	A es el valor del desembolso inicial de la inversión. Q_n representa los flujos de caja. n representa el número de período. k es la tasa de descuento.
CONDICIONES	TIR > 0 Rentable TIR = 0 Se aceptaría el proyecto TIR < 0 No es rentable

Autor: Jaimes, A. (2023)

Se procedió a la aplicación de la fórmula, por lo que se tiene:

$$VAN = -4.089 + \frac{123.110}{(1+k)} + \frac{130.000}{(1+k)^2} + \frac{143.650}{(1+k)^3} = 0$$

TIR: 4,46%

Debido a que el TIR fue mayor a cero, se establece que el proyecto es rentable. La inversión que se debe realizar para poner en marcha la propuesta planteada es un valor relativamente de bajo costo, al considerar los beneficios que la empresa recibirá, es vitalmente importante que se ponga en funcionamiento en un período no mayor a 6 meses.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. De acuerdo a los resultados obtenidos en las observaciones de las operaciones, como también de las entrevistas aplicadas a los informantes claves del estudio, se detectaron fallas en la operatividad de los equipos que se traduce en costos operacionales, de mano de obra, pérdida de tiempo por las paradas no planificadas y el re-trabajado, al no garantizar el correcto funcionamiento de la empresa.

2. Del análisis de las causas que afectan a los equipos relacionados con la línea de producción de peróxido de hidrogeno de la empresa bajo estudio, desarrollado mediante la aplicación de la herramienta AMFE se identificaron los posibles modos de fallo: sobre-calentado, ruido, fuga de agua por el sello mecánico, falla del compresor, fuga de ácido fosfórico, entre otros, que podrían afectar las máquinas de la línea de producción de peróxido de hidrógeno.

3. Se estableció un plan de mantenimiento preventivo basado en el (TPM), con el fin de maximizar la disponibilidad de los equipos y maquinarias productivas en la línea de producción de peróxido de hidrogeno de GB Chempro C.A. Estos mantenimientos se basaron en las instrucciones y/o especificaciones técnicas recomendadas por los fabricantes, constructores, diseñadores, usuarios y experiencias conocidas, para obtener ciclos de revisiones y/o sustituciones de los elementos más importantes de los sistemas, así como también, de la ejecución de las tareas de mantenimiento, puesto que se organizó las actividades con una frecuencia semanal, mensual, semestral o anual para las máquinas en la línea en estudio.

4. De la factibilidad operativa, técnica, ambiental y económica se pueden concluir que el diseño de la propuesta es factible operativamente, ya que la empresa cuenta con el espacio, condiciones laborales, insumos, recursos, entre otros, para la implantación del mismo. Mientras que técnicamente la empresa tiene la disposición del personal para la ejecución de los cambios, además, de los equipos necesarios para la realización del proyecto. También, se puede afirmar que la propuesta es factible en el apartado ambiental, ya que esta trae un impacto positivo

para la organización. Por tanto la propuesta planteada, resultado factible en todos los ámbitos. En el caso de la factibilidad económica es rentable la inversión de la propuesta, se calculó la TIR de 4,46%, por lo que se concluye que con la implementación de la propuesta los ingresos pueden mejorar un treinta por ciento (30%), por lo tanto, es Factible.

Recomendaciones

Una vez establecidas las conclusiones, se presentan una serie de recomendaciones a la empresa en estudio:

- La Dirección General de la empresa debe ser la garante de la correcta implementación de la propuesta, por ello debe demostrar un compromiso claro y firme que refuerce y motive a su personal.
- Se recomienda tener un registro detallado de las observaciones que se han presentado durante la aplicación de las actividades de mantenimiento, con la finalidad de corregir ciertas irregularidades.
- El inventario se debe actualizar conforme agreguen nuevas máquinas o herramientas con la finalidad de mantener siempre un registro de la cantidad exacta que dispone la línea.
- Mantener un control en el stock de los repuestos en la empresa, ya que es clave para evitar la escasez de algún componente mecánico o algún material que sea necesario para el plan de mantenimiento preventivo.
- Se debe priorizar los componentes que poseen un mayor nivel criticidad, con la finalidad de evitar averías en las máquinas y posibles paros en el proceso productivo.
- Las tareas de mantenimiento autónomo, limpieza y orden, se deben aplicar de manera periódica tanto para la sección de trabajo como para las herramientas que utilizan los operadores.
- Mantener una capacitación constante del plan de mantenimiento preventivo, de modo que se ejecute correctamente y de manera oportuna.
- Se recomienda diseñar los planes de mantenimiento preventivos de todos los equipos involucrados en la línea de producción de peróxido, con el apoyo del modelo propuesto (TPM) en la presente investigación, para maximizar la operatividad de la maquinaria a nivel general.

REFERENCIAS

- Alarcón y Romero (2020). **Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para una empresa productora y comercializadora de harina y aceite de pescado ubicada en la Ciudad de Santa Elena**. Universidad Politécnica Salesiana. Trabajo de Grado. Ecuador.
- Arias, F. (2012). **El Proyectos de Investigación: Mitos y errores en la elaboración de Tesis y Proyecto de Investigación**. (5° Edición). Caracas-Venezuela. Editorial Episteme.
- Balestrini, M. (2002). **Cómo se elabora el proyecto de investigación**. (7ª e.). Caracas, Venezuela. B&L Consultores Asociados. Servicio editorial.
- Castillo, AJ y Marcelo, JP (2020). “**Diseño de un plan de Mantenimiento Productivo Total para incrementar la productividad en la empresa Cerámicos Cajamarca SRL**”. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. (Tesis de licenciatura). Perú.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales. (1993). **Mantenimiento General. Norma COVENIN N° 3049-93**. Caracas: Fondonorma.
- Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1.999) publicada en Gaceta Oficial N° 36.860.
- Gay y Ferradas (2017). **La Educación Tecnológica**. CONICET. Bs. As
- Guamanquispe y Caguana (2022) “**Desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo basado en el mantenimiento productivo total para la maquinaria en la línea pintura de la Empresa Carrocerías Varma de la ciudad de Ambato**”. Universidad Técnica de Ambato. Trabajo de Grado. Colombia.
- Hernández, R. Fernández, C. y Batista, P. (2010). **Metodología de la Investigación**, Editorial: Mc Graw Hill, Quinta Edición. México.
- Hurtado, J. (2008) **Metodología de la Investigación Holística**, Caracas: Fundacite, Servicios y Proyecciones para América Latina. Universidad de Carabobo.
- Ley Orgánica del Sistema Venezolano para la Calidad (2.002), N° 37.555
- Martins, J. (2021). **La Teoría de las Restricciones**. Disponible en: <https://asana.com/es/resources/theory-of-constraints>. Consultado Marzo 2023.

Ministerio de la Presidencia, Decreto 1644/2008 (**La normativa aplicable a máquinas**).
Venezuela.

Norma COVENIN 3049-93 (1958). **Mantenimiento. Definiciones**. Aprobada por la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN) en su reunión N° 124.

Prando, R. (1996). **Manual de Gestión de Mantenimiento**. 1ra Edición. Montevideo, Uruguay.
Editorial: Piedra Santa.

Sabino, C. (2012). “**Propuesta de investigación**” Editorial Panto. Caracas, Venezuela.

Tamayo y Tamayo, M. (2007). **El Proceso de la Investigación Científica**, 4ta. Edición. México.
Editorial Limusa, S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores.

Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL) (2003), **Manual para la Elaboración del Trabajo de Grado**. 3^ota edición Caracas- Venezuela.

Merchán, A. (2015). **Análisis modal de fallos y efectos (AMFE), en el proceso de producción de tableros eléctricos de la Empresa EC-BOX**. Universidad del Azuay, Cuenca.

Electrónicas

Evolución del Mantenimiento (2018). [Documento en Línea]. Consulta: Mayo 2023 Disponible en: <http://bit.ly/2qV2FkO> .

García, S. (2009). **Mantenimiento Correctivo. Organización y Gestión de la Reparación de Averías**. Colección Mantenimiento Industrial Volumen 4. Editorial RENOVETEC. [Documento en Línea]. Consulta: mayo 2023. Disponible en: <http://bit.ly/2rEDVKS>

García, S. (2020). **TPM - Total Productive Maintenance**. Disponible en Red: <http://www.mantenimientopetroquimica.com/tpm.html>. Revisado en Mayo 2023.

ANEXOS

ANEXO A

CHECKLIST (CONDICIONES OPERATIVAS DE LOS EQUIPOS)



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS
CHECKLIST (CONDICIONES OPERATIVAS DE LOS EQUIPOS)

I	CHEQUEOS	SI	NO	OBSERVACIONES
1	¿Son adecuadas las condiciones operativas de los equipos en la línea?		X	
2	¿Existen fallas frecuentes en los equipos en la línea?	X		
3	¿Existen normas internas que permiten reducir las fallas frecuentes en los equipos?	X		
4	¿Utilizan inspecciones físicas antes de poner en marcha los equipos?	X		
II	MANTENIMIENTO	SI	NO	OBSERVACIONES
5	¿Se les aplica mantenimiento preventivo a los equipos?		X	
6	¿Los mantenimientos son llevados a cabo por el personal de la empresa?	X		
7	¿Se elabora un programa anual de mantenimiento preventivo y correctivo a las instalaciones?		X	
8	¿La empresa proporcionar los instrumentos y herramientas necesarias para el desarrollo oportuno del mantenimiento?		X	
9	¿Se llevan a cabo las instrucciones del manual de los fabricantes de los equipos, para el proceso de mantenimiento?		X	
III	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS	SI	NO	OBSERVACIONES
10	¿Cuenta la línea con el tipo de señalización y distribución de los equipos según su proceso?		X	
11	¿Están elaboradas las AST de cada uno de los puestos de trabajo en la línea?		X	

IV	SEGURIDAD EN LOS EQUIPOS	SI	NO	OBSERVACIONES
12	¿Existen normas sobre el uso adecuado de los equipos?		X	
13	¿Existen algún responsable del área de mantenimiento?		X	
V	REGISTROS Y CONTROLES	SI	NO	OBSERVACIONES
14	¿Existe algún formato de registro donde se lleve un control de las actividades del mantenimiento por equipo en la línea?	X		
VI	PERSONAL	SI	NO	OBSERVACIONES
15	¿Existe un plan de formación para el personal operativo y mantenimiento?		X	

Autor: Jaimes, A. (2023).

ANEXO B

GUIÓN DE LA ENTREVISTA ESTRUCTURADA



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS
GUIÓN DE LA ENTREVISTA ESTRUCTURADA**

INFORMANTES CLAVES: Como informantes claves para la realización de esta investigación se determinaron:

- Jefe de planta.
- Supervisor de producción.
- Técnicos del área de mantenimiento.
- Personal operativo.

PREGUNTAS:

I. CAPACIDAD OPERATIVA

- ¿Desde su óptica, pudiera describir la capacidad operativa de los equipos, en lo que respecta a su vida útil?
- En función a su experiencia ¿pudiera mencionar cuales son los estándares en nivel de eficiencia de los equipos en la línea de producción?
- ¿Cuáles serían las variables críticas de los equipos y su influencia en el actual sistema?
- En función de las paradas no planificadas de los equipos ¿pudiera enumerar algunas de las fallas más frecuentes en las maquinarias?

II. MANTENIMIENTO

- ¿Cómo se ejecuta la inspección del control de los estados de los equipos?
- ¿Existe algún formato de orden de trabajo específico para el mantenimiento de los equipos? ¿Qué elementos contiene?
- Desde su experiencia ¿puede usted describir el orden de prioridades de las actividades de mantenimiento preventivo a ejecutar en el sistema actual?
- ¿Existe un plan de formación para el personal de mantenimiento preventivo? ¿En qué ámbito los capacitan?

III. CONFIABILIDAD Y DISPONIBILIDAD

- ¿Cómo se desarrolla la inspección del control de los estados de los equipos?
- ¿Cada cuánto presentan averías o fallas en los equipos?
- ¿Cuándo se da algún evento de fallo en algunos de los equipos a quien recurre usted de primera

ANEXO C

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

CARTA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Por medio de la presente, me dirijo a usted, con la finalidad de presentar un guión de entrevista que va dirigido al personal de la línea de peróxido de hidrogeno de la empresa GB Chempro C.A., como instrumento de recolección de datos, para obtener las respuestas que van a permitir alcanzar el objetivo específico del Trabajo de Grado, que es diagnosticar la situación actual de los equipos relacionados con la línea de producción de peróxido de hidrogeno y con los resultados detectar las oportunidades de mejoras.

Esto permitirá el diseño de un plan de mantenimiento preventivo basado en el mantenimiento productivo total (TPM), para así aumentar la eficiencia de los componentes, disminuir los tiempos de paradas no programadas, reducir fallas y tiempos muertos, y ahorro de las cantidades monetarias significantes que se generan por los mantenimientos correctivos o catalogados como emergencia en la empresa.

Por lo que solicité a usted sus buenos conocimientos y oficios para la validación de este instrumento dada su Formación Académica y Experiencia en el Área de Industria Industrial. A tal efecto se anexa el cuadro técnico metodológico, el guión de entrevista y el formato de validación del instrumento.

Autor:

Juimes, Antonio

Tutor:

Ing. Viky Mujica

Firma:

C.I:

11524415