

**Diseño de un programa de mantenimiento para mejorar la confiabilidad  
de los equipos de la empresa BUZCA S.A.**



Eduardo Luis Meza Tilvez

Universidad Antonio Nariño sede de Cartagena.

Bolívar.

**Diseño de un programa de mantenimiento para mejorar la confiabilidad de los  
equipos de la empresa BUZCA S.A.**

Eduardo Luis Meza Tilvez

Universidad Antonio Nariño sede de Cartagena.

Bolívar.

## **Notas del autor**

Eduardo Luis Meza Tilvez, Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Antonio Nariño, Ciudad.

La empresa Buzca S.A ha desempeñado un papel fundamental en la colaboración para la realización del presente trabajo de grado, su compromiso y apoyo han sido clave en el desarrollo exitoso de este proyecto académico. Además, la empresa ha brindado la oportunidad de acceder a su proceso de mantenimiento, lo que ha permitido obtener datos reales y relevantes para el estudio.

## **Nota de Aceptación**

iv

Nombre y firma jurado 1

---

Nombre y firma jurado 2

---

Nombre y firma presidente

---

Nombre y firma secretario

---

## **Dedicatoria**

v

En este proyecto de grado está dedicado primeramente a Dios, a mi esposa y luego aquellas personas de que una forma u otra me han brindado su apoyo incondicional para hacer de mí una mejor persona, lograr que pueda terminar mi carrera como profesional y crecer como ser humano.

## **Agradecimientos**

vi

Agradezco a todas las personas, los docentes, a la universidad que estuvieron conmigo en este proceso educativo, y especialmente a la empresa Buzca S.A, que me brindo la información necesaria sin duda fue indispensables para lograr condensar todo en este trabajo y que estoy seguro les será de utilidad a futuras generaciones.

## **Resumen**

La presente investigación resalta la importancia del mantenimiento en las organizaciones para la preservación de sus activos, y la influencia que tiene el proceso sobre las finanzas de una compañía, desde el punto de vista de que cuando existen fallas no contempladas en los equipos, es necesario hacer una inversión no contemplada, lo que representa sobrecostos operativos. Es por tal motivo que el autor hace un análisis detallado sobre el proceso de mantenimiento de la empresa BUZCA S.A, pues en los últimos dos años se ha evidenciado un incremento en los costos debido a las fallas de sus equipos, lo que cuestiona la funcionalidad del proceso de mantenimiento modalidad preventiva. En el desarrollo de la investigación, se definirán las teorías de mantenimiento, los métodos de análisis de fallas y todo lo pertinente para identificar la causa de las fallas repetitivas sobre unos equipos que son escogidos aleatoriamente. Posteriormente se aplicarán técnicas para la mejora del proceso de mantenimiento, con el fin de establecer un programa que le permita a la organización optimizar el mantenimiento en sus equipos y así asegurar la confiabilidad de estos.

***Palabras Clave:*** Mantenimiento, Falla, proceso, planificación, mejora continua.

### **Abstract**

This research highlights the importance of maintenance in organizations for the preservation of their assets, and the influence that the process has on the finances of a company, from the point of view that when there are unforeseen failures in the equipment, it is necessary to carry out an unforeseen investment, which represents operational cost overruns. That is why the author carries out a detailed analysis of the maintenance process of the company BUZCA S.A, since in the last two years there has been an increase in costs due to equipment failures, which questions the functionality. of the preventive maintenance process. In the development of the research, maintenance theories, failure analysis methods and everything relevant to identify the cause of repetitive failures in equipment that is chosen at random will be defined. Subsequently, techniques will be applied to improve the maintenance process, in order to establish a program that allows the organization to optimize the maintenance of its equipment and thus ensure its reliability.

***Keywords:*** Maintenance, Failure, process, planning, continuous improvement.

## Tabla de contenido

ix

1.	Introducción.....	14
2.	Planteamiento del Problema.....	16
3.	Descripción del Problema.....	16
4.	Justificación.....	22
5.	Objetivos.....	23
5.1.	General.....	23
5.2.	Específicos.....	23
6.	Marco Referencial.....	24
6.1.	Antecedentes.....	24
6.2.	Marco Teórico.....	29
6.2.1.	Mantenimiento.....	29
6.2.2.	La Falla.....	31
6.2.3.	Ciclo PHVA.....	34
6.2.4.	Estudio de Viabilidad.....	35
6.3.	Marco Conceptual.....	36
6.4.	Marco Geográfico.....	38
6.4.1.	Ubicación.....	38
6.4.2.	Límites de la Empresa.....	39
6.4.3.	Reseña.....	39
7.	Diseño Metodológico.....	40
7.1.	Tipo y Enfoques de Investigación.....	41
7.2.	Variables de Medición.....	42

7.3. Recolección y Análisis de Datos.....	42	x
7.3.1. Recolección de datos del Área Administrativa:.....	43	
<b>7.3.2. Recolección de datos del Área de Mantenimiento: .....</b>	<b>44</b>	
8. Fases y Actividades Metodológicas .....	46	
8.1. Diagnosticar las causas asociadas a las fallas del mantenimiento de los equipos en la empresa BUZCA SAS, utilizando diferentes metodologías o técnicas. ....	46	
8.1.1. Revisión el proceso actual de mantenimiento.....	46	
8.1.2. Metodologías para la identificación de causas de las fallas de los equipos	49	
8.1.3. Aplicación de las metodologías investigadas para identificar Causa de las fallas de los equipos.....	52	
8.2. Definir herramientas, practicas o estrategias aplicables para proponer un programa de mantenimiento ajustado a las necesidades de la empresa.....	55	
8.2.1. Hacer una recopilación de las posibles acciones de mejora al proceso de acuerdo con la investigación previa .....	55	
8.2.2. Diseñar un programa de mantenimiento aplicando las mejoras al proceso	56	
8.3. Evaluar la viabilidad del programa de mantenimiento propuesto, analizando los impactos económicos, beneficios y mejoras en la confiabilidad de los equipos. ....	71	
8.3.1. Viabilidad Técnica.....	74	
8.3.2. Viabilidad Financiera.....	75	
9. Conclusiones.....	79	
10. Recomendaciones .....	80	
11. Referencias .....	81	
12. Anexos.....	88	

## Lista de Tablas

Tabla 1 Consolidado de presupuesto y costos de mantenimiento 2020-2022 .....	18
Tabla 2 Porcentaje de mantenimientos 2020 .....	20
Tabla 3 Porcentaje de mantenimientos 2021 .....	20
Tabla 4 Porcentaje de mantenimientos 2022 .....	21
Tabla 5 Límites de la empresa Buzca S.A .....	39
Tabla 6 Actividades Establecidas Para El Cumplimiento De Los Objetivos .....	40
Tabla 7 Recolección de datos casos de fallas .....	52
Tabla 11 Cuadro comparativo entre Easy Maint y Zeus.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 13 Periodo proyectado para la recuperación de la inversión del programa de mantenimiento ZEUS.....	77

## Lista de Ilustraciones

xii

Ilustración 1 Ubicación Geográfica de la empresa Buzca S.A .....	38
Ilustración 2 Flujograma proceso de mantenimiento BUZCA S.A .....	48
Ilustración 3 Diagrama de Pareto de los casos de falla.....	53
Ilustración 4 Diagrama de Ishikawa a los casos de falla de los equipos.....	54
Ilustración 5 Programa de Mantenimiento de la empresa Buzca S.A.....	57
Ilustración 6 Formato Listado de equipos de Buzca S.A.....	59
Ilustración 7 Formato de ficha técnica de mantenimiento de equipo .....	60
Ilustración 8 Instructivo de operación del equipo.....	61
Ilustración 9 Formato de Plan de Capacitación y entrenamiento .....	62
Ilustración 10 Formato de Control de Inventario.....	64
Ilustración 11 Formato de Plan de compras.....	65
Ilustración 12 Formato Cronograma de mantenimiento .....	69
Ilustración 13 Indicadores y Metas del programa de mantenimiento .....	70
Ilustración 14 Presupuesto anual de mantenimiento BUZCA S.A.....	72
Ilustración 15 Cargos que conforman el equipo de mantenimiento de BUZCA S.A.....	73

**Lista de Anexos**

Anexo 1 Propuesta Programa de Mantenimiento ZEUS ..... 88

Anexo 2 Propuesta Programa de Mantenimiento Easy Maint ..... 96

## **1. Introducción**

La misión del mantenimiento se centra en garantizar el óptimo funcionamiento de los equipos que son usados para fines específicos, de acuerdo con el objetivo que tenga la empresa; para lo cual se implementan programas dedicados a la prevención de fallas, reparación de daños y mejoramiento de las condiciones operativas de los equipos. De igual forma el mantenimiento tiene unos pilares fundamentales como lo son: la conservación de los activos físicos mediante el desarrollo de técnicas administrativas y operativas que permitan conservar la vida útil del equipo; la disponibilidad de los activos físicos mediante el desarrollo de procedimientos que promuevan la disponibilidad de los equipos; la administración eficaz de los recursos, mediante la promoción del uso eficaz y eficiente de todos los recursos de la organización; y el desarrollo del talento humano, mediante programas de formación y capacitación, gerencia del desempeño y gestión global del conocimiento (Palencia I. M., 2012)

Es importante resaltar que, para el cumplimiento del objetivo principal del mantenimiento, se requiere de la disposición de medios, procedimientos y recursos que le permitirá a la organización aplicar adecuadamente las técnicas necesarias para la conservación de sus equipos. Para una organización el mantenimiento es una parte fundamental que garantizará que sus activos se conserven de forma adecuada y que su vida útil favorezca las utilidades de la empresa a largo plazo, y es por esta razón que el presente trabajo de investigación enfoca su metodología para el desarrollo de un programa, que le permita a la empresa BUZCA S.A mejorar su proceso de mantenimiento para la preservación de sus activos, alcanzando un alto grado de confiabilidad y disponibilidad de los equipos.

Por otra parte, la presente investigación también argumenta la influencia que tiene el mantenimiento sobre las finanzas de las organizaciones, pues se ha evidenciado que las fallas repetitivas de los equipos de la empresa BUZCA S.A, han representado un incremento en los valores presupuestados para la operación del proceso de mantenimiento, siendo esta una problemática que resalta la importancia de la mejora continua.

Esta problemática motiva al autor a proponer un programa de mantenimiento que permita garantizar la confiabilidad de los equipos de la empresa, conservando los límites presupuestales que la empresa designa para esta área. Para esto se considera que la empresa cuenta con un sistema de mantenimiento, el cual se evaluará tomando como punto de inicio el análisis de los casos de falla de los equipos, para lograr esclarecer las posibles falencias en la metodología, aplicando metodologías para la identificación de las causas por las cuales se presentan estos sucesos.

Posteriormente se recopilará información correspondiente a las metodologías de mantenimiento que han sido implementadas en las empresas, enfocadas a las variables analizadas en los casos de falla de los equipos; y se aplicará la más adecuada para la mejora del proceso, diseñando un programa de mantenimiento óptimo. Finalmente, se realizará un análisis al programa diseñado, evaluando si la nueva metodología es la adecuada para minimizar los casos de falla de los equipos, para así sustentar la eficiencia del programa.

## **2. Planteamiento del Problema**

En el segundo semestre del año 2022, la empresa BUZCA S.A realiza una recolección de los datos correspondientes a los indicadores del proceso de mantenimiento desarrollado en los años 2020, 2021 y 2022, en los que se mide el cumplimiento de los mantenimientos preventivos programados y los costos presupuestados, de igual forma el porcentaje de los mantenimientos correctivos sobre los preventivos. Posteriormente se realiza un análisis y se evidencia que se ha incrementado la cantidad de los mantenimientos correctivos, lo que trae como consecuencia un incremento en el presupuesto y una disminución en la disponibilidad de los equipos.

De acuerdo con lo anterior, se identifica una necesidad de analizar las variables que influyen en el incremento de los mantenimientos correctivos, las fallas en los mantenimientos preventivos de la empresa, y evaluar una posible mejora el proceso. Entonces, es relevante cuestionarse sobre:

¿Qué programa de mantenimiento lograría minimizar el número de fallas y garantizar la confiabilidad en los equipos de la empresa BUZCA SA?

## **3. Descripción del Problema**

La empresa BUZCA S.A, tuvo sus orígenes a partir del año 1969, haciendo operaciones de buceo industrial y atención a emergencias submarinas exclusivamente, lo que evolucionó a partir del 2003, cuando la compañía hizo una ampliación de su portafolio de servicios, ofreciendo una solución integral de ingeniería marina, submarina, ambiental y oceanográfica, logrando

posicionarse dentro de las empresas más destacadas a nivel nacional en esta industria. (BUZCA SOLUCIONES DE INGENIERÍA S.A, 2022)

A partir de este acontecimiento, la compañía adquiere el principio estratégico de contar con una dotación de equipos esenciales para el desarrollo de las actividades, con el objetivo de disminuir la subcontratación de activos. Esta condición obligó a la empresa a implementar el proceso de Gestión de Mantenimiento, el cual tiene como metodología principal aplicar un plan de mantenimientos preventivos, los cuales son ordenados mediante el software especializado Easy Maint, administrado por la persona designada de acuerdo con los datos del manual del equipo, recomendaciones del fabricante y horas de trabajo. Para el seguimiento de este proceso, la empresa implementa una metodología de control trimestral que consiste en la recopilación de la cantidad de todos los mantenimientos realizados por trimestre, esto con el fin de designar un presupuesto para el proceso y verificar el cumplimiento del plan manejado por el software. Durante el control del segundo trimestre del 2022, se evidenció que la disponibilidad de los equipos disminuyó por motivos de fallas repetitivas que implicaban la realización de mantenimientos correctivos.

Utilizando los sistemas de información de la empresa, se recopiló la información de presupuestos anuales y gastos que tuvieron lugar para los mantenimientos planeados y mantenimientos correctivos, desde el año 2020 hasta al 2022, de acuerdo con la Tabla 2. Consolidado de presupuesto y gastos de mantenimiento 2020-2022, cabe resaltar que se presupuesta solo mantenimientos planeados, lo que significa que los gastos de mantenimiento correctivo es un costo no contemplado.

**Tabla 1 Consolidado de presupuesto y costos de mantenimiento 2020-2022**

<b>Año</b>	<b>Presupuesto anual de Mantenimiento Planeado</b>	<b>Costos Mantenimientos Planeados</b>	<b>Costos Mantenimientos Correctivos</b>	<b>Total costos de Mantenimiento</b>	<b>Porcentaje de aumento de costos totales de mantenimiento con respecto al presupuesto</b>
2020	\$ 555.862.500	\$ 395.451.508	\$ 197.356.844	\$ 592.808.352	7%
2021	\$ 628.734.510	\$ 565.896.848	\$ 228.280.152	\$ 794.177.000	26%
2022	\$ 584.360.219	\$ 496.525.181	\$ 480.500.000	\$ 977.025.181	67%

Fuente: Información de costos de mantenimiento BUZCA S. A

Se evidencia en la tabla 1 Consolidado de presupuesto y costos de mantenimiento 2020-2022, que en el año 2020 no se dispuso de la totalidad del dinero presupuestado, pero hubo un costo en mantenimientos correctivos que no se tuvo contemplado, lo que representó un sobre costo del 7% de lo presupuestado en este periodo de tiempo. Para el año 2021 se evidenció nuevamente que no se gastó la totalidad de lo estimado, pero hubo sobre costo del 26% debido a mantenimientos correctivos no contemplados. Para el año 2022, hasta el primer trimestre, se evidencia un sobre costo significativo por mantenimientos correctivos, a pesar de que los gastos de los mantenimientos programados se mantienen al margen de lo presupuestado, el porcentaje de sobre costo es de 67%, lo que ha alarmado al área financiera.

Para confirmar la información anterior, se hace una recopilación general del total de mantenimientos ejecutados, con base a la metodología de planificación de mantenimientos preventivos que maneja el proceso de Gestión de Mantenimiento de la empresa; y de los mantenimientos correctivos los cuales no se tuvieron en cuenta en la planificación, determinando el porcentaje de cada uno con respecto a los mantenimientos planeados. de acuerdo con la Tabla 2. Porcentaje de mantenimientos 2020, Tabla 3. Porcentaje de mantenimientos 2021, y Tabla 4. Porcentaje de mantenimientos 2022.

**Tabla 2 Porcentaje de mantenimientos 2020**

<b>Año 2020</b>	<b>Planeado</b>	<b>Ejecutado</b>	<b>Correctivos</b>
Trimestre 1	46	43	3
Trimestre 2	97	95	1
Trimestre 3	88	88	3
Trimestre 4	57	57	2
Total	288	283	9
Porcentaje Total de Mantenimiento		98%	3%

Fuente: Información de mantenimiento BUZCA S.A

**Tabla 3 Porcentaje de mantenimientos 2021**

<b>Año 2021</b>	<b>Planeado</b>	<b>Ejecutado</b>	<b>Correctivos</b>
Trimestre 1	38	38	3
Trimestre 2	96	93	3
Trimestre 3	158	156	3
Trimestre 4	80	72	4
Total	372	359	13
Porcentaje Total de Mantenimiento		97%	3%

Fuente: Información de mantenimiento BUZCA S.A

**Tabla 4 Porcentaje de mantenimientos 2022**

<b>Año 2022</b>	<b>Planeado</b>	<b>Ejecutado</b>	<b>Correctivos</b>
Trimestre 1	84	84	6
Trimestre 2	147	144	9
Trimestre 3	162	162	7
Total	393	390	22
Porcentaje Total de Mantenimiento		99%	6%

Fuente: Información de mantenimiento BUZCA S.A

De los datos anteriormente presentados se puede establecer que el porcentaje de mantenimiento correctivo es del 3% con respecto a los mantenimientos planeados, durante los años 2020 y 2021. En la información del año 2022 se evidencia que el porcentaje del mantenimiento correctivo es del 6% con respecto a los mantenimientos planificados, lo que evidencia un incremento en el promedio que se venía manejando desde el año 2020.

#### **4. Justificación**

Para el desarrollo de esta investigación será clave el análisis de las posibles causas del problema planteado anteriormente, lo que permitirá establecer los factores que deben ser intervenidos en el actual plan de mantenimiento que lleva la empresa BUZCA S.A., evaluando si es conveniente aplicar el método del mantenimiento predictivo como una posible oportunidad de mejora al proceso, y determinar si esto permite optimizar los recursos destinados para estas actividades, contar con mayor disponibilidad de los equipos, y aportar a la productividad de la empresa.

La mejora al proceso de Gestión de Mantenimiento de la empresa BUZCA S.A, beneficiará directamente a las utilidades financieras de la compañía, teniendo en cuenta que la disminución de los mantenimientos correctivos aplicando métodos efectivos de mantenimiento y mejor planificación presupuestal, permitirá que se disminuya un 67% de sobrecostos. Esto permitirá un beneficio a nivel local, puesto que se mantendrá una utilidad estable para la conservación de la mano de obra, y recurso humano que se dedica al apoyo de estas actividades. Entre los otros beneficios que proporcionaría el desarrollo de esta propuesta de investigación a BUZCA S.A se encuentran:

- Mejoramiento de la vida útil de los equipos
- Evaluación y mejora de los procedimientos de mantenimientos de equipos
- Herramientas para el control y seguimiento de los planes de mantenimiento
- Mejora de la confiabilidad de sus equipos

El desarrollo de esta investigación representa un gran impacto para el autor a nivel profesional, puesto que este es funcionario del área de mantenimiento de la empresa que está siendo objeto para mejoramiento empresarial, teniendo en cuenta que el principal propósito de la investigación es crear una herramienta de trabajo, que permita optimizar los tiempos y recursos económicos del proceso de mantenimiento, aumentando el rendimiento laboral y contribuyendo al crecimiento profesional en el área, sin dejar de lado el interés por contribuir en la mejora continua de la empresa.

## **5. Objetivos**

### **5.1. General**

Diseñar un programa de mantenimiento para mejorar la confiabilidad de los equipos de la empresa BUZCA S.A, a través del análisis de las herramientas existentes.

### **5.2. Específicos**

- Diagnosticar las causas asociadas a las fallas del mantenimiento de los equipos en la empresa BUZCA SAS, utilizando diferentes metodologías o técnicas.
- Definir herramientas, practicas o estrategias aplicables para proponer un programa de mantenimiento ajustado a las necesidades de la empresa.
- Evaluar la viabilidad del programa de mantenimiento propuesto, analizando los impactos económicos, beneficios y mejoras en la confiabilidad de los equipos.

## **6. Marco Referencial**

### **6.1. Antecedentes**

La investigación de Adriana Patricia Collante Gomez, “Diseño de estrategias de mejora para la gestión en el proceso de asistencia técnica y reparación de componentes de la empresa DIESEL CAT LTDA”, ha sido una base fundamental para el direccionamiento de la presente investigación, pues su objetivo de encontrar estrategias de mejora a un proceso de la compañía referenciada se alinea con el propósito del trabajo en la búsqueda de la mejora al programa de mantenimiento de la empresa BUZCA S.A. Su Investigación fue una guía para el desarrollo del presente trabajo de grado.

La investigación llevada a cabo por la Ingeniera Ana María Sanchez Gómez, egresada de la Universidad Católica de Colombia, titulada “Técnicas De Mantenimiento Predictivo. Metodología de Aplicación en las Organizaciones”, es un precedente guía que permite tomar como referencia al autor, para el inicio de la investigación, en el cual describe las técnicas del mantenimiento predictivo y posteriormente establecer la metodología para aplicar esta técnica en las organizaciones.

Eleonora Florian, Fabio Sgarbossa, y Ilenia Zennaro. En su investigación. “Machine learning-based predictive maintenance: A cost-oriented model for implementation”. Publicada en the International Journal of Production Economics, menciona al mantenimiento predictivo como una forma de reducción de costos en mantenimiento y aumento de la disponibilidad de los sistemas de producción.

Kevin Steven Reyes Morocho y Edwin Fernando Salvatierra Avalos, presentan la tesis “Plan de mantenimiento preventivo para reducir costos operativos de los equipos de aire acondicionado en Saga Falabella S.A.” en la cual proponen como objetivo implementar este tipo de mantenimiento, evaluando rendimiento, costos de operación y aplicar una buena metodología para la disminución de costos generados por el uso de los aires acondicionados.

Hajar Toumi, Anwar Meddaoui, Mustapha Hain, presentan la investigación “The influence of predictive maintenance in industry 4.0: A systematic 25ecisión25a review,” en la que realizan una revisión sistemática de la literatura sobre el estudio de los desafíos del mantenimiento predictivo.

Brandon Miguel Espinoza Casahuaman y Marlón Luis Moncada Meza presentan la investigación “Mantenimiento preventivo para reducir los costos operativos en la empresa Grupo M y OLAPEZ SAC”, la cual tiene como objetivo general es aplicar el mantenimiento preventivo para minimizar el diez por ciento de los costos operativos en la empresa en mención.

Omar Ernesto Gordillo Santana y Omar Andrés Sierra Arévalo presentan la investigación “Propuesta de mejora al plan de mantenimiento para los equipos de mayor criticidad en la empresa OSG aplicando la metodología RCM”, basándose en una propuesta de mantenimiento sobre la metodología RCM (mantenimiento centrado en confiabilidad) para los equipos identificados con mayor criticidad de acuerdo con la aplicación del ciclo Deming PHVA.

Carlos Andres Guzman Charrasquiél, presenta la investigación “Plan de análisis de modos / efectos de falla y plan de mantenimiento para una máquina industrial lavadora de prendas”

propone el diseño de un plan de mantenimiento utilizando la metodología de Modos y Efecto de fallas.

Yongmin Bian y J.-X. Huang, presentan el informe “Condition-based maintenance 26 decision-making for equipment” donde se analizaron los factores de influencia en el mantenimiento basado en la condición de los equipos.

Gian Antonio Susto; Jian Wan; Simone Pampuri; Mattia Zanon; Adrian B. Johnston; Paul G. O’Hara; Seán McLoone presentan la investigación “An adaptive machine learning 26 decision system for flexible predictive maintenance” se presenta un sistema de soporte de decisiones de programación de mantenimiento flexible basado en PdM adaptativo.

Paul J. Layzell, Linda A. Macaulay, presentan el informe “An investigation into software maintenance—Perception and practices” analizando los resultados de una encuesta realizada sobre las percepciones y prácticas en mantenimiento de software en cinco importantes empresas del Reino Unido.

Egilde Zambrano, Ana Teresa Prieto y Ricardo Castillo, presentan el informe “Indicadores de gestión de mantenimiento en las instituciones públicas de educación superior del municipio Cabimas” tiene como objetivo general analizar la gestión de mantenimiento en las instituciones públicas de educación superior del municipio Cabimas.

Alejandro David Castro Barranco y Alex Nieto Sarmiento presentan la investigación “Estudio y análisis de modos de fallas y sus efectos en maquina reconstructora de zapatas de equipos Caterpillar para la empresa GECOLSA S.A.” realizan el análisis de la situación actual para definir las necesidades del proceso de mantenimiento de la empresa GECOLSA S.A.

Omar Campos, Guilibaldo Tolentino, Miguel Toledo, René Tolentino presentan la investigación “Metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) considerando taxonomía de equipos, base de datos y criticidad de efectos” donde presentan y analizan de forma breve un caso de aplicación de la metodología propuesta.

Diana Carolina Jimenez Casallas, Fleidym Borraez Correa Darío, Cantor Barragán, presentan la investigación “Implementación del método de análisis de falla en componentes mecánicos” donde implementan el método de análisis de falla a cinco componentes mecánicos que han sido obtenidos de talleres automotrices y otras piezas metálicas que presentan algún tipo de falla con el fin de determinar la causa probable de falla.

José R. Aguilar, Rocío Torres, Diana Magaña presentan la investigación “Análisis de modos de falla, efectos y criticidad (AMFEC) para la planeación del mantenimiento empleando criterios de riesgo y confiabilidad” ilustra el proceso de análisis y aplicación de la metodología de FMECA o AMFEC en el proceso de gestión del mantenimiento, específicamente en la etapa de la planeación, etapa considerada como crítica.

Jorge Luis Valdes Atencio, Erick Armando San Martín, proponen “Diseño De Un Plan De Mantenimiento Preventivo-Predictivo Aplicado A Los Equipos De La Empresa Remaplast” donde establecen que es indispensable el diseño de un plan de mantenimiento preventivo-predictivo bien estructurado, con el fin de mejorar el proceso de organización y mantenimiento de sus equipos y herramientas.

Gary Linnéusson, Amos Ng, Tehseen Aslam, en el informe “Investigating Maintenance Performance: A Simulation Study” presentan un modelo que cuantifica la dinámica del desempeño

del mantenimiento para permitir un análisis de sistemas sobre el total de consecuencias de diferentes estrategias.

Sukhvir Singh Panesar y Tore Markeset, presentan la investigación “Industrial service innovation through improved contractual relationship: A case study in maintenance” donde discuten varios temas contractuales que podrían alentar las innovaciones de servicios industriales con especial referencia a mejorar la efectividad del proceso de operación y mantenimiento de instalaciones de producción.

R. Horner, M.A. El-Haram, A.K. Munns, presentan el informe “Building maintenance strategy: a new management approach” analizan las ventajas y desventajas relativas de las estrategias correctivas, preventivas y basadas en condiciones.

Juan Luis García T, presenta el informe “ESTRUCTURACIÓN DE MANTENIMIENTO, Gestión, administración y planeación” donde se presenta un modelo para la estructuración del área de mantenimiento de Fábrica de Calcetines Crystal en cuanto a su gestión, administración y planeación.

Carlos Javier Caro Peña y Dalis Margarita Altahona Muñoz, proponen un diseño de un programa de mantenimiento preventivo en ETEC S.A, con el fin de garantizar la confiabilidad de los equipos de la empresa.

## **6.2. Marco Teórico**

### **6.2.1. Mantenimiento**

Mantenimiento son todas las actividades que deben ser desarrolladas en orden lógico, con el propósito de conservar en condiciones de funcionamiento seguro, eficiente y económico los equipos de producción, herramientas y demás propiedades físicas de las diferentes instalaciones de una empresa, y .su objetivo es garantizar que los activos y recursos se mantengan en condiciones óptimas para su uso continuo y prolongado. (Palencia O. G., 2006)

El Mantenimiento abarca y una amplia gama de actividades que incluyen inspecciones, limpieza, lubricación, ajustes reparaciones, reemplazo de piezas desgastadas, actuaciones de software, entre otros. Estas labores se llevan a cabo de manera preventive, predictive o corrective según el enfoque que se le dé, teniendo en cuenta las necesidades puntuales.

#### **Mantenimiento Preventivo**

El mantenimiento preventivo es una metodología que consiste en la programación periódica de actividades de intervención en los equipos, con el objeto principal de inspeccionar, reparar y/o reemplazar componentes. Las intervenciones se realizan aun cuando la máquina esté operando satisfactoriamente. Se basa en programar el mantenimiento basado en estimaciones de vida útil o tiempo entre fallas esperadas. El mantenimiento preventivo trata de obtener el máximo de rendimiento de la vida útil de las piezas de una máquina disminuyendo hasta donde sea posible, las paradas imprevistas. Cubre todo el mantenimiento programado que se realiza con el fin de prevenir la ocurrencia de fallas. (Aescuderor, 2015)

### **Mantenimiento Correctivo**

El mantenimiento correctivo se debe realizar en razón de que existe una falla o avería imprevista por lo que generalmente se actúa de manera que se pueda solucionar el problema en el menor tiempo posible, sin embargo existen algunas situaciones que no requieren que la falla sea reparada de inmediato, es decir, el componente en el cual ocurre la avería permite que siga funcionando la máquina o equipo en este tipo de situaciones los encargados de mantenimiento pueden realizar una planificación para decidir en qué momento se realizarán las actividades de mantenimiento. (Aescuderor, 2015)

### **Mantenimiento Predictivo**

El mantenimiento predictivo consiste en una serie de técnicas y herramientas que, basándose en el **análisis de datos**, consigue detectar anomalías y posibles errores en el funcionamiento de procesos y equipos. Algunas técnicas de mantenimiento predictivo utilizadas en la industria de forma generalizada comprenden:

- **Análisis y detección de vibraciones**, para analizar maquinarias rotativas.
- **Termografía infrarroja** para inspeccionar aislamientos, purgadores de vapor o fallos del estator de un motor eléctrico.
- **Análisis de lubricantes**, para detectar deterioros por sustancias contaminantes y partículas de desgaste.
- **Descargas parciales** en máquinas eléctricas rotativas en ciclo de operación.

- **Análisis de ultrasonidos**, para verificar parámetros de estanqueidad, funcionamiento de válvulas o detección de fugas de fluidos. (Vidal, 2023)

### **6.2.2. La Falla**

Se considera que un equipo falla cuando su funcionamiento medido en todos los parámetros de control no es especificado. Por lo tanto, se considera que un equipo se encuentra en estado de falla cuando no funciona en forma eficiente o cuando el producto no alcanza la calidad especificada. (PROPYMES, 2014)

#### **Causas de Falla**

Aunque las causas del fallo de un material pueden ser muy diversas, todas están ligadas en cierta medida al error humano, estas se pueden resumir en:

- **Defecto de Diseño:** Las deficiencias en el diseño son características inaceptables en un producto o sistema, son resultado del proceso y concepción como tal del diseño. Dichos errores abarcan desde el concepto original (idea), la configuración general del diseño y la selección de materiales y procesos de fabricación. Para analizar los factores del proceso de diseño que contribuyó a un fallo de ingeniería, es necesario revisar las fases del proceso de diseño en el contexto del historial original del proyecto, su gestión, las presiones comerciales predominantes y los factores externos de influencia. (Varon, 2018)

- **Defecto por Manufactura:** La fabricación de componentes mecánicos se refiere al proceso de creación de un producto con documentación técnica y materias primas, generalmente realizado en una fábrica. Los defectos relacionados a la manufactura pueden estar sujetos a una serie de acumulación de errores desde el trabajo hecho en la fundición, tratamiento térmico, mecanizado y soldadura, cada uno de estos ítems tiene un estudio propio y conlleva un análisis más profundo de todos los defectos que se puedan presentar en su ejecución. Todos los inconvenientes que se presenten en la manufactura logran ser controlados con mejores procesos de verificación de calidad en la línea de producción o fuera de esta, para cada una de dichas actividades, siempre y cuando se tenga un plan de acción de control en el proceso de creación del producto. (Varon, 2018)

- **Defectos de Montaje:** Los defectos de montaje están relacionados a posibles fallas en la elaboración de instalaciones donde las piezas, maquinas o sistemas ejecutaran sus correspondientes funciones. Estas fallas pueden ser del tipo obra civil, montaje eléctrico, hidráulico, neumático, desagüe etc, generalmente debido a una incorrecta planeación y ejecución de dichas tareas. Los ingenieros de proyectos encargados de realizar los montajes tienen que garantizar que la puesta en marcha sea correcta, de no ser así surgirán complicadas situaciones en las cuales las pérdidas de tiempo y dinero sean factores importantes en la ejecución del montaje. (Varon, 2018)

- **Mantenimiento inadecuado:** La causa más común de fallas en la maquinaria es el mantenimiento inadecuado y a su vez es la más fácil de prevenir ya que puede controlarse en taller, este sucede al realizar servicios sin la suficiente experiencia previa o sin sustento a través de diagnóstico, inspección, así como intervalos de servicio recomendados por el fabricante, horas de funcionamiento o según se requiera por especificaciones del trabajo que se realiza. (GOTOYARD, 2023)

- **Anomalías de Servicio y Abusos:** Las anomalías de servicio y abuso son generalmente representadas por toda aquella acción que involucre el mal uso por parte de los operarios de los componentes. Son acciones que conllevan una sobrecarga o deficiencia en las funciones para las cuales han sido diseñadas las piezas, maquinas o sistemas. El desconocimiento o ignorancia en el manejo y uso de las instrucciones consigue ser la causa raíz de los fallos, para ello siempre es conveniente que los operarios sean personal capacitado y entrenado en dichas funciones. Las responsabilidades de estas personas en el manejo de las máquinas pueden o no alargar el tiempo de vida útil de los componentes. (Varon, 2018)

- **Sabotaje:** El sabotaje ocurre cuando la persona esta consiente del daño que puede traer para la pieza, maquina o sistema, conlleva respectivas acciones legales dependiendo el grado de peligro que genere sus actos (Varon, 2018)

### 6.2.3. Ciclo PHVA

El ciclo PHVA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar) es una estrategia interactiva de resolución de problemas para mejorar procesos e implementar cambios. El ciclo PHVA es un método de mejoras continuas. No es un proceso que se ejecuta una sola vez, sino un espiral continuo que busca mejorar los procesos e iteraciones. Al seguir el ciclo PHVA, los equipos desarrollan hipótesis, ponen a prueba las ideas y las mejoran. (Martins, 2022)

#### **Planificar**

El primer paso para cualquier mejora de procesos o planificación de proyectos es determinar qué se necesita hacer. Como en cualquier plan de proyecto, esto incluye distintos tipos de información, como:

- Objetivos del proyecto
- Métricas de éxito
- Entregables o resultado final del proyecto
- Participantes del proyecto
- Cronograma del proyecto
- Todos los riesgos o restricciones del proyecto que sean relevantes.

Se puede utilizar el ciclo PHVA en una gran variedad de proyectos. Ya sea que estés creando un proyecto nuevo desde cero o como parte de un proyecto de mejora de la calidad, invertir en una fase sólida durante la planificación es esencial para encaminar el proyecto hacia el rumbo correcto. (Martins, 2022)

### **Hacer**

Una vez que se haya afinado los detalles del plan de proyecto, el próximo paso es ponerlo a prueba. Al igual que muchos tipos de gestión de proyectos Lean, el PHVA adopta cambios pequeños y graduales. En la fase de ‘Hacer’ del ciclo PHVA, implementa el plan de proyecto en una escala pequeña para asegurarte de que funcione correctamente. (Martins, 2022)

### **Verificar**

Verificar que en la prueba que se realizó durante la fase de ‘Hacer’ del ciclo PHVA todo haya ido acorde al plan. Esta fase es clave para detectar pequeños problemas antes de que se vuelvan demasiado grandes. (Martins, 2022)

### **Actuar**

Después de ‘Verificar’, sigue con la fase de ‘Actuar’, que consiste en implementar todas las mejoras del proyecto y los procesos. el PHVA es un ciclo y, si se requiere se puede volver a la etapa de ‘Planificar’ para mejorar constantemente el proceso. (Martins, 2022)

#### **6.2.4. Estudio de Viabilidad**

Un estudio de viabilidad es un estudio en profundidad que trata de determinar la rentabilidad de una idea de negocio. Este tipo de investigación también trata de determinar si es posible convertir la idea en una empresa comercial. (Narvaez, 2023)

### **Tipos de Estudios de viabilidad**

Existen diversos tipos de estudios de viabilidad, entre los que se encuentran:

- Viabilidad de tipo técnica: Determina si se cuenta con los recursos técnicos y la experiencia necesaria para cumplir los requisitos del proyecto.
  - Viabilidad económica: Consiste en la evaluación de los factores económicos para determinar la viabilidad financiera del proyecto. Para ello se utiliza un análisis costo-beneficio para comparar los costos financieros con los beneficios previstos.
  - Viabilidad legal: Un proyecto debe cumplir ciertos requisitos legales para poder llevarse a cabo, lo que incluye las leyes y reglamentos que se aplican a todas las actividades y resultados esperados.
  - Viabilidad operativa: Consiste en la adecuación del proyecto a la planificación de la capacidad, los recursos, las metas estratégicas y los objetivos empresariales de la organización.
- (Narvaez, 2023)

### **6.3. Marco Conceptual**

- **Programa de mantenimiento:** herramienta destinada a la organización del plan de mantenimiento y ejecución de los trabajos.
- **Falla:** es el estado de un equipo, donde el nivel de deterioro ha avanzado y supera el nivel de confiabilidad, donde los resultados del equipo en términos de calidad, seguridad y productividad son inaceptables

- **Vida Útil:** Intervalo de tiempo total que posee un componente antes de que tenga que ser reparado o cambiarlo.
- **Mantenimiento Rutinario:** Son las actividades tales como; lubricación, limpieza, protección, ajustes, calibración, etc. Su objetivo es mantener y alargar la vida útil de los sistemas productivos evitando su desgaste
- **Mantenimiento preventivo:** son las actividades y instrucciones técnicas recomendadas por el fabricante, diseñadores, usuarios y experiencias conocidas para obtener ciclos de revisión y/o sustituciones para los elementos más importantes de un sistema productivo, al objeto de determinar la carga que es necesario programar
- **Mantenimiento correctivo:** Se define como la atención a un sistema productivo u equipos que se le detecta una falla. Su objetivo es mantener en servicio adecuadamente dichos sistemas, minimizando sus tiempos de parada. La atención a las fallas debe ser inmediata y por tanto no da tiempo hacer programada, pues implica un aumento en costos y de paradas innecesarias de personal y equipos.
- **Confiabilidad:** Es la capacidad de una maquina o componente medida en términos de probabilidad de tiempo de uso normal, para realizar una función requerida bajo condiciones operativas dadas o especificadas.
- **La disponibilidad:** Es el porcentaje de tiempo de trabajo productivo que tiene un equipo respecto al tiempo calendario definido para la producción, dando un desempeño esperado sin presentar fallas.

- **Deterioro:** Desviación de las características de un equipo, respecto o los márgenes definidos por el diseño, que ocasionan leve o moderada disminución en aspectos como calidad, productividad y seguridad de los resultados dados por el equipo.

## 6.4. Marco Geográfico

### 6.4.1. Ubicación

#### Ilustración 1 Ubicación Geográfica de la empresa Buzca S.A



Fuente: Plan de emergencias Buzca S.A

### 6.4.2. Límites de la Empresa

**Tabla 5 Límites de la empresa Buzca S.A**

<b>Punto cardinal</b>	<b>Descripción</b>
<b>Norte</b>	García Santos
<b>Sur</b>	Muelle San Andrés
<b>Este</b>	Puerto (Muelle)
<b>Oeste</b>	Viviendas Familiares

Fuente: Plan de emergencias Buzca S.A

### 6.4.3. Reseña

La compañía Buzca S.A. está ubicada dentro de la localidad de Albornoz, característica por ser un área atractiva para el comercio marítimo, pues tiene acceso directo al mar a través de la línea costera. La empresa actualmente cumple 50 años de estar ubicada en la zona y cuenta con una participación importante con la comunidad en temas de campañas de formación y capacitación, jornadas de salud y actos culturales. La actividad económica principal es la pesca, una actividad tradicional que los nativos de la localidad han sembrado durante generaciones y que actualmente sigue siendo el principal sustento de muchas familias en el área. También es una zona industrial, se encuentran ubicadas empresas dedicadas al comercio de material, gestión de mercancía, y reparación de embarcaciones.

## 7. Diseño Metodológico

**Tabla 6 Actividades Establecidas Para El Cumplimiento De Los Objetivos**

Fases	Actividades establecidas para el cumplimiento de los objetivos
<p><b>1.Fase Diagnostica</b></p> <p>Diagnosticar las causas asociadas a las fallas del mantenimiento de los equipos en la empresa BUZCA SAS, utilizando diferentes metodologías o técnicas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Revisar el proceso actual de mantenimiento</li> <li>✓ Investigar sobre metodologías para la identificación de causas de las fallas de los equipos</li> <li>✓ Aplicar las metodologías investigadas para identificar Causa de las fallas de los equipos</li> </ul>
<p><b>2.Fase Revisión y exploración</b></p> <p>Definir herramientas, practicas o estrategias aplicables para proponer un programa de mantenimiento ajustado a las necesidades de la empresa</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Hacer una recopilación de las posibles acciones de mejora al proceso de acuerdo con el análisis de causa</li> <li>✓ Diseñar un programa de mantenimiento aplicando las mejoras al proceso</li> </ul>

Fases	Actividades establecidas para el cumplimiento de los objetivos
3. Fase de Evaluación y Validación	
Evaluar la viabilidad del programa de mantenimiento propuesto, analizando los impactos económicos, beneficios y mejoras en la confiabilidad de los equipos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Evaluar si las acciones de mejora propuestas son las ideales para minimizar la falla de los equipos</li> <li>✓ Establecer conclusiones y recomendaciones</li> </ul>

Fuente: del Autor

### 7.1. Tipo y Enfoques de Investigación

Las investigaciones que se manejarán serán de tipo no experimental, teniendo en cuenta que no se controlarán, manipularán o alterarán las variables, y se tendrá como base la interpretación u observaciones para establecer conclusiones. (QuestionPro logo, 2022)

De igual forma se manejará la investigación descriptiva, para el análisis de la metodología del mantenimiento predictivo, teniendo en cuenta que esta se dedica a proporcionar descripciones fácticas, precisas y sistemáticas de los fenómenos sin intentar inferir relaciones causales. (Human-Animal Interaction APA Division 17, Section 13, 2022)

Por otra parte, el enfoque de la investigación será de modo mixto, teniendo en cuenta que esta considera que el conocimiento debe ser objetivo, y que este se genera a partir de un proceso deductivo en el que, a través de la medicación numérica y el análisis estadístico inferencial, se prueban hipótesis previamente formuladas. (Colima, 2022)

## **7.2. Variables de Medición**

Las variables que fueron medidas en el desarrollo de la investigación son:

- Cumplimiento del plan de mantenimiento programado
- Cumplimiento del presupuesto de mantenimiento entre los años 2020 y 2022
- Costos asociados a los mantenimientos correctivos entre los años 2020 y 2022
- Causas de las fallas de los equipos
- Proceso de Mantenimiento

## **7.3. Recolección y Análisis de Datos**

Para el desarrollo de la investigación se llevó a cabo una revisión de los documentos y registros de la empresa BUZCA S.A, enfocada a distintas áreas como se describe a continuación:

### **7.3.1. Recolección de datos del Área Administrativa:**

Del área administrativa se facilitó la siguiente información, con el fin de identificar el impacto que ha representado a las finanzas de la compañía, las fallas que han presentado los equipos aun cumpliendo con el proceso de mantenimiento.

- Presupuesto anual de Mantenimiento planeado de los años 2020, 2021 y 2022.
- Costos de los Mantenimientos planeados ejecutados de los años 2020, 2021 y 2022.
- Costos de Mantenimientos correctivos ejecutados de los años 2020, 2021 y 2022.

El Análisis de esta información se realizó a través de una tabulación de los montos totales de: Presupuesto anual de Mantenimiento Planeado, Costos Mantenimientos Planeados y Costos Mantenimientos Correctivos.

Posteriormente se realizó una sumatoria entre los Costos Mantenimientos Planeados y Costos Mantenimientos Correctivos para obtener el monto total que la compañía invirtió en el proceso de mantenimiento en los años 2020, 2021 y 2022. El resultado de esta sumatoria se registró como total de costos de mantenimiento.

Con estos datos se procedió a realizar un análisis comparativo entre los datos del Presupuesto anual de Mantenimiento Planeado con respecto al total de costos de mantenimiento (Mantenimiento planeado ejecutado + Mantenimientos correctivos ejecutados), y teniendo en

cuenta que los mantenimientos correctivos ejecutados no se tienen contemplados dentro de los costos del presupuesto anual de mantenimiento planeado, se hace el cálculo del Porcentaje de sobrecostos totales de mantenimiento con respecto al presupuesto anual aplicando la siguiente fórmula, lo que nos permite identificar el porcentaje de aumento con respecto al presupuesto.

$$\frac{\textit{Total costos de Mantenimiento – Presupuesto de Mantenimiento Planeado}}{\textit{Total costos de mantenimiento}}$$

### **7.3.2. Recolección de datos del Área de Mantenimiento:**

Del área de mantenimiento se facilitó la siguiente información, con el fin de conocer el actual proceso de mantenimiento de la compañía y el cumplimiento de este entre los años 2020 y 2022; así mismo identificar las causas de las fallas a los equipos más críticos.

- Procedimiento de Gestión de Mantenimiento
- Consolidado de mantenimientos planeados y ejecutados de los años 2020, 2021 y 2022.
- Consolidado de Mantenimientos correctivos ejecutados de los años 2020, 2021 y 2022
- Inventario de equipos de los años 2020, 2021 y 2022
- Reportes de Falla de equipos

El Análisis de esta información se realizó primeramente identificando la metodología del proceso de mantenimiento de la empresa BUZCA S.A, el cual funciona con el principio del mantenimiento preventivo. De tal forma que se recopiló la información de los mantenimientos planeados y correctivos ejecutados entre los años 2020 y 2022, tabulando la información por periodo anual, identificando los totales de: mantenimientos planteados, mantenimientos ejecutados de acuerdo con los planeados, y mantenimientos correctivos ejecutados.

Posteriormente se realizó el cálculo del porcentaje del cumplimiento de los mantenimientos planeados y el porcentaje que representa los mantenimientos correctivos con respecto a lo planeado. Por otra parte, se tabuló las cantidades totales de equipos por periodo, de acuerdo con los inventarios de equipos entre los años 2020 y 2022, ya que era necesario hacer claridad de que la cantidad de los equipos entre estos periodos aumentó, por lo que los mantenimientos planeados a su vez aumentaron.

Para la fase de desarrollo de los objetivos, se seleccionaron aleatoriamente unos análisis de falla de los equipos considerados como críticos para la operación de la compañía, posteriormente se realizó un análisis con el Método de los 5 ¿Por qué? con el fin de identificar las causas de las fallas de los equipos.

## **8. Fases y Actividades Metodológicas**

### **8.1. Diagnóstico de las causas asociadas a las fallas del mantenimiento de los equipos en la empresa BUZCA SAS, utilizando diferentes metodologías o técnicas.**

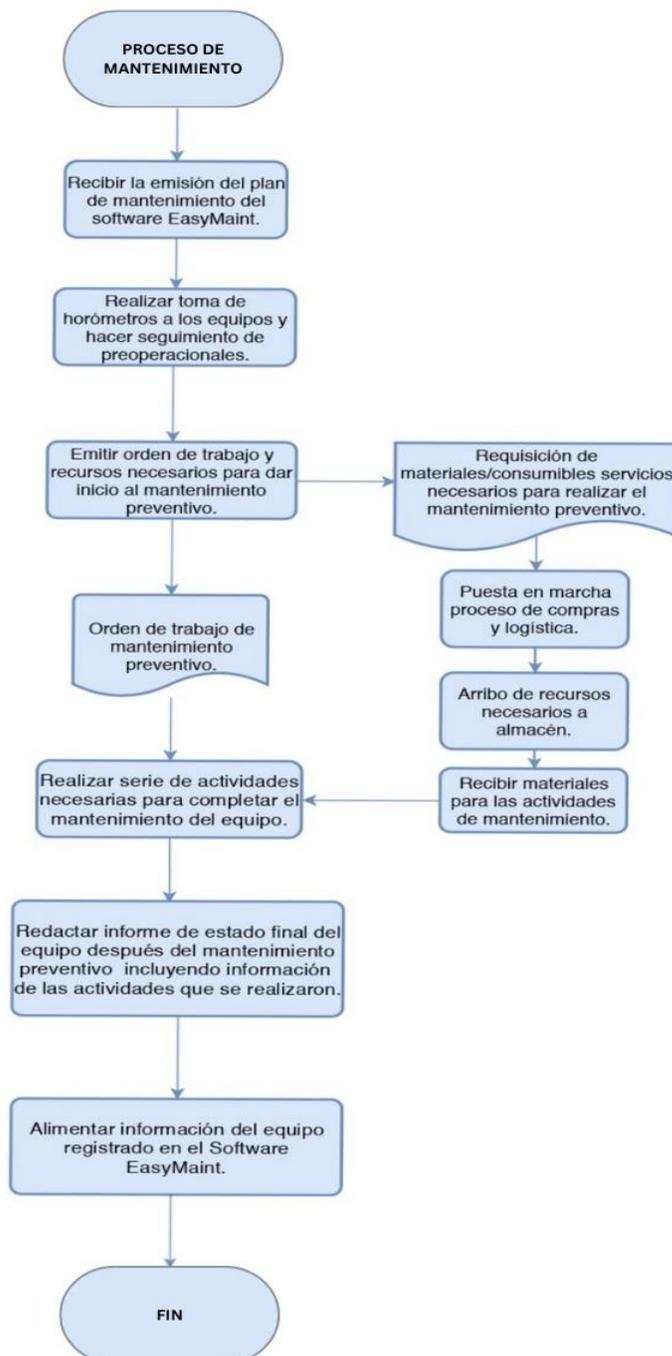
#### **8.1.1. Revisión el proceso actual de mantenimiento**

Se realiza la revisión del proceso de mantenimiento, tomando como referencia el documento BSGi-P14 Gestión de mantenimiento, procedimiento establecido en el Sistema de Gestión Integral de la compañía, el cual describe que la empresa Buzca S.A. cuenta con un software (EASY MAINT), el cual se usa como herramienta principal para el desarrollo del plan de mantenimiento. El proceso consiste en que la persona encargada alimenta el programa con toda la información del equipo, teniendo en cuenta las disposiciones y recomendaciones del manual del fabricante, y así mismo el software genera las ordenes de trabajo, ya sean de mantenimiento preventivo o correctivo, teniendo en cuenta las horas de trabajo, tiempo de uso, o requerimientos específicos.

Estas órdenes son asignadas al personal que tiene bajo su cargo un equipo asignado, las cuales deberán ser ejecutadas con el acompañamiento del departamento de mantenimiento. Toda orden de trabajo debe estar diligenciada, firmada y entrega al encargado de administrar el software para cerrarla y dejar la constancia que el mantenimiento se realizó a satisfacción. En caso de que dentro de la orden queden actividades pendientes por ejecución se deja la observación y se procede a su cierre. Si se requiere se genera una nueva orden de trabajo para realizar las actividades pendientes.

Dentro del procedimiento de Gestión de Mantenimiento, se considera que para la operación de todos los equipos es requerida la verificación preoperacional, la cual consiste en probar todos los sistemas, accesorios y elementos necesarios para la operación óptima y segura de estos. Posteriormente se diligencia el formato de lista de verificación preoperacional, registrando que el equipo es apto para operar, o si hay alguna deficiencia que deba ser corregida. Las listas de verificación son entregadas al encargado de administrar el software para la coordinación de las correcciones pertinentes.

## Ilustración 2 Flujoograma proceso de mantenimiento BUZCA S.A



Fuente: Proceso de mantenimiento BUZCA S.A

### 8.1.2. Metodologías para la identificación de causas de las fallas de los equipos

#### - Diagrama de Pareto

Un diagrama de Pareto es una técnica que permite clasificar gráficamente la información de mayor a menor relevancia, con el objetivo de reconocer los problemas más importantes en los que deberías enfocarte y solucionarlos. Esta técnica se basa en el principio de Pareto o regla 80/20, la cual establece una relación de correspondencia entre los grupos 80-20, donde el 80 % de las consecuencias provienen del 20 % de las causas. (Velázquez, 2023)

la función del diagrama de Pareto es que las empresas puedan reconocer cuáles son las necesidades más importantes a las que debería dirigir sus esfuerzos y no malgasten recursos en asuntos poco relevantes, de ahí la importancia de siempre hacer un análisis de datos. (Velázquez, 2023)

#### **Características de un Diagrama de Pareto**

- Es una técnica de cálculos simples.
- Analiza las características de un grupo y reconoce los puntos más importantes dentro de él para darles prioridad.
- Observa los elementos y enfoca los esfuerzos hacia un solo objetivo.
- Permite tomar decisiones objetivas que se basen en los datos y no en opiniones personales.
- Analiza los elementos y la frecuencia con la que sucede cada uno de los datos. (Velázquez, 2023)

### Elementos que conforman el Diagrama de Pareto

- **Categorías o elementos:** son los elementos que se están analizando y que se agrupan en categorías según su naturaleza.
- **Frecuencia o magnitud:** es la cantidad de veces que se presenta cada categoría o elemento en el proceso o sistema.
- **Porcentaje acumulado:** representa el porcentaje acumulado de la frecuencia de cada categoría o elemento, que va aumentando de forma progresiva.
- **Línea de Pareto:** es una línea curva que representa el porcentaje acumulado de la frecuencia en relación con el eje vertical derecho. Se utiliza para comparar la contribución relativa de cada categoría o elemento en el proceso o sistema.
- **Eje vertical izquierdo:** representa la frecuencia o magnitud de cada categoría o elemento.
- **Eje horizontal:** representa las categorías o elementos que se están analizando. (Velázquez, 2023)

Para obtener resultados precisos y útiles, es importante garantizar que los datos recopilados sean precisos, completos y relevantes, y que se utilicen técnicas apropiadas para analizarlos. El Diagrama de Pareto es una herramienta valiosa que puede mejorar significativamente la calidad y la eficiencia de la recolección de datos y el análisis. (Velázquez, 2023)

## - **Diagrama de Ishikawa**

El diagrama de Ishikawa, o diagrama de pescado, es una herramienta que identifica problemas de calidad y les da solución al representar de forma gráfica los factores que involucran la ejecución de un proceso. También es conocido como diagrama de causa-efecto o de las 6 M. (Rodriguez, 2023)

Este esquema también conocido como diagrama de causa-efecto se basa en la premisa de que todo problema tiene una causa; de algo que está mal en un proceso. Entonces hay que identificar de dónde surgen las acciones que están conformando ese problema. Al hacer un análisis de los procesos, se vislumbra el problema en distintos niveles: desde pequeñas fallas de bajo impacto hasta graves obstáculos que pueden afectar severamente la operatividad, ya sea en un departamento, grupo o hasta en la empresa completa. El diagrama de Ishikawa también puede servir para:

- Mejorar la toma de decisiones y, por supuesto, la mejora de procesos
- Contribuir a un mejor ambiente laboral
- Identificar áreas que requieran capacitar al personal
- Medir diversas áreas y su desempeño operativo
- Saber dónde invertir
- Aprovechar las áreas de oportunidad (Rodriguez, 2023)

### 8.1.3. Aplicación de las metodologías investigadas para identificar Causa de las fallas de los equipos

#### Recolección de datos

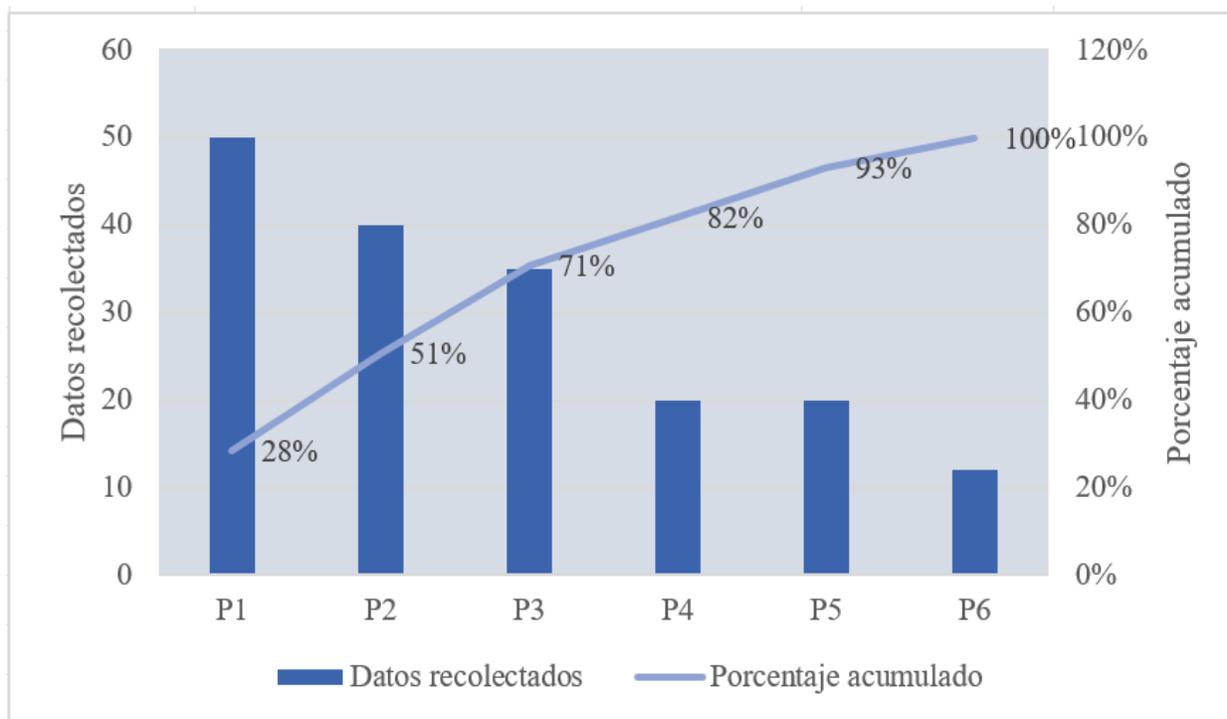
Para la aplicación del diagrama de Pareto para la identificación de las causas de las fallas de los equipos, se realizó una recolección de datos direccionada a los casos de falla presentados en los equipos que son embarcaciones, en el periodo del año 2022 y 2023, consiguiendo los siguientes resultados:

**Tabla 7 Recolección de datos casos de fallas**

<b>Codigo</b>	<b>Casos de las fallas</b>	<b>Datos recolectados</b>	<b>Porcentaje del total</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
P1	Daño en el trim de subida y bajada del motor	50	28%	28%
P2	Apagado del motor durante operación	40	23%	51%
P3	Fugas de aceite	35	20%	71%
P4	Recalentamiento de los motores	20	11%	82%
P5	Fugas de combustible	20	11%	93%
P6	Las RPM de los motores no se mantienen	12	7%	100%
<b>Total</b>		177	100%	

Fuente: Reportes de falla de equipos de BUZCA S.A

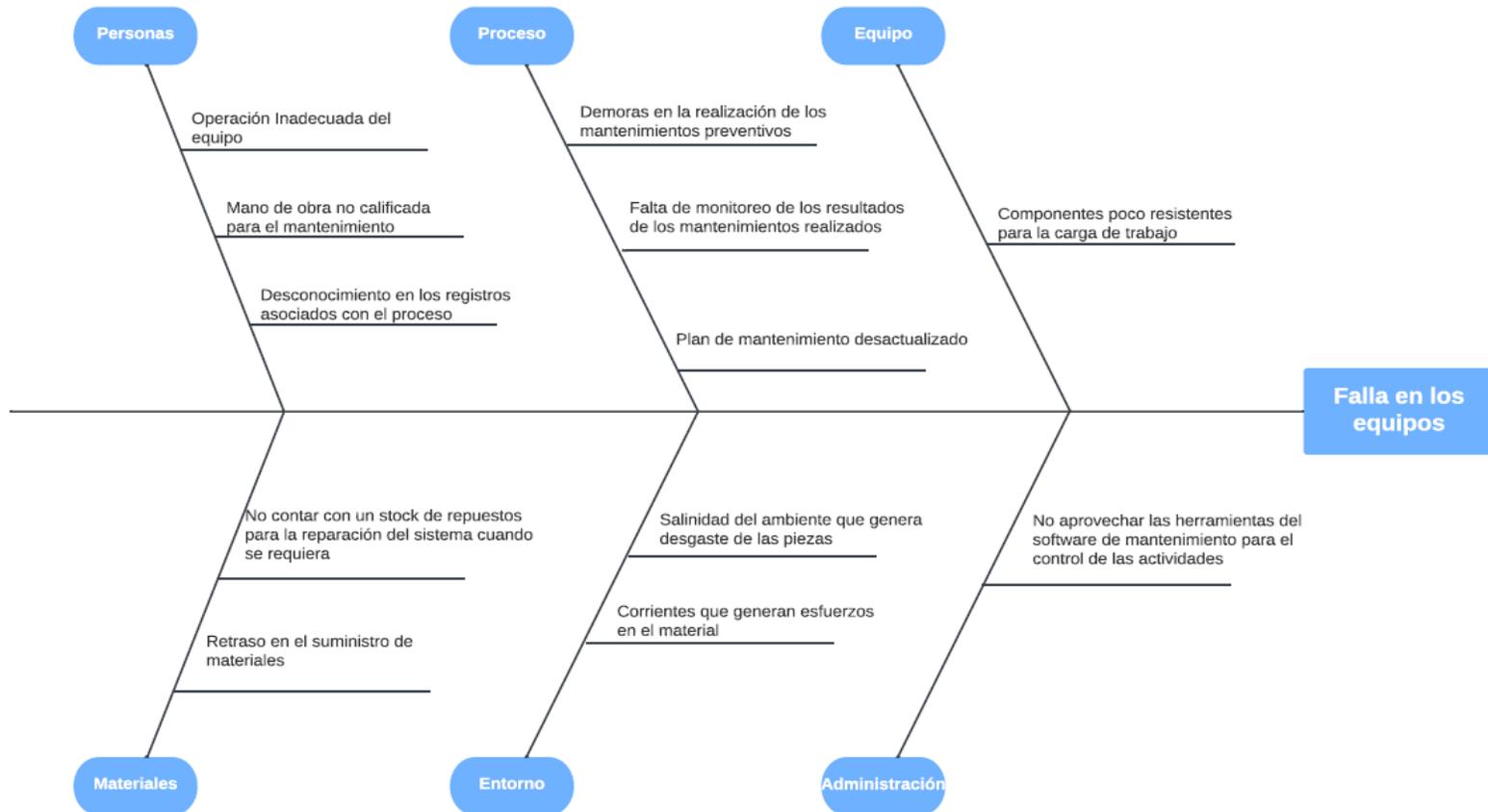
**Ilustración 3 Diagrama de Pareto de los casos de falla**



Fuente: el autor

De acuerdo con el resultado anterior, se evidencia que la falla P1 *Daño en el trim de subida y bajada del motor*, ocupa el mayor porcentaje de las fallas presentadas en el periodo evaluado. Tomando esto como referencia, se realizó una reunión con el equipo de mantenimiento, compuesto por el Coordinador de Mantenimiento, Supervisor de mantenimiento, Mecánico, Soldador y Marinero, con el fin de llevar a cabo un análisis de causa para identificar las razones de la problemática presentada, a través del diagrama de Ishikawa, como se muestra a continuación.

**Ilustración 4 Diagrama de Ishikawa a los casos de falla de los equipos**



Fuente: El autor

## **8.2. Definición de estrategias aplicables para proponer un programa de mantenimiento ajustado a las necesidades de la empresa**

### **8.2.1. Recopilación de las posibles acciones de mejora al proceso de acuerdo con la investigación previa**

Del análisis realizado anteriormente, se logró identificar las estrategias de mejora al proceso de mantenimiento, las cuales se nombran a continuación:

- Actualizar el inventario de equipos y crear la ficha técnica con las actividades de mantenimiento que corresponden de acuerdo con lo recomendado por los fabricantes.
- Realizar un instructivo para la operación de los equipos y sensibilizar a los operarios sobre las buenas prácticas y conservación del equipo.
- Crear un plan de capacitación para el personal que realiza las labores de mantenimiento, enfocado a la profundización y actualización de conocimientos técnicos.
- Disponer de un stock de repuestos con disponibilidad inmediata que permitan la ejecución de los mantenimientos, con el fin de que la actividad no se vea afectada por los tiempos que tarda el suministro de los materiales
- Crear cronograma que permita el control semanal de la programación de las actividades de mantenimiento
- Proponer el cambio del software de mantenimiento, con el fin de actualizar las aplicaciones de este con respecto a las actividades, y permitir la integración con otros procesos de la compañía

- Implementar indicadores que permitan medir la eficacia del mantenimiento de los equipos.

### **8.2.2. Diseño un programa de mantenimiento aplicando las mejoras al proceso**

Para el diseño del Programa de Mantenimiento fue fundamental la participación del personal del área de Mantenimiento, pues su experiencia y conocimiento permitió identificar una serie de actividades alineadas al desarrollo del programa.

En el contenido del programa se describen los objetivos, alineados a la mejora del proceso de mantenimiento, aplicando herramientas funcionales que permitan la ejecución del programa con el debido control y evaluación periódica. De igual forma se define el alcance, estableciendo un periodo de un año para la ejecución del programa. Se definieron los responsables de la ejecución, monitoreo y mejora del programa, a todo el equipo de mantenimiento. Los recursos necesarios para el desarrollo del programa fueron definidos, especificando los de tipo económico, humano, de tiempo, tecnológico, físico e informático.

Una vez definidos todos los criterios del programa, se procede a hacer la programación de las actividades, tomando como referencia el resultado de la recopilación de las acciones de mejora al proceso de mantenimiento. El Programa se puede visualizar a continuación.

### Ilustración 5 Programa de Mantenimiento de la empresa Buzca S.A

		PROGRAMA DE MANTENIMIENTO				
<b>OBJETIVO(S) DEL PROGRAMA:</b>		Programar las actividades idóneas que permitan la mejora continua al proceso de mantenimiento, mediante el control y seguimiento del desarrollo de cada actividad, para alcanzar la confiabilidad de los equipos de la empresa BUZCA S.A				
<b>ALCANCE:</b>		Este programa aplica al proceso de mantenimiento de la empresa BUZCA S.A, durante el periodo del año 2024				
<b>RESPONSABLES:</b>		Director de Mantenimiento y Activos / Coordinador de Mantenimiento / Supervisor de Mantenimiento				
<b>RECURSOS:</b>		Humano:	Personal de las áreas de Mantenimiento, Almacén, Compras, Sistemas, Gerencia y Administración			
		Económico:	Presupuesto asignado para el desarrollo de las actividades de mantenimiento			
		Tecnológico:	Computador, Software, Internet, Impresora, Celular			
		Físico:	Almacén de Materiales, Taller de Mantenimiento, Oficinas			
		Información:	Documentos relacionados			
N°	ACTIVIDADES	RESPONSABLE	DOCUMENTO	FECHA PROGRAMADA	FECHA EJECUTADA	OBSERVACIONES
1	Actualizar el inventario de equipos con la descripción de serial, modelo, marca, ubicación, estado y vida útil, con el fin de identificar el estado actual de cada uno	Coordinador de Mantenimiento	Listado de equipos de Buzca Soluciones de Ingeniería S.A	ene-24		
2	Crear las fichas técnicas de mantenimiento, con la descripción técnica del equipo y la descripción de las actividades de mantenimiento preventivo que deben llevarse a cabo, teniendo en cuenta lo dispuesto en el manual de fabricante de cada equipo	Coordinador de Mantenimiento	Ficha Técnica de Mantenimiento de Equipos	feb-24		
3	Realizar un instructivo para la operación de los equipos y sensibilizar a los operarios sobre las buenas prácticas y conservación del equipo.	Jefe de Operaciones	Instructivo de operación de equipos	mar-24		
4	Revisar y actualizar los formatos de inspección preoperacional del equipo	Coordinador de Mantenimiento	Inspección preoperacional de equipo	abr-24		
5	Crear un plan de capacitación para el personal que realiza las labores de mantenimiento, enfocado a la profundización y actualización de conocimientos técnicos.	Jefe de Recursos Humanos	Plan de capacitación	may-24		
6	Realizar el inventario de todos los repuestos, herramientas y materiales que se disponen para la ejecución del mantenimiento	Coordinador de Almacén	Control de Inventario	jun-24		
7	Hacer un plan de compras con los repuestos, herramientas y materiales que se requieren para la ejecución de los mantenimientos y dotar el almacén de mantenimiento	Coordinador de Mantenimiento	Plan de Compras	jul-24		

Nº	ACTIVIDADES	RESPONSABLE	DOCUMENTO	FECHA PROGRAMADA	FECHA EJECUTADA	OBSERVACIONES
8	Actualizar el plan de mantenimiento, considerando la posibilidad de cambiar el software Easy Maint por el software Zeus, teniendo en cuenta el análisis de viabilidad realizado.	Coordinador de Mantenimiento	Propuesta software de Mantenimiento Zeus	ago-24		
9	Crear cronograma para el control y seguimiento de la programación de las actividades de mantenimiento	Coordinador de Mantenimiento	Cronograma de Mantenimiento	sep-24		
10	Evaluar la confiabilidad de los equipos a través de los indicadores propuestos	Coordinador de Mantenimiento	Indicadores de Mantenimiento	oct-24		
11	Monitorear el cumplimiento de las actividades del programa	Coordinador de Mantenimiento	Programa de Mantenimiento	nov-24		
12	Actualizar las disposiciones del programa de acuerdo con los resultados de la evaluación previa y los análisis de oportunidades de mejora al proceso	Coordinador de Mantenimiento	Control de cambios del Programa de Mantenimiento	dic-24		
Número Total de Actividades Programadas:		12	Número Total de Actividades ejecutadas:			
INDICADORES Y METAS						
Nº	TIPO DE INDICADOR	DESCRIPCION DEL INDICADOR	FORMULA		META	
1	Cumplimiento	Cumplimiento del programa de mantenimiento	$\frac{\text{No. de Actividades ejecutadas}}{\text{No. de Actividades Programadas}} \times 100\%$		100%	
2	Eficacia	Cumplimiento del plan de mantenimiento	$\frac{\text{No. de Actividades ejecutadas}}{\text{No. de Actividades Programadas}} \times 100\%$		95%	
3	Confiabilidad	MTBF (Tiempo Medio entre Fallas)	$\frac{\text{Tiempo total disponible} - \text{Tiempo de inactividad}}{\text{No. de paradas}}$		477 horas al mes	
HISTORICO DE ACTUALIZACIONES						
VERSIÓN	DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO					FECHA
0	Elaboración del documento					20/10/2023

Fuente: El autor

El Programa de mantenimiento dará inicio con la actividad de actualización del inventario de los equipos que se encuentran en la compañía, describiendo toda su información de modelo, marca, serial, ubicación, estado del equipo y observaciones correspondientes.

### Ilustración 6 Formato Listado de equipos de Buzca S.A

 <b>LISTADO DE EQUIPOS</b>									
ITEM	ID	EQUIPOS	TIPO	SERIE	MODELO	UBICACIÓN	ESTADO	VIDA ÚTIL APROX EN AÑOS	OBSERVACION
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									

Fuente: Formatos Buzca S.A

Una vez actualizado el inventario de los equipos, se procederá con la elaboración de la ficha técnica de mantenimiento de cada equipo como se muestra a continuación.

### Ilustración 7 Formato de ficha técnica de mantenimiento de equipo

EQUIPO:		LANCHA TENDER		COMPRADO A:				
MARCA MOTOR:		DOS MOTORES YAMAHA 250 HP		FECHA DE ADQUISICION:		3/09/2021		
MODELO:		250HP		COMBUSTIBLES		GASOLINA		
SERIE DEL CASCO:		MBK44C19Z1774		POTENCIA		372,80(KW)		
MATRICULA:		CP-05-4210 - B						
ESLORA:		12.85 MTS	PUNTAL:	1.21 MTS	T.R.B	16.84		
MANGA:		3.58 MTS	CALADOS:	0.45 MTS	T.R.N	5.05		
MANTENIMIENTO								
Cada 100 horas / Mensual		Cada 200 horas / 6 Trimestral			Cada 500 horas o Semestral		Cada 3000 horas o cada 3 años	
REALIZAR EL CAMBIO DEL FILTRO ACEITE MOTOR		REALIZAR EL CAMBIO DEL FILTRO ACEITE MOTOR			REALIZAR EL CAMBIO DEL FILTRO ACEITE MOTOR		MANTENIMIENTO MAYOR	
REALIZAR CAMBIO FILTRO SEPARADOR DE AGUA - COMBUSTIBLES.		REALIZAR CAMBIO FILTRO SEPARADOR DE AGUA - COMBUSTIBLES.			REALIZAR CAMBIO FILTRO SEPARADOR DE AGUA - COMBUSTIBLES.			
<b>PARA REALIZAR EL CAMBIO DE ACEITE MOTOR SEGUIR LOS SIGUIENTES PASOS</b> - COLOQUE EL MOTOR INCLINADO - QUITE EL TAPON DE LLENADO EN LA PARTE SUPERIOR - COLOQUE UN RECIPIENTE PARA RECOGER EL ACEITE USADA. - CUANDA ALLA TERMINADO EL DRENAJE COLOQUE EL TORNILLO - ECHELE NUEVAMENTE EL ACEITE DE MOTOR RECOMENDADO POR EL FABRICANTE - VERIFIQUE EL NIVEL DE ACEITE CON LA MIRILLA - VERIFIQUE QUE NO ALLAN QUEDADO FUGAS		<b>PARA REALIZAR EL CAMBIO DE ACEITE MOTOR SEGUIR LOS SIGUIENTES PASOS</b> - COLOQUE EL MOTOR INCLINADO - QUITE EL TAPON DE LLENADO EN LA PARTE SUPERIOR - COLOQUE UN RECIPIENTE PARA RECOGER EL ACEITE USADA. - CUANDA ALLA TERMINADO EL DRENAJE COLOQUE EL TORNILLO - ECHELE NUEVAMENTE EL ACEITE DE MOTOR RECOMENDADO POR EL FABRICANTE - VERIFIQUE EL NIVEL DE ACEITE CON LA MIRILLA - VERIFIQUE QUE NO ALLAN QUEDADO FUGAS			<b>PARA REALIZAR EL CAMBIO DE ACEITE MOTOR SEGUIR LOS SIGUIENTES PASOS</b> - COLOQUE EL MOTOR INCLINADO - QUITE EL TAPON DE LLENADO EN LA PARTE SUPERIOR - COLOQUE UN RECIPIENTE PARA RECOGER EL ACEITE USADA. - CUANDA ALLA TERMINADO EL DRENAJE COLOQUE EL TORNILLO - ECHELE NUEVAMENTE EL ACEITE DE MOTOR RECOMENDADO POR EL FABRICANTE - VERIFIQUE EL NIVEL DE ACEITE CON LA MIRILLA - VERIFIQUE QUE NO ALLAN QUEDADO FUGAS			
CAMBIAR ACEITE DE TRANSMISION		CAMBIAR ACEITE DE TRANSMISION			CAMBIAR ACEITE DE TRANSMISION			
LIMPIEZA DE BUJIAS		CAMBIO DE BUJIAS			CAMBIO DE BUJIAS			
INSPECCION NIVEL DE ELECTROLITO DE BATERIA, RELLENAR CON AGUA DESTILADA SI ES NECESARIO.		INSPECCION NIVEL DE ELECTROLITO DE BATERIA, RELLENAR CON AGUA DESTILADA SI ES NECESARIO.			INSPECCION NIVEL DE ELECTROLITO DE BATERIA, RELLENAR CON AGUA DESTILADA SI ES NECESARIO.			
REVISION DEL SISTEMA ELECTRICO		REVISION DEL SISTEMA ELECTRICO			REVISION DEL SISTEMA ELECTRICO			
LAVADO GENERAL		LAVADO GENERAL			LAVADO GENERAL			
INSPECCIONAR PERNOS, TUERCAS EN GENERAL Y APRETAR DE SER NECESARIO		INSPECCIONAR PERNOS, TUERCAS EN GENERAL Y APRETAR DE SER NECESARIO			INSPECCIONAR PERNOS, TUERCAS EN GENERAL Y APRETAR DE SER NECESARIO			
INSPECCIONAR EL ESTADO DE LAS HELICES.		INSPECCIONAR EL ESTADO DE LAS HELICES.			INSPECCIONAR EL ESTADO DE LAS HELICES.			
INSPECCION DE ANODOS		INSPECCION DE ANODOS			CAMBIOS DE ANODOS			
NOTA: PROTEGERSE LOS OJOS PARA MANIPULAR, DESCONECTE LA BATERIA ANTES DE INICIAR CUALQUIERA MANIPULACION CON ELLA.		NOTA: PROTEGERSE LOS OJOS PARA MANIPULAR, DESCONECTE LA BATERIA ANTES DE INICIAR CUALQUIERA MANIPULACION CON ELLA.			NOTA: PROTEGERSE LOS OJOS PARA MANIPULAR, DESCONECTE LA BATERIA ANTES DE INICIAR CUALQUIERA MANIPULACION CON ELLA.			

Fuente: El Autor

Posteriormente se deberá realizar el instructivo de operación del equipo, con el fin de instruir a los operadores con el correcto funcionamiento del equipo.

### Ilustración 8 Instructivo de operación del equipo

 <b>INSTRUCTIVO DE OPERACIÓN DE EQUIPO</b>			
EQUIPO:	LANCHA TENDER	ESLORA:	12.85 MTS
MARCA MOTOR:	DOS MOTORES YAMAHA 250 H	MANGA:	3.58 MTS
MODELO:	250HP	PUNTAL:	1.21 MTS
SERIE DEL CASCO:	MBK44C19Z1774	CALADOS:	0.45 MTS
MATRICULA:	CP-05-4210 - B		
COMBUSTIBLES	GASOLINA	T.R.B	16.84
POTENCIA	372.80(KW)	T.R.N	5.05
<b>OPERACIÓN</b>			
<b>ENCENDIDO Y OPERACIÓN</b>		<b>APAGADO Y ASEGURAMIENTO</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Verificar que no se encuentre algún objeto obstruyendo los mecanismos.</li> <li>✓ Verificar que la válvula de combustible se encuentre abierta.</li> <li>✓ Accionar la palanca de descompresión para prender si es el caso.</li> <li>✓ Coloque a medio recorrido la palanca de aceleración.</li> <li>✓ Verifique que las mangueras de combustible se encuentren bien conectadas.</li> <li>✓ Revisar que el tanque de depósito tenga la presión correcta para encender el motor (si es de encendido neumático).</li> <li>✓ Purgue el tanque de combustible si el equipo consume como combustible a.c.p.m.</li> <li>✓ Verifique que la palanca de mando se encuentre en neutro.</li> <li>✓ Identifique la válvula y la manguera que llega al motor de arranque, abra y cierre la válvula de cierre rápido ligeramente para encender el motor (si el encendido es neumático).</li> <li>✓ Conecte la Cangreja.</li> <li>✓ Accione o abra la llave de encendido si es el caso.</li> <li>✓ Accionar el botón de arranque en el caso que el encendido sea electrónico. Si es mecánico hale la cuerda que se encuentra en el yoyo de encendido.</li> <li>✓ Accione el botón de arranque del compresor si el encendido es independiente.</li> <li>✓ Revise y accione las válvulas de seguridad.</li> <li>✓ Purgue el filtro separador de aceite.</li> <li>✓ Para movilizar la lancha se debe mover la palanca de mando hacia el sentido que se quiera movilizar.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Girar la llave de encendido en sentido contrario a las manecillas del reloj en el caso que sea electrónico o girar el botón al off en el encendido mecánico.</li> <li>✓ Desconecte la cangreja.</li> <li>✓ Cierre totalmente la palanca de aceleración.</li> <li>✓ Desconecte las mangueras y accesorios.</li> </ul>	



Fuente: El Autor

Después de haber recopilado la información necesaria para llevar a cabo las actividades de mantenimiento y los procedimientos requeridos, el programa se enfocará en el recurso humano con el fin de hacer la profundización de los conocimientos del personal que conforma el área operativa de mantenimiento, logrando afianzar técnicas para que la ejecución de las actividades de mantenimiento y la operación del equipo garantice la conservación de los equipos. El área de recursos humanos, en compañía del área de mantenimiento, deberán identificar las necesidades puntuales de formación del personal, para planificar las actividades de capacitación idóneas para el personal.

### Ilustración 9 Formato de Plan de Capacitación y entrenamiento

		PLAN DE CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO				
No.	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	ORIENTADO A:	PROGRAMADO	EJECUTADO	OBSERVACIONES
<b>ENERO</b>						
	Mantenimiento de motores fuera de borda					
<b>FEBRERO</b>						
	Principios del mantenimiento mayor					
<b>MARZO</b>						
	Familiarización con las Fichas técnicas de Mantenimiento					
<b>ABRIL</b>						
	Familiarización con los instructivos de operación del equipo					
<b>MAYO</b>						
	Administración de los recursos para optimizar					
<b>JUNIO</b>						
<b>JULIO</b>						
<b>AGOSTO</b>						

Fuente: Formatos Buzca S.A

Otra fase del programa enfoca la funcionalidad del correcto manejo del inventario de recursos que son necesarios para la ejecución de los mantenimientos, los cuales se solicitan cuando hay una necesidad puntual. De acuerdo con lo analizado con el equipo de mantenimiento, esta práctica muchas veces genera un retraso en los avances de los mantenimientos, reduciendo el tiempo de disponibilidad del equipo y por otra parte puede representar sobrecostos en el manejo de los tiempos de suministro.

Es por esta razón que el programa propone disponer de un área en el almacén, en el cual se conserven todos los materiales disponibles y suficientes para las actividades de mantenimiento, evitando retrasos en el suministro de estos, de acuerdo con las prácticas de Inventario de Mantenimiento, Reparaciones y Operaciones (MRO), el cual hace referencia a la gestión de piezas de repuesto para los equipos e instalaciones de los cuales la empresa depende diariamente, y tiene como principal fin asegurar la continuidad operacional de un equipo mientras se encuentra en operación. (Dinámica, 2021)

Para esto, se deberá inventariar las existencias actuales de repuestos y materiales, posteriormente se deberá hacer una revisión por equipo con el fin de identificar que repuestos y materiales son los necesarios para su mantenimiento y la periodicidad en que se usarán, para crear un plan de compras que permita mantener el stock de repuestos siempre disponible. Este plan de compras deberá estar acorde con lo que dispone el presupuesto anual de mantenimiento.

### Ilustración 10 Formato de Control de Inventario

 <span style="float: right;">FORMATO DE CONTROL DE INVENTARIO</span>												
Ciudad: _____ OT/CC: _____ Nombre: _____						Fecha : DD/ MM / AA Pagina : _____ Área : _____						
ÍTEM	DESCRIPCIÓN DEL BIEN (CARACTERÍSTICAS)	CANTD	UND	MARCA	MODELO	SERIE	UBICACIÓN	ESTADO			OBSERVACION	RESPONSABLE
								B	M	R		
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												

*Nota: Describa en la casilla de observaciones el estado del objeto.*

Fuente: Formatos Buzca S.A



La empresa BUZCA S.A cuenta con el software de mantenimiento Easy Maint, el cual fue implementado en el año 2013, teniendo en cuenta los requerimientos del proceso de mantenimiento en ese entonces, y hasta la fecha el plan de mantenimiento permanece con la misma configuración con la que se estructuró al momento de su implementación. Es importante reconocer que en 10 años pueden presentarse cambios significativos dentro de las variables que se tienen en cuenta a la hora de implementar un plan de mantenimiento, como lo es la cantidad de equipos y su ciclo de vida, las operaciones, el tiempo y frecuencia de paradas, y el contexto de la empresa.

Teniendo en cuenta lo anterior, la siguiente fase del programa de mantenimiento indica la actualización del plan de mantenimiento anual, usando como punto base las fichas técnicas de mantenimiento de cada equipo. Esta información será transmitida al software, el cual se encargará de emitir las ordenes de trabajo.

Aparte de contar con el software Easy Maint en el área de mantenimiento, la compañía ha implementado el software ZEUS en sus procesos de contabilidad, recursos humanos, compras y almacén, con el fin de sistematizar la documentación que se lleva de forma manual, optimizando la eficiencia e integración de los procesos más críticos. Tomando esto como referencia, el programa propone hacer el cambio del software Easy Maint por el que la firma ZEUS ofrece para el proceso de mantenimiento, considerando la integración de los procesos. El software ZEUS, al estar implementado en las áreas ya mencionadas, permitirá al área de mantenimiento ejercer un mayor control en los costos de mantenimiento de los equipos, y sistematizar el inventario de

repuestos y materiales requeridos para ejecutar los mantenimientos. Por otra parte, permitirá la actualización total del manejo del proceso de mantenimiento, aplicando lo que establece el programa diseñado.

Para esta propuesta, se solicita al proveedor Zeus la emisión de una oferta ajustada a las necesidades determinadas, la cual puede visualizarse en el Anexo 1. De igual forma se solicitó la propuesta de renovación de la membresía Easy Maint, fijada en el Anexo 2. De las propuestas presentadas se realizó un cuadro comparativo describiendo los servicios que ofrece cada uno, el cual permite identificar que la opción de Zeus ofrece un portafolio más amplio de servicios,

**Tabla 8 Cuadro comparativo entre Easy Maint y Zeus**

<b>Easy Maint</b>	<b>Zeus</b>
✓ Emisión de Plan anual de mantenimiento	✓ Emisión de Plan anual de mantenimiento
✓ Gestión de ordenes de trabajo	✓ Gestión de ordenes de trabajo
✓ Sistema de alarmas vía correo electrónico en los cambios de estado de ordenes	✓ Solicitudes de trabajo ✓ Emisión de etiquetas con código de barras para identificación de equipos
✓ Solicitudes de trabajo	✓ Integración con el software de contabilidad para revisión de movimientos contables del equipo ✓ Control de inventarios con el software de compras y almacén ✓ Reporte de costos del equipo

Fuente: El autor

Cuando se complete la actualización del plan de mantenimiento, con el software que decida contratar la compañía, será necesario ejecutar controles que permitan tener presente los tiempos en que debe ser ejecutados los mantenimientos de cada equipo, teniendo en cuenta las horas de operación de estos y la frecuencia en que debe realizarse el mantenimiento de acuerdo con las disposiciones del fabricante.

Para lo anterior, se creó el formato de cronograma de mantenimiento, el cual tiene la función de determinar las fechas en que debe ser programado el mantenimiento preventivo de cada equipo, dependiendo de las horas de trabajo diarias. El formato deberá alimentarse cada vez que se complete un mantenimiento, indicando la fecha en que fue ejecutado y el horómetro o kilometraje que marcaba el equipo cuando se completó. De igual forma se deberá alimentar el formato con el último dato del horómetro o kilometraje de la semana, lo cual permitirá identificar cuantas horas de trabajo faltan para que se realice el próximo mantenimiento, y los días restantes, esto con el fin de hacer una programación adecuada con el área de operaciones, identificando los recursos necesarios para su ejecución.

Esta herramienta permitirá que sean los mantenimientos programados se cumplan según lo establecido por el fabricante, lo que es fundamental para la preservación del equipo, previniendo las futuras fallas por no aplicar los mantenimientos a tiempo.

### Ilustración 12 Formato Cronograma de mantenimiento

 <span style="float: right;">CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO</span>												
FECHA: _____												
ITEM	EQUIPO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (Hr)	HORA DE TRABAJO DIARIA	HOROMETRO/KILOMETRAJE ULTIMO MANTENIMIENTO	FECHA ULTIMO MANTENIMIENTO	HOROMETRO/KILOMETRAJE PROGRAMADO	FECHA MANTENIMIENTO PROGRAMADO	HOROMETRO/KILOMETRAJE SEMANAL	HORAS FALTANTES	DÍAS FALTANTES	OBSERVACIONES
1	Lancha Anne	Mantenimiento Mensual	100	2	4500	30/10/2023	4600	19/12/2023	4500	100	23	
		Mantenimiento Semestral	200	2	4500	30/10/2023	4700	7/02/2024	4500	200	73	
		Mantenimiento Anual	500	2	4500	30/10/2023	5000	6/07/2024	4500	500	223	
		Mantenimiento Mayor	3000	2	4500	30/10/2023	7500	8/12/2027	4500	3000	1473	
2	Lancha Naty	Mantenimiento Mensual	100	2	4500	30/10/2023	4600	19/12/2023	4500	100	23	
		Mantenimiento Semestral	200	2	4500	30/10/2023	4700	7/02/2024	4500	200	73	
		Mantenimiento Anual	500	2	4500	30/10/2023	5000	6/07/2024	4500	500	223	
		Mantenimiento Mayor	3000	2	4500	30/10/2023	7500	8/12/2027	4500	3000	1473	
3	Lancha BZ Tender	Mantenimiento Mensual	100	2	4500	30/10/2023	4600	19/12/2023	4500	100	23	
		Mantenimiento Semestral	200	2	4500	30/10/2023	4700	7/02/2024	4500	200	73	
		Mantenimiento Anual	500	2	4500	30/10/2023	5000	6/07/2024	4500	500	223	
		Mantenimiento Mayor	3000	2	4500	30/10/2023	7500	8/12/2027	4500	3000	1473	
4	Lancha BZ Tender II	Mantenimiento Mensual	100	2	4500	30/10/2023	4600	19/12/2023	4500	100	23	
		Mantenimiento Semestral	200	2	4500	30/10/2023	4700	7/02/2024	4500	200	73	
		Mantenimiento Anual	500	2	4500	30/10/2023	5000	6/07/2024	4500	500	223	
		Mantenimiento Mayor	3000	2	4500	30/10/2023	7500	8/12/2027	4500	3000	1473	
5	Lancha BZ Tender III	Mantenimiento Mensual	100	2	4500	30/10/2023	4600	19/12/2023	4500	100	23	
		Mantenimiento Semestral	200	2	4500	30/10/2023	4700	7/02/2024	4500	200	73	
		Mantenimiento Anual	500	2	4500	30/10/2023	5000	6/07/2024	4500	500	223	
		Mantenimiento Mayor	3000	2	4500	30/10/2023	7500	8/12/2027	4500	3000	1473	
6	Lancha Buzca III	Mantenimiento Mensual	100	2	4500	30/10/2023	4600	19/12/2023	4500	100	23	
		Mantenimiento Semestral	200	2	4500	30/10/2023	4700	7/02/2024	4500	200	73	
		Mantenimiento Anual	500	2	4500	30/10/2023	5000	6/07/2024	4500	500	223	
		Mantenimiento Mayor	3000	2	4500	30/10/2023	7500	8/12/2027	4500	3000	1473	
7	Lancha Buzca IV	Mantenimiento Mensual	100	2	4500	30/10/2023	4600	19/12/2023	4500	100	23	
		Mantenimiento Semestral	200	2	4500	30/10/2023	4700	7/02/2024	4500	200	73	
		Mantenimiento Anual	500	2	4500	30/10/2023	5000	6/07/2024	4500	500	223	
		Mantenimiento Mayor	3000	2	4500	30/10/2023	7500	8/12/2027	4500	3000	1473	
8	Grua QUY-260	Mantenimiento Mensual	100	2	4500	30/10/2023	4600	19/12/2023	4500	100	23	
		Mantenimiento Semestral	250	2	4500	30/10/2023	4750	3/03/2024	4500	250	98	
		Mantenimiento Anual	500	2	4500	30/10/2023	5000	6/07/2024	4500	500	223	
		Mantenimiento Mayor	10000	2	4500	30/10/2023	14500	8/07/2037	4500	10000	4973	

Fuente: El autor

Una vez ejecutadas las actividades propuestas por el programa, es necesario evaluar su idoneidad, a través de indicadores que lograrán determinar si el programa de mantenimiento diseñado cumplió con el objetivo de garantizar la confiabilidad de los equipos de la empresa BUZCA S.A. Para esto, se propone la aplicación de los siguientes indicadores:

### Ilustración 13 Indicadores y Metas del programa de mantenimiento

N°	TIPO DE INDICADOR	DESCRIPCION DEL INDICADOR	FORMULA	META
1	Cumplimiento	Cumplimiento del programa de mantenimiento	$\frac{\text{No. de Actividades ejecutadas}}{\text{No. de Actividades Programadas}} \times 100\%$	100%
2	Eficacia	Cumplimiento del plan de mantenimiento	$\frac{\text{No. de Actividades ejecutadas}}{\text{No. de Actividades Programadas}} \times 100\%$	95%
3	Confiabilidad	MTBF (Tiempo Medio entre Fallas)	$\frac{\text{Tiempo total disponible} - \text{Tiempo de inactividad}}{\text{No. de paradas}}$	477 horas al mes

Fuente: El Autor

Como se muestra en la ilustración de los indicadores, se proponen un indicador de cumplimiento, el cual permitirá identificar que las actividades del programa propuesto son ejecutadas a cabalidad. Por otra parte se establece el indicador de eficacia, que mide el cumplimiento del plan de mantenimiento una vez actualizado. Una vez aplicado el programa y el plan de mantenimiento, es necesario evaluar la confiabilidad de los equipos, a través del indicador MTBF (Tiempo Medio entre Fallas) el cual controla tanto la disponibilidad como la confiabilidad de un producto. Cuanto mayor sea el tiempo entre las fallas, más confiable será el equipo. (Garrido, 2023)

### **8.3. Evaluar la viabilidad del programa de mantenimiento propuesto, analizando los impactos económicos, beneficios y mejoras en la confiabilidad de los equipos.**

Para el desarrollo del programa de mantenimiento propuesto, es fundamental contar con los recursos necesarios para su cumplimiento. Los recursos se describen a continuación:

#### **- Recurso Económico**

La empresa BUZCA S.A, destina un presupuesto anual para el área de mantenimiento, esto teniendo en cuenta todas las actividades de mantenimiento preventivo de cada equipo, considerando repuestos, insumos para operación, pólizas y documentación. Por otra parte, también se dispone de presupuesto para los costos administrativos, que incluye los costos de la nómina, software de mantenimiento, caja menor, papelería, aseo y cafetería, alimentación, pagos de ley, e imprevistos que se puedan presentar en el desarrollo de las actividades.

El contar con un presupuesto, que contempla todos los costos tanto operativos como administrativos del proceso de mantenimiento, indica que la empresa está en la capacidad de ejecutar todas las actividades propuestas por el programa diseñado, pues estas se enfocan en el desarrollo de estrategias que permitan la mejora del proceso de mantenimiento, usando las herramientas establecidas para la optimización de la información, administración adecuada de los recursos, y control detallado sobre la ejecución de los mantenimientos preventivos siguiendo los lineamientos de la metodología y logrando alcanzar la confiabilidad de los equipos.

### Ilustración 14 Presupuesto anual de mantenimiento BUZCA S.A

 <b>PRESUPUESTO ANUAL DE MANTENIMIENTO</b>			
<b>No</b>	<b>Equipos</b>	<b>Centro de costo</b>	<b>Total</b>
1	Montacargas	C026-P	\$ 12,950,000
2	Minicargador	C049-P	\$ 19,003,396
3	Compresores	C001-P	\$ 21,000,000
4	Retroexcavadoras	C052-P	\$ 42,000,000
5	Gruas	C059-P	\$ 36,800,000
6	Martillos	C060-P	\$ 19,500,000
7	Camionetas	C144-P	\$ 57,160,000
8	Camiones	C057-P	\$ 24,100,000
9	Equipos para obra civil	C060-P	\$ 17,903,400
10	Plantas eléctricas	C008-P	\$ 20,000,000
11	Lanchas	C135-P	\$ 112,000,000
12	Barcazas	C151-P	\$ 108,000,000
13	Equipo de soldaduras	C104-P	\$ 3,360,000
14	Equipos Varios	C002-P	\$ 4,080,000
15	Reembolso	C033	\$ 36,000,000
16	Papelería	C033	\$ 1,700,000
17	Software de Mantenimiento Easy Maint	C033	\$ 7,020,000
18	Aseo y Cafetería	C033	\$ 1,200,000
19	Viajes visitas obras	C033	\$ 2,400,000
20	Combustible Maquinaria	C033	\$ 28,200,000
21	Alimentación	C033	\$ 50,400,000
22	<b>Sub-Total</b>		\$ 357,009,311
23	<b>Imprevisto</b>		\$ 17,850,466
24	<b>Aportes, subsidios, prima y parafiscales</b>		\$ 127,563,300
25	<b>Nomina</b>		\$ 360,492,000
	<b>Total</b>		\$ 862,915,077

Fuente: Presupuesto anual BUZCA S.A

- **Recurso Humano**

El área de mantenimiento cuenta con un equipo de trabajo conformado por técnicos especializados en distintas áreas para completar las actividades en la parte operativa. También está el personal administrativo, quienes se encargan de dirigir el desarrollo del proceso, los cuales serán clave para el desarrollo del programa diseñado.

**Ilustración 15 Cargos que conforman el equipo de mantenimiento de BUZCA S.A**

<b>Item</b>	<b>Cargo</b>
1	Director de Mantenimiento
2	Coordinador de Mantenimiento
3	Supervisor de Mantenimiento
4	Soldador
5	Mecanico
6	Electricista
7	Practicante
8	Aprendiz Sena
9	Operador de Maquinaria Pesada
10	Operador de Maquinaria Pesada

Fuente: Organigrama de la empresa BUZCA S.A

### - **Recursos Tecnológicos, Físicos e Informáticos**

La empresa BUZCA S.A, cuenta con unas áreas destinadas para el desarrollo de las actividades de mantenimiento, dotadas de herramientas y equipos para el apoyo de estas. De igual forma cuenta con un espacio de oficinas, sitio de trabajo asignado para el personal administrativo.

El personal administrativo del área de mantenimiento cuenta con herramientas tecnológicas para la ejecución de sus actividades, como lo son los computadores, impresoras, acceso a internet, celular corporativo. El área también cuenta con el software de mantenimiento Easy Maint para la emisión de las ordenes de trabajo de acuerdo con el plan de mantenimiento de cada equipo.

El proceso también cuenta con una serie de documentos y formatos que soportan el cumplimiento de lo establecido por este, los cuales son administrados de forma física y digital, de acuerdo con los procedimientos establecidos por la empresa para la gestión documental.

#### **8.3.1. Viabilidad Técnica**

Después de identificar que la empresa BUZCA S.A cuenta con los recursos descritos anteriormente, se afirma que es viable la ejecución del programa diseñado, pues para su desarrollo se cuenta con todas las herramientas necesarias y los documentos asociados para tal fin, resaltando el presupuesto que abarca toda la operación de mantenimiento, el personal idóneo y los recursos físicos, tecnológicos e informáticos para el desarrollo del programa.

### **8.3.2. Viabilidad Financiera**

Para la propuesta de reemplazar software Easy Maint por el software ZEUS en el proceso de mantenimiento, se aplicó un estudio de viabilidad financiera. En el Presupuesto anual de mantenimiento, descrito en la Ilustración 14, se evidencia que se destina el valor de \$ 7.020.000 pesos para la adquisición de la licencia anual del software de Easy Maint. Este valor se encuentra en dólares en la propuesta emitida por el proveedor, la cual se encuentra en el Anexo 2, por lo que se proyecta el valor del cambio de \$4.500 pesos colombianos, teniendo en cuenta las variaciones en la bolsa de valor de la moneda.

De acuerdo con la propuesta presentada por ZEUS, la instalación de la licencia del programa de mantenimiento tiene un costo único de \$14.630.000 pesos más IVA, a lo que se le suma el servicio de formación de 50 horas, dirigido al personal que operará el programa a partir de su implementación, el cual tiene un costo de \$7.000.000 pesos más IVA. Una vez instalado el programa se deberá costear el Contrato Anual de Soporte Plus, para asegurar el soporte del servicio técnico, actualizaciones y funcionamiento del programa, por un costo de \$1.000.000 pesos más IVA. Teniendo en cuenta esto, el costo total de la instalación del programa es de \$22.630.000 pesos más el valor del IVA de \$4.299.700 pesos, siendo el total de la inversión de \$26.929.700 pesos.

Cabe resaltar que la empresa BUZCA S.A ya cuenta con un valor presupuestado anual de \$7.020.000 pesos para la membresía anual del software Easy Maint, lo que indica que ya se destina de un recurso para el funcionamiento del programa de mantenimiento. De acuerdo con esta

información, se realizó una proyección para identificar en cuanto tiempo la empresa BUZCA S.A recuperará la inversión de \$26.929.700 pesos correspondiente a la instalación del software de mantenimiento de ZEUS, disponiendo del recurso que se destina para este fin anualmente. Se debe tener en cuenta que al valor de \$7.020.000 pesos se debe sustraer el valor de \$1.000.000 más IVA, el cual compete al Contrato Anual de Soporte Plus de ZEUS, es decir que anualmente se cuenta con el valor de \$5.830.000.

Para la proyección se aplicó el cálculo del Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI), pues es un indicador que mide en cuanto tiempo se recuperara el valor total de la inversión a valor presente. Este puede revelar con precisión, en años, meses y días, la fecha en la cual será cubierta la inversión inicial. (Business, 2017). Para calcular el PRI se usa la siguiente fórmula:

$$PRI = a + \frac{(b-c)}{d}$$

Donde:

a = Año inmediato anterior en que se recupera la inversión.

b = Inversión Inicial.

c = Flujo de Efectivo Acumulado del año inmediato anterior en el que se recupera la inversión.

d = Flujo de efectivo del año en el que se recupera la inversión. (Business, 2017)

Aplicando la formula del PRI al caso descrito anteriormente, se obtiene el siguiente resultado:

**Tabla 9 Periodo proyectado para la recuperación de la inversión del programa de mantenimiento ZEUS**

AÑO	FLUJO	ACUMULADO
0	-\$ 26,929,700	
1	\$ 5,830,000	\$ 5,830,000
2	\$ 5,830,000	\$ 11,660,000
3	\$ 5,830,000	\$ 17,490,000
4	\$ 5,830,000	\$ 23,320,000
5	\$ 5,830,000	\$ 29,150,000
6	\$ 5,830,000	\$ 34,980,000

Fuente: El autor

De la información de la tabla 13 se identificaron las siguientes variables:

$$a = 4 \quad b = 26,929,700 \quad c = 23,320,000 \quad d = 5,830,000$$

Una vez identificadas las variables, se aplica la formula del PRI de la siguiente manera:

$$PRI = 4 + \frac{(26,929,700 - 23,320,000)}{5,830,000} = 4.62 \text{ Años}$$

Posteriormente se realiza el cálculo de la cantidad de meses, como se muestra a continuación:

$$\text{Meses} = 0.62 \text{ años} \times 12 \text{ meses} = 7.44$$

Finalmente se realiza el cálculo de la cantidad de días de acuerdo aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Días} = 0.44 \text{ meses} \times 30.44 \text{ días} = 13.39$$

Del análisis anterior, podemos concluir que si la empresa BUZCA S.A acepta la propuesta del programa de mantenimiento ZEUZ, deberá hacer una inversión de \$26.929.700 pesos, la cual será recuperada en 4 años, 7 meses y 13 días, lo que es viable teniendo en cuenta que la instalación del programa permitirá apreciar las mejoras al proceso a corto plazo, considerando también la integración con los procesos contables y de compras, lo que permitirá una mejor planificación financiera para la ejecución de los mantenimientos y una uniformidad corporativa.

## 9. Conclusiones

En el desarrollo de la investigación se logró evidenciar la importancia de la evaluación de la eficiencia de los procesos que maneja una compañía. En este caso puntual se tomó como objeto de investigación el proceso de mantenimiento de la empresa BUZCA S.A y se desarrollaron técnicas para el análisis de causas asociadas a las fallas de sus equipos. De este análisis de causas se logró identificar una oportunidad de mejora fundamental, que no va ligada directamente a la forma en que se ejecutan los mantenimientos preventivos, sino al modo en que la compañía gestiona el mejor método para la ejecución del proceso garantizando la confiabilidad de sus equipos a través de su programa de mantenimiento.

Se puede concluir de la presente investigación que es importante para una compañía contar con un proceso eficiente de mantenimiento, pues las falencias que este pueda presentar representan un impacto alto en las finanzas, disponibilidad de los equipos, confiabilidad en las operaciones que realiza la empresa, gestión adecuada de los procesos e incluso la imagen corporativa. De igual forma se resaltan las ventajas que ofrece a la compañía el control y evaluación de la eficacia del mantenimiento preventivo, a través de herramientas prácticas que permitan el seguimiento detallado de cada actividad, logrando de tal forma aumentar la confiabilidad de los equipos. En el caso de la empresa BUZCA S.A, que es una organización que opera por proyectos puntuales, y que el tiempo en que sus equipos están comprometidos para la ejecución de las labores es estricto, un programa de mantenimiento que le permita la planificación de las actividades, el seguimiento, control y evaluación del proceso, es fundamental para garantizar la confiabilidad de sus equipos.

## **10. Recomendaciones**

La empresa BUZCA S.A, en su sistema de gestión establece la mejora continua como un pilar que permite a los procesos alcanzar los objetivos estratégicos de la organización, se recomienda mantener la continuidad en la fase de verificar, con el fin de identificar oportunidades de mejora que aporten valor agregado como la que se desarrolló en la investigación.

Es muy importante seguir aplicando los formatos que el proceso de mantenimiento ha implementado para su desarrollo, y mantener los registros de cada equipo para llevar el control de los programas de mantenimiento y su mejora continua. Es vital el diligenciamiento de cada formato al inicio de la operación de cada equipo para reportar las condiciones del equipo junto con las observaciones correspondientes, para que el departamento de mantenimiento tome sus acciones de inmediato al equipo.

Por otra parte, la organización debe continuar concientizando a los operadores de estos equipos sobre la importancia de la correcta aplicación de las actividades de mantenimiento, cuyo objetivo principal es alargar la vida útil de los mismos. Finalmente se puede indicar que los equipos son fundamentales dentro de una organización de la cual se espera una confiabilidad segura durante su operación.

## 11. Referencias

- Actualícese. (2015). *Actualícese*. Obtenido de <https://actualicese.com/la-importancia-de-los-presupuestos-en-la-organizacion-y-en-la-ejecucion-de-proyectos/>
- Aescuderor. (2015). *MANTENIMIENTO FACIL*. Obtenido de TEORÍA DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL: <https://mantenimientofacil.wordpress.com/2015/09/08/teoria-del-mantenimiento-industrial/>
- Alejandro David Castro Barranco, A. N. (2011). *ESTUDIO Y ANALISIS DE MODOS DE FALLAS Y SUS EFECTOS EN MAQUINA RECONSTRUCTORA DE ZAPATAS DE EQUIPOS CATERPILLAR PARA LA EMPRESA GECOLSA S.A.* . Cartagena de Indias: Universidad Tecnológica de Bolívar, Facultad de Ingeniería .
- Altmann, C. (2023). *El Análisis de Causa Raíz, como herramienta de mejora de la confiabilidad*.
- Amendola, L. (2009). *Prácticas y estrategias de Overhaul "Mantenimiento Mayor" "Gestión del coste del ciclo de vida de los activos"*. Buenos Aires: PMM Institute for learning.
- American Psychological Association. (2010). *Manual de Publicaciones de la American Psychological Association* (6 ed.). (M. G. Frías, Trad.) México, México: El Manual Moderno.
- Arévalo, O. E. (2022). *Propuesta de mejora al plan de mantenimiento para los equipos de mayor criticidad en la*. Bogotá: Universidad ECCI, .
- Avalos, K. S. (2021). *Plan de mantenimiento preventivo para reducir costos operativos de los*. Trujillo, Perú: Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ingeniería.

Business, E. G. (24 de Enero de 2017). *El PRI: uno de los indicadores que más llama la atención de los inversionistas*. Obtenido de <https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/el-pri-uno-de-los-indicadores-que-mas-llama-la-atencion-de-los-inversionistas#:~:text=El%20per%C3%ADodo%20de%20recuperaci%C3%B3n%20de,ser%C3%A1%20cubierta%20la%20inversi%C3%B3n%20inicial>.

BUZCA SOLUCIONES DE INGENIERÍA S.A. (2022). *Historia de BUZCA Soluciones de Ingeniería*. Obtenido de <https://www.buzca.com/nuestra-historia-buzca-soluciones-en-ingenieria>

Charrasqui, C. A. (2013). *PLAN DE ANÁLISIS DE MODOS / EFECTOS DE FALLA Y PLAN DE MANTENIMIENTO PARA UNA MÁQUINA INDUSTRIAL LAVADORA DE PRENDAS*. Santiago de Cali: Universidad Autónoma de Occidente, Facultad de Ingeniería.

Colima, U. d. (2022). *Portal de la tesis*. Obtenido de Investigación cuantitativa, cualitativa y mixta: <https://recursos.ucol.mx/tesis/investigacion.php>

Dinámica, L. L. (2021). *Inventario de Mantenimiento (MRO): Un elemento importante para las empresas*. Obtenido de <https://ld.com.mx/blog/administracion-de-inventarios/inventario-de-mantenimiento-mro/#:~:text=El%20inventario%20de%20mantenimiento%2C%20aunque,un%20mejor%20servicio%20al%20cliente>.

- Egilde Zambrano, A. T. (2015). *Indicadores de gestión de mantenimiento en las instituciones públicas de educación superior del municipio Cabimas*. UNIVERSIDAD Rafael Beloso Chacín.
- Eleonora Florian, F. S. (2021). *Machine learning-based predictive maintenance: A cost-oriented model for implementation*. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108114>: International Journal of Production Economics.
- Garrido, S. G. (2023). *Indicadores en Mantenimiento*. Obtenido de Renovetec: <https://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-mantenimiento-industrial/300-indicadores-en-mantenimiento>
- Gary Linnéusson, A. N. (2016). *Investigating Maintenance Performance: A Simulation Study*. Conference: 7th Swedish Production Symposium.
- Gómez, A. P. (2021). *DISEÑO DE ESTRATEGIAS DE MEJORA PARA LA GESTIÓN EN EL PROCESO DE ASISTENCIA TECNICA Y REPARACIÓN DE COMPONENTES DE LA EMPRESA DIESEL CAT LTDA*. Barranquilla: Universidad de la Costa.
- GOTOYARD. (2023). *7 causas más comunes de las fallas en la maquinaria*. Obtenido de <https://gotoyard.com/7-causas-mas-comunes-de-fallas-en-la-maquinaria/>
- H. Toumi, A. M. (2022). *The influence of predictive maintenance in industry 4.0: A systematic literature review*. doi: 10.1109/IRASET52964.2022.9737901.: 2022 2nd International Conference on Innovative Research in Applied Science, Engineering and Technology (IRASET), 2022, pp. 1-13.

- Horner, R. E.-H. (1997). *Building maintenance strategy: a new management approach*.  
<https://doi.org/10.1108/13552519710176881>: Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 3 No. 4, pp. 273-280.
- Human- Animal Interaction APA Division 17, Section 13. (2022). *GUIDELINES: DESCRIPTIVE INVESTIGATIONS*. Obtenido de <https://www.human-animal-interaction.org/human-animal-interaction-bulletin/author-information/instructions-to-authors/guidelines-descriptive-investigations/>
- J.-X. Huang, Y. B. (2014). *Condition-based maintenance decision-making for equipment*.  
[https://www.researchgate.net/publication/290252747\\_Condition-based\\_maintenance\\_decision-making\\_for\\_equipment](https://www.researchgate.net/publication/290252747_Condition-based_maintenance_decision-making_for_equipment): Editorial Department of Journal of Donghua University.
- Jorge Luis Valdes, E. A. (2009). *DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO-PREDICTIVO APLICADO A LOS EQUIPOS DE LA EMPRESA REMAPLAST*. Cartagena: Universidad de Cartagena.
- José R. Aguilar, R. T. (2010). *Análisis de modos de falla, efectos y criticidad (AMFEC) para la planeación del mantenimiento empleando criterios de riesgo y confiabilidad*. México: Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos A.C, Tecnología, Ciencia, Educación.
- Mancuzo, G. (8 de Octubre de 2020). *¿Qué es el Mantenimiento Cero Horas (Overhaul)?*  
Obtenido de CompraSoftware: <https://blog.comparasoftware.com/mantenimiento-cero-horas/>

Martins, J. (22 de Octubre de 2022). *¿Qué es el Ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA)?*

Obtenido de ASANA: <https://asana.com/es/resources/pdca-cycle>

Medina, C. B. (2020). *Propuesta de un Modelo de Confiabilidad QA para Mantenimiento Overhaul*. Bogotá: Universidad ECCI.

Meza, B. M. (2021). *Mantenimiento preventivo para reducir los costos operativos*. Chimbote, Perú: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

MUÑOZ, C. J. (2006). *DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN ETEC S.A.* Cartagena: Universidad Tecnológica de Bolívar.

Narvaez, M. (2023). *¿Qué es un estudio de viabilidad y cómo se realiza?* Obtenido de QuestionPro: <https://www.questionpro.com/blog/es/estudio-de-viabilidad/>

Omar Campos, G. T. (2019). *Metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) considerando taxonomía de equipos, base de datos y criticidad de efectos*. Mexico: Instituto Politécnico Nacional, científica, vol. 23, núm. 1, pp. 51-59.

Palencia, I. M. (2012). *Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial*. Ediciones de la U.

Palencia, O. G. (2006). *El Mantenimiento General*. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

Paul J. Layzell, L. A. (1994). An investigation into software maintenance—Perception and practices. *Journal of Software Maintenance: Research and Practice*, Volume 6, Issue 3 p. 105-120.

PROPYMES. (2014). *PROGRAMA: GESTION DEL MANTENIMIENTO*.

QuestionPro logo. (2022). *Non-experimental research: What it is, overview & advantages.*

Obtenido de <https://www.questionpro.com/blog/non-experimental-research/>

Rodriguez, J. (2023). *Qué es el diagrama de Ishikawa, para qué sirve, cómo crearlo y ejemplos.*

Obtenido de <https://blog.hubspot.es/sales/diagrama-ishikawa>

Serrano, V. (Mayo de 2022). *ANÁLISIS CAUSA RAÍZ APLICADO AL MANTENIMIENTO.*

Obtenido de DATADEC: <https://www.datadec.es/blog/analisis-causa-raiz-aplicado-al-mantenimiento>

Serrano, V. (2022). *ANÁLISIS CAUSA RAÍZ APLICADO AL MANTENIMIENTO.* Obtenido de

DATADEC Software y servicios para la mediana y gran empresa: <https://www.datadec.es/blog/analisis-causa-raiz-aplicado-al-mantenimiento#item01>

Singh Panesar, S. a. (2008). *Industrial service innovation through improved contractual relationship: A case study in maintenance.* <https://doi.org/10.1108/13552510810899481>:

Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 14 No. 3, pp. 290-305.

Susto, G. A., Wan, J., Pampuri, S., Zanon, M., Johnston, A. B., O'Hara, P. G., & McLoone, S. (2014). *An adaptive machine learning decision system for flexible predictive maintenance.*

IEEE International Conference on Automation Science and Engineering.

T, J. L. (2010). *ESTRUCTURACIÓN DE MANTENIMIENTO, Gestión, administración y planeación.* UNIVERSIDAD EAFIT.

Trout, J. (2021). *EL MÉTODO DE LOS 5 PORQUÉS: CÓMO LLEGAR RÁPIDAMENTE A LA CAUSA RAÍZ.* Obtenido de Congreso de Mantenimiento & Confiabilidad: <https://cmc->

latam.com/2021/11/30/el-metodo-de-los-5-porques-como-llegar-rapidamente-a-la-causa-raiz/

Varon, P. E. (2018). *APLICACIÓN DEL METODO ANÁLISIS DE FALLA Y CAUSA RAÍZ A EL*.  
Bogotá: Fundación Universitaria los Libertadores.

Velázquez, A. (2023). *¿Qué es el diagrama de Pareto?* Obtenido de QuestionPro:  
<https://www.questionpro.com/blog/es/diagrama-de-pareto/>

Vidal, F. (enero de 2023). *Mantenimiento predictivo: Qué es y pasos para hacerlo correctamente*.  
Obtenido de Stel Order: <https://www.stelorder.com/blog/mantenimiento-predictivo/>

## 12. Anexos

### Anexo 1 Propuesta Programa de Mantenimiento ZEUS



Cartagena de Indias, 02 de septiembre de 2023

Señores:  
BUZCA SOLUCIONES DE INGENIERIA S.A.  
ATN: Sr. Jorge Isaac Jaramillo Castro  
Director Administrativo  
Teléfono: 6653633  
Ciudad

Apreciados Señores:

De acuerdo con su amable solicitud queremos poner a consideración los siguientes productos estándares para la actualización tecnológica de su compañía:

- ✓ Zeus® Integral Activos Fijos Versión Cliente - Servidor MS-SQL.

Adjunto encontrará una pequeña descripción del software y los servicios ofrecidos, así como las condiciones de venta de los mismos.

Permitanos agradecerle de antemano por brindarnos la oportunidad de servirle y no dude en comunicarse con nosotros ante cualquier inquietud.

Cordialmente,

LUZ MARY CORDOBA MEDINA  
Ejecutiva de Cuentas  
Celular 322 2803048  
[lcordoba@zeustecnologia.com](mailto:lcordoba@zeustecnologia.com)



C.C. Bocagrande, Piso 2, Local 203  
PBX. 665 5515 - FAX. 665 1335  
Cartagena, Colombia

Cra. 16 No. 79-76  
Edif. Century XXI piso 5  
Tel. (57-1) 609 7000  
Bogotá, Colombia

C.C. Boulevard  
Cra. 54 No. 72-147 Local 302  
Tel. 356 4710  
Biquilla, Colombia

Av. de las Américas No. 238N-33  
Edif. España, Of. 203  
Tel. 667 3649-660 1749  
Cali, Colombia

Av. Newball Torre Sunrise Beach  
No. 4-169, local 330  
Cel. 315 895 0186  
San Andrés, Colombia

[www.zeustecnologia.com](http://www.zeustecnologia.com)



## ZEUS INTEGRAL ACTIVOS FIJOS VERSION SQL



Zeus® Integral Activos Fijos SQL es un aplicativo Cliente/Servidor escrito en Microsoft Visual Basic y Microsoft SQL, para satisfacer las necesidades más exigentes del mundo empresarial, que hará más fácil, más efectivo y más agradable el trabajo de quienes responden por los Activos Fijos de las empresas y de quienes apoyados en la tecnología necesitan tener a la mano y desde cualquier lugar del planeta información completa, fresca y confiable, todo esto apoyado en Zeus® Excel para Activos Fijos un interfaz con Microsoft® Excel increíble.

### PLATAFORMA TECNOLÓGICA:

- ✓ Software Cliente/Servidor, Multicapas, desarrollado con Microsoft Visual Basic y SQL Server como manejador de datos.
- ✓ Sistema completamente transaccional, garantizando la integridad de los datos en todas sus operaciones.
- ✓ Operatividad remota a través de Internet.
- ✓ Sistema altamente seguro. No permite que el usuario pueda alterar la información por base de datos.
- ✓ Exportación de reportes a cualquier formato de archivo (Excel, texto, etc.), funciones de búsquedas dentro del reporte e integración total con Microsoft Excel.

C.C. Bocagrande, Piso 2, Local 203  
PBX. 665 5515 - FAX. 665 1335  
Cartagena, Colombia

Cra. 16 No. 79-76  
Edif. Century XXI piso 5  
Tel. (57-1) 609 7000  
Bogotá, Colombia

C.C. Boulevard  
Cra. 54 No. 72-147 Local 302  
Tel. 356 4710  
B/quilla, Colombia

Av. de las Américas No. 238N-33  
Edif. España, Of. 203  
Tel. 667 3849 - 660 1749  
Cali, Colombia

Av. Newball Torre Sunrise Beach  
No. 4-169, local 330  
Cel. 315 895 0186  
San Andrés, Colombia

[www.zeustecnologia.com](http://www.zeustecnologia.com)



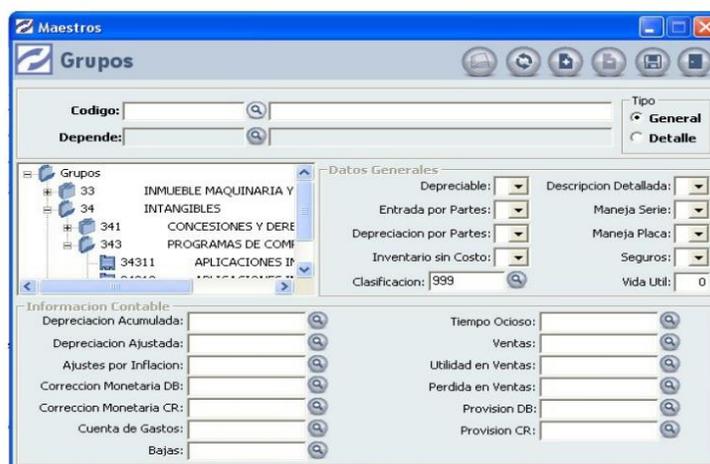
- ✓ Automatización de copias de seguridad utilizando las características del administrador corporativo de SQL Server.

#### CARACTERISTICAS ESPECIALES:

Algunos entendidos ven el Control de Activos Fijos como la lista de todos y cada uno de los activos fijos que tiene una empresa, cómo entraron y cuándo, ventas, bajas, traslados, otros lo ven como la información detallada de cada uno de ellos, que permita ir haciendo los procesos de depreciación según la ley lo exija, otros como una filosofía de control de los seguros que cubren a cada uno de los activos fijos, para otros es el control del estado físico de los activos, quiénes los tienen bajo su responsabilidad, para cuando se vencen las garantías, qué reparaciones se le han hecho y dónde, para Zeus® Integral Activos Fijos es todo lo anterior y mucho más, es una Herramienta confiable y segura, fácil de manejar y de aprender, con tecnología de punta, que de forma integral permite manejar de manera exacta y fácil todo lo concerniente a los Activos Fijos de la empresa, permitiendo generar y contabilizar de manera automática los comprobantes contables, afrontando así los retos y necesidades del mundo de la globalización del siglo XXI, la empresa moderna, necesita información oportuna al menor costo posible, para la toma de decisiones en forma proactiva.

#### MENUS DEL SISTEMA:

- ✓ Maestros: Permite parametrizar algunas bases de datos que se requieren para dar un manejo efectivo a los Activos Fijos y las características completas de los mismos, amarrado al sistema de inventarios, la base de los empleados que responden por los mismos, empresas aseguradoras y las pólizas, conceptos contables para bajas, interfaz a parámetros contables.



C.C. Bocagrande, Piso 2, Local 203  
PBX. 665 5515 - FAX. 665 1335  
Cartagena, Colombia

Cra. 16 No. 79-76  
Edif. Century XXI piso 5  
Tel. (57-1) 609 7000  
Bogotá, Colombia

C.C. Boulevard  
Cra. 54 No. 72-147 Local 302  
Tel. 356 4710  
B/quilla, Colombia

Av. de las Américas No. 238N-33  
Edif. España, Of. 203  
Tel. 667 3849 - 660 1749  
Cali, Colombia

Av. Newball Torre Sunrise Beach  
No. 4-169, local 330  
Cel. 315 895 0186  
San Andrés, Colombia



- ✓ Operaciones: El sistema permite reportar las entradas de los activos, bien sea importándolos del módulo de inventarios Zeus® digitando manualmente toda la información referente a la compra, el tipo de Activo, las cuentas contables asociadas a él, así mismo las mejoras que se le hagan, la venta que se realice, los traslados o las bajas controlando los motivos, los préstamos internos a terceros, las salidas o entradas de los mismos a mantenimiento. El sistema ofrece facilidades para la toma física de los mismos.

- ✓ Movimientos Contables: Cada movimiento que se haga en el módulo de Activos, tendrá su reflejo contable de manera automática, para ello los auxiliares abiertos de Zeus® son la solución, el sistema además ofrece la facilidad de generar y revisar los comprobantes de depreciación de los Activos Fijos, la interfaz nativa con el sistema contable Zeus® permite su contabilización de manera automática. Así mismo permite hacer consultas integrales sobre cada uno de ellos.

Rv	Año Mes	Paag Mensual	Paag Acum.	Fuente	Documento	Fecha Proceso
<input type="checkbox"/>	200912	0.00000	0.00000	37	0000000028	2009/12/31
<input type="checkbox"/>	201001	0.00000	0.00000	37	0000000034	2010/01/31
<input type="checkbox"/>	201002					2010/02/28
<input type="checkbox"/>	201003					2010/03/31
<input type="checkbox"/>	201004					2010/04/30
<input type="checkbox"/>	201005					2010/05/31
<input type="checkbox"/>	201006					2010/06/30
<input type="checkbox"/>	201007					2010/07/31
<input type="checkbox"/>	201008					2010/08/31
<input type="checkbox"/>	201009	0.00000	0.00000	37	0000000040	2010/09/30
<input type="checkbox"/>	201010	0.00000	0.00000	37	0000000047	2010/10/31
<input type="checkbox"/>	201011	0.00000	0.00000	37	0000000048	2010/11/30
<input type="checkbox"/>	201012	0.00000	0.00000	37	0000000050	2010/12/31

Año Mes: 201101 Paag Mes: 0.00000 Paag Acumulado: 0.00000

Fuente: Documento: Fecha de Proceso: 2011/01/30

C.C. Bocagrande, Piso 2, Local 203  
PBX. 665 5515 - FAX. 665 1335  
Cartagena, Colombia

Gra. 16 No. 79-76  
Edif. Century XXI piso 5  
Tel. (57-1) 609 7000  
Bogotá, Colombia

C.C. Boulevard  
Cra. 54 No. 72-147 Local 302  
Tel. 356 4710  
B/quilla, Colombia

Av. de las Américas No. 238N-33  
Edif. España, Of. 203  
Tel. 667 3849 - 660 1749  
Cali, Colombia

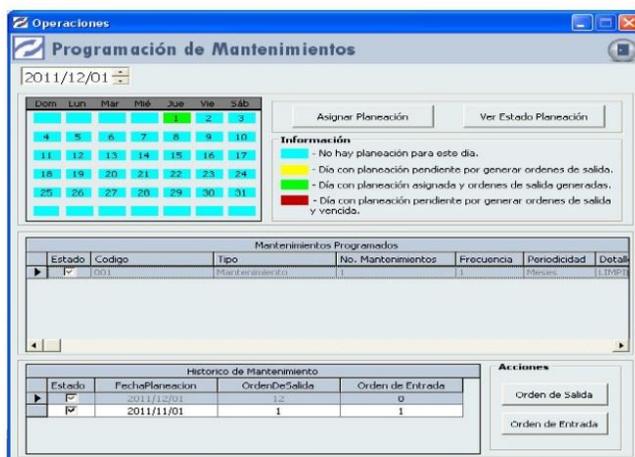
Av. Newball Torre Sunrise Beach  
No. 4-169, local 330  
Cel. 315 895 0186  
San Andrés, Colombia



- ✓ Consultas: Con la metodología de minería de datos, las consultas del sistema permiten navegar por la información de manera ágil y fácil, hacer consulta integrada de cualquier activo, sus movimientos de entrada, traslados, préstamos, bajas y consultar detalladamente todo el tema de la depreciación, además permite exportar la información de manera automática Microsoft® Excel.



- ✓ Programaciones: Se pueden establecer programaciones de mantenimientos a los activos mediante un calendario.



C.C. Bocagrande, Piso 2, Local 203  
PBX. 665 5515 - FAX. 665 1335  
Cartagena, Colombia

Cra. 16 No. 79-76  
Edif. Century XXI piso 5  
Tel. (57-1) 609 7000  
Bogotá, Colombia

C.C. Boulevard  
Cra. 54 No. 72-147 Local 302  
Tel. 356 4710  
B/quilla, Colombia

Av. de las Américas No. 238N-33  
Edif. España, Of. 203  
Tel. 667 3849 - 660 1749  
Cali, Colombia

Av. Newball Torre Sunrise Beach  
No. 4-169, local 330  
Cel. 315 895 0186  
San Andrés, Colombia



- ✓ Reportes: Todos los parámetros del sistema pueden ser listados o exportados a Excel, además se pueden generar reportes de los activos fijos organizados a criterio por grupos, por responsables, por aseguradora y mucho más, los activos prestados, las hojas de vida de los activos, los listados de depreciación mensual, y acumulada, incluyendo la exportación de datos a Microsoft® Excel.

**ZEUSTECNOLOGIA S.A.**  
Nit. 8060097525  
**COSTO DE ACTIVOS**

Corte: 2011/03/30 - Fecha: 2012/01/05 - Hora: 11:06 AM - Página 1 de 24

CODIGO	DESCRIPCION	DESCRIPCION DETALLADA	UNIDAD	CANT.	PRECIO	PRECIO TOTAL
3311000001	PLANTA ATE	Lote 7A - Ficha 1611351	UND	1.00	101,505.80	101,505.80
3311000002	PLANTA ATE	Lote 7B - Ficha 1611352	UND	1.00	228,566.24	228,566.24
3311000003	PLANTA ATE	Sub Lote 7-D Hs B - Ficha 1611354	UND	1.00	284,729.94	284,729.94
3311000004	PLANTA ATE	Lote 7D - Ficha 1611353, parcela 44920751	UND	1.00	562,800.00	562,800.00
3321000001	PLANTA ATE	Lote 7A - Ficha 1611351	UND	1.00	328,064.20	328,064.20
3321000002	PLANTA ATE	Lote 7B - Ficha 1611352	UND	1.00	227,382.54	227,382.54
3321000003	PLANTA ATE	Sub Lote 7-D Hs B - Ficha 1611354	UND	1.00	101,501.53	101,501.53
3321100001	IMPL. OFI. ADMINISTRATIVAS	Diseño y supervisión Técnica del proyecto	UND	1.00	2,744.16	2,744.16
3321100002	IMPL. OFI. ADMINISTRATIVAS	Diseño y supervisión Técnica del proyecto	UND	1.00	2,718.32	2,718.32
3321100003	IMPL. OFI. ADMINISTRATIVAS	Diseño y supervisión Técnica del proyecto	UND	1.00	1,813.35	1,813.35
3321100004	IMPL. OFI. ADMINISTRATIVAS	Proyecto de implementación de las oficinas administrativas	UND	1.00	17,752.80	17,752.80
3321100005	IMPL. OFI. ADMINISTRATIVAS	Proyecto de implementación de las oficinas administrativas	UND	1.00	17,585.67	17,585.67
3321100006	IMPL. OFI. ADMINISTRATIVAS	Proyecto de implementación de las oficinas administrativas	UND	1.00	7,102.49	7,102.49
3321100007	IMPL. OFI. ADMINISTRATIVAS	Proyecto de implementación de las oficinas administrativas	UND	1.00	7,102.49	7,102.49

Novedosa herramienta de Impresión de Etiquetas

Existen 2 modelos para impresión de etiquetas, las cuales nos permitirán organizar y nombrar los activos con códigos de barras.



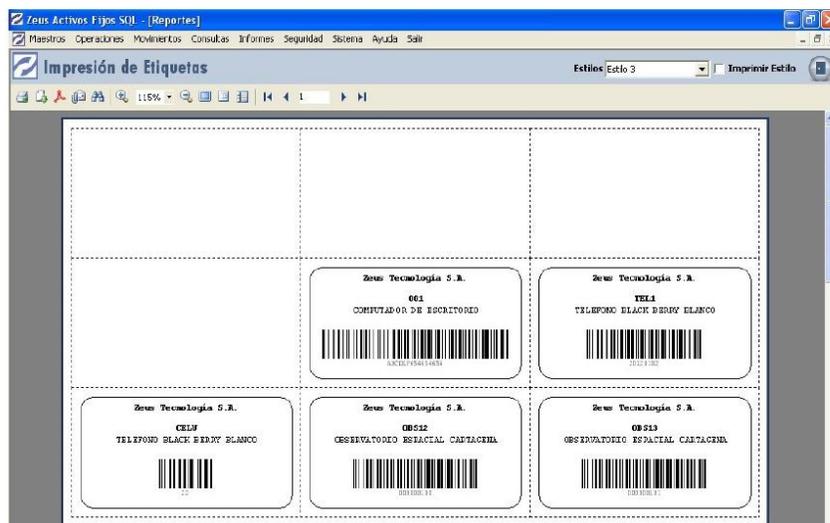
C.C. Bocagrande, Piso 2, Local 203  
PBX. 665 5515 - FAX. 665 1335  
Cartagena, Colombia

Cra. 16 No. 79-76  
Edif. Century XXI piso 5  
Tel. (57-1) 609 7000  
Bogotá, Colombia

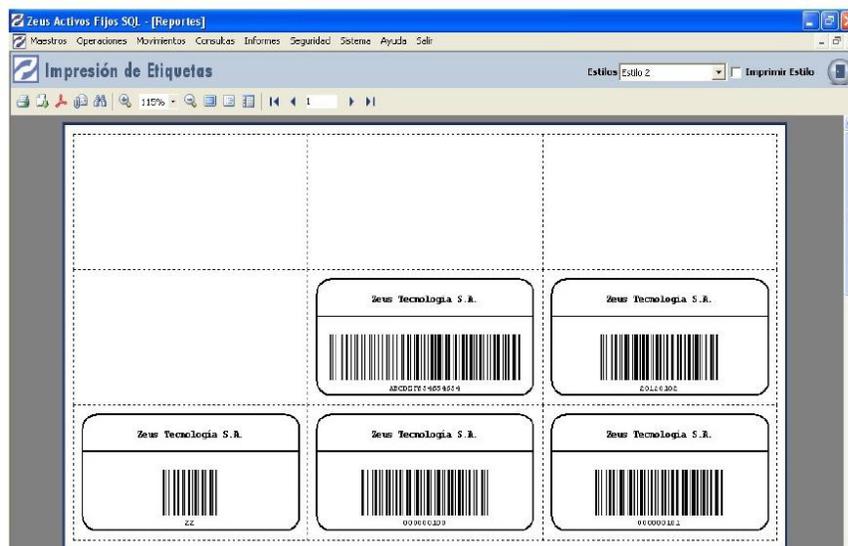
C.C. Boulevard  
Cra. 54 No. 72-147 Local 302  
Tel. 356 4710  
B/quilla, Colombia

Av. de las Américas No. 238N-33  
Edif. España, Of. 203  
Tel. 667 3849-660 1749  
Cali, Colombia

Av. Newball Torre Sunrise Beach  
No. 4-169, local 330  
Cel. 315 895 0186  
San Andrés, Colombia



Es posible configurar desde que etiqueta empezar a imprimir para utilizar hojas ya impresas con pocas etiquetas.



C.C. Bocagrande, Piso 2, Local 203  
PBX. 665 5515 - FAX. 665 1335  
Cartagena, Colombia

Cra. 16 No. 79-76  
Edif. Century XXI piso 5  
Tel. (57-1) 609 7000  
Bogotá, Colombia

C.C. Boulevard  
Cra. 54 No. 72-147 Local 302  
Tel. 356 4710  
B/quilla, Colombia

Av. de las Américas No. 238N-33  
Edif. España, Of. 203  
Tel. 667 3849 - 660 1749  
Cali, Colombia

Av. Newball Torre Sunrise Beach  
No. 4-169, local 330  
Cel. 315 895 0186  
San Andrés, Colombia



CUADRO DE COTIZACION Y CONDICIONES COMERCIALES

Zeus Back Office	Valor	Descuento	Valor a Pagar
Zeus Activos Fijos SQL: Control de Activos, Responsables, Depreciaciones, Compras, Mejoras, Bajas. Incluye: ➤ La instalación de Una (1) Licencia SQL Porción Servidor + Dos (2) Licencias SQL Porción Clientes.	\$14.630.000	\$14.630.000	_____
Tiempo mínimo para la Implementación del aplicativo Zeus Integral Activos Fijos Versión SQL: Cincuenta (50) Horas, las cuales serán utilizadas en la programación virtual de las capacitaciones y puesta en marcha.	\$7.000.000		\$7.000.000
Contrato Anual de Soporte plus	\$1.000.000		\$1.000.000
<b>Importante:</b> La Licencias de Uso del aplicativo Zeus Activos Fijos SQL, será entregada SIN COSTO hasta el 30 de septiembre de 2023. Precios de campaña.			

LOS PRECIOS OFRECIDOS NO INCLUYEN IVA.

Forma de Pago: 100% Anticipado.

El cliente puede realizar la transferencia en la siguiente Cuenta Bancaria de SISTEMAS DE INFORMACIÓN EMPRESARIAL S.A. con NIT 890.319.193-3: Bancolombia Cuenta de Ahorros Núm. 06049670476

Tiempo de Entrega

A convenir, una vez recibida la orden de compra, cámara de comercio no mayor a 30 días, RUT de la empresa actualizado, fotocopia de la cédula de ciudadanía del Representante Legal y el respectivo anticipo. La fecha de instalación del Software y de inicio de la capacitación deberá ser definida de común acuerdo estableciendo un cronograma de actividades, dependiendo de la disponibilidad del recurso técnico.

Validez de la Oferta: 30 de septiembre de 2023.



C.C. Bocagrande, Piso 2, Local 203  
PBX. 665 5515 - FAX. 665 1335  
Cartagena, Colombia

Cra. 16 No. 79-76  
Edif. Century XXI piso 5  
Tel. (57-1) 609 7000  
Bogotá, Colombia

C.C. Boulevard  
Cra. 54 No. 72-147 Local 302  
Tel. 356 4710  
B/quilla, Colombia

Av. de las Américas No. 238N-33  
Edif. España, Of. 203  
Tel. 667 3849 - 660 1749  
Cali, Colombia

Av. Newball Torre Sunrise Beach  
No. 4-169, local 330  
Cel. 315 895 0186  
San Andrés, Colombia

[www.zeustecnologia.com](http://www.zeustecnologia.com)

**Anexo 2 Propuesta Programa de Mantenimiento Easy Maint**

**PROPUESTA  
ECONÓMICA  
405608**

**SAAMS EasyMaint Premium**  
*Buzca*

**Atención: Ing. Eduardo Luis Meza Tilves**  
*Gerente de Planeación*

**Albornoz Cra 49 No. 3 - 04**  
Cartagena  
Colombia





*Tlalpan, Ciudad de México a 8 de noviembre de 2023*

Estimado Ing. Meza Tilves

Agradecemos su amable invitación para la evaluación en la adquisición del Software para la Gestión y Administración del Mantenimiento. Estamos seguros que EasyMaint cubre ampliamente con las funcionalidades, expectativas y necesidades de su empresa, Sin embargo, si acaso hubiera algún requerimiento que fuera necesario incluir le podemos presentar una oferta adicional para su consideración.

AbeSoft Technologies, es una empresa líder en el ramo de la Gestión de Activos Empresariales (EAM) y del Software para Administración de Mantenimiento Computarizado (CMMS), por más de 20 años de experiencia ayudando a todo tipo de industrias a que puedan implementar operaciones de gestión y administración del mantenimiento con el sistema EasyMaint.

## MISIÓN

Proveer soluciones de tecnología de información de clase mundial que integren los procesos de negocio, que añadan valor y maximicen la rentabilidad de nuestros clientes.

## VISIÓN

Ser una empresa líder en soluciones de tecnología de información para establecer relaciones de largo plazo y mutuo beneficio, con clientes, proveedores y empleados; a través de alianzas estratégicas, la vanguardia tecnológica y el cumplimiento de nuestros compromisos.

En AbeSoft nuestro principal patrimonio es la experiencia, la ética profesional y la calidad de nuestros servicios; sobre estas bases estamos comprometidos a garantizar la satisfacción de todos nuestros clientes.

Contamos con una amplia experiencia en la implementación de Software Empresarial, Software ERP, Software CRM, Software de Manufactura, Software de Mantenimiento, Software Inventarios, Software de Distribución, Software de Costos, Software Administración y Finanzas y Software MRP.



### PROPUESTA ECONÓMICA 405608

Cant.	Descripción	Precio
1	<p><b>SAAMS EasyMaint Premium</b></p> <p><i>Suscripción Anual de Actualización Mantenimiento y Soporte de EasyMaint Corporate</i></p> <p><b>Incluye:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>⚙️ Actualización del Software de EasyMaint a todas las versiones que sean liberadas durante su vigencia.</li> <li>⚙️ Soporte ilimitado vía telefónica y/o Internet a EasyMaint a toda persona que haya tomado la capacitación en alguna de las dos últimas versiones de EasyMaint.</li> <li>⚙️ EMMessenger sistemas de alarmas vía correo electrónico en los cambios de estado de las ordenes de trabajo.</li> <li>⚙️ Módulo de Mantenimiento Autónomo EasyTPM</li> <li>⚙️ Solicitudes de Ordenes de Trabajo vía WEB para usuarios ilimitados.</li> <li>⚙️ Solicitudes vía App EasyMaint Solicitudes para usuarios ilimitados</li> <li>⚙️ <b>Vigencia:</b> 13/diciembre/2023 – 12/ diciembre /2024+</li> <li>⚙️ .</li> <li>⚙️ <b>No. de usuarios concurrentes:</b> 4 usuarios</li> </ul>	<p><b>\$ 1,560.00 usd</b></p>
<b>SubTotal</b>		<b>\$ 1,560.00 usd</b>

***Mil Quinientos Sesenta Dólares 00/100 Moneda de los USD***



---

#### CONDICIONES COMERCIALES

- **Precios están** en Dólares Americanos.
- **Forma de Pago:** Transferencia EasyMaint Software.
- **Condición de Pago:** 100% al pedido.
- **Los gastos** de Transporte, Hospedaje y Alimentos deberán ser cubiertos por el cliente.
- **Validez de la oferta:** 30 Días.
- **Los precios** no incluye Impuestos ni Retenciones que deberán adicionar a su pago.

Atentamente,

**Ing. Luis Antonio Martínez Sánchez**  
*Consultor Senior*