



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Implementación de la gestión de mantenimiento en los  
motores diésel para mejorar la productividad de una  
embarcación naval, Callao-2021**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTORES:**

Iñapi Philco, Juan Alfonso (ORCID:0000-0002-7815-8401)

Lock Garcia, Richard Edinson (ORCID:0000-0003-3298-5935)

**ASESOR:**

Dr. Rivera Rodríguez, José Pablo (ORCID:0000-0002-4578-4588)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**GESTIÓN EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA**

**CALLAO - PERÚ**

**2021**

## **Dedicatoria**

Dedico con todo mi corazón a mi madre Cenaida por su paciencia, a mi esposa Nancy por su apoyo, a mi hija Kaori por la comprensión y a mi hijo Juandiego por ser el motor y motivo para seguir estudiando, también agradezco a mi padre Didi por su formación y a mis hermanos por su apoyo con mis hijos, sin cada uno de ustedes no hubiera podido lograr esta meta.

Iñapi Philco, Juan Alfonso

Este trabajo se lo dedico a mi madre Graciela por todo el apoyo incondicional que me ha brindado durante mis años de estudio, a mi hija Sudjeri por la paciencia que me ha tenido y a mi novia Karen por darme la fuerza de seguir estudiando y decir que si se puede y a mis hermanos por la constante motivación y apoyo incondicional y a los docentes que me enseñaron la importancia del conocimiento que me brindaron.

Lock Garcia, Richard Edinson

## **Agradecimiento**

Agradeceremos a nuestro docente a cargo por la ayuda con todas nuestras dudas en el proceso de investigación, a la UCV por dejarnos acceder a su valiosa información y un gran agradecimiento a la ciencia de la ingeniería por ser tan interesante, fascinante y muy profunda.

Iñapi Philco, Juan Alfonso

Lock Garcia, Richard Edinson

## Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Índice de contenido	iii
Agradecimiento	iii
Índice de tablas	iii
Índice de figuras	iv
Resumen	v
Abstract	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	10
III. METODOLOGÍA	28
3.1. Tipo de diseño de investigación	28
3.2. Variables y operacionalización	29
3.3. Población, muestra y muestreo	30
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	31
3.5. Procedimientos	33
3.6. Método de análisis de datos	34
3.7. Aspectos éticos	35
IV. RESULTADOS	36
V. DISCUSIÓN	89
VI. CONCLUSIONES	96
VII. RECOMENDACIONES	98
REFERENCIAS	100
ANEXOS	

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b>	Tabla de causas encontradas	4
<b>Tabla 2</b>	Matriz relacional de las causas encontradas	5
<b>Tabla 3</b>	Frecuencia de las causas encontradas	5
<b>Tabla 4</b>	Diagrama de Pareto	6
<b>Tabla 5</b>	Población y muestra	31
<b>Tabla 6</b>	Análisis de fiabilidad	33
<b>Tabla 7</b>	Fases de la implementación de la gestión de mantenimiento	46
<b>Tabla 8</b>	Tabla de criticidad de los equipos	50
<b>Tabla 9</b>	Matriz de criticidad	51
<b>Tabla 10</b>	Cuadro de valoración del nivel de criticidad	52
<b>Tabla 11</b>	Tabla de valorización del grado de peligrosidad	56
<b>Tabla 12</b>	: Estadísticos descriptivos de la eficacia (antes y después)	64
<b>Tabla 13</b>	: Estadísticos descriptivos de la confiabilidad (antes y después)	67
<b>Tabla 14</b>	: Estadísticos descriptivos de la disponibilidad (antes y después)	70
<b>Tabla 15</b>	: Estadísticos descriptivos de la eficacia (antes y después)	73
<b>Tabla 16</b>	: Estadísticos descriptivos de la eficiencia (antes y después)	76
<b>Tabla 17</b>	: Estadísticos descriptivos de la productividad (antes y después)	79
<b>Tabla 18</b>	Resumen de procesamiento de datos	81
<b>Tabla 19</b>	Prueba de normalidad	81
<b>Tabla 20</b>	Tabla de muestras emparejadas de la productividad	82
<b>Tabla 21</b>	Análisis de la productividad con el estadígrafo de wilcoxon	83
<b>Tabla 22</b>	Resumen de procesamiento de casos	83
<b>Tabla 23</b>	Prueba de normalidad eficiencia	84
<b>Tabla 24</b>	Estadísticas de muestras emparejadas eficiencia	85
<b>Tabla 25</b>	Análisis de la eficiencia con el estadígrafo de wilcoxon	85
<b>Tabla 26</b>	Resumen de procesamiento de casos eficacia	86
<b>Tabla 27</b>	Prueba de normalidad	86
<b>Tabla 28</b>	Estadísticas de muestras emparejadas eficacia	87
<b>Tabla 29</b>	Análisis de la eficacia con el estadígrafo de wilcoxon	88

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b>	Diagrama de Ishikawa sobre la productividad de la embarcación	3
<b>Figura 2</b>	Diagrama de Ishikawa sobre las fallas en los motores diésel	4
<b>Figura 3</b>	Dinámica de un sistema de gestión de mantenimiento	13
<b>Figura 4</b>	Indicadores de gestión de mantenimiento	14
<b>Figura 5</b>	Indicadores de gestión de mantenimiento	15
<b>Figura 6</b>	Indicadores de mantenimiento	15
<b>Figura 7</b>	Fórmula de la confiabilidad con la distribución exponencial	16
<b>Figura 8</b>	Fórmula de confiabilidad	16
<b>Figura 9</b>	Fórmula de la mantenibilidad con el modelo exponencial	17
<b>Figura 10</b>	Fórmula de mantenibilidad	17
<b>Figura 11</b>	Tiempos Transcurridos desde la falla de un equipo	18
<b>Figura 12</b>	Fórmula de disponibilidad	19
<b>Figura 13</b>	Fórmula de MTBF	19
<b>Figura 14</b>	Fórmula de MTTR	19
<b>Figura 15</b>	Generaciones del mantenimiento	21
<b>Figura 16</b>	Tipos de mantenimiento	22
<b>Figura 17</b>	Fórmula de productividad	24
<b>Figura 18</b>	Productividad parcial	25
<b>Figura 19</b>	Productividad total	25
<b>Figura 20</b>	Fórmula de eficacia	26
<b>Figura 21</b>	Fórmula de eficiencia	27
<b>Figura 22</b>	Diagrama de flujo para salir a navegar	38
<b>Figura 23</b>	Diagrama de flujo para la adquisición de repuestos	39
<b>Figura 24</b>	DOP de ocurrencia de averías en la mar	40
<b>Figura 25</b>	DAP cuando se produce una avería en sistema combustible (actual)	41
<b>Figura 26</b>	DAP cuando se produce una avería en sistema lubricación (actual)	42
<b>Figura 27</b>	DAP cuando se produce una avería en sistema refrigeración (actual)	43
<b>Figura 28</b>	Organigrama de la embarcación	53
<b>Figura 29</b>	Formato AMFE	57
<b>Figura 30</b>	DAP cuando se produce una avería en sistema combustible (mejorado)	60
<b>Figura 31</b>	DAP cuando se produce una avería en sistema lubricación (mejorado)	61
<b>Figura 32</b>	DAP cuando se produce una avería en sistema refrigeración (mejorado)	62
<b>Figura 33</b>	Comparación de la mantenibilidad antes y después	65
<b>Figura 34</b>	Comparación de la confiabilidad antes y después	68
<b>Figura 35</b>	Comparación de la disponibilidad antes y después	71
<b>Figura 36</b>	Comparación de la eficacia antes y después	74
<b>Figura 37</b>	Comparación de la eficiencia antes y después	77
<b>Figura 38</b>	Comparación de la productividad antes y después	80

## Resumen

La presente tesis tiene como objetivo general determinar que la implementación de la gestión de mantenimiento en los motores diésel mejora la productividad de una embarcación naval, Callao- 2021. Para el desarrollo de la investigación se utilizaron los conceptos del autor Alberto Mora Gutiérrez y los conceptos del autor Joseph Prokopenko.

La metodología del estudio es de enfoque cuantitativo y tipo descriptivo explicativo, el diseño de la investigación es experimental de tipo pre experimental; la población y muestra estuvo conformada por 6 motores diésel de una embarcación naval, siendo la técnica la de observación directa y revisión documental; y los instrumentos utilizados son las fichas de registros.

Los resultados demuestran que los indicadores de la gestión de mantenimiento utilizados como: el porcentaje de mantenibilidad aumentó en 28.84%, el porcentaje de disponibilidad aumentó en 21.35% y el porcentaje confiabilidad aumentó en 12.63%, también los indicadores utilizados para determinar la productividad: el indicador de eficacia aumentó en 22.71% y el indicador eficiencia aumentó 24.17%. Se concluye que la productividad del servicio de la embarcación naval aumenta en 3.16 millas por hora que recorre la embarcación naval con la aplicación de los indicadores de gestión de mantenimiento.

**Palabras claves:** gestión de mantenimiento, productividad, eficiencia, eficacia

## Abstract

The general objective of this thesis is to determine that the implementation of maintenance management in diesel engines will improve the productivity of a naval vessel, Callao - 2021. For the development of the research, the concepts of the author Alberto Mora Gutiérrez and the concepts of the author Joseph Prokopenko were used.

The methodology of the study is of quantitative approach and explanatory type, the design of the research is experimental of pre-experimental type; the population and sample was confirmed by 6 diesel engines of a naval vessel, being the technique of direct observation and documentary review and the instruments used are the record sheets.

The results show that the maintenance management indicators used such as: the percentage of maintainability increased by 28.84%, the percentage of availability increased by 21.35% and the percentage of reliability increased by 12.63%, also the indicators used to determine productivity: the efficacy indicator increased by 22.71% and the efficiency indicator increased by 24.17%. It is concluded that the productivity of the naval vessel service increases by 3.16 miles per hour that the naval vessel travels with the application of the maintenance management indicators.

**Keywords:** maintenance management, productivity, effectiveness efficiency



## I. INTRODUCCIÓN

La Constitución Política del Perú en su artículo 54 decreta que la jurisdicción marítima del estado comprende el mar adyacente a sus costas, su lecho y subsuelo, hasta la distancia de 200 millas, y establece que según el Decreto Legislativo 1138 en su Título II Competencias y Funciones, que la tarea de controlar, vigilar y defender el dominio marítimo corresponde a la Marina de Guerra, y para lograr las facultades encomendadas deberá conducir acciones de preparación, capacitación, entrenamiento y mantenimiento del componente naval, así mismo, las unidades navales deberán estar en óptimas condiciones de operatividad y disponibilidad para su actuar inmediato.

La historia demuestra que el mantenimiento es una herramienta importante en la industria naval, eventos catastróficos marítimos como el “Herald of Enterprise” que se hundió entre Holanda y Reino Unido, la colisión del buque petrolero “Qingda” en el mar Amarillo, la colisión del destructor estadounidense USS “John S. McCain”, el incendio del “B.A.P. Clavero” en las aguas del río Nanay de la selva peruana, entre otros accidentes, han hecho que las normas y reglamentos sobre seguridad marítima sean más controladas; para la Organización Marítima Internacional, están establecidas las normas para la seguridad, la protección y el comportamiento ambiental en el transporte marítimo.

A nivel mundial se observa que las armadas navales bien administradas han adoptado una visión positiva de las oportunidades, a menudo con la ayuda de procesos sistematizados y con alta tecnología. La globalización del mercado ha aumentado drásticamente la competitividad de las embarcaciones navales, por eso, implementan nuevas estrategias que no solo incluyen inversiones en nuevas embarcaciones y equipos, sino también, la ejecución de mantenimientos adecuados para reducir averías, fallas y accidentes laborales, lo que se traduce en optimización de los recursos y aumento de la productividad.

En el Perú los conceptos y filosofías de mantenimiento son utilizados en su mayoría por empresas privadas, debido a la preocupación por sus activos y el costo que ocasionan la reparación de ellos, mientras tanto las instituciones estatales carecen

de métodos para la aplicación de una gestión de mantenimiento adecuada para sus equipos. La productividad de una embarcación naval es afectada por su disponibilidad y el problema se centra en la disposición de los principales equipos de su sistema de propulsión como son sus motores diésel, que son utilizados no tan solo para navegar para la defensa nacional, sino también, para ser usado como medio de transporte marítimo para llevar acción social a las distintas provincias, comunidades y poblados de las zonas ribereñas.

La presente investigación surgió de la necesidad de aumentar la disponibilidad requerida al menor coste posible garantizando la sostenibilidad de los 6 motores diésel, para ello se debió intervenir en reducir los tiempos muertos y destacar la importancia de la gestión del mantenimiento de los motores diésel, que influye en la productividad de una embarcación naval; en concordancia con (MORA, 2015) “el mantenimiento garantiza los índices de productividad y competitividad para optimizar su rentabilidad”, es responsabilidad del departamento de ingeniería de dicha embarcación naval cumplir con el correcto grado de alistamiento de sus equipos que influyen en la propulsión de la embarcación naval.

Los motores diésel utilizados en la embarcación naval están expuestos a problemas como: la humedad, la corrosión galvánica y la contaminación por el tipo de combustibles y lubricantes utilizados, es por ello, que a través de la gestión de mantenimiento se determinó e implementó un medio para la planificación, organización, ejecución y estandarización de los planes de mantenimiento de los equipos críticos de los motores diésel, y con indicadores como: disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad, se controla la reducción de las paradas no planificadas, con el fin de dirigir a un aumento de la eficiencia de los recursos, un aumento de la eficacia de los resultados de la navegación, para lograr la mejora de la productividad de la embarcación en beneficio del estado peruano.

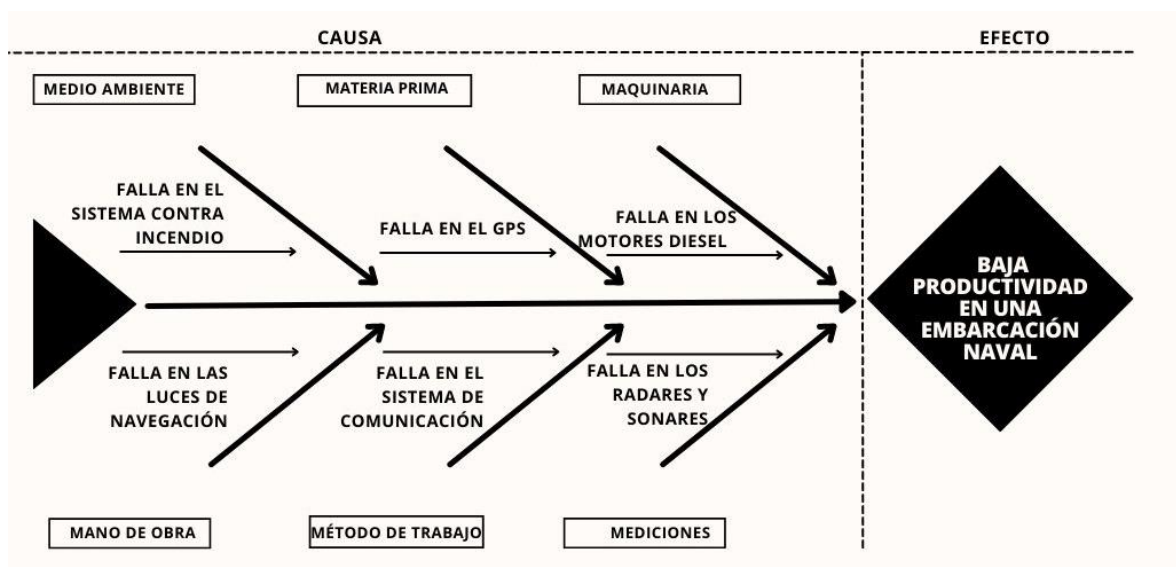
Tras examinar el último bimestre del 2020, los datos emitidos de la disponibilidad de la embarcación naval fueron de 67%, debido al estado no óptimo de sus motores diésel (Anexo 3), dicho problema fue la razón que influyó en hallar la relación de la disponibilidad con la mantenibilidad de los motores diésel y que no resultan ser

confiables por la cantidad de averías que tienen en un determinado periodo, las cuales alteran la productividad del servicio de la embarcación naval.

Para hallar el problema a investigar se aplicaron técnicas de ingeniería industrial como diagramas de Ishikawa, lluvia de ideas y 5 porqués, gracias a la colaboración del personal técnico que realiza la operación y mantenimiento preventivo de los motores diésel de la embarcación.

En un primer diagrama de Ishikawa se utilizó para encontrar la causa principal de la baja productividad del servicio de la embarcación naval, la cual se ubicó en la falla de los motores diésel. Dicha causa ocasiona un grave problema que afecta la productividad del servicio del buque. Ver (figura 1).

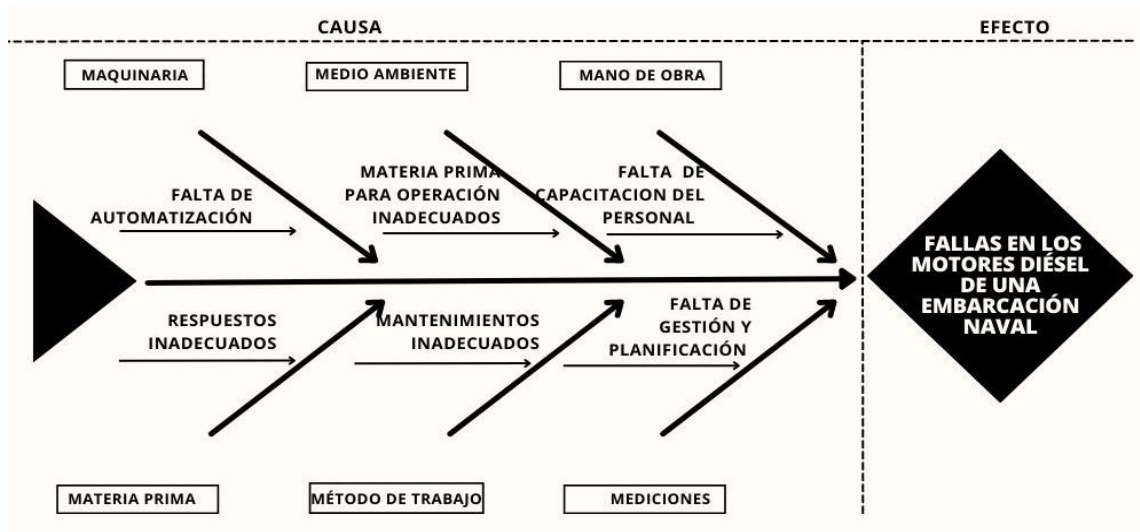
**Figura 1** Diagrama de Ishikawa sobre la productividad de la embarcación



Fuente: Elaboración propia

Luego se volvió a utilizar la herramienta lluvia de ideas y a través de encuesta a los operarios (Anexo 4) se ubicó las causas del problema de las fallas de los motores diésel, a continuación, con la gráfica del diagrama de Ishikawa se observa que el inconveniente de la baja productividad del servicio es debido a los mantenimientos inadecuados de los motores diésel que se realizan en la embarcación naval. Ver (figura 2).

**Figura 2** Diagrama de Ishikawa sobre las fallas en los motores diésel



Fuente: Elaboración propia

Con ayuda de la tabla de causas encontradas, se ordenó las causas de las fallas en los motores diésel de la embarcación naval que afectan la productividad del servicio, asignando códigos para contabilizarlas según se muestra en la (Tabla 1).

**Tabla 1** Tabla de causas encontradas

*Tabla de Causas Encontradas*

Código	Causas
P1	Mantenimientos inadecuados
P2	Falta de gestión para reparar
P3	Materia prima para operación inadecuados
P4	Falta de capacitación del personal
P5	Falta de automatización
P6	Repuestos inadecuados

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente con ayuda de la tabla de frecuencia de las causas encontradas (Tabla 3) que se realizó con los datos de la matriz relacional de las causas encontradas (Tabla 2), se determinó las frecuencias acumuladas en porcentajes.

**Tabla 2** *Matriz relacional de las causas encontradas*

Problemas	Frecuencia					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
P1	1	1	1	1	1	5
P2	1	1	1	0	1	4
P3	1	1	0	0	1	3
P4	1	0	1	1	0	3
P5	1	0	0	0	0	1
P6	1	1	0	0	0	2

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3** *Frecuencia de las causas encontradas*

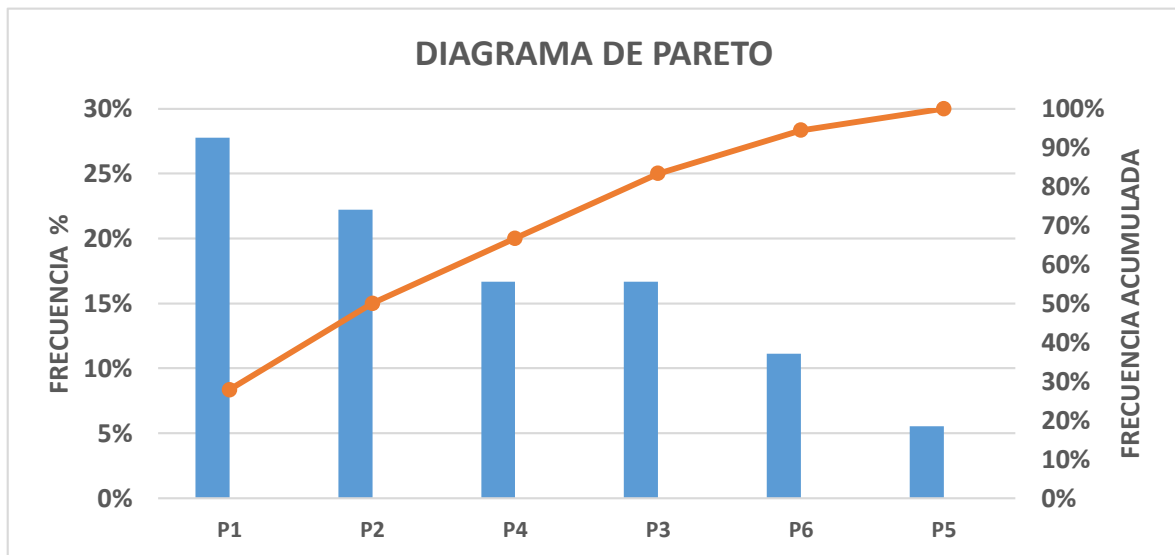
Causas	Frecuencia	Frecuencia %	Frecuencia acumulada
P1 Mantenimientos inadecuados (confiabilidad)	5	28%	28%
P2 Falta de gestión y planificación (mantenibilidad)	4	22%	50%
P4 Falta de capacitación del personal (disponibilidad)	3	17%	67%
P3 Repuestos inadecuados	3	17%	83%

P6	Materia prima para operación inadecuados	2	11%	94%
P5	Falta de automatización	1	6%	100%
TOTAL		18	100%	

Fuente: Elaboración propia

Como resultado (Tabla 3) se observó que la causa con mayor relevancia se encuentra en los mantenimientos inadecuados (28%) y la falta de gestión para reparar (22%), falta de capacitación del personal (17 %) y repuestos inadecuados (17 %) los cuales suman el 83% de las causas que ocasionaron el problema de baja productividad. Luego se utilizó la Curva Cerrada o también conocida como diagrama de Pareto donde se graficó los motivos más resaltantes que afectaron la productividad del servicio de la embarcación naval.

**Tabla 4** *Diagrama de Pareto*



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al resultado (Tabla 4), los factores P1, P2, P3 Y P4 (Anexo 5) son el 80% del problema, como lo refiere (GUTIERREZ, 2014) que para el análisis de Pareto o también llamada regla 80/20, se trata de un gráfico de barras especial cuya área de ejecución son datos categóricos destinados a identificar problemas críticos y sus causas más críticas.

Debido a las causas encontradas, se realizó la implementación de la gestión del mantenimiento con los indicadores de mantenibilidad, confiabilidad y disponibilidad, para controlar la mejora de la gestión de mantenimiento, además se planificó un nuevo plan de mantenimiento para los motores diésel de la embarcación naval, logrando así reducir los costos ocasionados por las paradas no planificadas de los motores diésel, y aumentando la productividad en el servicio que la embarcación realiza. Para (MORA, 2015) “el papel del mantenimiento es aumentar la confiabilidad al planificar, organizar, controlar y ejecutar los métodos de conservación de los equipos.”

Toda investigación inicia con el reconocimiento del problema, en el presente caso es definido como aquel fenómeno que causa alteración económica a la embarcación naval, en síntesis, el problema general expuesto es el siguiente: ¿De qué manera la implementación de la gestión de mantenimiento en los motores diésel mejora la productividad de una embarcación naval, Callao- 2021?, así mismo se planteó como primer problema específico la interrogante: ¿ De qué manera la implementación de la gestión de mantenimiento en los motores diésel mejora la eficacia de una embarcación naval, Callao - 2021? Y como segundo problema específico se formuló la siguiente interrogante: ¿De qué manera la implementación de la gestión de mantenimiento en los motores diésel mejora la eficiencia de una embarcación naval, Callao - 2021? (Anexo 2)

Las justificaciones expresan argumentos válidos que defienden las razones para exponer de manera detallada que el objetivo y los resultados del estudio serán útiles y relevantes, por lo tanto, toda investigación debe justificar o demostrar por qué vale la pena investigar. La Marina de Guerra del Perú cuenta con embarcaciones navales y cada una cuenta con motores diésel de combustión interna, las cuales no tienen implementado un sistema de gestión de mantenimiento, cayendo en gastos innecesarios de reparación debido a las urgencias de las navegaciones, además el personal técnico no se encuentra adecuadamente capacitado en indicadores de gestión de mantenimiento. Para la justificación teórica, se expone que con la investigación se aporta nuevos conocimientos y bases demostrativas a través de indicadores de la gestión de mantenimiento, como disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad definidas por (MORA) aplicados a los motores diésel de las

embarcaciones navales, además de indicadores de productividad, como eficiencia y eficacia definidas por (PROKOPENKO, 1989). La segunda justificación es la práctica, la capacitación es parte de la mejora continua, por eso, conocimientos sobre los “Key Performance Indicators” (KPI) utilizados en la gestión del mantenimiento y los parámetros que debe cumplir para lograr la alta disponibilidad de los motores diésel controlados por el personal operario de la embarcación naval es crucial para la mejora continua. La tercera justificación es la metodológica, ya que el concepto y los indicadores de la gestión de mantenimiento aplicados a los motores diésel no son tomados en cuenta para la planificación, organización, coordinación y control, los procedimientos servirán como guía para futuras investigaciones que utilizan metodologías similares. La cuarta justificación es la económica, ya que por medio de este estudio se buscó demostrar la importancia y la relación de la gestión del mantenimiento con la productividad de la embarcación naval, donde la correcta implementación reduce gastos en mantenimientos correctivos de los motores diésel.

La delimitación del problema es la exclusividad que se hace para estudiar en el espacio, tiempo y temática. La investigación está delimitada durante el periodo 2021, considerando únicamente la temática de mantenimiento en los motores diésel para incrementar la eficiencia, la eficacia y/o productividad de una embarcación, en cuanto a la delimitación espacial, la investigación se realizó en la provincia constitucional del Callao, a bordo de una embarcación naval, los datos recolectados son producto de los registros de funcionamiento de los motores en la planta de ingeniería mecánica de la embarcación.

Los objetivos son la guía del estudio los cuales indican lo que se pretende con la investigación. En relación a la formulación del problema se desarrolló el siguiente objetivo general: determinar que la implementación de la gestión de mantenimiento en los motores diésel mejora la productividad de una embarcación naval, Callao-2021, y para poder responder dicho objetivo se planteó los siguientes objetivos específicos: Demostrar como la implementación de la gestión de mantenimiento en los motores diésel mejora la eficacia de una embarcación naval, Callao- 2021, y demostrar que la implementación de la gestión de mantenimiento en los motores diésel mejora la eficiencia de una embarcación naval, Callao - 2021.



Las hipótesis de una investigación son aquellas guías que se buscan probar una vez concluida la investigación. Para la investigación se planteó la siguiente hipótesis general: la implementación de la gestión de mantenimiento en los motores diésel mejorará la productividad de una embarcación naval, Callao – 2021, y como hipótesis específicas se plantearon de la siguiente manera: La implementación de la gestión de mantenimiento en los motores diésel mejorará la eficacia de una embarcación naval, Callao – 2021, y la implementación de la gestión de mantenimiento en los motores diésel mejorará la eficiencia de una embarcación naval, Callao – 2021.

## II. MARCO TEÓRICO

Para poder darle mayor sustento a la presente investigación se realizó una síntesis de investigaciones que enmarcan similares causas y problemas. La gestión de mantenimiento y la productividad, son conceptos muy conocidos por diversos autores que aportaron ideas, metodologías y recomendaciones para ser utilizadas en las investigaciones de estudio. Este subtema debe presentar investigaciones profesionales, de maestría o doctorado y tesis de posgrado basadas en el tema de investigación. Además, incluirá el título elegido por el autor, titulación universitaria y académica y conclusión de la tesis o resultados de la investigación (RIVERA, 2019). A nivel internacional se tienen las siguientes investigaciones:

En el artículo investigación de (BADIEA, AHMED, & AMER, 2020) con título traducido “Efecto del mantenimiento preventivo en la fiabilidad de las máquinas y sistemas de la línea de producción: estudio de caso”; consideró que el objetivo general de la investigación fue implementar el adecuado mantenimiento preventivo de las máquinas de la línea de producción para aumentar su fiabilidad y reducir sus paradas, aumentando la seguridad. El alcance de este objetivo fue mediante el diagnóstico y contraste de los indicadores (MTTR) y (MTBF). La investigación ha sido aplicada, cuantitativa y de diseño experimental, la población fue de 6 equipos y la muestra fue durante 1 año. Los primeros resultados mostraron que la productividad aumentó en 15.47%, otorgando una mayor disponibilidad. Además, el (MTBF) pasó de 22.29 a 31.19 horas y el tiempo (MTTR) pasó de 7.23 a 0.96 horas. El autor finalizó argumentando que el plan de mantenimiento mejoró el tiempo de actividad.

La investigación de (KOLTE, 2017) con título traducido “Mejora de la disponibilidad operativa de la máquina mediante la implementación de estrategias efectivas de mantenimiento preventivo”; mencionó que el objetivo general fue la aplicación del mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los equipos. La investigación fue cuantitativa y aplicada de enfoque descriptivo. La población del estudio fue realizada a 35 máquinas y la muestra se obtuvo durante 8 meses; la herramienta que se utilizó fue la ficha de registro de fallas. Los resultados que obtuvo el autor fueron una mayor disponibilidad, de 82.25% en promedio, pasó a

85.09%. El MTBF indicaba 73 minutos y luego pasó a 114.2 minutos; y el MTPR pasó de 22.6 a 19.1 minutos. El autor terminó argumentando que el sistema de mantenimiento logró una mayor disponibilidad.

Como última referencia a nivel internacional se tomó la investigación de (TEHERAN, 2021), el autor buscó determinar el proceso de análisis y aplicación de la metodología de "AMFEC" en el proceso de gestión del mantenimiento para un Motor Propulsor Caterpillar 3512. Además, indicó que el costo del plan de mantenimiento pasó de 110.993,00 USD / Año a 56.822,50 USD / Año. La disponibilidad aumentó en 2,04% lo que significa 104 horas más de servicio/año (800 USD costo de la hora de servicio), con una utilidad económica de 83.200,00 USD/Año por embarcación.

A nivel nacional se tomó como referencia la investigación de (CARRILLO & ARTEAGA, 2021) donde su objetivo fue determinar como la gestión de mantenimiento mejora la productividad en la máquina cnc de la empresa TFM, Chimbote-2021. La investigación fue cuantitativa, con diseño pre experimental y aplicada. La población y muestra estuvo comprendida en los meses junio a diciembre del 2019, todas las tareas realizadas en el área de maestranza de la empresa. Los instrumentos que se usaron son las fichas de observación, cuestionarios. El autor consiguió posterior a la implementación la optimización de recursos en 91%, el cumplimiento de metas en 86.10%. Se concluyó que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis general de la investigación, por ende, se considera que la gestión de mantenimiento mejoró la productividad.

Otro autor consultado fue (ROSADO & VILLACRESIS, 2019) donde su objetivo fue determinar como el Mantenimiento Preventivo incrementa la Productividad en el área de mantenimiento. La investigación fue de diseño experimental, su finalidad fue aplicada, por su nivel es explicativa. La población que utilizó el autor estuvo constituida por 52 unidades de transporte durante 02 meses. Las técnicas que utilizaron fueron la encuesta, el análisis documental y la creación de formatos del área de mantenimiento para tener registros de los tipos de mantenimiento. Los resultados que obtuvo el autor fueron el incremento de la producción de 48.33 % a

72.20%. El autor concluyó que si existió relación entre el mantenimiento preventivo y la productividad de la empresa.

Finalmente, en la investigación nacional de (FLORES, 2018) indicó que el objetivo general fue determinar como la implementación del plan de mantenimiento preventivo aumentaría la productividad de su problema de estudio. Según la metodología la investigación fue aplicada y explicativa, con enfoque cuantitativo, además de diseño experimental y longitudinal. La muestra se realizó a 07 unidades y durante los meses de enero del 2018 hasta diciembre del 2018. Los resultados que llego el autor fue el aumento en la productividad en 35.67%, también de la eficiencia en 17.16% y de la eficacia en 12.17% Se concluyó que el análisis inferencial con la prueba t-student, invalida la hipótesis nula ( $H_0$ ) y acepta la hipótesis del investigador ( $H_a$ ) con una significancia o p-valor de 0.000.

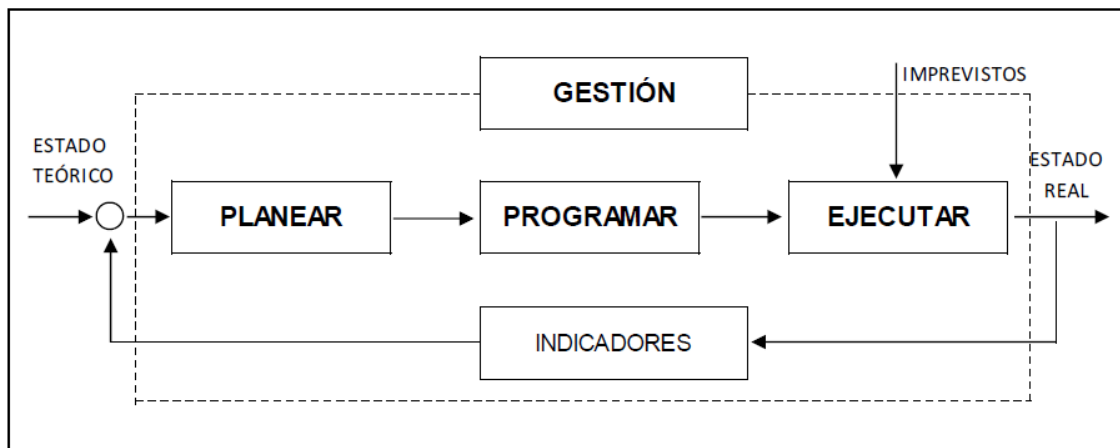
Para poder apoyar la investigación fueron necesarias las bases teóricas de diversos autores como: (PROKOPENKO) y (MORA) que conceptualizan el problema y la causa de la presente investigación. Las bases teóricas según (HERNANDEZ, FERNANDEZ, & BAPTISTA, 2014, pág. 60) son resúmenes escritos de artículos, libros y otra literatura presentada que explica el estado del conocimiento sobre el problema del estudio, también mejoran la documentación y agrega valor a la documentación existente.

Para definir la causa del problema que se menciona, es importante mencionar que el mantenimiento siempre ha existido a través de la historia con innumerables evoluciones de mejora, pero dichas actividades sin una adecuada gestión pueden ser deficientes. Para Frederick Taylor la ingeniería industrial es responsable de diseñar, medir, planear y programar los trabajos que se deben realizar. Para (VAQUEZ, 2016, pág. 18) la razón por la que se debe considerar el mantenimiento es para la optimización y la satisfacción del cliente. Por eso es necesario definir las políticas, los objetivos y desarrollar planes estratégicos para identificar oportunidades de mejora en el proceso de mantenimiento y para poder determinar las políticas de mantenimiento que deben estar bien planificadas en una empresa o institución. En mantenimiento es importante reconocer dos aspectos: gestión y operación. La primera se refiere al manejo, planeación y control de los recursos

disponibles (eficiencia) y la segunda es la realización física del servicio de mantenimiento que procura alcanzar unos objetivos (MORA, 2015).

La Gestión de Mantenimiento son las actividades para mantener o restablecer un servicio considerando la calidad del producto, la seguridad de las personas y todo al menor costo posible. Es por eso que un ingeniero industrial debe implementar y supervisar actividades destinadas a la optimización en el uso de los equipos, recursos, tecnologías y procedimientos para incrementar la eficiencia y la productividad de una empresa u organización. Además, según (GARCIA O. , 2012, pág. 41) la gestión de mantenimiento busca satisfacer las necesidades de sus clientes, incluyendo acceso a sus equipos con total disponibilidad y seguridad, asimismo impactando en la productividad, rentabilidad y competitividad. Para (MORA, 2015) la confiabilidad, la capacidad de mantenimiento y la disponibilidad son los únicos indicadores científicos y técnicos basados en cálculos matemáticos y probabilísticos que están disponibles para la gestión de mantenimiento.

**Figura 3** *Dinámica de un sistema de gestión de mantenimiento*



Fuente: (MONTILLA, 2016)

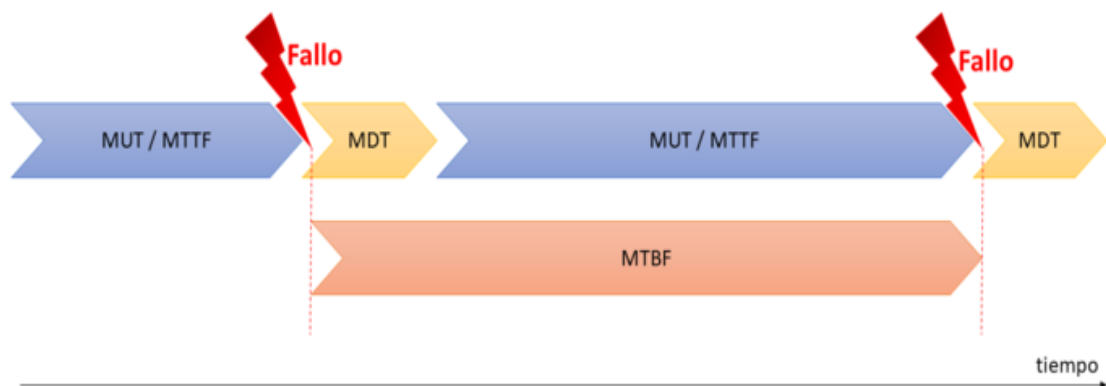
(GARCIA O. , 2012, pág. 15) Mencionó las características que son más relevantes cuando el mantenimiento como:

- Liderar e implementar un plan de desarrollo integral para el personal en todas las áreas mediante capacitaciones.

- Implementar procesos culturales conservadores y aplicar los últimos conceptos de confiabilidad, eficiencia y productividad.
- Proyectar las funciones de mantenimiento y mejorar significativamente la seguridad operacional, la calidad, productividad y eficiencia.
- Implementar escenarios de riesgo y protección ambiental que generen seguridad.

Para (GARCIA C. , 2015, pág. 8) indica que el mantenimiento es cada vez más importante a medida que las organizaciones asignan capacidad a los equipos, las máquinas y los procesos. Esto aumenta la dependencia del mantenimiento y promueve el desarrollo de formas de prevención de daños que tienen un impacto negativo significativo en la empresa.

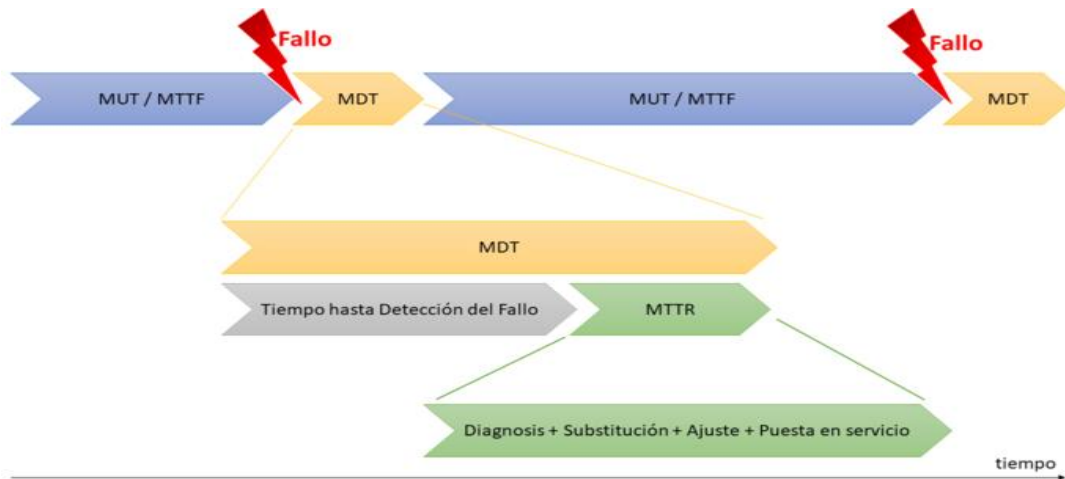
**Figura 4** *Indicadores de gestión de mantenimiento*



Fuente: (LEEDEO ENGINEERING, 2021) Indicadores RAM de mayor importancia

Como se puede ver en el gráfico anterior, una línea de tiempo de un equipo (azul) que funciona bien hasta que ocurre un problema (rayo rojo). Si ocurre un error, el sistema se apagará por un cierto período de tiempo (amarillo) y después de un cierto período de tiempo (suponiendo que se haya reparado) el sistema volverá a funcionar (azul). El estado "en servicio" (azul) permanece así hasta que se repite el error (rayo rojo) después de un tiempo.

**Figura 5** Indicadores de gestión de mantenimiento



Fuente: (LEEDEO ENGINEERING, 2021) Indicadores RAM de mayor importancia

**Figura 6** Indicadores de mantenimiento

Indicadores de mantenimiento	
Abreviatura	Descripción
MTTF	Tiempo medio hasta el fallo
MDT	Tiempo medio fuera de servicio
MUT	Tiempo medio en servicio
MTBF	Tiempo entre fallos
MTRR	Tiempo medio de reparación

Fuente: (LEEDEO ENGINEERING, 2021)

El primer elemento que se descompone de la definición conceptual de gestión de mantenimiento es la confiabilidad del mantenimiento, definida como la probabilidad de que un activo pueda realizar su función durante un período específico en determinadas condiciones de funcionamiento (GARCÍA L. , 2014). Para (STAPELBERG, 2009) la confiabilidad se puede considerar como la probabilidad de operación o desempeño exitoso de los sistemas y sus equipos, con un riesgo mínimo de pérdida o desastre o falla. También se puede definir como la “confianza” que se tiene de que un componente, equipo o sistema desempeñe su función básica durante un periodo de tiempo preestablecido (BARUSSO, 2001).

La combinación de confiabilidad, se puede cuantificar si se conoce el tiempo medio entre fallas (MTBF) según (KECECIOGLU, 2003). Para (MORA, 2015) La confiabilidad de un equipo o producto puede ser expresada a través de la función de probabilidad de fallas.

**Figura 7** *Fórmula de la confiabilidad con la distribución exponencial*

$$R(t) = e^{-\lambda.t}$$

R (t) = Confiabilidad

e = constante Neperiana

$\lambda$  = Tasa de fallas

Fuente: (MESA, ORTIZ, & PINZON, 2006) Confiabilidad

**Figura 8** *Fórmula de confiabilidad*

$$C = \frac{(\text{MTBF})}{(\text{MTBF} + \text{MTTR})} \times 100$$

MTBF: Tiempo promedio entre fallas

MTTR: Tiempo promedio para reparar

Fuente: (MORA, 2015)

Los errores que no se detectan y corrigen a tiempo darán lugar más tarde a una máquina defectuosa. Para evitar que estas averías no se detecten a tiempo y mejorar el estado óptimo de la máquina, se recomienda:

- Adquiera el hábito de limpiar, lubricar y ajustar la máquina
- Seguir los pasos según el manual de uso
- Los defectos se detectan en el menor tiempo posible
- Mejorar el diseño original de la máquina
- Capacitación a los Operadores

El segundo elemento que se descompone de la definición conceptual de gestión de mantenimiento es la Mantenibilidad, definida como una medida de facilidad y velocidad para restaurar un sistema o dispositivo a un estado de funcionamiento operativo después de una falla. Para (MORA, 2015, pág. 61) La mantenibilidad es



una herramienta importante para planificar, evaluar, controlar y realizar actividades de mantenimiento que pueden ser correctivas o proactivas. Además, puede mejorar el tiempo y la frecuencia de las acciones de reparación o mantenimiento en la máquina. Según autores como (DHILLON B. , 2006) y (MORA, 2015) definen a la mantenibilidad como la probabilidad de que un elemento fallado parcial o total de funcionalidad se restaure a su estado operativo satisfactorio de trabajo. La mantenibilidad tiene en cuenta el tiempo de inactividad de los equipos o sistemas, diseñar la mantenibilidad requiere una evaluación de la accesibilidad y “reparabilidad” de los sistemas inherentes y sus equipos relacionados en caso de falla, así como el apagado de los sistemas durante el mantenimiento planificado (STAPELBERG, 2009).

La mantenibilidad puede ser calculada con la siguiente expresión:

**Figura 9** *Fórmula de la mantenibilidad con el modelo exponencial*

$$M(t) = 1 - e^{-\mu.t}$$

e= constante neperiana

$\mu$ = tasa de reparación

Fuente: Fuente: (MESA, ORTIZ, & PINZON, 2006) Mantenibilidad

**Figura 10** *Fórmula de mantenibilidad*

$$M = \frac{TTR}{MDT} * 100$$

TTR: tiempo de reparación

MDT: tiempo fuera de servicio

Fuente: (TENARIS UNIVERSITY, 2014) Fórmula de mantenibilidad

Alguno de esos tiempos muertos son los siguientes:

**Figura 11** *Tiempos Transcurridos desde la falla de un equipo*

	Tiempo que ocurren
T0	Instante que se verifica la falla
T1	Tiempo para la localización del defecto
T2	Tiempo para el diagnóstico
T3	Tiempo para el desmontaje
T4	Tiempo para la remoción de piezas
T5	Teimpo de espera por repuesto
T6	Teimpo para la sustitución de piezas
T7	Tiempo para el desmontaje
T8	Tiempo para ajuste y pruebas
T9	Instante de retorno del equipo a la operación

Fuente: Fuente: (MESA, ORTIZ, & PINZON, 2006) Mantenibilidad

La única forma para mejorar la mantenibilidad es comenzar a corregir errores lo antes posible, de la siguiente manera:

1. Capacitación.

Si su equipo tiene una alta tasa de rotación, cuanta más capacitación brinde a los técnicos, especialmente a los empleados nuevos, más rápido actuarán.

2. Centralizar información en cada activo.

Intente centralizar toda su información sobre sus operaciones inmobiliarias y de reparación. Esto significa menos tiempo para que los técnicos de servicio averigüen qué se debe hacer y qué piezas se necesitan. Si es posible, use la versión móvil del software o la aplicación para hacer esto y logrará que esa información sea accesible desde cualquier lugar.

3. Adquirir equipos similares.

Otra forma de ahorrar tiempo de reparación es tener repuestos de los equipos, con una adecuada gestión del inventario.

Incluso los mejores mantenedores no pueden evitar todas las fallas. Sin embargo, al hacerlo, garantiza un buen mantenimiento de su equipo para evitar más pérdidas y tiempos de inactividad innecesarios.

El tercer elemento que se descompone de la definición conceptual de gestión de mantenimiento es la disponibilidad, está definida como la probabilidad de que el equipo funcione adecuadamente en el tiempo en que sea requerido después del comienzo de su operación, donde el tiempo total considerado incluye el tiempo de operación, de reparación, inactivo, el mantenimiento preventivo, administrativo, sin producir, etc. (MORA, 2015). La disponibilidad según (ARQUES, 2009) es la probabilidad de que un activo realice la función solicitada en un momento o intervalo de tiempo, manteniendo su estado requerido de acuerdo con los procedimientos establecidos. Según (RIVERA, 2019) es la capacidad de una máquina o dispositivo que realiza con éxito la función requerida durante el tiempo específico con ciertas condiciones.

**Figura 12** *Fórmula de disponibilidad*

$$\text{DISPONIBILIDAD} = \frac{\text{TF}}{(\text{TF} + \text{MDT})}$$

TF: Tiempo disponible para producir

MDT: Tiempo fuera de servicio

Fuente: (MESA, ORTIZ, & PINZON, 2006)

Para (AMENDOLA, 2008) define el “Tiempo Medio Entre Fallas” (MTBF) como el promedio transcurrido entre una falla y la siguiente. Usualmente se considera como el tiempo promedio que algo funciona hasta que falla y necesita ser reparado.

**Figura 13** *Fórmula de MTBF*

$$\text{MTBF} = \frac{\text{TIEMPO TOTAL DE FUNCIONAMIENTO}}{\text{NUMERO DE FALLAS}}$$

También define el “Tiempo Medio Para Reparar” (MTTR) como el tiempo promedio que toma reparar algo después de una falla.

**Figura 14** *Fórmula de MTTR*

$$\text{MTTR} = \frac{\text{TIEMPO TOTAL DE INACTIVIDAD}}{\text{NUMERO DE FALLAS}}$$

Los principales factores a considerar para calcular la disponibilidad son:

- Tiempo total de producción
- Total, de horas de inactividad de producción
- Inspecciones de mantenimiento programadas que requieren
- Inspecciones regulares de mantenimiento correctivo
- Intervención de mantenimiento no planificado que interrumpe inesperadamente la producción.

La gestión de mantenimiento en los activos es un fin eficiente para el incremento de la disponibilidad, la productividad y la reducción de gastos (MORA, 2015). Para (PALMER, 2013) la visión y la misión de la planificación del mantenimiento es simplemente aumentar la productividad laboral.

El Mantenimiento ha evolucionado con el tiempo, es por ello que su rol o papel dentro de la organización se ha transformado continuamente. Originalmente el mantenimiento se veía como una avería que necesitaba reparación, pero hoy es un elemento estratégico necesario para alcanzar los objetivos de la empresa (NAJI, BEIDOURI, Ounami, & BOUKSOUR, 2016). Según la (Norma Francesa AFNOR NF X 60-010., 2020), la (Norma Británica BS 3811, 2020) y la (Norma militar norteamericana MIL - STD - 721 , 2020) los definen como todas las acciones técnicas y administrativas destinadas a proteger un artículo o restaurarlo a un estado tal que pueda realizar su función.

Respecto a la evolución del mantenimiento, se ha agrupado en generaciones:

Primera Generación según (GONZALES, 2005) nos dice que comprende desde 1930 a 1950 se limitó a la reparación de elementos dañados, es decir, a tan solo arreglar lo que se malograba y también a rutinas de engrases, lubricaciones y limpiezas. Además (REY, 2001) indica que las organizaciones no tenían planificación del mantenimiento, la razón era por la falta de mecanización de la industria y no le daban importancia a las paradas de producción de los equipos debido que se trataba de maquinaria sencilla y de muy fácil reparación (SOTO, 2016). Por otra parte (DIAZ, 2010), señala que la mayoría de las fallas se deben a un abuso o una gran tensión en la máquina.

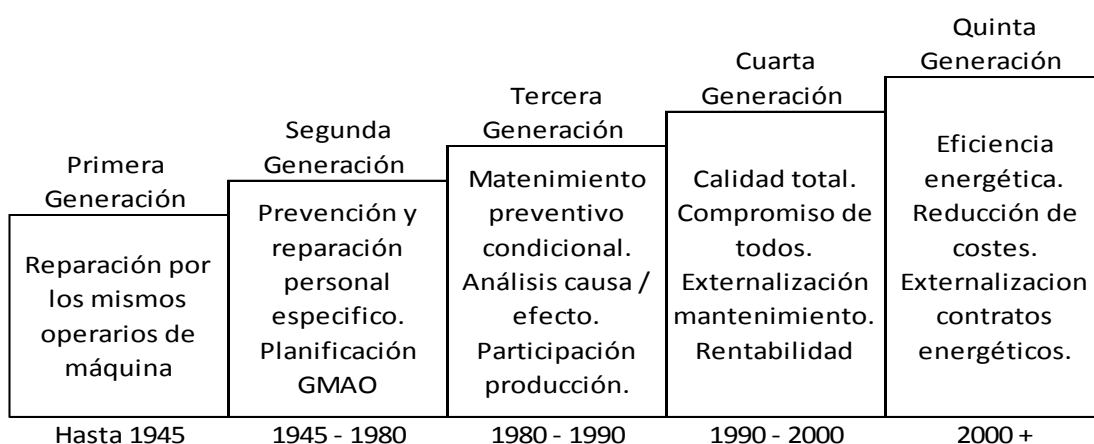
En la Segunda Generación (GONZALES, 2005) afirma que tuvo como objetivos mejorar la disponibilidad de la planta, aumentar la vida útil y fiabilidad de los equipos, reduciendo los costos, para ello realizaban sistemas de mantenimiento preventivo periódicas a los equipos e instalaciones en general, citado por (SOTO, 2016).

En la tercera Generación indica (ARATA & FURLANETTO, 2005) que se da inicio a mediados de los 70 y se basó en la disponibilidad, la optimización de las máquinas y la innovación tecnológica. En este periodo se usaron conceptos como Just in Time (JIT), Mantenimiento Productivo Total (TPM) y Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM). También se comienzan a utilizar estudios Causa-Efecto para indagar las causas de las fallas (SOTO, 2016).

En la Cuarta Generación inicia desde el año 1990 y se suman conceptos como Calidad Total, la cual pueden incrementar la disponibilidad de los activos y reducir los costos mediante una adecuada gestión de mantenimiento (SOTO, 2016).

La Quinta Generación según (GARCÍA L. , 2013) aparece a finales del siglo XX hasta la actualidad, tiene un papel importante en el mantenimiento y la importancia de la eficiencia de los recursos energéticos teniendo en cuenta su carácter de extinguidos.

**Figura 15** *Generaciones del mantenimiento*



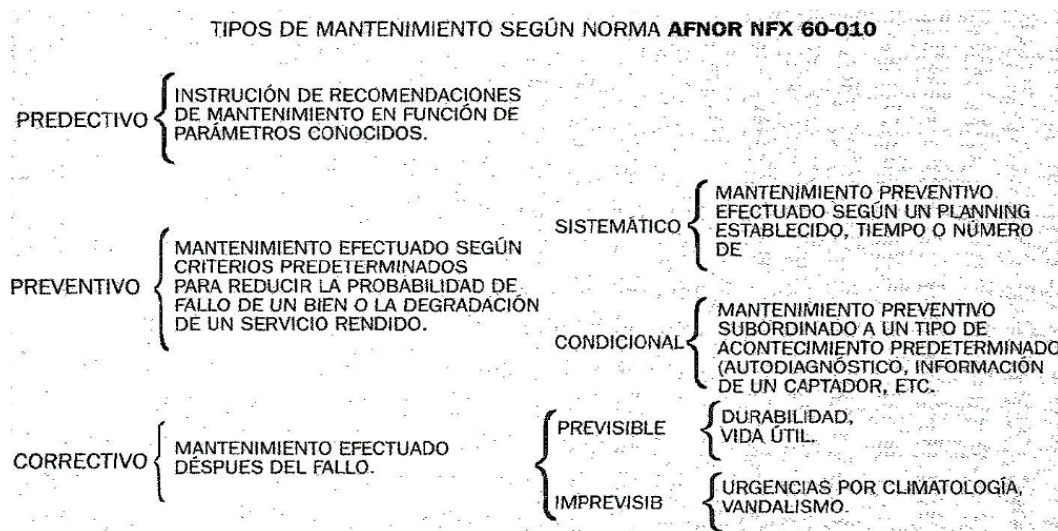
Fuente: Elaboración propia

Para (SOTO, 2016) existen cuatro objetivos de la gestión de mantenimiento:

- Cumplir los valores establecidos de la disponibilidad.
- Cumplir los valores establecidos de la confiabilidad.
- Asegurar la vida útil de los equipos.
- Obtener todo ello con un presupuesto óptimo

Los tipos de mantenimiento más reconocidos son: predictivo, preventivo y correctivo:

**Figura 16** *Tipos de mantenimiento*



Fuente: (FERNANDEZ, 2018) Tipo de mantenimiento según AFNOR NFX 60-010

Los Mantenimiento Correctivo, según (GARCIA S. , Ingeniería de Mantenimiento, 2009) se trata de la denominada reparación y mantenimiento de una serie de actividades encaminadas a corregir las averías de los equipos que son comunicados por los operarios de mantenimiento. (DHILLON B. , 2002) Lo define como la acción tomada para restaurar una pieza de equipo o artículo a condiciones de trabajo como resultado de una falla o defecto descubierto durante el mantenimiento preventivo. El mantenimiento correctivo es generalmente el mantenimiento no planificado que generalmente incluye necesidades de mantenimientos que no se pueden predecir o programar en función de la llegada de una hora específica.

Los mantenimientos preventivos para (DHILLON B. , 2002) son la parte más importante del mantenimiento en general. El autor describe el mantenimiento

preventivo como el cuidado y servicio del personal de mantenimiento para mantener el equipo y las herramientas en buen estado de funcionamiento. A través de una inspección sistemática, detecta y repara antes de que ocurra la falla inicial o progrese a daños graves. También para (PENG, 2012) el mantenimiento preventivo es el conjunto de procedimientos que se realizan regularmente para prolongar la vida útil de un equipo o sistema para detectar un desgaste que hace que el equipo o sistema falle. Un factor importante para esto son los programas y recursos necesarios para la prevención. Los programas de mantenimiento incluyen cuándo realizar el mantenimiento preventivo y los recursos que se deben emplear, también los procedimientos y listas de verificación de repuesto. Según (ARATA & FURLANETTO, 2005) indican que las ventajas del Mantenimiento Preventivo son:

- Permite planificar el trabajo de mantenimiento y determinar las necesidades físicas y humanas (piezas y herramientas).
- Centrarse en prevenir estos eventos puede reducir los costos de fallas.
- Reducir el tiempo de reparación de equipos mediante el desarrollo de actividades de mantenimiento planificadas.

Los mantenimientos predictivos según (MOBLEY, 2002) es el más incomprendido y mal usado de todos los programas para mejorar empresas. Se define como una forma de prevenir daños catastróficos de máquinas críticas. Según (DIAZ, 2010) este mantenimiento tiene como objetivo conocer y reportar continuamente el estado y funcionamiento de una instalación conociendo los valores de varias variables que representan el estado y funcionamiento de la instalación.

Las ventajas de estos tipos de mantenimiento por (DIAZ, 2010), serían:

- Determinar el momento óptimo para ejecutar el mantenimiento preventivo.
- Realizar la operación normal de los equipos sin interrupción discontinuidad.
- Mejorar el conocimiento y controlar el estado de la máquina.

Las deficiencias indicadas por (DIAZ, 2010) son:

- Se necesita personal capacitado e instrumentos de análisis confiables.

- No se pueden monitorear todos los parámetros funcionales importantes, lo que puede conducir a errores no detectados por el programa de monitoreo.
- Pueden ocurrir errores en el intervalo entre dos medidas consecutivas.

Según (CALLONI, 2003) y (PENG, 2012) muestran que hoy en día deben haber más de 40 tecnologías de mantenimiento predictivo y que se innovan anualmente. También explican que realizar el mantenimiento en el momento adecuado aumenta la eficiencia del mantenimiento y ahorra tiempo y dinero. Los tipos más comunes de mantenimiento predictivo son: el análisis de vibraciones, el análisis de partículas químicas, el monitoreo eléctrico, el control de temperatura, el ultrasonido y las técnicas avanzadas de imágenes.

Como problema de interés de nuestra investigación: Productividad del servicio en una embarcación naval, se ve afectada si sus activos no cuentan con una correcta gestión de mantenimiento. (PROKOPENKO, 1989) Define como la obtención de más con la misma cantidad de recursos, o el logro de una mayor producción en volumen y cantidad con el mismo insumo, también lo define como la relación entre el resultado y el tiempo que lleva conseguirlos. Para (PROKOPENKO, 1989) la representa de la siguiente manera:

**Figura 17** *Fórmula de productividad*

$$\text{PRODUCTIVIDAD} = \frac{\text{PRODUCTO}}{\text{INSUMO}}$$

También la define de esta manera:

$$\text{PRODUCTIVIDAD} = \frac{\text{RESULTADO}}{\text{TIEMPO PARA CONSEGUIRLOS}}$$

Para (FONTALVO, DE LA HOZ, & MORELOS, 2017) la productividad es “la relación entre el volumen total de producción y los recursos usados para obtener esa producción”. También se puede definir como una medida que relaciona la cantidad de recursos utilizados con la cantidad de recursos producidos (PIZARRO, 2017, pág. 45). (CASTAÑEDA & JUAREZ, 2016, pág. 38) Lo definió como un cociente entre la producción obtenida en un período determinado y la cantidad de recursos utilizados para producir.



Para (TANGEN, 2002) la productividad es la relación entre salidas y entradas, además argumenta que es una de las variables básicas que rigen las actividades económicas de producción. (PROKOPENKO, 1989) Indica que la productividad se puede aplicar a cualquier tipo de organización o sistema, incluidos servicios. Para (CARRO & GONZALES, 2012) es difícil estimar con precisión la productividad en este sector de servicios, sin embargo, el encargado de la producción debe buscar la mayor productividad y los datos para documentar dicho progreso. Hay muchas opciones para expresar la productividad, algunas de las cuales son:

1. Productividad parcial y productividad total, la primera es todo lo que produce (salida) con uno de los recursos utilizados (insumo o entrada), y la segunda es el cociente entre la salida y el agregado del conjunto de entradas.

**Figura 18** *Productividad parcial*

$$\text{PRODUCTIVIDAD} = \frac{\text{SALIDA TOTAL}}{\text{UNA ENTRADA}}$$

Fuente: (CARRO & GONZALES, 2012)

**Figura 19** *Productividad total*

$$\text{PRODUCTIVIDAD} = \frac{\text{SALIDA TOTAL}}{\text{ENTRADA TOTAL}}$$

$$\text{PRODUCTIVIDAD} = \frac{\text{BIENES Y SERVICIOS PRODUCIDOS}}{\text{MANO DE OBRA + CAPITAL + MATERIAS PRIMA + OTROS}}$$

Fuente: (CARRO & GONZALES, 2012)

2. Productividad física y productividad valorizada, la primera es la cantidad física de salidas de un sistema por unidad de entrada y la segunda es exactamente igual a la anterior, pero la salida está valorizada en términos monetarios.
3. Productividad promedio y productividad marginal, la primera es el cociente entre la salida total del sistema y la cantidad de entradas empleadas para producir la salida mencionada.
4. Productividad bruta y productividad neta, la primera es el cociente entre el valor bruto de la salida (que incluye el valor de todos los insumos) y la entrada (o un

conjunto de entradas) que incluye también el valor de todos los insumos, y la segunda se define como el valor de un insumo agregado a la producción a partir de un insumo que se excluye del numerador y denominador del índice.

La productividad está relacionada con los resultados obtenidos en un proceso o un sistema, por lo que mejorar la productividad significa lograr mejores resultados, teniendo en cuenta los recursos usados para generarlos (GUTIERREZ, 2014).

El concepto de productividad es muy importante en la gestión empresarial. Gracias a esta métrica, puede ver los recursos consumidos para lograr los objetivos de su empresa, ese concepto está asociado al concepto de eficiencia y eficacia, y se puede utilizar esas métricas para evaluar la capacidad de su organización para lograr sus objetivos y optimizar sus recursos.

El primer elemento que se descompone de la definición conceptual de mi problema es “resultados”. Para (PROKOPENKO, 1989) es la medida en que se alcanzan las metas. La eficacia busca entregar resultados (realizar tareas) en todos los niveles de calidad establecidos (FACHO, 2017, pág. 32). Según (GARCIA A. , 2011, pág. 41) nos dice que los índices de eficacia representan buenos resultados de rendimiento del producto durante un período de tiempo específico. En otras palabras, es un indicador de la capacidad de una organización para lograr los resultados esperados. Para (FLORES, 2018) se puede utilizar la siguiente fórmula:

$$\text{EFICACIA} = \frac{\text{SERVICIO REALIZADO}}{\text{SERVICIO PLANEADO}} * 100$$

Para (GUTIERREZ, 2014, pág. 21) la productividad es el nivel en que se llevan a cabo las acciones planeadas y se logran los resultados planeados.

**Figura 20** *Fórmula de eficacia*

$$\text{EFICACIA} = \frac{\text{DISTANCIA NAVEGACIÓN REALIZADO}}{\text{DISTANCIA DE NAVEGACIÓN PLANEADO}} * 100$$

El segundo elemento que se descompone de la definición conceptual de mi problema es “el tiempo que lleva conseguirlos”, la eficiencia para (PROKOPENKO, 1989) significa producir bienes de alta calidad en el menor tiempo posible, pero,

deben considerar si esos bienes se necesitan. Para (FACHO, 2017) significa producir con el mínimo esfuerzo con el fin de realizar tareas, optimizando los recursos de la empresa en el día a día. También (GARCIA A. , 2011) indicó que la eficiencia es la relación entre los recursos programados y los insumos usados realmente. Según (SINK & TUTTLE, 1989) indica que la eficiencia en la fabricación puede ser vista como el nivel mínimo de recursos teóricamente requeridos para ejecutar operaciones deseadas en un sistema dado, en comparación con la cantidad de recurso que se utilizan realmente. Nuevamente (PROKOPENKO, 1989) menciona que un criterio más apropiado de la eficiencia es, por tanto, el producto obtenido por cada unidad monetaria gastada. Otra definición es por (COMERIO & BATINI, 2015) como la maximización del número de servicios producidos dentro del presupuesto. En resumen, para (TANGEN, 2002) el índice de eficiencia es bastante simple de medir ya sea que se base en tiempo, dinero u otros.

La eficiencia es la relación entre los resultados obtenidos y los recursos usados. Para (KRAMIS, 1994) la eficiencia, desde un punto de vista de la función, normalmente se calcula de la siguiente manera:

**Figura 21** *Fórmula de eficiencia*

$$\text{EFICIENCIA} = \frac{\text{TIEMPO DE OPERACIÓN REAL MOTOR}}{\text{TIEMPO PROGRAMADO MOTOR}} * 100$$

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo de diseño de investigación

Según (BAENA, 2017) por el propósito o naturaleza de estudio esta investigación científica fue del tipo aplicada o práctica ya que busca resolver situaciones que se presentan en la realidad y que requieren solución inmediata mediante los conocimientos previamente adquiridos de la investigación; por lo descrito anteriormente, la presente investigación buscó resolver problemas de la productividad con ayuda de la implementación de la gestión de mantenimiento.

Según el objeto de estudio y el tipo de análisis de datos fue de enfoque cuantitativo, ya que según (GOMEZ, 2012) lo define como un análisis centrado en los números que arroja cada respuesta, para esta investigación se utilizó la recopilación de datos para probar hipótesis basadas en la edición de números y el análisis estadístico, para crear modelos de comportamiento y probar teorías.

Según el papel que ejerce el investigador sobre las características objeto de estudio correspondió a un diseño experimental, ya que para (FIDIAS, 2012) se ejecuta a un solo grupo una prueba antes y una prueba posterior al estímulo. La investigación es de diseño Experimental - Pre experimental, esto se debe a que se realizó un pre test y otro post test para comparar los resultados y determinar la variación después de la mejora.

Además, según el periodo de tiempo fue de diseño longitudinal, ya que para (FIDIAS, 2012) recolecta datos en diferentes momentos, para ver las consecuencias acerca de la variación, sus causas y sus efectos. El estudio desarrollado fue de corte longitudinal panel debido a que se realizó en dos periodos de tiempo, uno antes de la implementación y otro después de aplicada la implementación, y la muestra y la población siempre serán las mismas.

Según el análisis del fenómeno y nivel de profundidad de la investigación, según (FIDIAS, 2012) indica que la investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho para establecer su comportamiento, además para la investigación explicativa es aquella que se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante

la relación causa-efecto. Según lo mencionado anteriormente esta investigación es descriptivo explicativa, ya que con esta investigación es posible encontrar la relación existente entre la causa y consecuencia del problema, además se debe observar y cuantificar las modificaciones en las variables.

### 3.2. Variables y operacionalización

Esta investigación tiene como variable independiente: la gestión de mantenimiento y como variable dependiente: la productividad.

En la matriz de operacionalización (Anexo 1) se puede observar el siguiente detalle:

La causa del fenómeno estudiado corresponde a la Gestión de Mantenimiento y su definición conceptual corresponde a lo indicado por (MORA, 2015):

“Son las medidas técnicas y científicas de la confiabilidad, la mantenibilidad y la disponibilidad fundamentadas en cálculos matemáticos, estadísticos y probabilísticos que tiene el mantenimiento para su análisis y su evaluación integral y específica.”

Además, se desagrega en los siguientes indicadores:

- La confiabilidad, La confiabilidad de un equipo o producto puede ser expresada a través de la función del número y la duración de las fallas (tiempos útiles, reparaciones, etcétera) (MORA, 2015).
- La mantenibilidad, es la probabilidad de que un elemento fallado parcial o total de funcionalidad sea evaluado por el grupo de personas que hacen los mantenimientos o las reparaciones para medir las actividades de reparaciones y tareas proactivas, sus medidas básicas son el volumen de reparaciones (o tareas planeadas) y los tiempos efectivos de realización y sus demoras (MORA, 2015).
- La disponibilidad, es una relación que muestra la proporción de tiempo útil efectivo frente al tiempo total disponible; la relación está gobernada por parámetros y metodologías de cálculo de orden mundial (MORA, 2015).

El fenómeno o situación explicada es la Productividad y su definición conceptual corresponde a lo indicado por (PROKOPENKO, 1989):

“La productividad también puede definirse como la relación entre los resultados y el tiempo que lleva conseguirlos. El tiempo es a menudo un buen denominador, puesto que es una medida universal y está fuera del control humano. Cuanto menor tiempo lleve lograr el resultado deseado, más productivo es el sistema”.

Además, se desagrega en los siguientes indicadores:

- La Eficacia, es la medida en que se alcanzan las metas. También indica que es el resultado logrado en comparación con el resultado posible (PROKOPENKO, 1989).
- La Eficiencia, significa producir bienes de alta calidad en el menor tiempo posible, pero deben considerar si esos bienes se necesitan. También indica que es el grado de eficacia con que se utilizan los recursos para crear un producto útil (PROKOPENKO, 1989).

### 3.3. Población, muestra y muestreo

Para (TAMAYO, 2004, pág. 180) la población es la integridad de un fenómeno de investigación que pertenece a una unidad analítica o una entidad poblacional para un estudio en particular.

La investigación, tiene una población de los 6 motores diésel que posee la embarcación naval. El tiempo de evaluación para la toma de muestra es equivalente a Cuatro meses (Junio – Octubre) y cumplen los siguientes criterios:

- A. Criterios de inclusión: se consideró a los motores diésel presentes en la embarcación naval
- B. Criterios de exclusión: se dejó fuera los motores que no sean de combustión interna y que no utilicen combustible diésel

La muestra se denomina censal porque la población es igual a la muestra. Para este trabajo se seleccionó al 100% de la población, por lo que se considera la

muestra censal. Esto se debe a que se considera una cantidad manejable de motores diésel de la embarcación.

Para (TAMAYO, 2004) el muestreo es una herramienta muy valiosa en la investigación. En esta, los investigadores seleccionan unidades representativas que obtienen datos que les permiten hacer inferencias sobre la población en estudio. En este estudio el muestreo será no probabilístico porque todos los elementos de la muestra son igualmente probables de ser seleccionados.

**Tabla 5** *Población y muestra*

Población y muestra		
EMBARCACION NAVAL	MOTOR DIESEL PROPULSOR 1	GMT 230 A 20 M
	MOTOR DIESEL PROPULSOR 2	GMT 230 A 20 M
	MOTOR DIESEL GENERADOR 1	GMT 230 A 6 M
	MOTOR DIESEL GENERADOR 2	GMT 230 A 6 M
	MOTOR DIESEL GENERADOR 3	GMT 230 A 6 M
	MOTOR DIESEL GENERADOR 4	GMT 230 A 6 M

Fuente: Elaboración propia

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según (BERNAL, 2010) pueden existir diferentes técnicas para la recolección de datos como: cuestionarios cerrados, registros de datos estadísticos, pruebas estandarizadas, sistemas de medición fisiológica, dispositivos de precisión, etc. Para recopilar información en la investigación, se evaluó de manera realista la condición de la gestión del mantenimiento y la de productividad, además se implementó formatos medibles (Check List) para poder realizar la toma de datos de los indicadores de la gestión del mantenimiento.

La encuesta según (TAMAYO, 2004), son los métodos o procedimientos para recopilar información directa o indirectamente mediante la formulación de preguntas generadas por los encuestadores y el llenado previo de los encuestados. Esta técnica permitió recoger información por parte del personal técnico encargado de los motores diésel así nos darán luces de la realidad en la que está la gestión de mantenimiento.

La observación directa según (TAMAYO, 2004) los investigadores pueden observar y recopilar datos de sus observaciones realizadas. Se utiliza para obtener información sobre el estado inicial del mantenimiento de los motores diésel.

La revisión documental según (HURTADO, 2008) es una técnica donde se recolecta información escrita sobre un determinado tema.

En relación a los instrumentos; (HERNANDEZ, FERNANDEZ, & BAPTISTA, 2014) lo define como el instante de aplicar las herramientas de medición y la adquisición de los datos. Como instrumentos se poseen las encuestas realizadas al personal operario de la embarcación naval, además se utilizó seis “Fichas de Registros” para la recolección de datos que ha permitido recoger la información de las causas y su afectación al problema de estudio (Anexo 8).

La Validez del instrumento es el atributo que nos dice que efectivamente ese instrumento mide la variable para la cual fue diseñado, en esta investigación se estableció a través de la validación de contenido con la supervisión de tres expertos sobresalientes con experiencia en el tema de investigación, quienes verificaron y evaluaron de manera detallada la recolección de datos, los ingenieros expertos son:

- Dr. Rivera Rodríguez José Pablo
- Dr. Valdivia Sánchez Luis Alberto
- Mg. Valladares Conde Francisco Leonel

Como resultado satisfactorio que se muestra en el (Anexo 6) sobre la matriz de validación de ficha de registro, indica que los instrumentos utilizados si reúnen las condiciones para su aplicación ya que fueron medida con el programa SPSS statistics 22.

Para la confiabilidad de los instrumentos, tuvieron que pasar por la aprobación de los jefes de la embarcación naval de nuestro estudio, los cuales indican información precisa y segura sobre indicadores de mantenimiento y productividad, además cuenta con el visto bueno del juicio de expertos, adicional a la búsqueda de la confiabilidad, paso por la herramienta del coeficiente del alfa de Cronbach, la cual



evalúa la correlación de los ítems de un instrumento. Los resultados del alfa de Cronbach están establecido de acuerdo al siguiente rango y magnitud:

Rangos	Magnitud
0,81 a 1,00	Muy Alta
0,61 a 0,80	Alta
0,41 a 0,60	Moderada
0,21 a 0,40	Baja
0,01 a 0,20	Muy Baja

El análisis del coeficiente del alfa de Cronbach nos dio un resultado de 0,882 que nos indica que la confiabilidad de los instrumentos indica una magnitud muy alta.

**Tabla 6** *Análisis de fiabilidad*

Estadísticas de fiabilidad		
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,882	,893	12

Fuente: Elaboración propia

### 3.5. Procedimientos

Para la realización del estudio se utilizó la metodología del ciclo de Deming, el PHVA (planifica, hacer, verificar y actuar) de la siguiente forma:

Planear (planificación de los objetivos), el objetivo principal fue determinar que la Gestión de Mantenimiento en los motores diésel aumentará la productividad de la embarcación naval, para ello se realizó indagaciones bibliográficas, observaciones de campo, revisión documental y entrevistas a los diferentes miembros que laboran en las unidades navales en especial al personal técnico encargado de los motores diésel, asimismo se definió los aspectos relevantes de la gestión de mantenimiento de acuerdo a (GARCIA, 2014) para mejorar los indicadores de la gestión de la mantenimiento definidos por (MORA, 2015) aplicados a la embarcación naval.

Hacer (realizar lo planificado), se llevó a cabo la recopilación y el análisis de la información estableciendo asesorías con profesionales que tienen amplio conocimiento en investigación e información relacionada al problema investigado. Toda esta información permitió realizar la elaboración del plan del trabajo. En esta etapa se considera la ejecución y utilización de los formatos de registros de los indicadores de la gestión de mantenimiento: disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad, además del indicador de productividad: eficiencia y eficacia.

Verificar (lo ejecutado vs lo planificado), el propósito es la verificación de las herramientas de recolección de datos para realizar cálculos estadísticos con aplicaciones que se adquirió en los años de estudio en la carrera de ingeniería industrial. Se implementaron hojas de chequeo o "Check list" para verificar el cumplimiento de las actividades de limpieza y mantenimiento.

Actuar (en base a los resultados), estará referida al control y la mejora continua de la implementación de la gestión del mantenimiento.

### 3.6. Método de análisis de datos

En cuanto al método de análisis de datos, se realizó el diagnóstico de la problemática en embarcación naval, hallando bajos niveles de confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad en los motores diésel, posteriormente se realizó la descripción de la proposición que se basa en la gestión de mantenimiento para la embarcación naval, luego se realizó el uso de la estadística descriptiva, para calcular datos que corresponden a los tomados de los indicadores de las variables, logrando así comparar los niveles antes y después de confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad, la eficiencia y eficacia; en cuanto a las hipótesis, se usó la estadística inferencial, usando la prueba de normalidad para así poder saber si los datos son o no paramétricos, debido a la cantidad de las muestras se usó la estadístico de Shapiro Wilk para poder validar la hipótesis se usó el análisis del estadígrafo de wilconxon.

### 3.7. Aspectos éticos

La presente investigación se realizó bajo las normativas y condiciones éticas establecidas en el marco normativa del consejo Universitario N00126-2017-UCV y el Art.15 de la Resolución del Consejo Universitario N00126-2017-UCV.

El trabajo de investigación midió los informes que ha generado sobre la implementación de la gestión de mantenimiento de los motores diésel para mejorar la productividad en la embarcación naval. La realización del presente trabajo es para satisfacer las necesidades de las embarcaciones navales respecto a los mantenimientos de sus motores diésel y lograr así la implementación de la gestión del mantenimiento. Todos los datos extraídos de la embarcación naval se recopilaron en su totalidad sin modificaciones de acuerdo a los registros de dicha embarcación y autorizados por el personal a cargo de la embarcación.

## IV. RESULTADOS

### Resultado del sistema actual

Para realizar un análisis de la situación actual y poder definir el panorama real de la problemática que se presenta en la embarcación naval, con respecto al área de ingeniería, se identificaron que las causas con mayor relevancia se encuentran en los mantenimientos inadecuados, la falta de gestión para reparar, la falta de capacitación y repuestos inadecuados en los motores diésel, dichas causas ocasionaron el problema de la baja productividad del servicio en la embarcación naval.

De la (Tabla 4) se muestra los resultados obtenidos a través de encuestas al personal técnico donde se obtuvo que los mantenimientos inadecuados tuvo una incidencia porcentual de 28%, debido a que el personal operario no realiza adecuados mantenimientos ya que en las fallas encontradas en los motores diésel durante las navegaciones se observó el uso de conocimientos empíricos y de criterios adoptados por enseñanzas anteriores por el personal técnico ocasionando un bajo grado de confiabilidad, en relación a la falta de gestión para reparar tuvo una incidencia porcentual de 22% evidenciando un puntaje bajo el cual se debió a la falta de indicadores que no están ligados a los objetivos de la embarcación naval y falta de toma de decisiones a través de la priorización de tareas ocasionando un bajo grado de mantenibilidad, en cuanto a la falta de capacitación del personal tuvo una incidencia porcentual de 17%, esto debido a que el personal técnico no cuenta con capacitaciones en procesos que afectan los tiempos de reparación de los motores diésel, como la gestión de inventario y el análisis de criticidad de los equipos, por otro lado los repuestos inadecuados obtuvo un porcentaje de 17% debido a que la embarcación muchas veces con la finalidad de seguir navegando utiliza repuestos que no son los recomendados por el fabricante y esto se debe al poco control y seguimiento de las horas de mantenimiento preventivo y que no se ajustan al que requiere el motor diésel ocasionando estos dos últimos un bajo grado de disponibilidad de los motores diésel, del mismo modo la materia prima para operación inadecuada obtuvo un valor de 11% debido a la embarcación con la finalidad de reducir costos no utiliza los aceites, grasas y/o combustible

recomendado por el fabricante, por último la falta de automatización obtuvo un 6% debido a que la embarcación no cuenta con software para realizar seguimiento a las fallas que se presentan a lo largo de la vida útil de los motores.

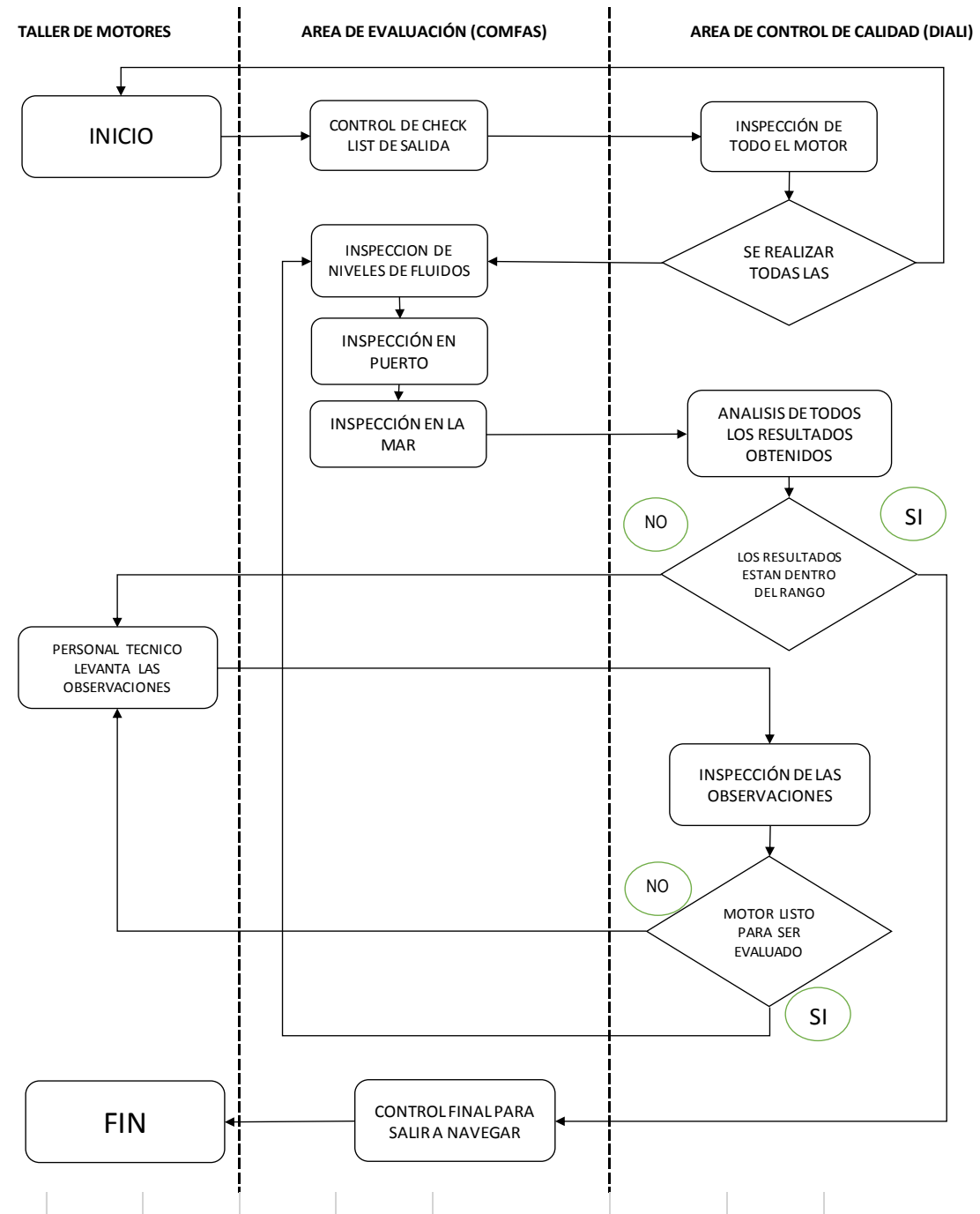
La solución de la problemática de la baja productividad en los motores diésel de una embarcación naval se condiciona en resolver las 4 causas con mayor porcentaje que se indican en el diagrama de Pareto (Tabla 4), estas causas fueron las razones que se tomaron para que se realice la implementación de la gestión de mantenimiento, en concordancia con (MORA, 2015) “la gestión de mantenimiento en los activos es un fin eficiente para el incremento de la disponibilidad, la productividad y la reducción de gastos”; para ello se determinó e implementó un medio para la planificación, organización, ejecución y estandarización de los planes de mantenimiento de los equipos críticos de los motores diésel, y con el control de indicadores como: disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad.

### **Resultado de la variable independiente del sistema actual**

#### **Resultado del indicador de mantenibilidad del sistema actual**

Para la mantenibilidad, la recolección de datos se realizó con herramientas de observación y recolección de datos en las áreas mantenimiento de los motores diésel de la embarcación naval, identificando los tiempos que ocurren después de un evento que requiere mantenimiento o reparación, como: el tiempo de demora de las reparaciones (TTR) y el tiempo total que estuvo fuera de servicio desde el inicio de la falla hasta su puesta nuevamente en servicio (MDT), etcétera, y que se indica en el (Anexo 16). Para ello se debió realizar también los diagramas de operaciones del proceso, diagramas analíticos de procesos y diagramas de flujos de las operaciones involucradas en los mantenimientos previos a la implementación de gestión de mantenimiento.

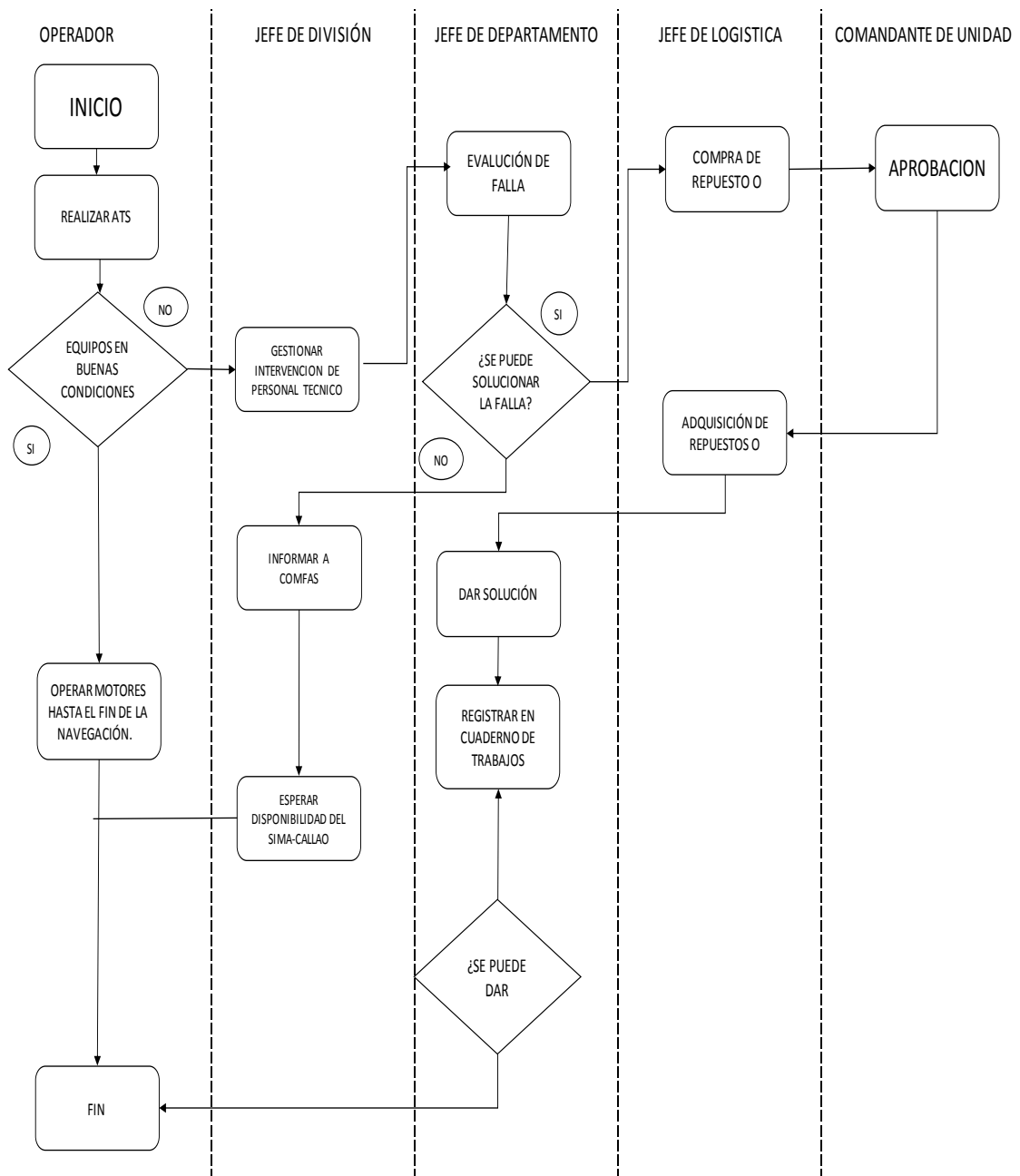
Figura 22 Diagrama de flujo para salir a navegar



Fuente: Elaboración propia

Como se visualiza en la (Figura 22) el personal operario realiza dicha secuencia para el proceso de salir navegar en la embarcación naval, en el cual se aprecia que realiza inspecciones previas al zarpe de su embarcación naval.

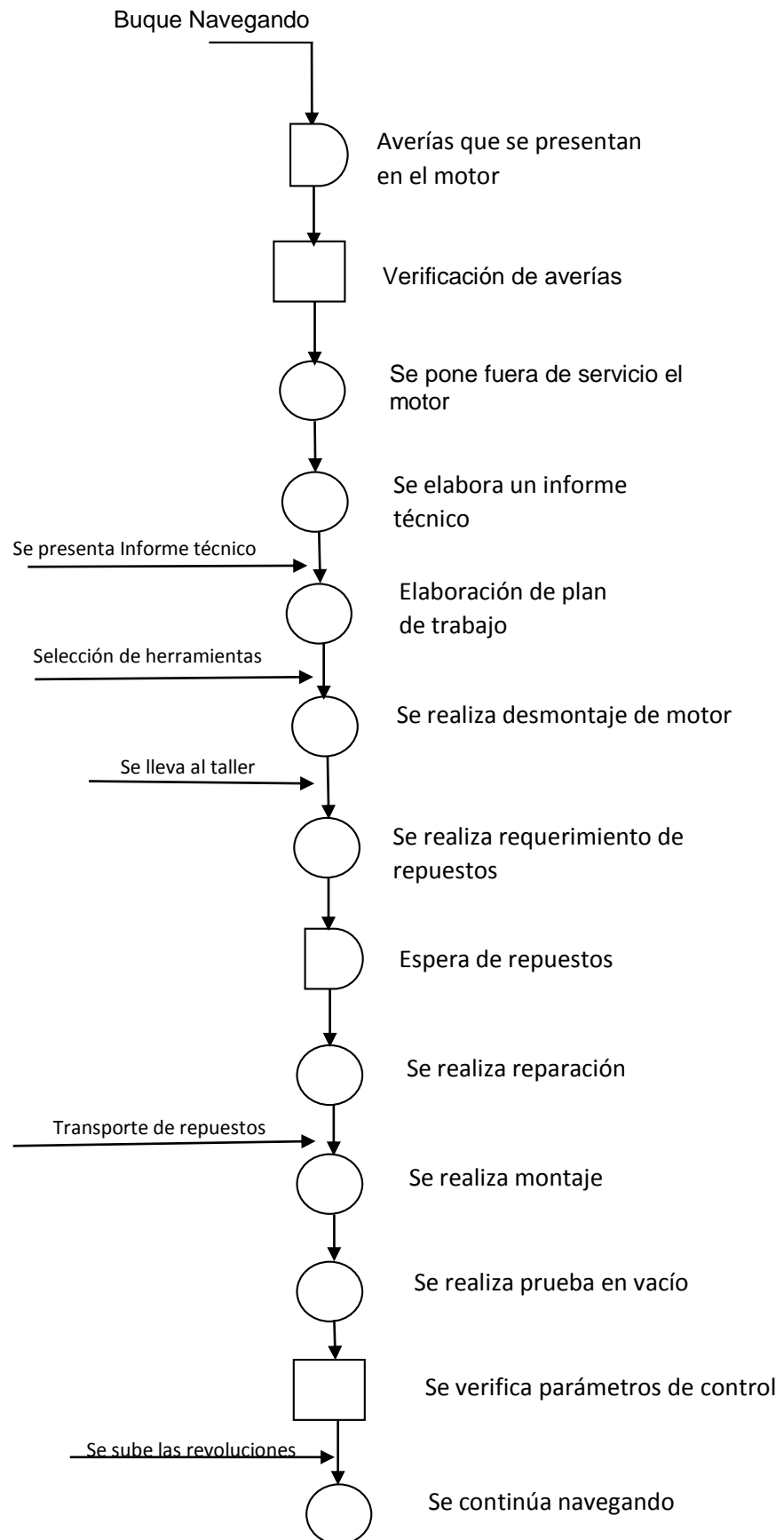
**Figura 23** Diagrama de flujo para la adquisición de repuestos



Fuente: Elaboración propia

Como se visualiza en la (Figura 23) el personal operario realiza dicha secuencia para la adquisición de repuestos en caso necesiten debido algún mantenimiento o reparación en los motores diésel de la embarcación naval, se aprecia que la reparación puede realizarse por el personal a cargo o por la empresa privada, en ambos casos requiere de la aprobación del comandante de la embarcación naval.

**Figura 24** DOP de ocurrencia de averías en la mar





**Figura 25** DAP cuando se produce una avería en sistema combustible (actual)

Formato cursograma analítico								
Diagrama Num:pre-prueba		Hoja Núm de		Resumen				
Objeto: Reparar una avería en el sistema de combustible		Actividad		Actual	Propuesta	Economía		
Actividad: Reparacion de un motor diesel		Operación		10				
Método: Actual/Propuesto		Transporte		4				
Lugar: Unidad naval		Espera		2				
Operario (s): J.I.P & R.L.G		Inspección		2				
Fecha: 10/08/21		Almacenamiento						
Fecha: 11/08/21		Distancia (m)						
Compuesto por: J.I.P & R.L.G		Tiempo (min-hombre)		2485				
Aprobado por: B.D.M		Costo						
		- Mano de obra						
		- Material						
		Total						
Descripción	Cantidad	Tiempo	Distancia	Símbolo			Observaciones	
Averías que se presentan en el motor		10		○			buque navegando	
verificación de averías		60		□			inspección	
se pone fuera de servicio el motor		10		◇			se realiza parado	
se elabora un informe tecnico		60		⇨				
Presenta informe tecnico al jefe inmediato		30		▽				
Presenta informe tecnico al comandante		30						
Elabora un plan de trabajo		45						
Se realiza selección de herramientas		40						
Se realiza desmontaje		120						
Se transporta al taller		60						
Se realiza requerimiento de repuestos		40						
Espera de repuestos		1440					llegada de proveedor	
Se realiza reparación		180						
Se transporta repuesto al motor		60						
Se realiza montaje		180						
Se realiza prueba en vacio		60						
Se verifica parametros de control		45					inspección	
Se sube las revoluciones		15					se continua navegando	
Total		2485		10	2	2	4	1

Fuente: Elaboración propia

El sistema de combustible de un motor, abarca los equipos que se encargan circular el combustible y de realizar la mezcla del combustible y del aire para la combustión en la cámara de combustión del motor diésel. Este sistema de combustible utiliza diésel 2 para que se produzca el funcionamiento del motor diésel. Se recomienda para este tipo de motor la utilización de "Combustible naval destilado" del tipo "Twenty Pour Point", correspondiente a la especificación nacional MM-C-1002 E, numero de código Nato F-76.

**Figura 26** DAP cuando se produce una avería en sistema lubricación (actual)

Formato cursograma analítico								
Diagrama Num:pre-prueba		Hoja Núm de		Resumen				
Objeto: Reparar de una avería sistema de lubricación		Actividad		Actual	Propuesta	Economía		
Actividad: Reparación de un motor diesel		Operación		10				
Método: Actual/Propuesto		Transporte		4				
Lugar: Unidad naval		Espera		2				
Operario (s): J.I.P & R.L.G		Inspección		2				
		Almacenamiento						
		Distancia (m)						
Fecha: 10/08/21		Tiempo (min-hombre)		1375				
Aprobado por: B.D.M		Fecha: 11/08/21		Costo				
				- Mano de obra				
				- Material				
		Total						
Descripción		Cantidad	Tiempo	Distancia	Símbolo		Observaciones	
Averías que se presentan en el motor			10		○		buque navegando	
verificación de averías			60		□		inspección	
se pone fuera de servicio el motor			10		◇		se realiza parado	
se elabora un informe tecnico			60		⇨			
Presenta informe tecnico al jefe inmediato			30		▽			
Presenta informe tecnico al comandante			30					
Elabora un plan de trabajo			45					
Se realiza selección de herramientas			40					
Se realiza desmontaje			90					
Se transporta al taller			60					
Se realiza requerimiento de repuestos			40					
Espera de repuestos			480				llegada de proveedor	
Se realiza reparación			120					
Se transporta respuesto al motor			60					
Se realiza montaje			120					
Se realiza prueba en vacio			60					
Se verifica parametros de control			45				inspección	
Se sube las revoluciones			15				se continua navegando	
Total			1375		10	2	2	4

Fuente: Elaboración propia

El sistema de lubricación de un motor, abarca los equipos que se encargan de lubricar todas las partes móviles dentro del motor con el fin de reducir la fricción, disminuir la temperatura y evitar el desgaste de las superficies metálicas. Este sistema de lubricación utiliza por lo general aceite lubricante para que fluya a través de las piezas internas del motor diésel. Se recomienda la utilización del aceite homologados según la especificación USA-MIL-L-9000G.

**Figura 27 DAP cuando se produce una avería en sistema refrigeración (actual)**

Formato cursograma analítico									
Diagrama Num:pre-prueba		Hoja Núm de		Resumen					
Objeto: Reparar de una avería sistema de refrigeración		Actividad		Actual	Propuesta	Economía			
Actividad: Reparación de un motor diesel		Operación		10					
Método: Actual/Propuesto		Transporte		4					
Lugar: Unidad naval		Espera		2					
Operario (s): J.I.P & R.L.G		Inspección		2					
		Almacenamiento							
Compuesto por: J.I.P & R.L.G Aprobado por: B.D.M		Distancia (m)							
		Tiempo (min-hombre)		1030					
Fecha: 10/08/21 Fecha: 11/08/21		Costo							
		- Mano de obra - Material							
Total									
Descripción		Cantidad	Tiempo	Distancia	Símbolo		Observaciones		
Averías que se presentan en el motor			10		○		buque navegando		
verificación de averías			60		□		inspección		
se pone fuera de servicio el motor			10		◇		se realiza parado		
se elabora un informe tecnico			60		⇨				
Presenta informe tecnico al jefe inmediato			30		▽				
Presenta informe tecnico al comandante			30						
Elabora un plan de trabajo			45						
Se realiza selección de herramientas			40						
Se realiza desmontaje			90						
Se transporta al taller			40						
Se realiza requerimiento de repuestos			40						
Espera de repuestos			240				llegada de proveedor		
Se realiza reparación			90						
Se transporta respuesto al motor			40						
Se realiza montaje			90						
Se realiza prueba en vacio			60						
Se verifica parametros de control			40				inspección		
Se sube las revoluciones			15				se continua navegando		
Total			1030		10	2	2	4	1

Fuente: Elaboración propia

El sistema de refrigeración de un motor, es el cual abarca los equipos que se encargan de enfriar el exceso de calor, controlando la temperatura de operación de acuerdo a los rangos pre establecidos. Este sistema de refrigeración utiliza por lo general refrigerante para que fluya a través de las tuberías y equipos del motor diésel.

Con el fin de hallar el porcentaje de la mantenibilidad se debió cuantificar los tiempos para reparar (TTR) y los tiempos fuera de servicio (MDT) con figuran en el ((Anexo 16)

Se prevé que con la implementación de la gestión de mantenimiento se confeccionará un nuevo diagrama analítico de proceso de los sistemas antes indicados con el fin de mejorar la eficiencia.

### **Resultado del indicador de confiabilidad del sistema actual**

Para la confiabilidad, la recolección de datos se realizó en el área de mantenimiento de la embarcación y se utilizó la información de histórica de navegaciones y las horas de funcionamiento de los motores diésel con los datos de tiempo entre fallas (MTBT) y el tiempo para reparar (MTTR) como indica en el (Anexo 15) de acuerdo al registro del número de fallas que figura en el (Anexo 14)

### **Resultado del indicador de disponibilidad del sistema actual**

Para la disponibilidad, la toma de datos que se realizó en la embarcación naval fue mediante la herramienta de observación directa y verificación documental de los registros de historial de las navegaciones, los datos de las horas de operación de los motores diésel programados y las horas operación de los motores diésel ejecutadas, así como también el tiempo muerto que estas han tenido durante las navegaciones, como indica en el (Anexo 15).

### **Resultado de la variable dependiente del sistema actual**

#### **Resultado del indicador de eficacia del sistema actual**

Para la Eficacia, se utilizó la información de navegaciones realizadas y distancias de millas navegadas planificadas, donde se verificó la distancia y el tiempo que debe recorrer la embarcación para poder así cumplir con los resultados de las navegaciones y se contrastó la información con los datos obtenidos de la ficha de registro de la disponibilidad de los motores diésel, como se indica en el (Anexo 19).

#### **Resultado del indicador de eficiencia del sistema actual**

Para la eficiencia, se utilizó los libros de “registro de horas de máquinas” y el “bitácora de máquinas” para verificar las horas de parada y las horas de funcionamiento de los motores diésel ocurridas en la navegación y se contrastó con los datos obtenidos en las fichas de registro de los indicadores de mantenibilidad y

confiabilidad del mantenimiento de los motores diésel, además se procedió a verificar el plan de capacitación de los operarios para el control con indicadores para los motores diésel, como se muestra en el (Anexo 19).

### **Resultado del indicador de productividad del sistema actual**

El fenómeno o situación explicada es la Productividad y su significado está en relación a los resultados de la cantidad de millas navegadas que figuran en los planes de navegación y las horas de operación de los motores diésel planeadas para las rutas de navegación, como figura en el (Anexo 20).

### **Propuesta de mejora**

Para el desarrollo de la implementación de la gestión de mantenimiento se realizó la búsqueda de información para estructurar las fases, etapas y actividades según autores como (GARCIA S. , Organizacion y gestion integral de mantenimiento, 2014) , (DIAZ, 2010) e (CRESPO, 2007) indican la siguiente guía para gestionar el mantenimiento (Tabla 7).

EL cronograma de recolección de información requerida para la realización de la presente investigación se utilizó el diagrama de Gantt indicando el calendario de cada actividad para realización del estudio (Anexo 7).

**Tabla 7 Fases de la implementación de la gestión de mantenimiento**

CICLO DE DEMING	FASES DE IMPLEMENTACIÓN	ETAPAS DE LA IMPLEMENTACIÓN	ACTIVIDADES
PLANEAR	Fase de Planeación	Etapa 1 Definir los objetivos y estrategias	Alinear los objetivos de la empresa con el modelo de estudio Clasificación de los equipos Inventario de los equipos
	Fase de Organización	Etapa 2 Gestión de los equipos	Dossier - máquina Fichero Histórico Repuestos
Etapa 3 Análisis de criticidad		Análisis de puntos débiles en los equipos Organigrama, incluye funciones	
HACER		Etapa 4 Gestión de los Recursos Humanos	Capacitación del personal Motivación Seguridad en el trabajo Política de mantenimiento
	Fase de Coordinación y Ejecución	Etapa 5 Gestión de los trabajos	Establecimiento de un plan de mantenimiento Análisis de modos de fallos y efectos (AMFE) Planificación y programación del mantenimiento
		Etapa 6 Control de la gestión de mantenimiento	Indicadores del mantenimiento
	VERIFICAR		Fase de Control
Etapa 8 Implantación del proceso de mejora continua		Implantación del proceso de mejora continua	
ACTUAR	Fase de Mejora		

Fuente: Elaboración propia

Para la realización de las fases de la implementación se realizó un diagrama de gantt que nos permitió planificar las actividades facilitándonos una visión general de la implementación y también poder realizar un seguimiento del mismo. (Anexo 7)

Para la Fase de Planeación, la gestión de mantenimiento actúa de acuerdo a los objetivos que tiene la embarcación naval del estudio y se procedió a planificar las estrategias para mejorar su productividad.

Es responsabilidad de la embarcación naval planificar, organizar y controlar las actividades de mantenimiento para evitar atrasos que interfieran en el cumplimiento de sus funciones de la embarcación naval.

Para la Fase de Organización, se dividió las etapas en: gestión de los equipos y análisis de criticidad.

En el análisis de equipos, esta investigación se desarrolló en una embarcación naval perteneciente a la actividad económica de defensa nacional. Esta embarcación fue afirmado su pabellón en los años de 1980, entre sus características principales: tiene una eslora de 113,2 metros, la manga es de 7,95 metros y su calado es de 3,7 metros, posee 2 motores diésel propulsores y 4 motores diésel generadores que utilizan para la navegación. Las características de los motores son las siguientes:

Los motores diésel propulsores son GMT tipo A230.20M, poseen las siguientes características:

Características	
Potencia máxima continuativa	4000 CV a 1140 min-1
Diámetro del cilindro	230 mm.
Carrera del pistón	270 mm.
Ciclo	diésel a 4 tiempos
Inyección	directa
Alimentación	sobrealimentado con enfriamiento intermedio un motor horario y otro anti horario, visto desde el lado acoplamiento
Sentido de rotación	lado acoplamiento
Reversibilidad	irreversible
Servicio	propulsión

Los motores diésel generadores GMT tipo A230.6M, poseen las siguientes características:

Características	
Potencia máxima continuativa	780 KW a 1200 min-1
Diámetro del cilindro	230 mm.
Carrera del pistón	270 mm.
Ciclo	diesel a 4 tiempos
Inyección	Directa
Alimentación	sobrealimentado con enfriamiento intermedio anti horario visto desde el lado acoplamiento
Sentido de rotación	lado acoplamiento
Reversibilidad	irreversible
Servicio	grupo diesel generador
Peso del grupo completo de accesorios directamente montados y sin líquidos	14.500 kg.

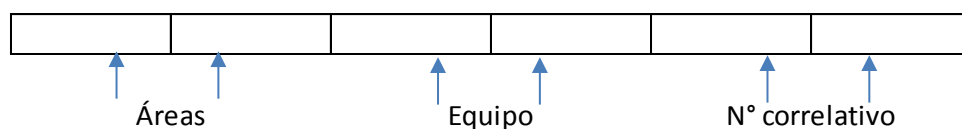
La lista o Inventario de equipos, es muy importante para el desarrollo adecuado del control de equipos, pero es bueno indicar que el problema es elaborar una lista ordenada de los equipos, así como también la correcta clasificación, agrupación y/o asignación de su función, cuando sea preciso. En las plantas industriales se utiliza la estructura arborescente de la siguiente manera:

Nivel 1	Plantas
Nivel 2	Áreas
Nivel 3	Equipos
Nivel 4	Sistemas
Nivel 5	Elementos
Nivel 6	Componentes

Fuente: (GARCIA S. , Organización y gestión integral de mantenimiento, 2014)

De acuerdo a la revisión documental de los motores diésel de la embarcación naval, se verifica que no contemplan una adecuada gestión de inventario, la cual dificulta una correcta clasificación de los equipos. Por lo mencionado se estableció la lista de equipos de los motores diésel en una base de datos (Anexo 9).

La codificación de los equipos, es de suma importancia ya que radica en la facilidad de su localización, así como su referencia en órdenes de trabajo, órdenes de compra, registros, etcétera. Los equipos de la muestra de estudio están codificados según registro físico de Manuales Técnicos de su fabricante. (Anexo 10). Una forma correcta de la codificación es:



El llamado Dossier técnico o dossier de mantenimiento, en este punto comprende la ubicación de los planos, manuales, documentos de pruebas, tarjetas de historial,



tarjetas de inspecciones, etcétera. La embarcación naval del presente estudio cuenta con información técnica del fabricante sobre las características de las máquinas, así como también con los tipos de mantenimiento a los equipos de acuerdo a las horas de funcionamiento que puede realizar el usuario.

El correcto llenado del Fichero histórico de la máquina, es de suma importancia ya que ese documento brinda información cronológica de las intervenciones sufridas por la máquina desde su puesta en servicio. La embarcación naval del presente estudio cuenta con tarjetas de historial escritas a mano sobre los sucesos o intervenciones ocurridas en cada equipo.

La consideración a los repuestos de los motores diésel, es de suma importancia para el grado de disponibilidad que requieren los motores diésel después de producida una parada programada o no programada por mantenimiento o avería, se realizó la revisión documental y se verificó que no contemplan una adecuada gestión de repuestos y tampoco utilizan una base de datos de materiales e insumos críticos, lo cual dificulta una correcta clasificación de los repuestos, afectando la eficiencia de las horas hombre y la eficacia de respuestas en atender los requerimientos de los mantenimientos. Por lo mencionado se estableció la lista de repuestos para los motores diésel con ayuda de la base de datos Excel, como se detalla en el (Anexo 09).

En el análisis de criticidad es un análisis de puntos débiles de los equipos de los motores diésel, este análisis es importante ya que no todos los equipos tienen la misma demanda de importancia. A partir de esta tercera etapa de la implementación de la gestión de mantenimiento se aplican metodologías que el personal técnico de la embarcación naval no considera en sus inspecciones de mantenimiento. Para ello primero se establece el método antes mencionado para que sirva de ayuda en la determinación de la jerarquía de procesos y facilite la toma de decisiones acertadas y efectivas.

La clasificación de riesgos considerada para la embarcación naval:

**Tabla 8** *Tabla de criticidad de los equipos*

Nivel	Rango	Riesgo
<b>Muy Alta criticidad</b>	61.1 hasta 100	Requiere acción inmediata, el costo no debe ser una limitación, y el no hacer nada no es una opción aceptable.
<b>Alta Criticidad</b>	Desde 30,1 hasta 60	Requiere acción inmediata con urgencia
<b>Mediana Criticidad</b>	Desde 16.1 hasta 30	El riesgo debe ser reducido y hay un margen para investigar y analizar a más detalle.
<b>Baja Criticidad</b>	Desde 8.1 hasta 16	EL riesgo requiere acción pero es de bajo impacto y puede reprogramar su atención.
<b>No critico</b>	Igual o menor a 8	EL riesgo requiere control visual

Fuente: Elaboración propia

El análisis del riesgo desde el punto de vista matemático se expresa de la siguiente manera:

$$\text{CRITICIDAD} = \text{FRECUENCIA} * \text{CONSECUENCIA}$$

Donde la frecuencia está asociada al número de fallas o eventos que presenta la evaluación y la consecuencia es medida de la siguiente manera: impacto operacional, costos de reparación, impacto en seguridad y ambiente, el modelo matemático se expresa de la siguiente manera:

$$\text{CO} = (\text{IMPACTO EN EL EQUIPO} + \text{C. REPARACION} + \text{I. SEGURIDAD} + \text{I. MEDIO AMBIENTE})$$

La definición de cada criterio es:

- Impacto operacional: cantidad de veces que falla el componente
- Costo de reparación: costo de la falla

- Impacto en seguridad: es la posibilidad de ocurrencia de un evento que dañe la salud a la persona
- Impacto ambiental: es la posibilidad de ocurrencia de un evento que dañe al ambiente.

La matriz de criticidad que se establece ayuda a identificar a través de un código de colores la menor o mayor intensidad de riesgo relacionado con el valor de criticidad del equipo.

**Tabla 9** *Matriz de criticidad*

	20	40	60	80	100
20	20	40	60	80	100
19	19	38	57	76	95
18	18	36	54	72	90
17	17	34	51	68	85
16	16	32	48	64	80
15	15	30	45	60	75
14	14	28	42	56	70
13	13	26	39	52	65
12	12	24	36	48	60
11	11	22	33	44	55
10	10	20	30	40	50
9	9	18	27	36	45
8	8	16	24	32	40
7	7	14	21	28	35
6	5	12	18	24	30
5	5	10	15	20	25
4	4	8	12	16	20
3	3	6	9	12	15
2	2	4	6	8	10
1	1	2	3	4	5
	1	2	3	4	5

Fuente: Elaboración propia

Para (GUEVARA, VALERA, & GOMEZ, 2015) una vez definidos los factores por considerar, el equipo de analistas definirá la forma de medir cada uno de los factores de criticidad. Para determinar la criticidad, se realizó unas valoraciones de niveles de acuerdo a cada criterio.

**Tabla 10 Cuadro de valoración del nivel de criticidad**

VALORACION DE NIVELES DEL ANALISIS DE CRITICIDAD					
CRITERIO	MUY BAJO = 1	BAJO = 2	MEDIO = 3	ALTO = 4	MUY ALTO = 5
<b>FRECUENCIA DE FALLA</b>	<25hrs	<25hrs, 50hrs>	<50hrs, 150hrs>	<150hrs, 300hrs>	>300hrs
<b>IMPACTO EN EL EQUIPO</b>	No afecta la capacidad	Afecta la capacidad del equipo en menos del 20%.	Afecta la capacidad del equipo en 20% a 50%.	Afecta la capacidad del equipo en 50% o más.	Afecta la operación del Equipo.
<b>LEAD TIME DEL REPUESTO</b>	Hasta 6 horas	Hasta 1 día	Hasta 3 días	Hasta 7 días	Mayor a 7 días
<b>MTBF</b>	Menor a 3 horas	Menor a 6 horas	Menor a 12 horas	Entre 12 y 24 horas	Mayor 24 horas
<b>COSTO DE REPARACION</b>	Gasto irrelevante	Gasto bajo	Gasto razonable	Gasto importante	Gasto alto
<b>IMPACTO EN LA SEGURIDAD</b>	No existe riesgo	Puede producir daños leves	Puede producir daños graves	Puede producir daños muy graves	Puede producir la muerte
<b>IMPACTO EN EL MEDIO AMBIENTE</b>	No provoca daño	Provoca poco daño y son reversible	Puede producir daños graves	Provoca daños ambientales	Provoca daños ambientales irreversibles

Fuente: Adaptado de (GUEVARA, VALERA, & GOMEZ, 2015) Cuadro de valoración del nivel de criticidad

Para establecer el nivel de criticidad de las fallas de los equipos de los motores diésel, se realizó la tabla con el detalle antes mencionado con los equipos que influyen en los sistemas de los motores diésel, como se detalla en el (Anexo 11)

La información recolectada para el estudio de criticidad, brindara la utilización en:

- Priorizar ordenes de mantenimiento
- Priorizar proyectos de inversión
- Diseñar políticas de mantenimiento
- Manejar gestión de inventario

La fase de coordinación y ejecución consta de 2 etapas que son: etapa de gestión de recursos humanos y gestión de los trabajos.

La etapa de la gestión de recursos humano, incluye el estado organizativo, el nivel de capacitación, la motivación al personal y el buen ambiente laboral que son

factores de gran importancia ya que influyen en la eficiencia y eficacia del servicio de la embarcación.

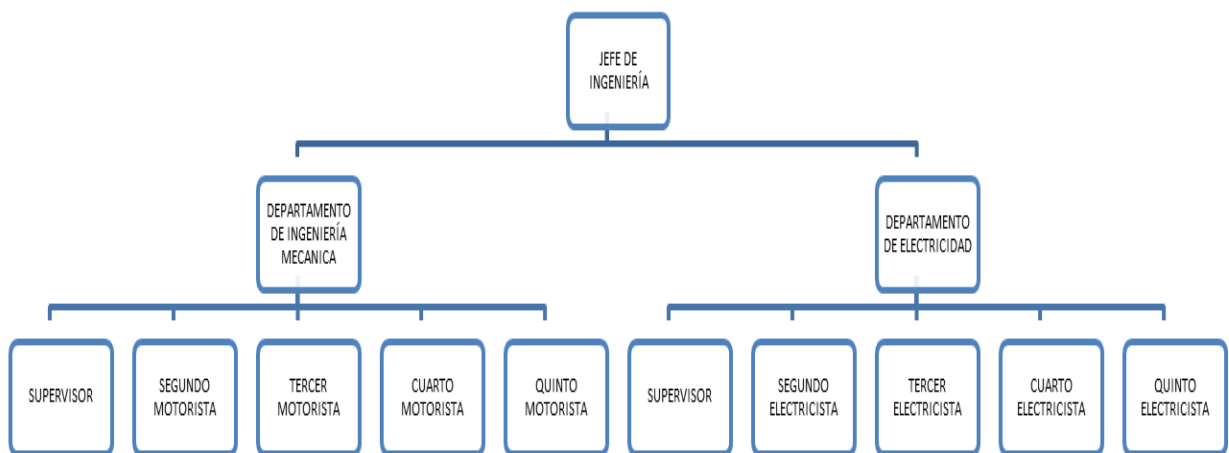
Las distintas técnicas innovadoras han permitido sustituir tareas de producción que eran realizadas por las personas a procesos automáticos, sin embargo, en actividades de mantenimiento dichas técnicas innovadoras no han podido eliminar el nivel de competencias humana en reparaciones. Si queremos optimizar, los recursos humanos son las piezas más importantes para hacer de una empresa más competitiva.

Para el desarrollo de la gestión de recursos humanos debemos resolver las interrogantes:

- ¿tenemos la cantidad de personal que necesitamos?
- ¿el personal que tenemos tiene la formación adecuada?
- ¿está organizado las funciones del personal de mantenimiento?
- ¿el personal tiene el rendimiento adecuado?

El área de operación y mantenimiento de los motores diésel está a cargo por el personal técnico motorista y electricista de la embarcación naval como se detalla a continuación:

**Figura 28** Organigrama de la embarcación



Fuente: Elaboración propia

Para el desarrollo de la organización es importante respetar los principios de buena conducta, así como comunicación asertiva, disposición al trabajo y otras que la organización de la embarcación naval ya tiene establecida en sus funciones del personal.

El aumento de la productividad inicia con el siguiente paso: capacitación al personal técnico de mantenimiento. Las capacitaciones que se realizaron al personal técnico fueron siguientes temas (Anexo 12)

- Seguridad y salud en el trabajo
- Formatos de inspección autorizados para el mantenimiento
- Tipos de mantenimiento
- Importancia del mantenimiento

Se recomienda cumplir y continuar con planes de capacitación de los operarios indicando, registrando los siguientes datos:

- Cursos y sesiones (pueden ser genéricos o específicos)
- Referencia
- Duración de cursos
- Nombres de capacitadores
- Nombre de capacitado
- Fecha y lugar

La formación del personal técnico es la clave para mejorar la eficacia de los resultados del servicio de la embarcación, las razones por las cuales se necesita capacitar al personal operario son:

- Nuevas tecnologías
- Nuevas técnicas de análisis estadísticos
- Nuevos tipos de mantenimientos

La motivación, su importancia radica en la función que cumple el personal de mantenimiento en realizar los correctos mantenimientos de los motores diésel, así como resaltar su capacitación y experiencia en los motores diésel los convierten en

operarios vitales para la embarcación naval. Los hechos que motivan al personal de mantenimiento son:

- Escuchar sus opiniones
- Resolver sus solicitudes con rapidez
- El trato con respeto
- Hacer sentir valioso en el lugar de trabajo

La seguridad en el trabajo, es una actividad preocupante por el número de siniestros laborales que ocurren a diario en el mundo. Según las normativas internacionales de prevención de riesgos laborales, lo que se debe intentar es evitar los riesgos, y si no se puede lograr evitar, lo recomendable es evaluar los riesgos que no se pueden evitar y tomar las medidas necesarias para reducir esos riesgos. Es necesario también ubicar los riesgos de contraer enfermedades profesionales considerando la exposición a los agentes contaminantes existentes, además los daños a la salud de los trabajadores que puede ser ocasionada a consecuencia de factores de trabajos físicos, psicológicos, psicosociales u organizativos que generan también fatiga, estrés, insatisfacción laboral, etc.

Se consideró en este punto realizar la evaluación de riesgos, para determinar de acuerdo a la valoración de los daños que podrían ocasionarse como consecuencia del riesgo que entraña para la salud y seguridad de los trabajadores, la posibilidad de que se verifique un determinado peligro en el lugar de trabajo. Según el método de William T. Fine, para calcular el grado de peligrosidad de cada riesgo, además el grado de peligrosidad se identifica de la siguiente manera:

GRADO DE PELIGROSIDAD = EXPOSICION X PROBABILIDAD X CONSECUENCIA

- La exposición, es la frecuencia que se exponen al riesgo
- La probabilidad, es la posibilidad de que el riesgo pase hace run accidente
- La consecuencia, es el resultado de un accidente

La clasificación del grado de peligrosidad considerada para la embarcación naval es de la siguiente manera:

**Tabla 11** *Tabla de valorización del grado de peligrosidad*

Factor	Valoración	Descripción
Consecuencia	50	Varias muertes
	30	Una muerte
	20	Lesiones muy graves
	10	Accidentes con baja
	2	Accidentes sin baja
Exposición	10	De manera continua
	7	Una vez al día o mas
	4	Una vez por semana
	2	Una vez por mes
	1	Una vez al año
Probabilidad	0.5	Raramente
	10	SI la situación ocurre acabara en accidente
	5	La probabilidad es mayor a 50%
	3	La probabilidad es menor a 50%
	1	Sería extraño que sucediera
0.5	Nunca se ha dado	

Fuente: (GARCIA S. , 2014, pág. 236)

La embarcación naval del estudio cuenta con personal capacitado en temas de prevención de accidentes, sin embargo, no cuenta con un plan de seguridad, se recomienda considerar los siguientes puntos:

- Política de la embarcación naval en materia de prevención de riesgos
- Objetivos y metas con la aplicación del plan
- Proceder respecto a prevención y seguridad
- Funciones y responsabilidades
- Capacitaciones
- Control

La etapa de la gestión de los trabajos, obedece a la política de mantenimiento, al plan de mantenimiento, al análisis de modos de fallos y efectos (AMFE) y a la planificación del mantenimiento, que son factores de gran importancia ya que influyen en la eficiencia y eficacia del servicio de la embarcación.

La actividad de la política de mantenimiento, es el inicio para la coordinación y ejecución de trabajos de mantenimiento, en este paso se relacionan los objetivos que busca la embarcación naval con los objetivos en la política de mantenimiento, estableciendo las directrices, los métodos y los procesos administrativos para cumplir con las estrategias del mantenimiento.

Si bien la embarcación naval de estudio cuenta con políticas como empresa, esta no indica adecuadamente la política del mantenimiento que deben seguir los





Para la planificación y programación del mantenimiento se debe conocer los procesos que intervienen en los mantenimientos, para ello se realizó los distintos diagramas de flujo, diagramas de operaciones de procesos (DOP) y diagrama analítico de procesos (DAP).

La fase de control consta de 2 etapas importantes que son: etapa de control de la gestión de mantenimiento y análisis de ciclo de vida de los equipos.

La etapa de control de la gestión de mantenimiento, incluye los indicadores de la gestión de mantenimiento:

- Análisis de confiabilidad: cálculos de tasa de fallos, MTBF, MTTR, N° paradas
- Análisis de disponibilidad: cálculos de disponibilidad,
- Análisis de mantenibilidad: cálculos de mantenibilidad, MDT, TTR

Con la disposición de estos registros se puede realizar un análisis de la gestión de mantenimiento para establecer mejoras como: alargar los tiempos entre fallas, disminuir los tiempos de reparación, para aumentar la disponibilidad de los motores diésel. La embarcación naval de mi estudio no cuenta con los registros que se detallan a continuación:

- Registro MTBF
- Registro MTTR
- Registro de Confiabilidad
- Registro de Disponibilidad
- Registro de Mantenibilidad

Con el fin evaluar y controlar el desempeño de la gestión de mantenimiento a lo largo del tiempo a través de los indicadores antes mencionados, se utilizaron las técnicas e instrumentos de la investigación como se detalla en el (Anexo 8), utilizando los registros de navegación, tarjetas de historial y cuadernos de máquinas que cuenta la embarcación naval.

Para determinar el porcentaje de mejora de los indicadores de mantenimiento, se realizó el cuadro de registro de tiempos por cada actividad realizada después de un

evento de falla en los meses de Junio y Julio previos a la implementación (Anexo 15), luego se realizó el registro de los indicadores de la gestión de mantenimiento para la pre evaluación para cada motor diésel (Anexo 16).

Una vez registrados todos los datos antes requeridos de acuerdo a la población y muestra, se procedió a realizar la mejora y posteriormente llevar a cabo el nuevo registro de fallas (Anexo 17) y registro de indicadores de la gestión de mantenimiento para la post evaluación para cada motor diésel (Anexo 18).

Para la etapa de análisis de ciclo de vida de los equipos, constituye las etapas en la vida de los activos de la siguiente manera: idea, estudio, anteproyecto, proyecto, diseño, compra, manufactura, instalación, operación y descarte.

En todas las etapas antes mencionadas hay decisiones que tomar y corresponde al jefe de la embarcación determinar la siguiente pregunta: ¿el mantenimiento debe ser orientado por costos o por resultados?, un adecuado análisis proporciona, maximizar el ROA (retorno sobre los activos) y minimizar el LCC (costo de ciclo de vida), así como conseguir un adecuado TIR (tasa de retorno sobre inversiones).

La fase de mejora consta de la etapa de implantación del proceso de mejora continua, aspecto muy importante para el mejoramiento continuo de la calidad mediante la disminución de fallas, aumento de la eficacia y eficiencia, la solución de problemas y la previsión y eliminación de riesgos potenciales. En esta etapa se recomienda el uso del ciclo PDCA, para poder planificar, hacer, verificar y actuar.

### **Resultado del sistema mejorado**

#### **Resultado de la variable independiente del sistema mejorado**

En relación a la Tabla 7 se observaron las fases de la implementación de la gestión de mantenimiento, donde la dirección o el jefe del departamento de ingeniero estuvo a cargo de la fase de planeación y organización en el cual definía los objetivos y estrategias, así como también se recopiló la información respectiva sobre los motores diésel para ser almacenada en una base de datos.

#### **Resultado del indicador de mantenibilidad del sistema Mejorado**

La mantenibilidad, con etapa 5 y etapa 6 de la implementación de la gestión de mantenimiento: la gestión de los trabajos y control de gestión de la gestión de mantenimiento se pudo controlar el mantenimiento a través de los indicadores propuestos y eso se plasmó en la ficha de registro de la mantenibilidad de los motores diésel de la embarcación, identificando el tiempo de demora de las reparaciones (TTR) y el tiempo total que estuvo fuera de servicio desde el inicio de la falla hasta su puesta nuevamente en servicio (MDT) como indica en el (Anexo 18). Se pudo optimizar los tiempos en las reparaciones como se muestra en los diagramas analíticos de procesos de las operaciones involucradas en los mantenimientos.

**Figura 30** DAP cuando se produce una avería en sistema combustible (mejorado)

Formato cursograma analítico								
Diagrama Num: post-prueba		Hoja Núm de		Resumen				
Objeto: Reparar una avería en el sistema de combustible		Actividad		Actual	Propuesta	Economía		
Actividad: Reparacion de un motor diesel		Operación		10	10			
Método: Actual/Propuesto		Transporte		4	4			
Lugar: Unidad naval		Espera		2	2			
Operario (s): J.I.P & R.L.G		Inspección		2	2			
Fecha: 10/08/21		Almacenamiento						
Ficha núm:2		Distancia (m)						
Compuesto por: J.I.P & R.L.G		Tiempo (min-hombre)		2485	1930			
Aprobado por: B.D.M		Costo						
Fecha: 11/08/21		- Mano de obra						
		- Material						
		Total						
Descripción	Cantidad	Tiempo	Distancia	Símbolo			Observaciones	
Averías que se presentan en el motor		10		○			Buque navegando	
verificación de averías		45		□			inspección	
se pone fuera de servicio el motor		10		D			se realiza parado	
se elabora un informe tecnico		45		⇨				
Presenta informe tecnico al jefe inmediato		15		▽				
Presenta informe tecnico al comandante		15						
Elabora un plan de trabajo		30						
Se realiza selección de herramientas		30						
Se realiza desmontaje		90						
Se transporta al taller		45						
Se realiza requerimineto de repuestos		30						
Espera de repuestos		1200					llegada de proveedor	
Se realiza reparación		100						
Se transporta respuesto al motor		45						
Se realiza montaje		120						
Se realiza prueba en vacio		60						
Se verifica parametros de control		30					inspección	
Se sube las revoluciones		10					se continua navegando	
Total		1930		10	2	2	4	1

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al diagrama analítico de procesos de reparación de un motor diésel por una falla en su sistema de combustible, se pudo apreciar que el tiempo (min-hombre) en la pre evaluación fue de 2485 minutos (figura 26), y en la post evaluación fue de 1930 minutos (figura 29), con esto quiere decir que hubo una mejora de 555 minutos, debido a la reducción de tiempos innecesarios.

**Figura 31** DAP cuando se produce una avería en sistema lubricación (mejorado)

Formato cursograma analítico							
Diagrama Num:post-prueba		Hoja Núm de		Resumen			
Objeto: Reparar de una avería sistema de lubricación		Actividad		Actual	Propuesta	Economía	
Actividad: Reparación de un motor diesel		Operación		10	10		
Método: Actual/Propuesto		Transporte		4	4		
Lugar: Unidad naval		Espera		2	2		
Operario (s): J.I.P & R.L.G		Inspección		2	2		
Fecha: 10/08/21		Almacenamiento					
Fecha: 11/08/21		Distancia (m)					
Compuesto por: J.I.P & R.L.G		Tiempo (min-hombre)		1375	1050		
Aprobado por: B.D.M		Costo					
		- Mano de obra					
		- Material					
		Total					
Descripción		Cantidad	Tiempo	Distancia	Símbolo		Observaciones
Averías que se presentan en el motor			10		○		buque navegando
verificación de averías			45		□		inspección
se pone fuera de servicio el motor			10		◇		se realiza parado
se elabora un informe técnico			45		⇒		
Presenta informe técnico al jefe inmediato			15		▽		
Presenta informe técnico al comandante			15				
Elabora un plan de trabajo			30				
Se realiza selección de herramientas			30				
Se realiza desmontaje			90				
Se transporta al taller			45				
Se realiza requerimiento de repuestos			30				
Espera de repuestos			360				llegada de proveedor
Se realiza reparación			90				
Se transporta repuesto al motor			45				
Se realiza montaje			90				
Se realiza prueba en vacío			60				
Se verifica parámetros de control			30				inspección
Se sube las revoluciones			10				se continúa navegando
Total			1050		10	2 2 4 1	

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al diagrama analítico de procesos de reparación de un motor diésel por una falla en su sistema de lubricación, se pudo apreciar que el tiempo (min-hombre) en la pre evaluación fue de 1375 minutos (figura 27), y en la post evaluación fue de 1050 minutos (figura 30), con esto quiere decir que hubo una mejora de 325 minutos, debido a la reducción de tiempos innecesarios.

**Figura 32** DAP cuando se produce una avería en sistema refrigeración (mejorado)

Formato cursograma analítico									
Diagrama Num: post-prueba		Hoja Núm de		Resumen					
Objeto: Reparar de una avería sistema de refrigeración		Actividad		Actual	Propuesta	Economía			
Actividad: Reparación de un motor diesel		Operación		10	10				
Método: Actual/Propuesto		Transporte		4	4				
Lugar: Unidad naval		Espera		2	2				
Operario (s): J.I.P & R.L.G		Inspección		2	2				
Fecha: 10/08/21		Almacenamiento							
Fecha: 11/08/21		Distancia (m)							
Compuesto por: J.I.P & R.L.G		Tiempo (min-hombre)		1030	810				
Aprobado por: B.D.M		Costo							
		- Mano de obra							
		- Material							
		Total							
Descripción	Cantidad	Tiempo	Distancia	Símbolo				Observaciones	
Averías que se presentan en el motor		10		○	□	D	⇒	▼	buque navegando
verificación de averías		45							inspección
se pone fuera de servicio el motor		10							se realiza parado
se elabora un informe técnico		45							
Presenta informe técnico al jefe inmediato		15							
Presenta informe técnico al comandante		15							
Elabora un plan de trabajo		30							
Se realiza selección de herramientas		30							
Se realiza desmontaje		70							
Se transporta al taller		40							
Se realiza requerimiento de repuestos		40							
Espera de repuestos		180							llegada de proveedor
Se realiza reparación		70							
Se transporta repuesto al motor		40							
Se realiza montaje		70							
Se realiza prueba en vacío		60							
Se verifica parámetros de control		30							inspección
Se sube las revoluciones		10							se continúa navegando
Total		810		10	2	2	4		

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al diagrama analítico de procesos de reparación de un motor diésel por una falla en su sistema de refrigeración, se pudo apreciar que el tiempo (min-hombre) en la pre evaluación fue de 1030 minutos (figura 28), y en la post evaluación fue de 810 minutos (figura 31), con esto quiere decir que hubo una mejora de 220 minutos, debido a la reducción de tiempos innecesarios.

## Análisis descriptivo

En la tabla 12, se evidencia los datos estadísticos descriptivos de la mantenibilidad antes y después del desarrollo del estudio, se logró verificar que el promedio de los valores es decir la media se incrementó, también se verifica que la variación esperada o desviación estándar mejoro con respecto a la media.

A continuación, se detalla la descripción del pre test y post test de los datos de la mantenibilidad. La desviación estándar evidencia cuan dispersos se localiza la data en relación a su punto media, obteniendo como resultado un valor de 19,47820 en pre test y un menor valor de 8,86480 en post test, referente al promedio de toda la data de la muestra (media), se obtuvo como resultado 50,4375 en pre test incrementando a 79,2708 en post test, el punto medio de toda la data (mediana) arroja un valor de 46,0000 en pre test y un valor mayor de 79,0000 en post test, referente a la mantenibilidad y su valor mínimo se obtuvo en pre test 14,00 incrementando a 58,00 en el post test, también se evidencia aumento en el valor máximo de 95,00 del pre test a 100,00 en post test; el rango que asume la diferencia entre el máximo y mínimo valor de los datos, brinda un resultado de 81,00 en pre test reduciendo a 42,00 en post test.

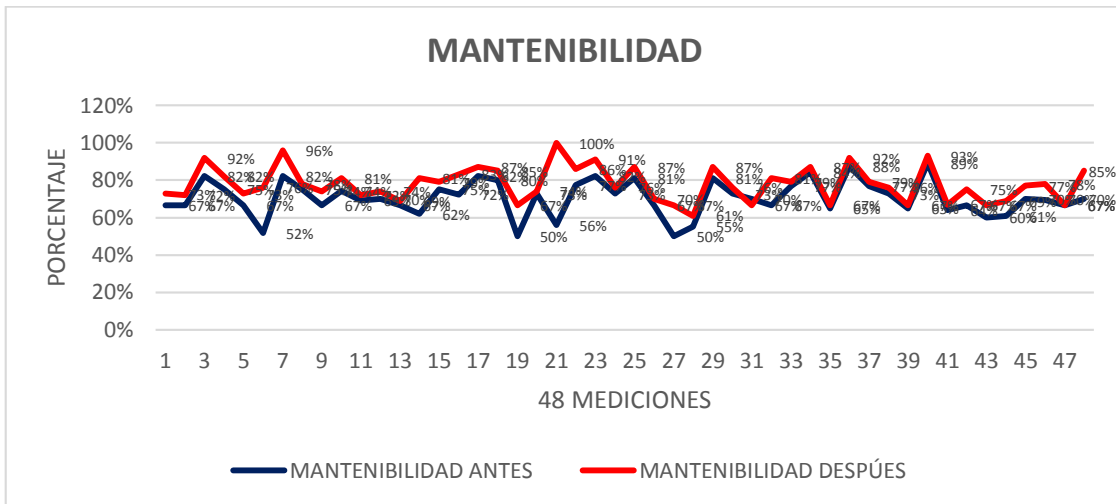
**Tabla 12 : Estadísticos descriptivos de la mantenibilidad (antes y después)**

		Descriptivos		
		Estadístico	Error típ.	
MANTENIBILIDAD ANTES	Media	50,4375	2,81144	
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	44,7816	
		Límite superior	56,0934	
	Media recortada al 5%	49,9861		
	Mediana	46,0000		
	Varianza	379,400		
	Desv. típ.	19,47820		
	Mínimo	14,00		
	Máximo	95,00		
	Rango	81,00		
	Amplitud intercuartil	27,00		
	Asimetría	,471	,343	
	Curtosis	-,152	,674	
	MANTENIBILIDAD DESPÚES	Media	79,2708	1,27952
Intervalo de confianza para la media al 95%		Límite inferior	76,6968	
		Límite superior	81,8449	
Media recortada al 5%		79,3796		
Mediana		79,0000		
Varianza		78,585		
Desv. típ.		8,86480		
Mínimo		58,00		
Máximo		100,00		
Rango		42,00		
Amplitud intercuartil		13,75		
Asimetría		-,134	,343	
Curtosis		-,159	,674	

Fuente: IBM SPSS Statistics 22

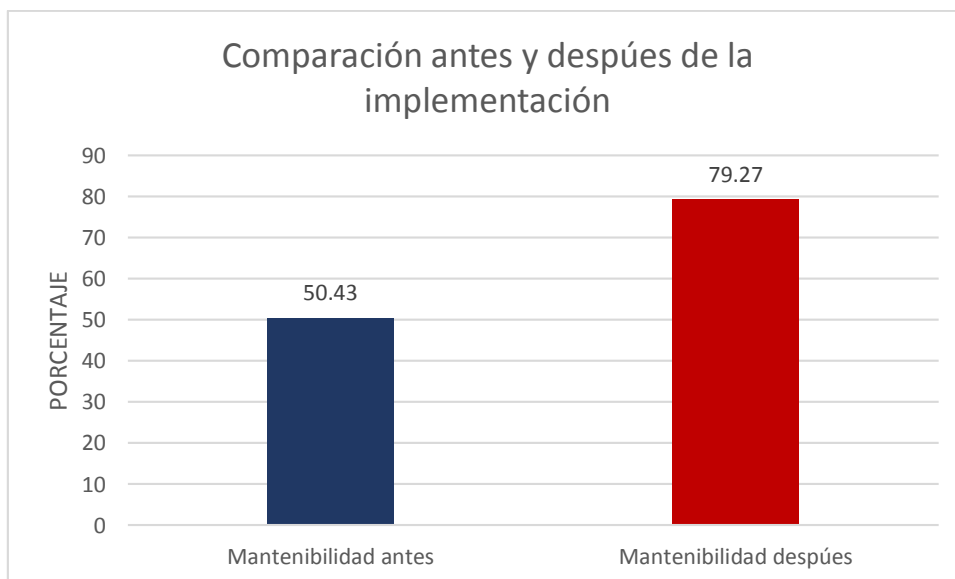


**Figura 33** Comparación de la mantenibilidad antes y después



Fuente: Elaboración propia

Se observa que la mantenibilidad de los motores diésel anterior y posterior a la implementación, se realizó en 8 semanas donde se realizaron 48 muestras, en las mediciones realizadas anteriormente se observa que el indicador de mantenibilidad anteriormente tenía un promedio del 50.43%, mientras que después de la implementación, se logró un promedio del 79.27%.



## **Resultado del indicador de confiabilidad del sistema mejorado**

La confiabilidad, con la ayuda de la correcta aplicación de las fases de la implementación de la gestión de mantenimiento, y más énfasis con el control en el análisis de criticidad y control de indicadores de mantenimiento, se utilizó la nueva información de navegaciones realizadas y las horas de funcionamiento de los motores diésel con los datos de tiempo entre fallas (MTBT) y el tiempo para reparar (MTTR) como indica en el (Anexo 17).de acuerdo al registro de numero de fallas que figura en el (Anexo 18).

### **Análisis descriptivo**

En la siguiente tabla 13, se evidencia los datos estadísticos descriptivos de la confiabilidad antes y después del desarrollo del estudio, con los que se logró verificar que el promedio de los valores es decir la media se incrementó, también se verifica que la variación esperada o desviación estándar mejoro con respecto a la media.

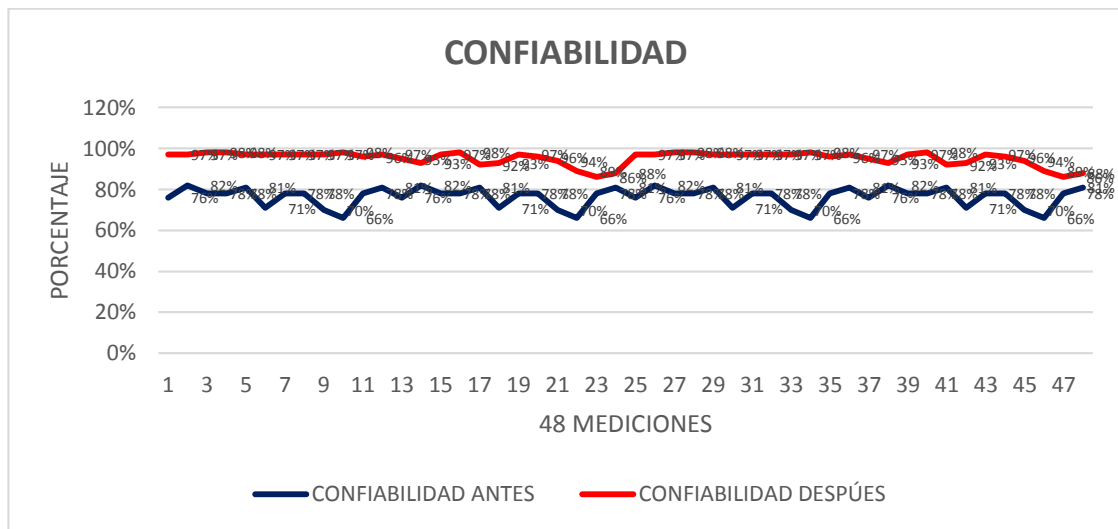
A continuación, se detalla la descripción del pre test y post test de los datos de la confiabilidad. La desviación estándar evidencia cuan dispersos se localiza la data en relación a su punto media, obteniendo como resultado un valor de 17,62609 en pre test y un menor valor de 13,57616 en post test, referente al promedio de toda la data de la muestra (media), se obtuvo como resultado 60,7083 en pre test incrementando a 73,3333 en post test, el punto medio de toda la data (mediana) arroja un valor de 63,5000 en pre test y un valor mayor de 76,0000 en post test, referente a la confiabilidad y su valor mínimo se obtuvo en pre test 33,00 incrementando a 37,00 en el post test, también se evidencia aumento en el valor máximo de 95,00 del pre test a 97,00 en post test; el rango que asume la diferencia entre el máximo y mínimo valor de los datos, brinda un resultado de 62,00 en pre test reduciendo a 60,00 en post test.

**Tabla 13** : Estadísticos descriptivos de la confiabilidad (antes y después)

		<b>Descriptivos</b>		Estadístico	Error típ.
CONFIABILIDAD ANTES	Media			60,7083	2,54411
	Intervalo de confianza para	Límite inferior		55,5903	
	la media al 95%	Límite superior		65,8264	
	Media recortada al 5%			60,4491	
	Mediana			63,5000	
	Varianza			310,679	
	Desv. típ.			17,62609	
	Mínimo			33,00	
	Máximo			95,00	
	Rango			62,00	
	Rango intercuartil			31,75	
	Asimetría			,074	,343
	Curtosis			-1,136	,674
	CONFIABILIDAD DESPÚES	Media			73,3333
Intervalo de confianza para		Límite inferior		69,3912	
la media al 95%		Límite superior		77,2754	
Media recortada al 5%				73,9213	
Mediana				76,0000	
Varianza				184,312	
Desv. típ.				13,57616	
Mínimo				37,00	
Máximo				97,00	
Rango				60,00	
Rango intercuartil				16,75	
Asimetría				-,604	,343
Curtosis				,406	,674

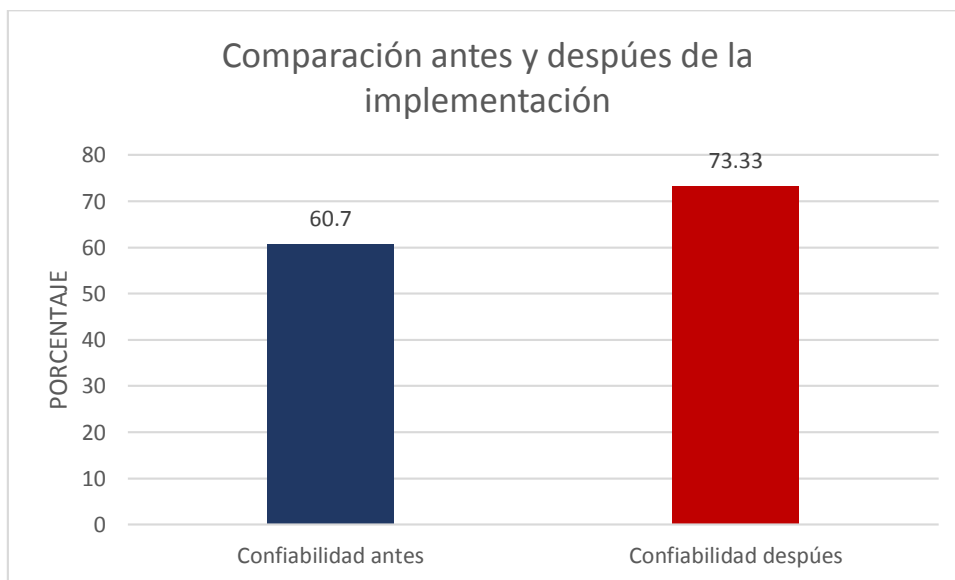
Fuente: IBM SPSS Statistics 22

**Figura 34** Comparación de la confiabilidad antes y después



Fuente: Elaboración propia

Se observa que la confiabilidad de los motores diésel anterior y posterior a la implementación, se realizó en 8 semanas donde se realizaron 48 muestras, en las mediciones realizadas anteriormente se ve que el indicador de confiabilidad anteriormente tenía un promedio del 60.7%, mientras que después de la implementación, se logró un promedio del 73.33%.



## **Resultado del indicador de disponibilidad del sistema mejorado**

La disponibilidad, con la aplicación de las etapas de la implementación de la gestión de mantenimiento y más énfasis en el análisis de crítico, gestión de recursos humanos y gestión de los equipos, se logró mejorar la disponibilidad de la embarcación naval. La nueva toma de datos que se realizó en la embarcación naval, mediante la ficha de registro de disponibilidad de los datos de las horas disponibles de los motores diésel programados y las horas en los tiempos muertos por operación de los motores diésel ejecutado durante las navegaciones, como indica en el (Anexo 18).

### **Análisis descriptivo**

En la siguiente tabla 14, se evidencia los datos estadísticos descriptivos de la disponibilidad antes y después del desarrollo del estudio, con los que se logró verificar que el promedio de los valores es decir la media se incrementó, además se verifico que la variación esperada o desviación estándar mejoro con respecto a la media.

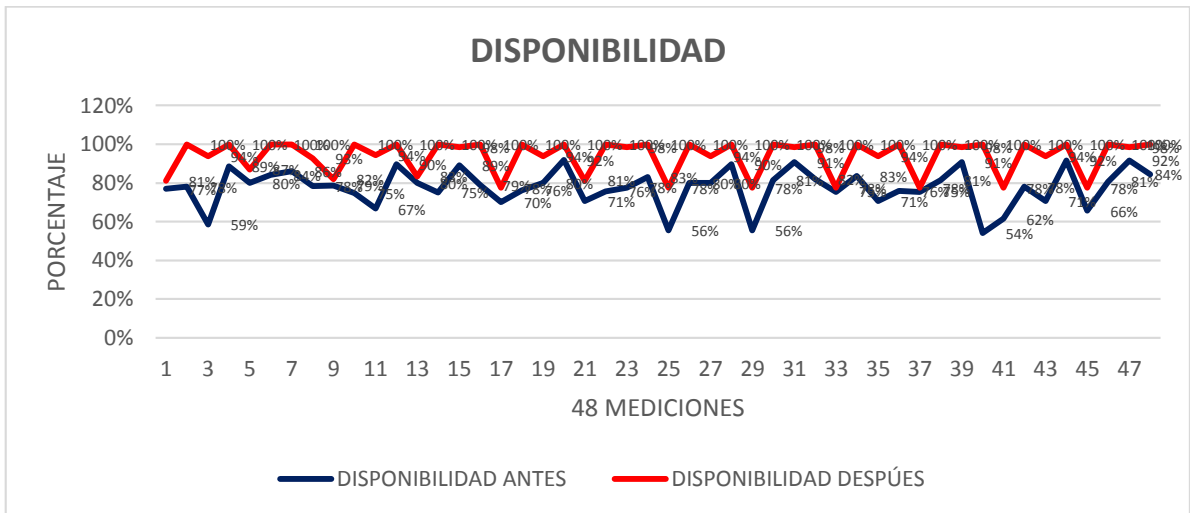
A continuación, se detalla la descripción del pre test y post test de los datos de la disponibilidad. La desviación estándar evidencia cuan dispersos se localiza la data en relación a su punto media, obteniendo como resultado un valor de 17,77759 en pre test y un menor valor de 11,53347 en post test, referente al promedio de toda la data de la muestra (media), se obtuvo como resultado 60,5000 en pre test incrementando a 81,8542 en post test, el punto medio de toda la data (mediana) arroja un valor de 63,5000 en pre test y un valor mayor de 79,0000 en post test, referente a la disponibilidad y su valor mínimo se obtuvo en pre test 33,00 incrementando a 58,00 en el post test, también se evidencia aumento en el valor máximo de 95,00 del pre test a 98,00 en post test; el rango que asume la diferencia entre el máximo y mínimo valor de los datos, brinda un resultado de 62,00 en pre test reduciendo a 40,00 en post test.

**Tabla 14 : Estadísticos descriptivos de la disponibilidad (antes y después)**

		<b>Descriptivos</b>		Estadístico	Error típ.
DISPONIBILIDAD ANTES	Media			60,5000	2,56597
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior		55,3379	
		Límite superior		65,6621	
	Media recortada al 5%			60,2176	
	Mediana			63,5000	
	Varianza			316,043	
	Desv. típ.			17,77759	
	Mínimo			33,00	
	Máximo			95,00	
	Rango			62,00	
	Rango intercuartil			32,50	
	Asimetría			,088	,343
	Curtosis			-1,179	,674
	DISPONIBILIDAD DESPÚES	Media			81,8542
Intervalo de confianza para la media al 95%		Límite inferior		78,5052	
		Límite superior		85,2031	
Media recortada al 5%				82,1343	
Mediana				79,0000	
Varianza				133,021	
Desv. típ.				11,53347	
Mínimo				58,00	
Máximo				98,00	
Rango				40,00	
Rango intercuartil				20,00	
Asimetría				-,055	,343
Curtosis				-1,082	,674

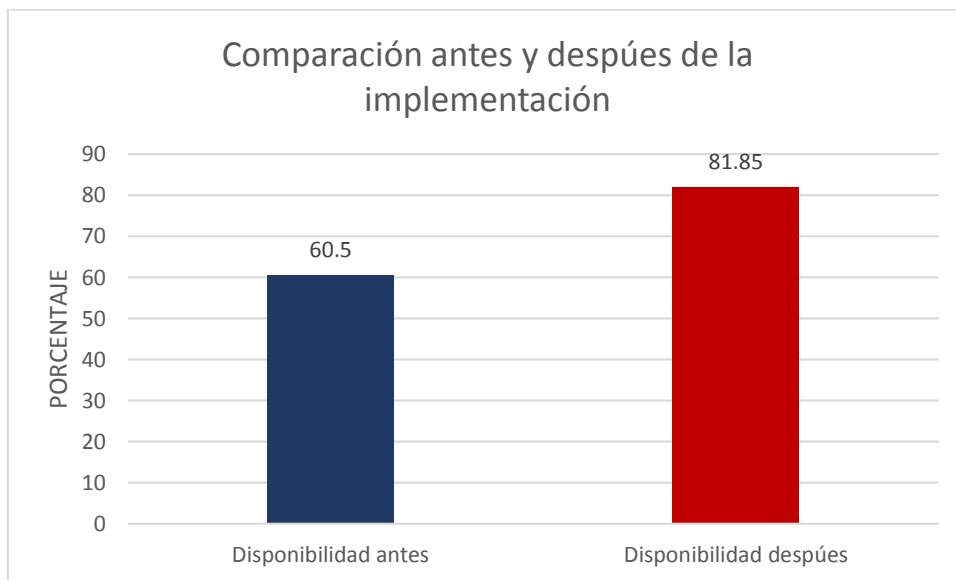
Fuente: IBM SPSS Statistics 22

**Figura 35** Comparación de la disponibilidad antes y después



Fuente: Elaboración propia

Se observa que la disponibilidad de los motores diésel anterior y posterior a la implementación, se realizó en 8 semanas donde se realizaron 48 muestras, en las mediciones realizadas anteriormente se ve que la eficiencia anteriormente tenía un promedio del 60.5%, mientras que después de la implementación, se logró un promedio del 81.85%.



## **Resultado de la variable dependiente del sistema mejorado**

### **Resultado del indicador de eficacia del sistema mejorado**

La Eficacia, los resultados están directamente relacionados con la disponibilidad de los motores diésel y para determinar la nueva información de navegaciones realizadas y distancias de millas navegadas planificadas, se verificó la distancia y el tiempo que recorrió la embarcación para poder así determinar el cumplimiento de los resultados de las navegaciones y evidencio mejora en el indicador de eficacia del cumplimiento de resultados de las navegaciones como se muestra con los datos obtenidos en la ficha de registro de eficacia de los motores diésel, en el (Anexo 21).

### **Análisis descriptivo**

En la siguiente tabla 15, como segundo objetivo específico fue demostrar como la implementación de la gestión de mantenimiento en los motores diésel mejora la eficacia de una embarcación naval, Callao- 2021, se evidencia en los datos de las estadísticas descriptivas de la eficacia antes y después del desarrollo del estudio, con los que se logró verificar que el promedio de los valores es decir la media se incrementó, así mismo se verifica que la variación esperada o desviación estándar mejoro con respecto a la media.

A continuación, se detalla la descripción del pre test y post test de los datos de la eficacia. La desviación estándar evidencia cuan dispersos se localiza la data en relación a su punto media, obteniendo como resultado un valor de 20,72454 en pre test y un menor valor de 8,00064 en post test, referente al promedio de toda la data de la muestra (media), se obtuvo como resultado 67,0625 en pre test incrementando a 87,7708 en post test, el punto medio de toda la data (mediana) arroja un valor de 71,5000 en pre test y un valor mayor de 91,5000 en post test, referente a la eficacia y su valor mínimo se obtuvo en pre test 11,00 incrementando a 69,00 en el post test, también se evidencia aumento en el valor máximo de 91,00 del pre test a 94,00 en post test; el rango que asume la diferencia entre el máximo y mínimo valor de los datos, brinda un resultado de 80,00 en pre test reduciendo a 25,00 en post test.

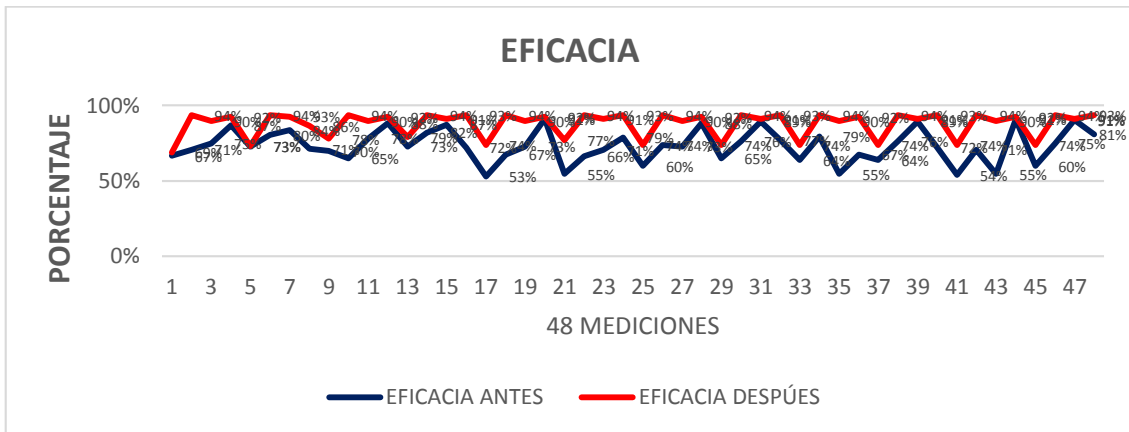


**Tabla 15 : Estadísticos descriptivos de la eficacia (antes y después)**

		<b>Descriptivos</b>			
				Estadístico	Desv. Error.
EFICACIA ANTES	Media			67,0625	2,99133
	Intervalo de confianza para	Límite inferior		61,0447	
	la media al 95%	Límite superior		73,0803	
	Media recortada al 5%			68,8380	
	Mediana			71,5000	
	Varianza			429,507	
	Desv. est.			20,72454	
	Mínimo			11,00	
	Máximo			91,00	
	Rango			80,00	
	Rango intercuartil			15,75	
	Asimetría			-1,424	,343
	Curtosis			1,710	,674
	EFICACIA DESPUES	Media			87,7708
Intervalo de confianza para		Límite inferior		85,4477	
la media al 95%		Límite superior		90,0940	
Media recortada al 5%				88,3287	
Mediana				91,5000	
Varianza				64,010	
Desv. est.				8,00064	
Mínimo				69,00	
Máximo				94,00	
Rango				25,00	
Rango intercuartil				13,00	
Asimetría				-1,150	,343
Curtosis				-,386	,674

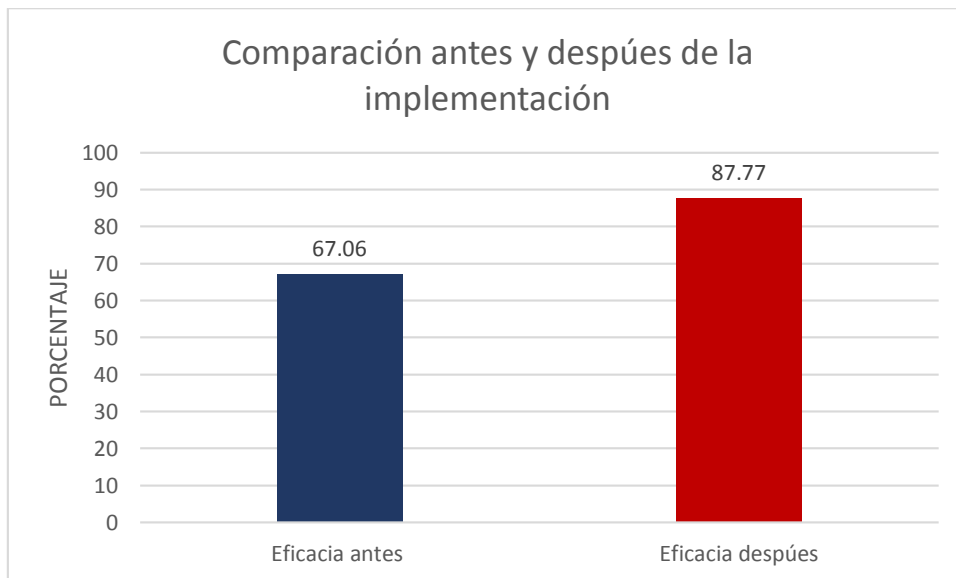
Fuente: IBM SPSS Statistics 22

**Figura 36** Comparación de la eficacia antes y después



Fuente: Elaboración propia

Se observa que la eficacia de los motores diésel anterior y posterior a la implementación, se realizó en 8 semanas donde se realizaron 48 muestras, en las mediciones realizadas anteriormente se ve que la eficacia anteriormente tenía un promedio del 65.6%, mientras que después de la implementación, se logró un promedio del 87.7%.



## **Resultado del indicador de eficiencia del sistema mejorado**

La Eficiencia, estuvo directamente relacionada con los indicadores de mantenibilidad y confiabilidad, para determinarla se utilizó la nueva información de navegaciones realizadas a través de los libros de “Registro de horas de Máquinas” y el “Bitácora de Máquinas” para verificar las horas de parada y las horas de funcionamiento de los motores diésel ocurridas en la navegación y se contrastó que se logró la reducción de las tiempos muertos en paradas no planificadas y el aumento el tiempo entre fallas de los motores diésel, con el fin de ser eficientes en el uso de los recursos horas hombre y horas máquina como indica en el (Anexo 21).

### **Análisis descriptivo**

En la siguiente tabla 16, como primer objetivo específico: Demostrar como la implementación de la gestión de mantenimiento en los motores diésel mejora la eficiencia de una embarcación naval, Callao- 2021, se realizó las estadísticas descriptivas de la eficiencia antes y después del desarrollo del estudio, con los que se logró verificar que el promedio de los valores es decir la media se incrementó, así mismo se verifica que la variación esperada o desviación estándar mejoró con respecto a la media.

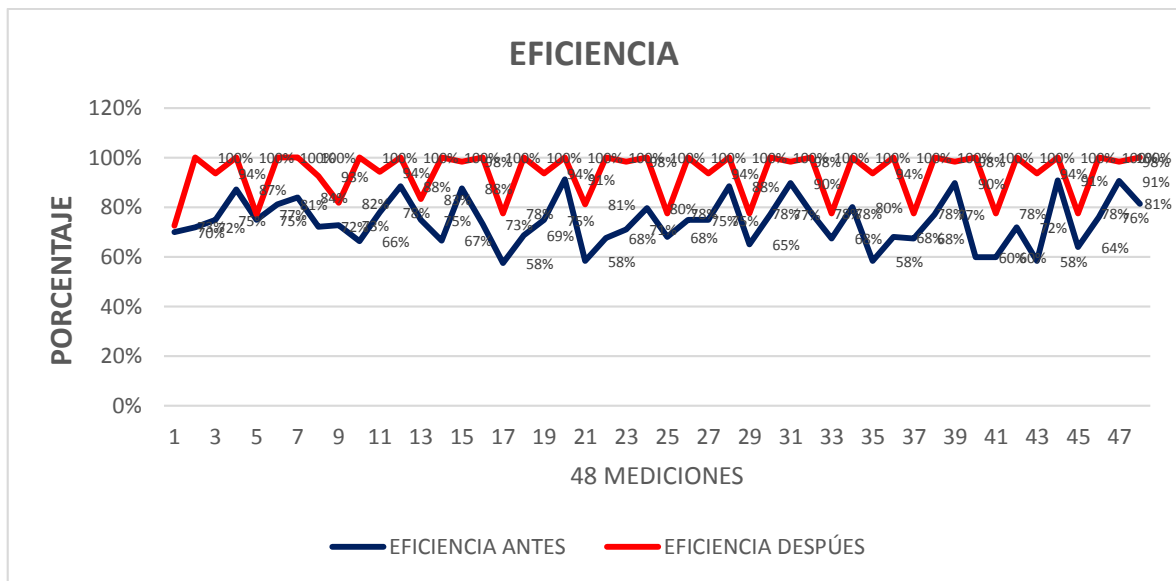
A continuación, se detalla la descripción del pre test y post test de los datos de la eficiencia. La desviación estándar evidencia cuan dispersos se localiza la data en relación a su punto media, obteniendo como resultado un valor de 18,78088 en pre test y un menor valor de 9,04745 en post test, referente al promedio de toda la data de la muestra (media), se obtuvo como resultado 69,2083 en pre test incrementando a 93,3750 en post test, el punto medio de toda la data (mediana) arroja un valor de 73,0000 en pre test y un valor mayor de 98,0000 en post test, referente a la eficiencia y su valor mínimo se obtuvo en pre test 15,00 incrementando a 73,00 en el post test, también se evidencia aumento en el valor máximo de 91,00 del pre test a 100.00 en post test; el rango que asume la diferencia entre el máximo y mínimo valor de los datos, brinda un resultado de 76,00 en pre test reduciendo a 27,00 en post test.

**Tabla 16 : Estadísticos descriptivos de la eficiencia (antes y después)**

		Descriptivos		Estadístico	Desv. Error
EFICIENCIA ANTES	Media			69,2083	2,71079
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior		63,7549	
		Límite superior		74,6617	
	Media recortada al 5%			70,8472	
	Mediana			73,0000	
	Varianza			352,722	
	Desv. típ.			18,78088	
	Mínimo			15,00	
	Máximo			91,00	
	Rango			76,00	
	Rango intercuartil			14,50	
	Asimetría			-1,437	,343
	Curtosis			1,848	,674
	EFICIENCIA DESPUES	Media			93,3750
Intervalo de confianza para la media al 95%		Límite inferior		90,7479	
		Límite superior		96,0021	
Media recortada al 5%				94,0000	
Mediana				98,0000	
Varianza				81,856	
Desv. típ.				9,04745	
Mínimo				73,00	
Máximo				100,00	
Rango				27,00	
Rango intercuartil				14,50	
Asimetría				-1,081	,343
Curtosis				-,554	,674

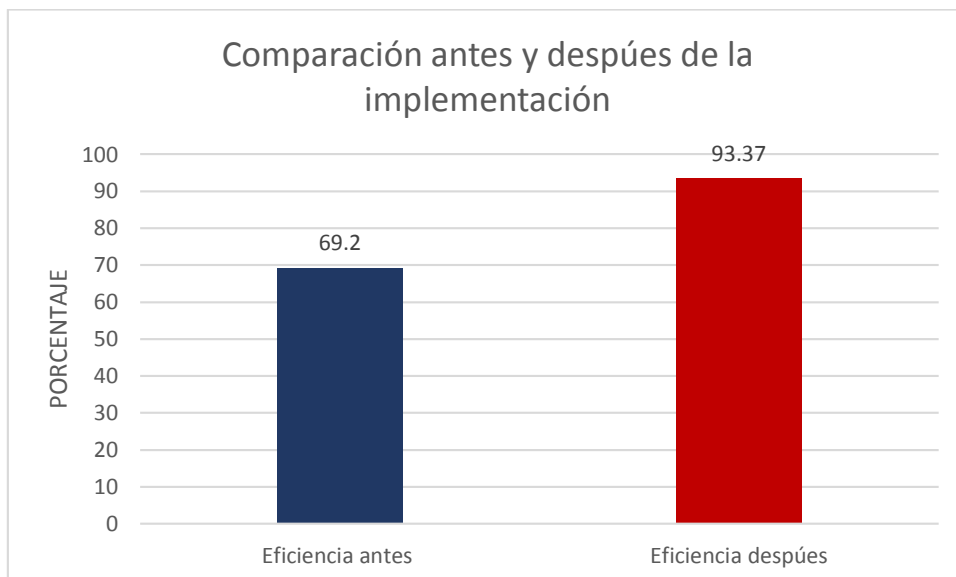
Fuente: IBM SPSS Statistics 22

**Figura 37** Comparación de la eficiencia antes y después



Fuente: Elaboración propia

Se observa que la eficiencia de los motores diésel anterior y posterior a la implementación, se realizó en 8 semanas donde se realizaron 48 muestras, en las mediciones realizadas anteriormente se ve que la eficiencia anteriormente tenía un promedio del 69.2%, mientras que después de la implementación, se logró un promedio del 93.37%



## **Resultado del indicador de productividad del sistema mejorado**

La Productividad y su significado está en relación a los resultados de la cantidad de millas navegadas y las horas de operación de los motores diésel, para ello se realizó el cuadro de registro de indicadores de eficacia (resultados) y eficiencia (Tiempo para conseguirlos) por cada navegación realizada en los meses posteriores a la implementación de la gestión de mantenimiento, donde se evidencia un aumento de la productividad, como se muestra en la ficha de registro de productividad (Anexo 22).

### **Análisis descriptivo**

En la siguiente tabla 17, para indicar que se logró el objetivo general: determinar que la implementación de la gestión de mantenimiento en los motores diésel mejora la productividad de una embarcación naval, Callao- 2021, se realizó las estadísticas descriptivas de la productividad antes y después del desarrollo del estudio, con los que se logró verificar que el promedio de los valores es decir la media se incrementó, así mismo se verifica que la variación esperada o desviación estándar mejoro con respecto a la media.

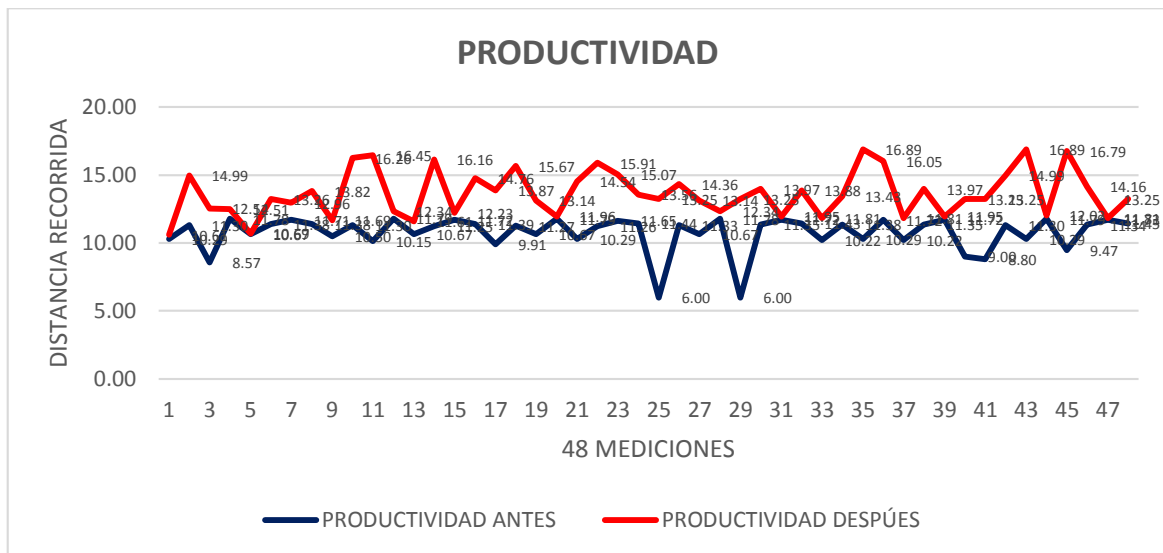
Así mismo se detalla la descripción del pre test y post test de los datos de la productividad. La desviación estándar evidencia cuan dispersos se localiza la data en relación a su punto media, obteniendo como resultado un valor de 1,29550 en pre test y un menor valor de 1,15034 en post test, referente al promedio de toda la data de la muestra (media), se obtuvo como resultado 10,7600 en pre test incrementando a 13,9239 en post test, el punto medio de toda la data (mediana) arroja un valor de 11,3000 en pre test y un valor mayor de 13,6900 en post test, referente a la productividad y su valor mínimo se obtuvo en pre test 6,00 incrementando a 10,61 en el post test, también se evidencia aumento en el valor máximo de 11,79 del pre test a 21,27 en el post test; el rango que asume la diferencia entre el máximo y mínimo valor de los datos, brinda un resultado de 5,79 en pre test reduciendo a 2.86 en post test.

**Tabla 17 : Estadísticos descriptivos de la productividad (antes y después)**

Descriptivos					
			Estadístico	Desv. Error	
PRODUCTIVIDAD ANTES		Media	10,7600	,18699	
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior	10,3838 11,1382	
		Media recortada al 5%		10,9434	
		Mediana		11,3000	
		Varianza		1,678	
		Desv. típ.		1,29550	
		Mínimo		6,00	
		Máximo		11,79	
		Rango		5,79	
		Rango intercuartil		1,31	
		Asimetría		-2,328	,343
		Curtosis		6,185	,674
	PRODUCTIVIDAD DESPÚES		Media	13,9239	,16777
			Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior	13,2995 14,5483
		Media recortada al 5%		13,7615	
		Mediana		13,6900	
		Varianza		4,624	
		Desv. típ.		1,16235	
		Mínimo		10,61	
		Máximo		13,92	
		Rango		2,86	
		Rango intercuartil		2,73	
		Asimetría		1,258	,343
		Curtosis		2,371	,674

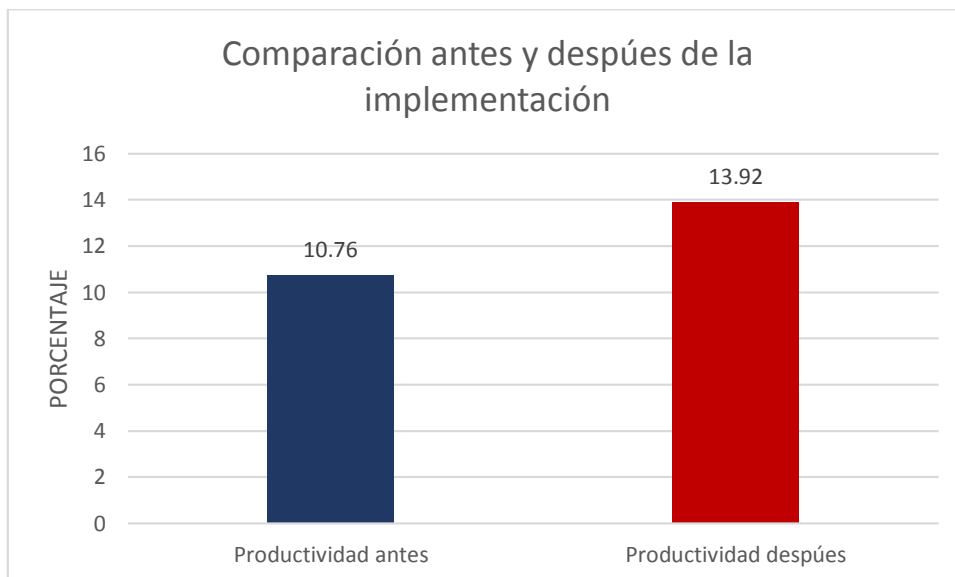
Fuente: IBM SPSS Statistics 22

**Figura 38** Comparación de la productividad antes y después



Fuente: Elaboración propia

Se observa que la productividad en los motores diésel al cabo de las 8 semanas se realizaron 48 muestras, se observa que en los datos tomados antes de la implementación se obtuvo una productividad promedio del 10.76 y posterior a la implementación de la gestión de mantenimiento se logró un promedio del 13.92 millas que la embarcación naval recorre en una hora.





## Análisis inferencial

Se plantea la siguiente hipótesis general:

Hi: La implementación de la gestión de mantenimiento en los motores diésel mejorará la productividad en una embarcación naval, Callao – 2021

Resumen de procesamiento de casos

**Tabla 18** Resumen de procesamiento de datos

	Resumen del procesamiento de los casos					
	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
PRODUCTIVIDAD ANTES	48	100,0%	48	0,0%	48	100,0%
PRODUCTIVIDAD DESPÚES	48	100,0%	48	0,0%	48	100,0%

Fuente: IBM SPSS Statistics 22

Para la hipótesis general del estudio, se verifica si los datos de la productividad antes y después, son o no paramétricos, se observa que la cantidad de los datos, que son inferiores a 50, se utiliza al estadístico Shapiro Wilk:

Regla:

Si  $p\text{valor} \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula

Si  $p\text{valor} > 0.05$ , se acepta la hipótesis nula |

**Tabla 19** Prueba de normalidad

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PRODUCTIVIDAD ANTES	,252	48	,000	,971	48	,000
PRODUCTIVIDAD DESPÚES	,134	48	,031	,716	48	,002

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Fuente: IBM SPSS Statistics 22

De esta tabla se infiere que ante la aplicación de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, por ser una muestra de 48 días antes y después de la implementación, la significancia nos dio un p (valor)  $< .05$ , lo que significa que la distribución es asimétrica, por lo que se da un comportamiento no paramétrico, lo

que lleva a seleccionar la comparación con el estadígrafo de Wilcoxon. Se asume el parámetro de análisis siguiente para la contratación de hipótesis:

Hi: La implementación de la gestión de mantenimiento en los motores diésel mejorará la productividad en una embarcación naval, Callao – 2021

Ho: La implementación de la gestión de mantenimiento en los motores diésel no mejorará la productividad en una embarcación naval, Callao – 2021

Regla:

Hi:  $\mu_{Pi} < \mu_{Pd}$

Ho:  $\mu_{Pi} \geq \mu_{Pd}$

**Tabla 20** *Tabla de muestras emparejadas de la productividad*

	Estadísticos descriptivos				
	N	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
PRODUCTIVIDAD ANTES	48	10,7600	1,29550	6,00	11,79
PRODUCTIVIDAD DESPUÉS	48	13,9239	1,16235	10,66	13,92

Fuente: IBM SPSS Statistics 22

Se observa la diferencia de medias de la productividad, que antes de la implementación tiene una media de 10.76, después se obtiene una media de 13.9239, por lo que no se cumple la regla Ho:  $\mu_{Pi} \geq \mu_{Pd}$ , es por ello que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, por lo tanto, se demuestra que la implementación de la gestión de mantenimiento en los motores diésel mejorará la productividad en una embarcación naval, Callao – 2021

Seguidamente se observan los resultados de la aplicación con el estadígrafo Wilcoxon:

Regla:

Si  $p\text{valor} \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula

Si  $p\text{valor} > 0.05$ , se acepta la hipótesis nula |

**Tabla 21** *Análisis de la productividad con el estadígrafo de wilcoxon*

Estadísticos de contraste <sup>a</sup>	
	PRODUCTIVIDAD DESPÚES - PRODUCTIVIDAD ANTES
Z	-6,031 <sup>b</sup>
Sig. asintótica. (bilateral)	,000

a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

b. Basado en los rangos negativos.

Fuente: IBM SPSS Statistics 22

Se puede observar que la significancia con el estadígrafo Wilcoxon de la productividad antes y después, es de 0.000, el cual es menor a 0.05, por lo que, se rechaza la hipótesis nula y se acepta que la implementación de la gestión de mantenimiento en los motores diésel mejorará la productividad en una embarcación naval, Callao – 2021.

### **Análisis de la primera hipótesis específica**

Hi: La implementación de la gestión de mantenimiento en los motores diésel mejorara la eficiencia en una embarcación naval, Callao – 2021.

**Tabla 22** *Resumen de procesamiento de casos*

	Resumen del procesamiento de los casos					
	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
EFICIENCIA ANTES	48	100,0%	48	0,0%	48	100,0%
EFICIENCIA DESPÚES	48	100,0%	48	0,0%	48	100,0%

Fuente: IBM SPSS Statistics 22

Para la hipótesis general del estudio, se verifica si los datos de la eficiencia antes y después son o no paramétricos, se observa que la cantidad de los datos que son menores a 50, se utiliza al estadístico Shapiro Wilk:

Regla:

Si  $p\text{valor} \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula

Si  $p\text{valor} > 0.05$ , se acepta la hipótesis nula |

**Tabla 23 Prueba de normalidad eficiencia**

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
EFICIENCIA ANTES	,204	48	,000	,849	48	,000
EFICIENCIA DESPUÉS	,279	48	,000	,716	48	,000

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Fuente: IBM SPSS Statistics 22

De esta tabla se infiere que ante la aplicación de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, por ser una muestra de 48 días antes y después de la implementación, las significancias de los valores son iguales por cuanto nos arrojó un  $p$  (valor)  $< .05$ , lo que significa que la distribución es asimétrica, por lo que se da un comportamiento no paramétrico, lo que lleva a seleccionar la comparación con el estadígrafo de Wilcoxon. Se asume el parámetro de análisis siguiente para la contratación de hipótesis:

Hi: La implementación de la gestión de mantenimiento en los motores diésel mejorará la eficiencia en una embarcación naval, Callao – 2021.

Ho: La implementación de la gestión de mantenimiento en los motores diésel no mejorará la eficiencia en una embarcación naval, Callao – 2021.

Regla:

Hi:  $\mu_{Pi} < \mu_{Pd}$

Ho:  $\mu_{Pi} \geq \mu_{Pd}$

**Tabla 24** Estadísticas de muestras emparejadas eficiencia

	Estadísticos descriptivos				
	N	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
EFICIENCIA ANTES	48	69,2083	18,78088	15,00	91,00
EFICIENCIA DESPÚES	48	93,3750	9,04745	73,00	100,00

Fuente: IBM SPSS Statistics 22

Se observa la diferencia de medias de la variable eficiencia, que antes de la implementación tiene una media de 69.31, que es inferior a la media después de la implementación de 93.52, por lo que no se cumple la regla  $H_0: \mu_{Pi} \geq \mu_{Pd}$ , es por ello que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, por lo tanto, se demuestra que la implementación de la gestión de mantenimiento en los motores diésel mejorará la eficiencia en una embarcación naval, Callao – 2021

Seguidamente se procede a realizar el análisis con el estadígrafo de wilcoxon, para verificar la hipótesis.

**Tabla 25** Análisis de la eficiencia con el estadígrafo de wilcoxon

Estadísticos de contraste <sup>a</sup>	
	EFICIENCIA DESPÚES - EFICIENCIA ANTES
Z	-6,032 <sup>b</sup>
Sig. asintótica. (bilateral)	,000

a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

b. Basado en los rangos negativos.

Fuente: IBM SPSS Statistics 22

Se puede observar que la significancia con el estadígrafo wilcoxon de la eficiencia antes y después, es de 0.000, el cual es menor a 0.05 por lo que, se rechaza la hipótesis nula y se acepta que la implementación de la gestión de mantenimiento en los motores diésel mejorará la eficiencia en una embarcación naval, Callao – 2021.

## Análisis de la segunda hipótesis

Hi: La implementación de la gestión de mantenimiento en los motores diésel mejorará la eficacia en una embarcación naval, Callao – 2021.

**Tabla 26** Resumen de procesamiento de casos eficacia

	Resumen del procesamiento de los casos					
	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
EFICACIA ANTES	48	100,0%	48	0,0%	48	100,0%
EFICACIA DESPÚES	48	100,0%	48	0,0%	48	100,0%

Fuente: IBM SPSS Statistics 22

Para la hipótesis general del estudio, se verifica si los datos de la eficacia antes y después, son o no paramétricos, se observa que la cantidad de los datos, que son inferiores a 50, se utiliza al estadístico Shapiro Wilk:

Regla:

Si  $p\text{valor} \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula

Si  $p\text{valor} > 0.05$ , se acepta la hipótesis nula |

**Tabla 27** Prueba de normalidad

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
EFICACIA ANTES	,210	48	,000	,856	48	,000
EFICACIA DESPÚES	,339	48	,000	,722	48	,000

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Fuente: IBM SPSS Statistics 22

De esta tabla se infiere que ante la aplicación de la prueba de normalidad del estadístico Shapiro-Wilk, por ser una muestra de 46 días antes y después de la implementación, las significancias de los valores fueron iguales por cuanto nos dio un p (valor)  $<.0.05$ , por lo que se da un comportamiento no paramétrico, lo que lleva a seleccionar la comparación con el estadígrafo de Wilcoxon. Se asume el parámetro de análisis siguiente para la contratación de hipótesis:

Hi: La implementación de la gestión de mantenimiento en los motores diésel mejorará la eficacia en una embarcación naval, Callao – 2021.

Ho: La implementación de la gestión de mantenimiento en los motores diésel no mejorará la eficacia en una embarcación naval, Callao – 2021.

Regla:

Hi:  $\mu_{Pi} < \mu_{Pd}$

Ho:  $\mu_{Pi} \geq \mu_{Pd}$

**Tabla 28** Estadísticas de muestras emparejadas eficacia

	Estadísticos descriptivos				
	N	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
EFICACIA ANTES	48	67,0625	20,72454	11,00	91,00
EFICACIA DESPÚES	48	87,7708	8,00064	69,00	94,00

Fuente: IBM SPSS Statistics 22

Se observa la diferencia de medias de la eficacia, que antes de la implementación tiene una media de 67.18, después se obtiene una media de 87.77, por lo que no se cumple la regla Ho:  $\mu_{Pi} \geq \mu_{Pd}$ , es por ello que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, por lo tanto, se demuestra que la implementación de la gestión de mantenimiento en los motores diésel mejorara la eficacia en una embarcación naval, Callao – 2021

Seguidamente se procede a realizar el análisis con el estadígrafo de wilcoxon, para verificar la hipótesis

Regla:

Si  $p\text{valor} \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula

Si  $p\text{valor} > 0.05$ , se acepta la hipótesis nula |

**Tabla 29** *Análisis de la eficacia con el estadígrafo de wilcoxon*

<b>Estadísticos de contraste<sup>a</sup></b>	
	EFICACIA DESPÚES - EFICACIA ANTES
Z	-5,906 <sup>b</sup>
<u>Sig. asintótica. (bilateral)</u>	<u>,000</u>

a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

b. Basado en los rangos negativos.

Fuente: IBM SPSS Statistics 22

Se puede observar que la significancia con el estadígrafo wilcoxon de la eficacia antes y después, es de 0.000, el cual es menor a 0.05, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta que la implementación de la gestión de mantenimiento en los motores diésel mejorará la eficacia en una embarcación naval, Callao – 2021.



## V. DISCUSIÓN

La embarcación naval en un inicio no se encontraba con una organización de mantenimiento totalmente definida, esencialmente porque no se ha diseñado en forma estructural los objetivos y políticas que permitan definir la planificación, ejecución y control de las actividades y minimizar los costos de mantenimiento. Además, no existían procedimientos que proporcionaban la ejecución, control y evaluación de tareas para llevar a cabo el mantenimiento y conservación de los equipos. Esto se encontró mediante el diagrama de Ishikawa y el diagrama de Pareto y también a través del DAP del proceso de mantenimiento de los motores diésel, que eran afectados por tiempos muertos, el objetivo general de la investigación es determinar que la gestión de mantenimiento en los motores diésel incrementa la productividad, lo cual ese objetivo se confirmó a través de la prueba de muestras emparejadas que reflejó la diferencia de la media de la productividad, antes y después de la implementación del estudio, como se evidencia la media en el Pre test fue de un valor de 10.76, siendo menor que la Media en el Post test con un valor de 13.92 dando como resultado una mejora de 3.16 millas navegadas por hora que recorre la embarcación naval.

Esta situación es no es ajena al diagnóstico realizado por (FLORES, 2018) ya que encontró en el área donde se ha identificado los problemas en la cual la empresa tiene mayor incidencia y por la cual se dejan de cumplir con los servicios solicitados por los clientes, es el área de mantenimiento, por la ausencia de un plan de mantenimiento preventivo estos problemas se deben a muchos factores, como la falta de un programa de mantenimiento preventivo, falta de compromiso de la alta dirección, falta de un sistema de control en el mantenimiento preventivo para cada una de las unidades que conforman la flota pesada y la falta de un control en los costos que implican todos los mantenimientos que se le realizan a cada una de las unidades. Durante la toma de muestras encontró que su productividad inicial era de 54.33% y después de la implementación fue de 90.00%, demostrando que su implementación de un plan de mantenimiento incrementa la productividad, este incremento origina que la empresa pueda cumplir en su mayoría con los servicios solicitados por los clientes. Así mismo es necesario mencionar que (Carrillo y otros 2021) con la Implementación de la gestión de mantenimiento para mejorar la

productividad en la máquina cnc de la empresa TFM, Chimbote-2021 tuvo como objetivo general demostrar cómo es que la implementación de la gestión de mantenimiento mejora la productividad en la maquina cnc, estos datos se reflejaron en la diferencia de la media de la productividad, antes y después de la implementación, como se evidencia en su Media del Pre test, de la productividad obtuvo un valor de 53.68 %, menor que la Media en el Post test, de la productividad donde obtuvo un valor de 77.99% y como resultado una mejora de 24.31%.demostrando que la implementación de la gestión de mantenimiento fue factible para la empresa ya que esa máquina era una de las más críticas dentro de su línea de producción, mientras que ratificando lo mencionado anteriormente en la tesis de (Rosado y otros 2019) con la implementación del mantenimiento preventivo para incrementar la productividad, en la empresa de transportes ETISSA, Ate 2019, donde tuvo como objetivo general determinar que el mantenimiento preventivo incrementa la productividad, esto se observó en la diferencia de la media de la productividad, antes y después de la implementación, como se evidencia en su Media del Pre test, de la productividad obtuvo un valor de 48.33 %, menor que la Media en el Post test, de la productividad donde obtuvo un valor de 72.20% obteniendo como resultado una mejora del 28.87%, demostrando que la implementación de la gestión de mantenimiento mejora la productividad en la empresa de transportes donde pudieron encontrar clientes más satisfechos con el servicio brindado, esto servirá para ser aplicado en las demás embarcaciones navales mejorando la productividad en sus motores diésel. Estos resultados descritos confirman la teoría base aplicada en el estudio desarrollado, donde el autor (MORA, 2015) en su libro Mantenimiento, Planeación, Ejecución y Control; nos dice que el mantenimiento garantiza los índices de productividad y competitividad para optimizar su rentabilidad.

En cuanto al primer objetivo específico se planteó demostrar como la implementación de mantenimiento en los motores diésel mejora la eficacia de una embarcación naval, motivo por el cual la presente investigación la cual demostró que a través de los resultados obtenidos que la eficacia mejoro considerablemente a través de la gestión de mantenimiento, la eficacia se compara los logros actuales con lo que sería realizable, si los recursos se administrarán más eficazmente. Para

determinarla se utilizó la información de navegaciones y distancias de millas navegadas planificadas, donde se verificó la distancia y el tiempo que debe recorrer la embarcación para poder así determinar el cumplimiento de los resultados de las navegaciones. Esto se reflejó la diferencia de la media de la eficacia, antes y después de la implementación del estudio donde se evidencia que la Media Pre test, de la eficacia nos dio un valor de 67.06%, siendo menor que la Media en el Post test, de la eficacia con un valor de 87.77% dando como resultado una mejora de 20.71%. lo mencionado anteriormente se confirma con la tesis de (FLORES, 2018) en donde su Implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo para Incrementar la Productividad de la Flota Pesada en la Empresa Transporte Flores Navarrete S.A.C. Ventanilla, Callao 2018, tuvo como objetivo específico Determinar de qué manera la implementación del plan de mantenimiento preventivo incrementa la eficacia de la flota pesada en la empresa de Transporte Flores Navarrete S.A.C. donde nos dice que apunta a optimizar las soluciones logísticas, satisfacer las necesidades del cliente a un costo menor con el propósito de crecer y expandirse para facilitar áreas de larga distancia en el menor tiempo posible por lo que es importante proporcionar eficacia en el servicio de transporte. Esto se reflejó en la diferencia de la media de la eficacia, antes y después se evidencio en su Media del Pre test, que la eficacia obtuvo un valor de 70.50%, menor que la Media en el Post test, de la eficacia donde obtuvo un valor de 82.67% y como resultado una mejora de 12.17%, logrando que la empresa pueda satisfacer las necesidades de sus clientes a un costo menor. Del mismo modo (CARRILLO & ARTEAGA, 2021) con la Implementación de la gestión de mantenimiento para mejorar la productividad en la máquina cnc de la empresa TFM, Chimbote-2021” donde tuvo como objetivo específico determinar como el mantenimiento autónomo mejora el cumplimiento de metas en el área de maestranza de la empresa TFM, como se evidencio en su Media del Pre test, del cumplimiento de metas, obtuvo un valor de 69.04 %, menor que la Media en el Post test, del cumplimiento de metas donde obtuvo un valor de 86.10% y como resultado una mejora del 12.81%. Logrando que la empresa pueda disminuir las paradas por averías no planificadas, ratificando lo mencionado anteriormente (ROSADO & VILLACRESIS, 2019) con la implementación del mantenimiento preventivo incrementa la productividad, en la empresa de transportes ETISSA, Ate 2019, donde tuvo como objetivo específico Determinar

como el Mantenimiento Preventivo incrementa la Eficacia en la empresa de Transportes ETISSA, Esto se reflejó en la diferencia de la media de la eficacia, antes y después de su implementación, como se evidencio en su Media del Pre test, de la eficacia donde se obtuvo un valor de 75.23 %, menor que la Media en el Post test, de la eficacia donde obtuvo un valor de 88.70% obteniendo como resultado una mejora de 18.23%.logrando que la empresa pueda alcanzar los objetivos que se trazaron en menos tiempo. La implementación de la gestión de manteamiento nos ayudara a cumplir con las misiones encomendadas ya que contaremos con motores más eficaces, dichos resultados mencionados, lo confirma la teoría aplicado para el estudio desarrollado, donde el autor (PROKOPENKO, 1989) en su libro Gestión de la Productividad; nos dice que es la medida en que se alcanzan las metas. La eficacia busca entregar resultados (realizar tareas) en todos los niveles de calidad establecidos.

Por otro lado, En cuanto al segundo objetivo específico se planteó demostrar como la implementación de mantenimiento en los motores diésel mejora la eficiencia de una embarcación naval, los motores diésel están expuestos a problemas como: la humedad, la corrosión galvánica y la contaminación por el tipo de combustibles y lubricantes utilizados, es por ello, que a través de la gestión de mantenimiento se determinó e implementó un medio para la planificación, organización, ejecución y estandarización de los planes de mantenimiento de los equipos críticos de los motores diésel, y con indicadores como: disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad, se controla la reducción de las paradas no planificadas, con el fin de dirigir a un aumento de la eficiencia de los recursos, a través de la prueba de muestras emparejadas se reflejó la diferencia de la media de la eficiencia, antes y después de la implementación del estudio donde se evidencia que la Media Pre test, de la eficiencia nos dio un valor de 69.20%, siendo menor que la Media en el Post test, de la eficiencia con un valor de 93.37% dando como resultado una mejora del 24.17%, quedando demostrado que la implementación de la gestión de mantenimiento mejora la eficiencia en los motores diésel de la embarcación naval.

Esta situación es no es ajena al diagnóstico realizado por (FLORES, 2018) donde tuvo como objetivo específico Determinar de qué manera la implementación del plan de mantenimiento preventivo incrementa la eficiencia de la flota pesada en la

empresa de Transporte Flores Navarrete S.A.C. Ya que tuvo problemas en el área de mantenimiento porque no se registraba las fallas por mantenimiento de sus transportes, debido a la falta de conocimiento de sus trabajadores y a un plan de mantenimiento preventivo. Para ello en el último semestre, el indicador de eficiencia se reflejó en la diferencia de la media de la eficiencia, antes y después de su implementación se evidencio en su Media del Pre test, de la eficiencia que se obtuvo un valor de 70.67 %, menor que la Media en el Post test, de la eficiencia donde se obtuvo un valor de 87.63% y como resultado una mejora de 17.16% donde pudo demostrar que el mantenimiento preventivo incremento la eficiencia logrando que el personal de colaboradores realice trabajos de mantenimiento más eficientes con un buen registro de fallas. Así mismo es necesario mencionar que (CARRILLO & ARTEAGA, 2021) con la Implementación de la gestión de mantenimiento para mejorar la productividad en la máquina cnc de la empresa TFM, Chimbote-2021 tuvo como objetivo específico determinar como el mantenimiento mejora la optimización de recursos en el área de maestranza de la empresa TFM, se corrobora que la implementación de la gestión de mantenimiento mejoro considerablemente la optimización de recursos, esto se reflejó en la diferencia de la media de la optimización de recursos, antes y después de la implementación, como se evidencia en su Media del Pre test, de la optimización de recursos se obtuvo un valor de 78.02%, menor que la Media en el Post test, de la optimización de recursos donde obtuvo un valor de 91.83% obteniendo como resultado una mejora del 12.81%. demostrando que el mantenimiento mejora la optimización de recursos logrando que la empresa al realizar los mantenimientos pueda reducir los gastos innecesarios en materiales para las reparaciones no programadas, ratificando lo mencionado anteriormente (ROSADO & VILLACRESIS, 2019) con la implementación del mantenimiento preventivo para incrementar la eficiencia en la empresa de transportes ETISSA, Ate 2019 tuvo como objetivo específico Determinar como el Mantenimiento Preventivo incrementa la Eficiencia en la empresa de Transportes ETISSA, Esto se reflejó en la diferencia de la media de la eficiencia, antes y después de su implementación, como se evidencio en su Media del Pre test, de la eficiencia obtuvo un valor de 66.46 %, menor que la Media en el Post test, de la eficiencia donde obtuvo un valor de 81.33% y como resultado una mejora de 18.28%, logrando demostrar que el

mantenimiento preventivo incrementa la eficiencia en la empresa de transporte donde mejoro las condiciones de trabajo y capacito al personal para la realización de los mantenimientos adecuados, por lo que se evidencio una mejora en la eficiencia similar a la presente investigación. La aplicación de la gestión de mantenimiento nos ayudara a que las embarcaciones navales tengan motores más eficientes, estos resultados descritos confirman la teoría base aplicada en el estudio desarrollado, donde el autor (MORA, 2015) en su libro Mantenimiento, Planeación, Ejecución y Control; nos dice que en mantenimiento es importante reconocer dos aspectos: gestión y operación. La primera se refiere al manejo, planeación y control de los recursos disponibles (eficiencia) y la segunda es la realización física del servicio de mantenimiento que procura alcanzar unos objetivos.

Después la implementación de la gestión de mantenimiento la embarcación cuenta con una estructura organizativa definida, el área de mantenimiento tiene estructuradas las funciones y responsabilidades, los equipos están codificados, existe un listado de los equipos en cuanto al mantenimiento y ubicación de operación, el área de mantenimiento cuenta con un personal calificado y adecuado, el mantenimiento rutinario es planificado, ejecutado y supervisado, existe un control eficaz sobre el inventario de herramientas, el programa de Inventario está diseñado sobre una política de inventario, existen procedimientos para las funciones de reclutamiento, selección, capacitación y adiestramiento del personal. De esta manera se podrá optimizar el rendimiento de los motores diésel de una embarcación naval, asegurándonos que funcionen de forma regular y eficiente. Esto puede lograrse evitando en la medida de lo posible los fallos o las averías, si las hubiere, y minimizando las pérdidas en los motores debidas a los fallos. A la vez el jefe de ingeniería de la embarcación naval deberá de coordinar la adquisición de nuevos softwares para que la gestión de mantenimiento perdure en el tiempo y se encuentre en constante búsqueda de la mejora continua.

Finalmente, posterior a la implementación del plan de mantenimiento se pudo evidenciar un claro aumento de la confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad de los motores diésel, esto fue validado a través del estadígrafo de Wilcoxon donde la significancia de la prueba realizada nos dio como resultado del p valor un dato

menor al 0.05, confirmando lo antes mencionado. Asimismo, a través de la prueba de muestras emparejadas se reflejó la diferencia de la media de la confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad, antes y después de la implementación del estudio, como se evidencia que la Media Pre test, de la confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad nos dio un valor donde: en cuanto a la confiabilidad se obtuvo una mejora del 12.83% respecto al promedio anterior, alcanzando en este un 73.33%, mientras que en la disponibilidad se evidencio un aumento del 21.7%, logrando alcanzar un 81.85%, en cuanto a la mantenibilidad se logró una mejora de 28.84% alcanzando un 79.27% con respecto al promedio anterior ratificando este resultado en la investigación de (BADIEA, AHMED, & AMER, 2020), donde implementando el adecuado mantenimiento preventivo de las máquinas de la línea de producción para aumentar su fiabilidad y reducir sus paradas, aumentando la seguridad, consiguiendo un aumentó en la productividad de 15.47%, otorgando una mayor disponibilidad. Además, el (MTBF) pasó de 22.29 a 31.19 horas y el tiempo (MTTR) pasó de 7.23 a 0.96 horas. Argumentando de esta manera que el plan de mantenimiento mejora el tiempo de actividad. Se hace en evidencia que esta investigación pudo incrementar la disponibilidad y confiabilidad de sus máquinas similar a la presente investigación. dichos resultados mencionados, lo confirma la teoría aplicado para el estudio desarrollado, donde el autor (MORA, 2015) en su libro *Mantenimiento, Planeación, Ejecución y Control*; donde nos dice que la confiabilidad, la capacidad de mantenimiento y la disponibilidad son los únicos indicadores científicos y técnicos basados en cálculos matemáticos y probabilísticos que están disponibles para la gestión de mantenimiento.

## VI. CONCLUSIONES

Luego de encontrar las causas de la baja productividad en los motores diésel de la embarcación naval se priorizó los problemas más resaltantes de acuerdo al diagrama de Pareto realizado se observó que la causa con mayor relevancia se encuentran en los mantenimientos inadecuados, falta de gestión para reparar, falta de capacitación del personal, materia prima para operación inadecuados, repuestos inadecuados y falta de automatización, siendo los cuadro primeros los de mayor relevancia que afectaban la productividad de la unidad naval, se identificó que el tiempo de reparación era muy alto y el tiempo promedio entre falla eran muy bajos lo que ocasionaba que se tenga los niveles bajos de confiabilidad, además los tiempos de mantenibilidad se alteraban por la mala gestión de inventario al no tener control de los repuestos, todo ello hacia que la disponibilidad sea muy baja, ocasionando así problemas en el cumplimiento de las misiones encomendadas en la embarcación naval.

1. De acuerdo al estudio realizado, se concluye que la implementación de la gestión de mantenimiento en los motores diésel mejora la productividad de una embarcación naval, Callao- 2021, donde se pudo demostrar a través de las pruebas emparejadas, obteniendo una media en el pre test de 10.76 y posterior a la implementación de la gestión de mantenimiento, se alcanzó una media de 13.92 incrementando en un 3.16 logrando el objetivo general planteado en el estudio.
2. Además de acuerdo a las mediciones registradas en ficha de registro de la productividad previa a la implementación mostraba un resultado promedio de 10.76 y posterior a la implementación de la gestión de mantenimiento se logró un promedio del 13.92 millas que la embarcación naval recorre en una hora, eso quiere decir que la productividad de la embarcación naval aumenta en 3.16 millas por hora que recorre la embarcación.
3. De la misma manera se concluyó que implementación de la gestión de mantenimiento en los motores diésel mejora la eficacia de una embarcación naval, Callao- 2021, en donde se pudo demostrar a través de las pruebas emparejadas, obteniendo una media en el pre test de 69.20% y posterior a la implementación de la gestión de mantenimiento, se alcanzó una media de



93.37% incrementando en un 24.17% logrando cumplir con el primer objetivo específico planteado en el estudio.

4. Además de acuerdo a las mediciones registradas en las ficha de registro de la eficacia, previa a la implementación, el estudio mostraba un resultado promedio de 65.6%, mientras que después de la implementación, se logró un promedio del 87.7%, eso concluye en un aumento del 22.71%.
5. Como último objetivo específico se concluye que la implementación de la gestión de mantenimiento en los motores diésel mejora la eficiencia de los motores diésel de una embarcación naval, Callao – 2021, en donde se pudo demostrar a través de las pruebas emparejadas, obteniendo una media en el pre test de 67.06% y posterior a la implementación de la gestión de mantenimiento, se alcanzó una media de 87.77% incrementando en un 20.71%, logrando el segundo objetivo específico planteado en el estudio.
6. Por último, acuerdo a las mediciones registradas en las ficha de registro de la eficiencia, previa a la implementación, el estudio mostraba un resultado promedio de 69.2%, mientras que después de la implementación, se logró un promedio del 93.37%, eso concluye en un aumento de 24.17%.

## VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda al comandante de la embarcación naval expandir la implementación de la gestión de mantenimiento en todos los departamentos y equipos que existan a bordo, para ello deberá designar a los jefes de departamento la aplicación de los procedimientos aplicados en la presente investigación, ya que el éxito de una empresa ocurre cuando todas las áreas trabajan de manera conjunta para cumplir los objetivos propuestos.

Además, se recomienda al jefe de ingeniería tome las acciones necesarias para la mejora continua de la implementación, las cuales deben incluir capacitaciones al personal operario en cuanto a la gestión de mantenimiento nombradas en la presente investigación, ya que con eso se permitirá incrementar los conocimientos teóricos y prácticos del personal operario de los motores diésel en la embarcación naval.

También se recomienda al jefe de ingeniería la designación de personal a cargo para aplicar correctamente la gestión de inventario, utilizando herramientas de la gestión del mantenimiento como: AMEF y análisis de criticidad a los motores diésel, ya que con eso ayudará a responder de manera eficaz los requerimientos de repuestos, ahorrando en tiempos muertos.

Se aconseja al jefe de ingeniería que realice el requerimiento de un software de gestión de mantenimiento, para almacenar la información a través de un ordenador y salir del ciclo continuo de registro en tarjetas o cuadernos; es conveniente continuar incrementando la eficiencia y la eficacia en la embarcación naval, para ello este software ayudará a simplificar operaciones de mantenimiento, reduciendo tiempos de diagnóstico.

Asimismo, se recomienda al jefe de ingeniería que realice un estudio para analizar la viabilidad de la aplicación de las filosofías del mantenimiento, como: mantenimiento centrado en la confiabilidad y mantenimiento productivo total.

Se recomienda al supervisor del departamento de ingeniería de la embarcación naval, la aplicación de metodología 5s, la cual permitirá un ambiente de trabajo

ordenado y seguro, para que de esta forma se reduzcan las pérdidas de tiempo debido a la búsqueda de herramientas o materiales que se necesitan en las actividades de trabajo.

Además, se recomienda al personal operario cumplir con el correcto registro de los indicadores de mantenimiento para que de esta forma se pueda mejorar los planes de mantenimiento que se vienen utilizando y lograr así incrementar la eficacia de las navegaciones.

Por último, la investigación realizada puede aportar como material de estudio para investigaciones similares, así mismo como referente a embarcaciones que se dediquen a realizar distintas labores en el medio acuático que quieran diseñar una organización competente mejorando la productividad en los motores diésel a través de la gestión de mantenimiento.

## REFERENCIAS

- AMENDOLA, L. (2008). *INDICADORES DE CONFIABILIDAD PROPULSORES EN LA GESTION DE MANTENIMIENTO*. España: Universidad Politécnica Valencia España. Obtenido de <https://bit.ly/3dFRLFA>
- ARATA, A., & FURLANETTO, L. (2005). *Manual de gestión de activos y mantenimiento*. Santiago, Chile: RIL Editores. Obtenido de <https://bit.ly/3s1ErDQ>
- ARQUES, J. (2009). *Ingeniería y gestión del mantenimiento en el sector ferroviario*. España: Ediciones Díaz de Santos. Obtenido de <https://bit.ly/3IGem30>
- BADIEA, A., AHMED, A., & AMER, H. (2020). Effect of Preventive Maintenance on the Production Line Machines and Systems Reliability. *Current Journal of Applied Science and Technology*, Vol 30(Nº 11), 58-65. doi:10.9734/CJAST/2020/v39i1130648
- BAENA, G. (2017). *Metodología de la investigación*. Mexico: Grupo Editorial PATRIA. Obtenido de <https://bit.ly/3yfOFBP>
- BARUSSO, J. (2001). *Manual de confiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade*. Brasil: QUALITYMARK. Obtenido de <https://bit.ly/3yhmguy>
- BERNAL, C. (2010). *Metodología de la investigación científica* (3era Edición ed. ed.). Colombia: Pearson. Obtenido de <https://bit.ly/3rTVXKg>
- CALLONI, J. (2003). *Mantenimiento eléctrico y mecánico para pequeñas y medianas empresas*. Buenos Aires: Nobuko. Obtenido de <https://bit.ly/3ygF8uf>
- CARRILLO, O., & ARTEAGA, J. (2021). *Implementación de la gestión de mantenimiento para mejorar la productividad en la máquina cnc de la empresa TFM, Chimbote-2021*. Lima: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://bit.ly/3dGoE59>
- CARRO, R., & GONZALES, D. (2012). *Productividad y Competitividad*. Argentina: Universidad Nacional de Mar de Plata. Obtenido de <https://bit.ly/3DLX018>
- CASTAÑEDA, L., & JUAREZ, J. (2016). *Propuesta de mejora de la productividad en el proceso de elaboración de mango congelado de la empresa procesadora Perú SAC, basado en Lean Manufacturing*. Trujillo: Universidad Señor de Sipan. Obtenido de <https://bit.ly/3oiU5SE>
- COMERIO, M., & BATINI, C. (2015). *Efficiency vs Efficacy driven Service Portfolio Management in a Public administration*. IEEE 8th International conference on Service-Oriented Computing and Applications (SOCA). doi:10.1109/SOCA.2015.28
- CRESPO, A. (2007). *The Maintenance Management Framework. Models and Methods for Complex Systems Maintenance*. España: Editorial Springer-Verlag UK. doi:10.13140/RG.2.2.10590.87367/1
- DHILLON, B. (2002). *Engineering Maintenance: A Modern Approach*. Boca Raton: CRC Press. doi:10.1201/9781420031843
- DHILLON, B. (2006). *MAINTAINABILITY, MAINTENANCE, AND REABILITY FOR ENGINEERS*. London: CRC Press. Obtenido de <https://bit.ly/3DLZGf6>

- DIAZ, J. (2010). *Técnicas de Mantenimiento Industrial. 2ª ed.* Madrid: Calpe Institute of Technology. Obtenido de <https://bit.ly/3rS77iG>
- FACHO, J. (2017). *Gestión administrativa y productividad laboral en trabajadores de la subgerencia de operaciones de fiscalización, municipalidad de Lima, 2016.* Lima: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ciencias Empresariales, 2017. 87 pp. Obtenido de <https://bit.ly/3lW8dWQ>
- FERNANDEZ, E. (Julio de 2018). *Gestión de Mantenimiento: Lean Maintenance y TPM.* España: Universidad de Oviedo. Obtenido de <https://bit.ly/3oLVdoH>
- FIDIAS, A. (2012). *El proyecto de investigación.* Caracas: EPISTEME. Obtenido de <https://bit.ly/3lZ9Va1>
- FLORES, M. (2018). *Implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo para Incrementar la Productividad de la Flota Pesada en la Empresa Transporte Flores Navarrete S.A.C. Ventanilla, Callao 2018.* Callao: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://bit.ly/3dJQMUQ>
- FONTALVO, T., DE LA HOZ, E., & MORELOS, J. (2017). *PRODUCTIVITY AND ITS FACTORS: IMPACT ON ORGANIZATIONAL IMPROVEMENT.* Colombia: Dimension Empresarial. Obtenido de <https://bit.ly/3GzkxE9>
- GARCIA, A. (2011). *Productividad y reducción de costos.* Mexico, Mexico: Editorial Trillas. Obtenido de <https://bit.ly/31loCr9>
- GARCIA, C. (2015). *Modelo de gestión de mantenimiento para incrementar la calidad en el servicio en el departamento de alta tensión de STC Metro de la ciudad de México.* Mexico: Instituto Politecnico Nacional. Obtenido de <https://bit.ly/3dIEOGf>
- GARCÍA, L. (21 de Febrero de 2013). *Blogger.* Recuperado el 20 de Junio de 2021, de <https://bit.ly/3rXv9ZJ>
- GARCÍA, L. (12 de 11 de 2014). *Gestiopolis.* Obtenido de <https://bit.ly/3yeQa36>
- GARCIA, O. (2012). *Gestión moderna del mantenimiento industrial.* Bogota, Colombia: Ediciones de la U. Obtenido de <https://bit.ly/3yhPwBI>
- GARCIA, S. (2009). *Ingeniería de Mantenimiento.* Madrid: Renovetec. Obtenido de <https://bit.ly/3pRidBE>
- GARCIA, S. (2014). *Organizacion y gestion integral de mantenimiento.* España: Ediciones Díaz de Santos. Obtenido de <https://bit.ly/30gR6r1>
- GOMEZ, S. (2012). *Metodología de la investigación.* Mexico: RED TERCER MILENIO. Obtenido de <https://bit.ly/3DQkfHg>
- GONZALES, F. (2005). *Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado. 2ª ed.* Madrid: Fundación Confemetal. Obtenido de <https://bit.ly/3dJPeu8>
- GUEVARA, W., VALERA, A., & GOMEZ, J. (2015). Metodología para evaluar el factor de confiabilidad en la gestion de diseño de equipos industriales. *Tecnura*, 129-141. doi:10.14483/udistrital.jour.tecnura.2015.SE1.a11

- GUTIERREZ, H. (2014). *Calidad total y productividad* (3 ed.). Mexico: McGraw-Hill/Interamericana Editores S.A. Obtenido de <https://bit.ly/3EObT4m>
- HERNANDEZ, R., FERNANDEZ, C., & BAPTISTA, L. (2014). *Metodología de la Investigación*. MEXICO: MC GRAW - HILL. Obtenido de <https://bit.ly/3DNX5S3>
- HURTADO, J. (2008). *Guia para la comprension Holistica de la ciencia*. Caracas: Quiron Colecciones. Obtenido de <https://bit.ly/3IW8nO0>
- KECECIOGLU, D. (2003). *MAINTAINABILITY, AVAILABILITY, AND OPERATIONAL READINESS ENGINEERING*. USA: DESTECH PUBLICATIONS. Obtenido de <https://bit.ly/3GvHMPq>
- KOLTE, T. &. (2017). Machine Operational Availability Improvement by Implementing Effective Preventive Maintenance Strategies - A Review and Case Study. *International Journal of Engineering Research and Technology*, 10, 700 - 708. Obtenido de <https://bit.ly/3pQ59wE>
- KRAMIS, J. (1994). *Sistemas y procedimientos administrativos*. Mexico: Universidad Iberoamericana. Obtenido de <https://bit.ly/3oLyMQf>
- LEEDEO ENGINEERING. (2021). *Leedeo*. Recuperado el 10 de Noviembre de 2021, de Leedeo Engineering 2021: <https://bit.ly/33o2Qcz>
- MESA, D., ORTIZ, Y., & PINZON, M. (2006). LA CONFIABILIDAD, LA DISPONIBILIDAD Y LA MANTENIBILIDAD, DISCIPLINAS MODERNAS APLICADAS AL MANTENIMIENTO. *Scientia et Technica*, 155 - 160. Obtenido de <https://bit.ly/3IWgxG4>
- MILANO, T. (2005). *Planificacion y gestion del mantenimiento industrial*. Venezuela: Auto-edición. Obtenido de <https://bit.ly/3IW1uMH>
- MOBLEY, K. (2002). *An Introduction to Prdictive Maintenance*. New Jersey: Butterworth-Heinemann. doi:10.1016/b978-075067531-4/50004-x
- MONTILLA, C. (2016). *Fundamentos de mantenimiento industrial*. Colombia: Editorial Universidad Tecnológica de Pereira. Obtenido de <https://bit.ly/3pNYuD3>
- MORA, A. (2015). *Mantenimiento, Planeacion, Ejecucion y Control*. Colombia: Alfaomega. Obtenido de <https://bit.ly/3rY67tl>
- NAJI, A., BEIDOURI, Z., Ounami, M., & BOUKSOUR, O. (2016). Maintenance Managemen and Innovation in Industries: A survey of moroccan companies. *International Journal of innnovation*, 188 - 197. doi:10.5585/iji.v4i2.98
- PALMER, R. (2013). *MAINTENANCE PLANNING AND SCHEDULING HANDBOOK*. USA: MCGRAW-HILL. Obtenido de <https://bit.ly/3rXDxsb>
- PENG, K. (2012). *Equipment Management in the Post-Maintenance Era: A New Alternative to Total Productive Maintenance (TPM)*. Florida: ISBN 9781466501942. doi:10.4324/9781315300344
- PIZARRO, M. (2017). *Motivación y productividad laboral en los colaboradores de la oficina de admisión de una institución privada, 2016*. Lima: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://bit.ly/3ES2Q2k>

- PROKOPENKO, J. (1989). *Gestion de la Productividad*. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo Ginebra. Obtenido de <https://bit.ly/3rU5eC9>
- REY, F. (2001). *Manual del Mantenimiento Integral en la Empresa*. Madrid: Fundación Confemetal. Obtenido de <https://bit.ly/30ldYGO>
- RIVERA, W. (2019). *Modelo de gestión de mantenimiento bajo el enfoque PDCA y su influencia en la eficiencia general de máquinas en los buques de la armada peruana, callao 2019*. Callao: Universidad del Callao. Obtenido de <https://bit.ly/3EQEpCl>
- ROSADO, M., & VILLACRESIS, F. (2019). *Mantenimiento preventivo para incrementar la productividad en la Empresa de Transportes ETISSA Ate, 2019*. Lima: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://bit.ly/3IJJ8bi>
- SINK, D., & TUTTLE, T. (1989). *Planning and measurement of in your organisation of the future*. USA: Industrial Engineering and Management Press.
- SOTO, V. (2016). *DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA FLOTA NAVIERA DE LA EMPRESA FRASAL S.A., PUERTO MONTT, CHILE*. Puerto Montt - Chile: Universidad Austral de Chile. Obtenido de <https://bit.ly/3oMAVve>
- STAPELBERG, R. (2009). *Handbook of Reability, Availability and Safety in Engineering Design*. Australia: SPRINGER. Obtenido de <https://bit.ly/3DLZGf6>
- TAMAYO, M. (2004). *El proceso de la investigación científica*. Mexico: LIMUSA S.A. Obtenido de <https://bit.ly/3IWE5KY>
- TANGEN, S. (2002). *Understanding the concept of productivity*. Taipei: APIEMS 2002. Obtenido de <https://bit.ly/3GCWJiK>
- TEHERAN, Y. (2021). *Aplicación de la técnica AMFEC: Análisis de los Modos de Falla, Efectos y Criticidad para optimizar el Plan de Mantenimiento de los Motores Caterpillar 3512*. Sevilla: ResearchGate. Obtenido de <https://bit.ly/3DOKlPR>
- TENARIS UNIVERSITY. (2014). *Introduccion a la Gestion del Mantenimiento*. Tenaris University. Obtenido de <https://bit.ly/3IHr8OT>
- VAQUEZ, A. (2016). *Gestión de mantenimiento para incrementar la productividad del staff técnico del area de ingeniería MICSAC, 2016*. Lima: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://bit.ly/3IWFOQB>

# ANEXOS

## Anexo 1

VARIABLE	DEFINICION	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	FORMULA	UNIDAD DE MEDIDA
GESTION DE MANT ENIMIENTO (VARIABLE INDEPENDIENTE)	"Son las medidas técnicas y científicas de la confiabilidad, la mantenibilidad y la disponibilidad fundamentadas en cálculos matemáticos, estadísticos y probabilísticos que tiene el mantenimiento para su análisis y su evaluación integral y específica." (MORA, 2015, pág. 42)	La capacitación y el análisis de mejora de los indicadores de la confiabilidad, la mantenibilidad y la disponibilidad, en los motores diésel de la embarcación naval son requisitos para la gestión de mantenimiento.	<b>Mantenibilidad</b>	Probabilidad de mantenibilidad del motor diésel	$M = \frac{TTR}{MDT} * 100$ <p>TTR: tiempo de reparación MDT: tiempo fuera de servicio</p>	Razón
			<b>Disponibilidad</b>	Probabilidad de disponibilidad del motor diésel	$D = \frac{(TF)}{(TF + MDT)} * 100$ <p>TF: Tiempo disponible para producir MDT: Tiempo fuera de servicio</p>	Razón
			<b>Confiabilidad</b>	Probabilidad de confiabilidad del motor diésel	$C = \frac{(MTBF)}{(MTBF + MTTR)} * 100$ <p>MTBF: Tiempo promedio entre fallas MTTR: Tiempo promedio para reparar</p>	Razón
PRODUCTIVIDAD (VARIABLE DEPENDIENTE)	"...La productividad también puede definirse como la relación entre los resultados y el tiempo que lleva conseguirlos. El tiempo es a menudo un buen denominador, puesto que es una medida universal y está fuera del	Es la relación del recurso del tiempo efectivo de navegación con el cumplimiento de los resultados propuestos para las navegaciones de la embarcación naval	<b>Resultados (Eficacia)</b>	Promedio de millas de navegación	$= \frac{DISTANCIA REALIZADA}{DISTANCIA PLANEADA} * 100$ <p>DISTANCIA REALIZADA=millas navegación realizadas DISTANCIA PLANEADA = millas de navegación planeadas</p>	Razón



	<p>control humano. Cuanto menor tiempo lleve lograr el resultado deseado, más productivo es el sistema. (PROKOPENKO, 1989)</p>		<p><b>Tiempo (Eficiencia)</b></p>	<p>Promedio de tiempo en operación del motor diésel</p>	$= \frac{(HM REAL)}{HM PROGRAMADO} * 100$ <p>HM REAL =horas operación motor realizadas  HM PROGRAMADO = horas operación motor programadas</p>	<p>Razón</p>
--	--	--	-----------------------------------	---	---	--------------

# MATRIZ DE CONSISTENCIA

## Anexo 2

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES	METODOLOGÍA
¿De qué manera la implementación de la gestión de mantenimiento en los motores diésel mejora la productividad de una embarcación naval CALLAO - 2021?	Determinar que la implementación de la gestión de mantenimiento en los motores diésel, mejora la productividad de una embarcación naval, CALLAO - 2021	La implementación de la gestión de mantenimiento en los motores diésel mejorará la productividad, de una embarcación naval, CALLAO – 2021	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE:</p> <p>Gestión de mantenimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- INDICADOR I1: disponibilidad</li> <li>- INDICADOR I2: mantenibilidad</li> <li>- INDICADOR I3: confiabilidad</li> </ul> <p>VARIABLE DEPENDIENTE:</p> <p>Productividad</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- INDICADOR D1: Resultados navegación</li> <li>- INDICADOR D2: Tiempo en operación del motor</li> </ul>	<p>Según la finalidad: Aplicada</p> <p>Según su enfoque o naturaleza:</p> <p>Cuantitativa</p> <p>Diseño de la investigación:</p> <p>Pre experimental</p> <p>Población: N: 6 motores diésel</p> <p>Muestra: n: 6 motores diésel</p> <p>Técnica de recolección de datos:</p> <p>Observación directa, y encuestas</p> <p>Instrumentos de recolección de datos:</p> <p>Fichas de registro de datos</p>
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICOS		
¿De qué manera la implementación de la gestión de mantenimiento en los motores diésel mejora la eficacia de una embarcación naval, Callao - 2021?	Demostrar que la implementación de la gestión de mantenimiento en los motores diésel mejora la eficacia en una embarcación naval, Callao - 2021	La implementación de la gestión de mantenimiento en los motores diésel mejorará la eficacia en una embarcación naval, Callao - 2021		
¿De qué manera la implementación de la gestión de mantenimiento en los motores diésel mejora la eficiencia de una embarcación naval, Callao - 2021?	Demostrar que la implementación de la gestión de mantenimiento en los motores diésel mejora la eficiencia de una embarcación naval, Callao - 2021	La implementación de la gestión de mantenimiento en los motores diésel mejorará la eficiencia de una embarcación naval, Callao - 2021		

# Información de la pre evaluación (Poca disponibilidad)

## Anexo 3

EO-401 (MOD.ABR. 1988)

GRADO DE ALISTAMIENTO UNIDADES NAVALES.  
ORGANISMO, DIRECCION, DEPENDENCIA: **Embarcación Naval"**  
FECHA: JULIO - DICIEMBRE 2020

UNIDADES	OP. OL. NO.	ACTIVIDAD Y/O MOTIVO	CONDICIÓN	%
----------	-------------------	----------------------	-----------	---

B.A.P." Embarcación Naval" OP.

**AREA INGENIERIA:**

Motor Diésel Principal Nro.01	OP.	67%
Motor Diésel Principal Nro.01	OP.	67%
Motor Diésel Principal Nro.01	OP.	67%
Motor Diésel Principal Nro.01	OP.	67%
Motor Grupo Electrógeno Nro.01	OP.	67%
Motor Grupo Electrógeno Nro.02	OP.	67%
Sistema de Gobierno Hidráulico	OL.	96
Control de Averías	OL.	96
Cámara Frigorífica	OP.	96
Sistema Eléctrico General	OL.	96
Equipo Aire Forzado Sollado Tripulación	OP.	96
Equipo Aire Forzado Camareta Toos.	NO.	96
Equipo Aire Forzado Sala Máquinas Br.	NO.	96
Equipo Aire Forzado Sala Máquinas Br.	OP.	96
Equipo Aire Forzado Pañol Munición Proa	OL.	96
Motobomba 3 HP Honda	OP.	96
Motobomba 6.5 HP Brígd Straction	OL.	96
Motobomba 13 HP Honda	OP.	96
Motor F/B YAMAHA 40 HP.	OP.	96
Motor F/B Johnson 25 HP.	T/B	96
Extractor Cocina	OP.	96
Electrobomba Sanitaria	OP.	96
Electrobomba Lucha Contra Incendio	OP.	96
Cocina eléctrica	OP.	96

Buque Operativo ubicado en la  
Base Naval – Callao

OP: Operativo  
OL: Operativo con Limitaciones  
NO: No Operativo

Comandante del B.A.P. "Embarcación Naval"

## Cuestionario de preguntas sobre Mantenimiento y Productividad del servicio de la embarcación Naval

### Anexo 4

Preguntas a formular:	Respuestas
¿La unidad naval ha tenido o tiene algún problema con el servicio que brinda?	
¿Consideras que ese problema afecta la calidad y por ende la productividad del servicio?	
¿Consideras que existe una baja productividad en el servicio de las unidades navales?	
¿Cuál cree usted que es la causa que afecta la productividad del servicio de las unidades navales?	
¿Con que frecuencia ocurre ese problema? Indicar muy frecuente, frecuente o no frecuente	
¿Consideras la falla de los motores diésel como una causa del problema de baja productividad del servicio de las unidades navales?	
¿Consideras la falla de los motores diésel como una causa del problema de baja productividad del servicio de las unidades navales?	
¿Consideras la falla de los radares y sonares como una causa del problema de baja productividad del servicio de las unidades navales?	
¿Consideras la falla del sistema contra incendio como una causa del problema de baja productividad del servicio de las unidades navales?	
¿Consideras la falla del GPS como una causa del problema de baja productividad del servicio de las unidades navales?	
¿Consideras la falla de Las luces de navegación como una causa del problema de baja productividad del servicio de las unidades navales?	
¿Consideras la falla de los sistemas de comunicación como una causa del problema de baja productividad del servicio de las unidades navales?	
¿Cuáles son las causas del problema de las fallas de los motores diésel?	
¿Consideras la falta de mantenimientos adecuados como una causa del problema de las fallas de los motores diésel?	
¿Consideras la falta de gestión y planificación como una causa del problema de las fallas de los motores diésel?	
¿Consideras la falta de capacitación de personal como una causa del problema de las fallas de los motores diésel?	
¿Consideras la falta de materia prima adecuada como una causa del problema de las fallas de los motores diésel?	
¿Consideras la falta de automatización como una causa del problema de las fallas de los motores diésel?	
¿Consideras la falta de repuestos adecuados como una causa del problema de las fallas de los motores diésel?	

## Productividad del servicio de la embarcación

### ENCUESTA AL PERSONAL TECNICO

N°	Haga una evaluación de 1 a 10 a cada aseveración desde su punto de vista personal. Usando 10 si está totalmente de acuerdo.	CALIFICACIÓN
1	Cualquier persona puede recibir una excelente impresión al visitar sus instalaciones y observar el estado en que se encuentra la maquinaria y la limpieza de sus áreas circundantes.	
2	El servicio del personal tecnico de mantenimiento es rápido y eficaz en la solución de problemas y aseguran que éstos no se repitan.	
3	Existe un excelente diálogo entre todo el personal tecnico y el jefe de ingeniería que permite analizar las causas raíz de los problemas para evitar su recurrencia.	
4	Los técnicos de mantenimiento, cuando llegan a efectuar una reparación o mantenimiento están preparados con los conocimientos y las herramientas adecuadas.	
5	En la mayoría de los casos en que se requiere una reparación, se cuenta con los repuestos necesarios.	
6	Cuando un servicio de mantenimiento queda terminado, lo técnicos cuentan con los instrumentos necesarios para relaizar las pruebas y mediciones correspondientes.	
7	En caso necesario, cualquier personal tecnico puede realizar cualquier tipo de reparación y/o mantenimiento para tener un estimado realista del tiempo en reparar las maquinas.	
8	Mas de 80% de su tiempo, el personal de mantenimiento está ocupado en realizar actividades de mantenimiento programado, y solo menos de 20% de su tiempo atiende solicitudes emergentes.	
9	Ud. Estaria de acuerdo en realizar capacitaciones en institutos especializados en motores de propulsion para dejar de tercerizar trabajos que demanden gastos a la institución.	
10	Todas las acciones de los técnicos de mantenimiento se encuentra documentada en cuadernos de registros y/o tarjetas de historial.	
	<b>TOTAL</b>	

MAS DE 100 / EXCELENTE. SIGA MEJORANDO  
 DE 71 A 100 / HAY BASTANTES OPORTUNIDADES  
 DE 40 A 70 / ANALICE POSIBLES MEJORAS Y TOME ACCIÓN  
 MENOS DE 40 / UREGNETE CORREGIR

## Pruebas de la gestión actual del mantenimiento

Tarjeta historial de registro de mantenimiento de los motores diésel de la embarcación

(Anexo 5)

**TARJETA DE HISTORIAL**

DIRECCION GENERAL DEL MATERIAL DE LA MARINA

UNIDAD/DEPENDENCIA	DEPARTAMENTO	CARGO	Nº. DE TARJETA
	INGENIERIA	PRIMERA DIVISION	28-1502-0
SISTEMA O EQUIPO:	DIESEL PROPULSOR N° 1		
CODIGO I. B. P.	F2815023926005		
FECHA	HISTORIAL		
06-12-06	se instala metales de bancada altos y bajos (juego) NUEVOS a las bancadas 5 y 11 y se le da su ajuste a las tuercas de tapa de bancada a 550 Kg/cm <sup>2</sup> . (Pernos de amarre de tapa).		
07-12-06	se instala metales de bancada altos y bajos (juego) NUEVOS a las unidades (bancadas) 7 y 9, se le da su ajuste a las tuercas (pernos de amarre) de la tapa de bancada a 550 Kg/cm <sup>2</sup> .		
12-12-06	se ajustan 22 pernos laterales de bancada a 60 Kg-mt.		
19-12-06	se rellena aceite MOBIL GARD al cárter del TK 9-0 230 Galones, aceite usado que fue desalzado del mismo cárter. Inicia montaje de los amortiguadores antishock dando su luz correspondiente.		
29-12-06	Terminado con montaje de amortiguadores antishock, con sus bujes		

**TARJETA DE CARACTERISTICAS**

DIRECCION GENERAL DEL MATERIAL DE LA MARINA

UNIDAD/DEPENDENCIA	DEPARTAMENTO	CARGO	Nº. DE TARJETA
	INGENIERIA	PRIMERA DIVISION	58293-081
SISTEMA O EQUIPO:	DIESEL PROPULSOR N° 1		
EMPLÉO:	PROPULSAR EL BUQUE		
UBICACION:	SALA DE MOTORES		
FABRICANTE:	GRANDI MOTORI TRIESTE		
FECHA INSTALACION O RECEPCION:	28-04-2006		
LIBRO DE INSTRUCCION:			
PLANOS:			
PLACA DE CARACTERISTICAS			
MODELO: A-230-20M			
MARCA: GMT			
Serie 68585			
CODIGO I.B.P.: F2815023926005			
DATOS COMPLEMENTARIOS			
EN° CILINDROS: 20 EN V, DIAMETRO DEL CILINDRO: 230 mm, CARRERA DEL PISTON: 270 mm, CICLO: DIESEL A CUATRO TIEMPOS, INYECCION: DIRECTA, SOBREALIMENTADO POR DOS TURBOS CON ENFRIAMIENTO INTERMEDIO, SENTIDO DE ROTACION: ANTIHORARIO, ES IRREVERSIBLE, POTENCIA MAXIMA: 4000 CV A 1140 RPM, ORDEN DE CENCENDIDO: 1 - 16-6 - 19-8 - 13-3 - 17-7 - 20-10 - 15-5 - 12-2 - 18-8 - 14-4 - 11.			

# Cuaderno de registro horario de horas de navegación

HORA	R.P.M. Diesel	Indice Carga	Indice veloc.	AIRE CARBURANTE		COMBUSTIBLE		AGUA DULCE		AGUA MAR		ACETE		GASES DE ESCAPE	
				TR. INGRESO	TR. SALIDA	TR. INGRESO	TR. SALIDA	TR. INGRESO	TR. SALIDA	TR. INGRESO	TR. SALIDA	TR. INGRESO	TR. SALIDA	TR. INGRESO	TR. SALIDA
0100															
0200															
0300															
0400															
0500															
0600															
0700															
0800															
0900															
1000															
1100															
1200															
1300															
1400															
1500															
1600															
1700															
1800															
1900															
2000															
2100															
2200															
2300															
2400															

DINGENAV EM-304 (EMI-Ago. 1984)

16:25  
Rumbo 520

**LIBRO DE MAQUINAS**  
TARJETA No. .... 14 de Agosto del 2018

0000 - 0400	
0400 - 0800	
0800 - 1200	<p>07:40 se toma en servicio a distancia el Diesel Propulsor, se accpla en servicio</p> <p>09:00 Se verifica Parametros de funcionamiento.</p> <p>10:00 Guardia y ronda sin.</p> <p>12:00 Se verifican Parametros de funcionamiento.</p>
1200 - 1600	<p>se rellena 10 galones de aceite al costar.</p> <p>13:00 Guardia y ronda sin.</p> <p>14:00 soy relevado por el OMI 2nos Garcia.</p> <p>Relvo la guardia al OMI 1er Falcon sin.</p> <p>15:00 Guardia sin novedad.</p> <p style="text-align: right;">                       OMI 2nos Garcia                      02110052                 </p>
1600 - 2000	<p>16:00 Se verifica parametros de funcionamiento.</p> <p>17:00 Guardia sin novedad</p> <p>18:00 Se verifica parametros de funcionamiento.</p> <p>19:00 Guardia sin.</p> <p>20:00 soy relevado por el OMI 1er Falcon sin.</p> <p style="text-align: right;">                       OMI 1er Falcon                      02110052                 </p>
2000 - 2400	<p>21:00 Relvo a guardia al OMI 2nos Garcia.</p> <p>22:00 Guardia y ronda sin.</p> <p>23:00 Se verifica Parametros de funcionamiento</p> <p>24:00 Guardia y ronda sin.</p> <p style="text-align: right;">                       OMI 2nos Garcia                      02110052                 </p>

Vº Bº Jefe de Ingeniería.....


Teniente Primero  
 Jefe del Departamento de Ingeniería  
 Del B.A.P. "AGUIRRE"  
 Pampa Asistete Mejia  
 00016470

Validación de instrumentos de recolección de datos  
(Anexo 6)

**FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO**


Nombre del instrumento	Fichas de registros de variable dependiente
Objetivo del instrumento	Recolección de datos
Nombres y apellidos del experto	Luis Alberto Valdivia Sánchez
Documento de identidad	07639522
Años de experiencia en el área	25
Especialidad	Ingeniería Industrial
Máximo Grado Académico	Doctor
Nacionalidad	Peruano
Institución	Universidad Nacional del Callao
Cargo	Defensor Universitario
Número telefónico	942160708
Firma	
Fecha	14/07/21

**FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO**

Nombre del instrumento	Fichas de registros de variable independiente
Objetivo del instrumento	Recolección de datos
Nombres y apellidos del experto	Luis Alberto Valdivia Sánchez
Documento de identidad	07639522
Años de experiencia en el área	25
Especialidad	Ingeniería Industrial
Máximo Grado Académico	Doctor
Nacionalidad	Peruano
Institución	Universidad Nacional del Callao
Cargo	Defensor Universitario
Número telefónico	942160708
Firma	
Fecha	14 /07 /21





### FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	FICHA DE REGISTRO PARA LA VARIABLE INDEPENDIENTE
Objetivo del instrumento	
Nombres y apellidos del experto	Francisco Leonel Valladares Conde
Documento de identidad	25744416
Años de experiencia en el área	26 años.
Máximo Grado Académico	Magister
Nacionalidad	Peruana
Institución	UCV
Cargo	Jefe de Práctica/DTC
Número telefónico	979287401
Firma	
Fecha	04 oct 2021
Nombre del instrumento	FICHA DE REGISTRO PARA LA VARIABLE INDEPENDIENTE

### FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	FICHA DE REGISTRO PARA LA VARIABLE INDEPENDIENTE
Objetivo del instrumento	
Nombres y apellidos del experto	Francisco Leonel Valladares Conde
Documento de identidad	25744416
Años de experiencia en el área	26 años.
Máximo Grado Académico	Magister
Nacionalidad	Peruana
Institución	UCV
Cargo	Jefe de Práctica/DTC
Número telefónico	979287401
Firma	
Fecha	04 OCT 2021
Nombre del instrumento	FICHA DE REGISTRO PARA LA VARIABLE INDEPENDIENTE

Nombre del instrumento	Instrumento – Variable Dependiente
Objetivo del instrumento	Recopilación de Datos
Nombres y apellidos del experto	José Pablo Rivera Rodríguez
Documento de identidad	25440246
Años de experiencia en el área	30 años
Especialidad	Ingeniero Industrial
Máximo Grado Académico	Doctor
Nacionalidad	Peruana
Institución	UNAC/UCV/PEPSA
Cargo	Docente/ Consultor de Proyectos
Número telefónico	991569128
Firma	
Fecha	14/07 /2021

Nombre del instrumento	Instrumento - Variable Independiente
Objetivo del instrumento	Recopilación de Datos
Nombres y apellidos del experto	José Pablo Rivera Rodríguez
Documento de identidad	25440246
Años de experiencia en el área	30 años
Especialidad	Ingeniero Industrial
Máximo Grado Académico	Doctor
Nacionalidad	Peruana
Institución	UNAC/UCV/PEPSA
Cargo	Docente/Consultor en Proyectos
Número telefónico	991569128
Firma	
Fecha	14/07 /2021





## Técnica e instrumentos de recolección de datos

### (Anexo 8)

Variable y dimensión	Técnica de procesamiento	Instrumento	Fuente	Variable y dimensión	Técnica de procesamiento	Instrumento	Fuente
<b>GESTION DE MANTENIMIENTO</b>	Encuesta	Ficha de reporte		<b>PRODUCTIVIDAD</b>	Análisis de datos históricos	Reporte de horas navegadas	Bitacora y tarjetas de historial de motores propulsores
	Observación directa	Ficha técnica de mantenimiento	Libro de mantenimiento		Revisión documental	Historial de paradas de por fallas y mantenimientos	
	Análisis documental	Plan de mantenimiento	Historial de equipo.	<b>Eficiencia</b>	Recursos programados	Formato de recursos adquiridos	Área de logística
	Análisis de datos	Formato de capacitaciones	historial de cuaderno de academias		Recursos utilizados	Formato de recursos utilizados	
<b>Disponibilidad</b>	Análisis de datos históricos	Reporte de fallas	Tarjeta de historial	<b>Eficacia</b>	Horas navegaciones realizadas	Libro de bitacora y planes de navegacion anuales	Area de planeamiento
	Revisión documental	Formato de disponibilidad	Reportes de disponibilidad		Horas navegaciones programadas		
	Observación directa	Formato de up time	Área de mantenimiento				
	Observación directa	Formato de down time					
<b>Confiabilidad</b>	Análisis de datos históricos	Reporte de fallas	Tarjeta de historial				
	Revisión documental	Formato de mantenibilidad	Reportes de mantenibilidad				
	Observación directa	Formato de MTBF	Área de mantenimiento				
	Observación directa	Formato de MTTR					
<b>Mantenibilidad</b>	Análisis de datos históricos	Reporte de fallas	Tarjeta de historial				
	Revisión documental	Formato de confiabilidad	Reportes de confiabilidad				
	Observación directa	Formato de TTR	Área de mantenimiento				
	Observación directa	Formato de MDT					

Listado de los equipos que intervienen en los motores diésel de la investigación  
(Anexo 9)

DEPARTAMENTO	AREA	EQUIPO	SISTEMA
INGENIERIA MECANICA	PROPULSION	Bomba de agua dulce accionada por el motor	CIRCUITO DE AGUA DULCE DE ENFRIAMIENTO DEL MOTOR DIESEL PROPULSOR
INGENIERIA MECANICA	PROPULSION	Enfriador de aire	CIRCUITO DE AGUA DULCE DE ENFRIAMIENTO DEL MOTOR DIESEL PROPULSOR
INGENIERIA MECANICA	PROPULSION	Enfriador agua dulce	CIRCUITO DE AGUA DULCE DE ENFRIAMIENTO DEL MOTOR DIESEL PROPULSOR
INGENIERIA MECANICA	PROPULSION	Válvula termostática de regulación	CIRCUITO DE AGUA DULCE DE ENFRIAMIENTO DEL MOTOR DIESEL PROPULSOR
INGENIERIA MECANICA	PROPULSION	Tanque de compensación agua dulce	CIRCUITO DE AGUA DULCE DE ENFRIAMIENTO DEL MOTOR DIESEL PROPULSOR
INGENIERIA MECANICA	PROPULSION	Pre calentado de agua	CIRCUITO DE AGUA DULCE DE ENFRIAMIENTO DEL MOTOR DIESEL PROPULSOR
INGENIERIA MECANICA	PROPULSION	Circulado (e/bomba de pre calentamiento)	CIRCUITO DE AGUA DULCE DE ENFRIAMIENTO DEL MOTOR DIESEL PROPULSOR
INGENIERIA MECANICA	PROPULSION	Bomba de agua de mar (2) directamente accionada por el motor.	CIRCUITO DE AGUA DE MAR DEL MOTOR DIESEL PROPULSOR
INGENIERIA MECANICA	PROPULSION	Enfriador de aceite del motor	CIRCUITO DE AGUA DE MAR DEL MOTOR DIESEL PROPULSOR
INGENIERIA MECANICA	PROPULSION	Enfriador de agua dulce	CIRCUITO DE AGUA DE MAR DEL MOTOR DIESEL PROPULSOR
INGENIERIA MECANICA	PROPULSION	Bomba de aceite (2) accionada por el motor (1) con válvula de sobre presión.	CIRCUITO DE ACEITE LUBRICANTE DEL MOTOR DIESEL PROPULSOR
INGENIERIA MECANICA	PROPULSION	E/bomba de aceite de pre lubricación (9) con válvula de sobre presión.	CIRCUITO DE ACEITE LUBRICANTE DEL MOTOR DIESEL PROPULSOR
INGENIERIA MECANICA	PROPULSION	Enfriador de aceite	CIRCUITO DE ACEITE LUBRICANTE DEL MOTOR DIESEL PROPULSOR
INGENIERIA MECANICA	PROPULSION	Válvula termostática	CIRCUITO DE ACEITE LUBRICANTE DEL MOTOR DIESEL PROPULSOR
INGENIERIA MECANICA	PROPULSION	Filtro dúplex	CIRCUITO DE ACEITE LUBRICANTE DEL MOTOR DIESEL PROPULSOR
INGENIERIA MECANICA	PROPULSION	Filtro de descarga parcial	CIRCUITO DE ACEITE LUBRICANTE DEL MOTOR DIESEL PROPULSOR
INGENIERIA MECANICA	PROPULSION	Componentes del circuito	CIRCUITO DE COMBUSTIBLE MOTOR DIESEL PROPULSOR
INGENIERIA MECANICA	PROPULSION	Bomba de alimentación de combustible (2) directamente accionada por el motor.	CIRCUITO DE COMBUSTIBLE MOTOR DIESEL PROPULSOR
INGENIERIA MECANICA	PROPULSION	Filtro auto limpiador	CIRCUITO DE COMBUSTIBLE MOTOR DIESEL PROPULSOR
INGENIERIA MECANICA	PROPULSION	Filtro doble (dúplex)	CIRCUITO DE COMBUSTIBLE MOTOR DIESEL PROPULSOR
INGENIERIA MECANICA	PROPULSION	Tanque de servicio	CIRCUITO DE COMBUSTIBLE MOTOR DIESEL PROPULSOR
INGENIERIA MECANICA	PROPULSION	Tanque de expurgue	CIRCUITO DE COMBUSTIBLE MOTOR DIESEL PROPULSOR
INGENIERIA MECANICA	PROPULSION	Filtro coalescente	CIRCUITO DE COMBUSTIBLE MOTOR DIESEL PROPULSOR
INGENIERIA MECANICA	PROPULSION	Leva de maniobra por comando local	CIRCUITO AIRE DE ARRANQUE DEL MOTOR DIESEL PROPULSOR
INGENIERIA MECANICA	PROPULSION	Electro válvula de arranque a distancia	CIRCUITO AIRE DE ARRANQUE DEL MOTOR DIESEL PROPULSOR
INGENIERIA MECANICA	PROPULSION	Válvula de desviación a proyectil	CIRCUITO AIRE DE ARRANQUE DEL MOTOR DIESEL PROPULSOR

## Listado de los equipos que intervienen en los motores diésel de la investigación

DEPARTAMENTO	AREA	EQUIPO	SISTEMA
INGENIERIA MECANICA	PROPULSION	Bomba de agua dulce accionada por el motor	CIRCUITO DE AGUA DULCE DE ENFRIAMIENTO DEL MOTOR GENERADOR
INGENIERIA MECANICA	PROPULSION	Enfriador de aire	CIRCUITO DE AGUA DULCE DE ENFRIAMIENTO DEL MOTOR GENERADOR
INGENIERIA MECANICA	PROPULSION	Enfriador agua dulce	CIRCUITO DE AGUA DULCE DE ENFRIAMIENTO DEL MOTOR GENERADOR
INGENIERIA MECANICA	PROPULSION	Válvula termostática de regulación	CIRCUITO DE AGUA DULCE DE ENFRIAMIENTO DEL MOTOR GENERADOR
INGENIERIA MECANICA	PROPULSION	Tanque de compensación agua dulce	CIRCUITO DE AGUA DULCE DE ENFRIAMIENTO DEL MOTOR GENERADOR
INGENIERIA MECANICA	PROPULSION	Precaentado de agua	CIRCUITO DE AGUA DULCE DE ENFRIAMIENTO DEL MOTOR GENERADOR
INGENIERIA MECANICA	PROPULSION	Bomba de agua de mar (2) directamente accionada por el motor.	CIRCUITO DE AGUA DE MAR DEL MOTOR PROPULSOR
INGENIERIA MECANICA	PROPULSION	Enfriador de aceite del motor	CIRCUITO DE AGUA DE MAR DEL MOTOR PROPULSOR
INGENIERIA MECANICA	PROPULSION	Enfriador de agua dulce	CIRCUITO DE AGUA DE MAR DEL MOTOR PROPULSOR
INGENIERIA MECANICA	PROPULSION	Enfriador del aire del alternador	CIRCUITO DE AGUA DE MAR DEL MOTOR PROPULSOR
INGENIERIA MECANICA	PROPULSION	Bomba de aceite (2) accionada por el motor (1) con válvula de sobre presión.	CIRCUITO DE ACEITE LUBRICANTE DEL MOTOR GENERADOR
INGENIERIA MECANICA	PROPULSION	E/bomba de aceite de pre lubricación (8) con válvula de sobre presión.	CIRCUITO DE ACEITE LUBRICANTE DEL MOTOR GENERADOR
INGENIERIA MECANICA	PROPULSION	Enfriador de aceite	CIRCUITO DE ACEITE LUBRICANTE DEL MOTOR GENERADOR
INGENIERIA MECANICA	PROPULSION	Válvula termostática	CIRCUITO DE ACEITE LUBRICANTE DEL MOTOR GENERADOR
INGENIERIA MECANICA	PROPULSION	Filtro dúplex	CIRCUITO DE ACEITE LUBRICANTE DEL MOTOR GENERADOR
INGENIERIA MECANICA	PROPULSION	Filtro de descarga parcial	CIRCUITO DE ACEITE LUBRICANTE DEL MOTOR GENERADOR
INGENIERIA MECANICA	PROPULSION	Bomba de alimentación de combustible (2) directamente accionada por el motor.	CIRCUITO DE COMBUSTIBILE DEL MOTOR GENERADOR
INGENIERIA MECANICA	PROPULSION	Filtro auto limpiador	CIRCUITO DE COMBUSTIBILE DEL MOTOR GENERADOR
INGENIERIA MECANICA	PROPULSION	Filtro doble (dúplex)	CIRCUITO DE COMBUSTIBILE DEL MOTOR GENERADOR
INGENIERIA MECANICA	PROPULSION	Tanque de servicio	CIRCUITO DE COMBUSTIBILE DEL MOTOR GENERADOR
INGENIERIA MECANICA	PROPULSION	Tanque de expurgue	CIRCUITO DE COMBUSTIBILE DEL MOTOR GENERADOR
INGENIERIA MECANICA	PROPULSION	Filtro coalescente	CIRCUITO DE COMBUSTIBILE DEL MOTOR GENERADOR
INGENIERIA MECANICA	PROPULSION	Tanque fugas tubos de inyección	CIRCUITO DE COMBUSTIBILE DEL MOTOR GENERADOR
INGENIERIA MECANICA	PROPULSION	Leva de maniobra por comando local	CIRCUITO AIRE DE ARRANQUE DEL MOTOR GENERADOR
INGENIERIA MECANICA	PROPULSION	Electro válvula de arranque a distancia	CIRCUITO AIRE DE ARRANQUE DEL MOTOR GENERADOR
INGENIERIA MECANICA	PROPULSION	Válvula de desviación a proyectil	CIRCUITO AIRE DE ARRANQUE DEL MOTOR GENERADOR

## Listado de inventario

1	2930004500001	BOMBA NEUMATICA LUBRICACION	INGENIERIA MECANICA	MOTORES
2	2930004500002	BOMBA NEUMATICA ACEITE CONTAMINADO	INGENIERIA MECANICA	MOTORES
3	2930014500001	BOMBA DE AGUA EVAPORADORA	INGENIERIA MECANICA	MOTORES
4	2930014500002	BOMBA DE AGUA DE LAVADO EVAPORADORA	INGENIERIA MECANICA	MOTORES
5	2930014500003	BOMBA DE AGUA MAR DE BORNES 1	INGENIERIA MECANICA	PUESTO CENTRAL
6	2995024500001	BOMBA DE RECIRCULACION PARA PERISCOPIOS	INGENIERIA MECANICA	TORPEDOS
7	3010009000263	SISTEMA DE PETROLEO	INGENIERIA MECANICA	MOTORES
8	3010009000264	SISTEMA DE ACHIQUE	INGENIERIA MECANICA	MOTORES
9	3010009000265	SISTEMA HIDRAULICO	INGENIERIA MECANICA	MOTORES
10	3010009000266	SISTEMA DE ACEITE DE LUBRICACION	INGENIERIA MECANICA	MOTORES
11	3010014500001	VIRADOR DEL MOTOR DE PROPULSION	INGENIERIA MECANICA	MOTORES
12	3415004500001	ESMERIL	INGENIERIA MECANICA	MOTORES
13	3416004500001	TORNO	INGENIERIA MECANICA	PAÑOL DE TIERRA
14	3416024500001	RECTIFICADOR DE ASIENOS DE VALVULAS	INGENIERIA MECANICA	MOTORES
15	3431004500001	MAQUINA DE SOLDADURA ELECTRICA	INGENIERIA MECANICA	PAÑOL DE TIERRA
16	3940024500001	DIFERENCIAL DE 1.5 TONELADAS	INGENIERIA MECANICA	MOTORES
17	3940024500002	DIFERENCIAL 1 TON.	INGENIERIA MECANICA	MOTORES
18	3940024500003	DIFERENCIAL 1 TON.	INGENIERIA MECANICA	MOTORES
19	3940024500004	DIFERENCIAL 1 TON.	INGENIERIA MECANICA	MOTORES
20	3940024500005	DIFERENCIAL 2 TON	INGENIERIA MECANICA	MOTORES
21	3940024500006	DIFERENCIAL 2 TON	INGENIERIA MECANICA	MOTORES
22	3940024500007	DIFERENCIAL 2 TON	INGENIERIA MECANICA	MOTORES
23	4110009000114	SISTEMA DE RESPIRACION DE EMERGENCIA	INGENIERIA MECANICA	CONTROLES
24	4110084500001	ENFRIADOR Nº1 SIST. REFRIG. DE BORNES	INGENIERIA MECANICA	PUESTO CENTRAL
25	412004500001	SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO	INGENIERIA MECANICA	MOTORES
26	4130004500001	COMPRESOR PARA REFRIGERACION A/A 1	INGENIERIA MECANICA	MOTORES
27	4130004500002	COMPRESOR PARA REFRIGERACION A/A 2	INGENIERIA MECANICA	MOTORES
28	4130004500003	COMPRESOR PARA REFRIGERACION FRIGORIFICA 2	INGENIERIA MECANICA	PUESTO CENTRAL
29	41400329150008	EXTRACTORES DE AIRE	INGENIERIA MECANICA	
30	41400329150009	EXTRACTORES DE AIRE	INGENIERIA MECANICA	
31	4140054500001	SISTEMA DE VENTILACION	INGENIERIA MECANICA	
32	4210074500003	DETECTOR DE FUGAS DE FREON 12	INGENIERIA MECANICA	MOTORES
33	4210074500004	DETECTOR DE FUGAS DE FREON 22	INGENIERIA MECANICA	MOTORES
34	4210074500005	DETECTOR DE FUGAS DE FREON DE ALCOHOL	INGENIERIA MECANICA	MOTORES
35	4310004500002	BOMBA DE PISTON HORN	INGENIERIA MECANICA	PAÑOL DE TIERRA
36	4310014500001	COMPRESOR AIRE DE ALTA 1	INGENIERIA MECANICA	MOTORES
37	4310014500003	COMPRESOR Nº 1 PLANTA FRIGORIFICA	INGENIERIA MECANICA	PUESTO CENTRAL
38	4310014500004	COMPRESORA DE AIRE DE ALTA PRESION N1	INGENIERIA MECANICA	MOTORES
39	4310014500005	COMPRESORA DE AIRE ACONDICIONADO NRO. 1	INGENIERIA MECANICA	MOTORES
40	4310014500006	COMPRESORA DE AIRE ACONDICIONADO NRO.2	INGENIERIA MECANICA	MOTORES
41	4310014500007	COMPRESORA PARA FRIGORIFICA	INGENIERIA MECANICA	TORPEDOS
42	4310014500008	COMPRESORA PARA FRIGORIFICA	INGENIERIA MECANICA	TORPEDOS
43	4320009000117	SISTEMA DE AGUA DE CIRCULACION	INGENIERIA MECANICA	CONTROLES
44	4320014500001	BOMBA DE AGUA DULCE	INGENIERIA MECANICA	PUESTO CENTRAL
45	4320024500001	BOMBA DE ACHIQUE 2	INGENIERIA MECANICA	CONTROLES
46	4320044500001	BOMBA DE MANO ACEITE LUBRICACION	INGENIERIA MECANICA	MOTORES
47	4320044500002	BOMBA DE MANO TRASVASE PETROLEO	INGENIERIA MECANICA	MOTORES
48	4320044500003	BOMBA DE MANO ACHIQUE MOTOR PROPULSION	INGENIERIA MECANICA	MOTORES
49	4320044500004	BOMBA HIDRA. OPERACION EMER. COM. ESCAPE	INGENIERIA MECANICA	TORPEDOS
50	4320044500005	BOMBA HIDRA. OPERACION EMERG. TIMON Y PLANOS	INGENIERIA MECANICA	
51	4320044500006	BOMBA HIDRA. OPERACION EMER. TLT	INGENIERIA MECANICA	TORPEDOS
52	4320164500001	BOMBA DE AGUA DE PRECALENTAMIENTO	INGENIERIA MECANICA	
53	4320164500002	BOMBA DE AGUA DE PRECALENTAMIENTO	INGENIERIA MECANICA	
54	4320164500004	BOMBA ACOPLADA A/A 1	INGENIERIA MECANICA	MOTORES
55	4320164500005	BOMBA ACOPLADA A/A 2	INGENIERIA MECANICA	MOTORES
56	4320164500006	BOMBA AGUA DESTILADA SIST.REF.BOR 1	INGENIERIA MECANICA	PUESTO CENTRAL
57	4320164500007	BOMBA DE AGUA DE LAVADO	INGENIERIA MECANICA	PUESTO CENTRAL
58	4320164500008	BOMBA DE AGUA DE MAR Nº2 SIST.REF.BORNES	INGENIERIA MECANICA	PUESTO CENTRAL
59	4320164500009	BOMBA DE AGUA DESTILADA Nº2 SIST.REF.BOR	INGENIERIA MECANICA	PUESTO CENTRAL
60	4320184500002	BOMBA HIDRAULICA DE RECIRCULACION	INGENIERIA MECANICA	MOTORES
61	4320184500004	BOMBA HIDRAULICA 3	INGENIERIA MECANICA	MOTORES
62	4440009000035	PLANTA DESHUMECEDORA		
63	4510009000025	SISTEMA SANITARIO	INGENIERIA MECANICA	PUESTO CENTRAL
64	5120154500001	COMPRESIMETRO	INGENIERIA MECANICA	NO INDICA COMPARTIMENTO



Codificación de los equipos  
(Anexo 10)

EQUIPO	CODIGO
Bomba de agua dulce accionada por el motor	1AE 451
Enfriador de aire	1AE 452
Enfriador agua dulce	1AE 453
Válvula termostática de regulación	1AE 454
Tanque de compensación agua dulce	1AE 455
Pre calentador de agua	1AE 456
Circulador (e/bomba de precalentamiento)	1AE 457
Bomba de agua de mar (2) directamente accionada por el motor.	2AM 701
Enfriador de aceite del motor	2AM 702
Enfriador de agua dulce	2AM 703
Bomba de aceite (2) accionada por el motor (1) con válvula de sobre presión.	3AL 501
E/bomba de aceite de prelubricación (9) con válvula de sobre presión.	3AL 502
Enfriador de aceite	3AL 503
Válvula termostática	3AL 504
Filtro duplex	3AL 505
Filtro de descarga parcial	3AL 506
Componentes del circuito	3CP 198
Bomba de alimentación de combustible (2) directamente accionada por el motor.	3CP 199
Filtro auto limpiador	3CP 200
Filtro doble (duplex)	3CP 201
Tanque de servicio	3CP 202
Tanque de expurgue	3CP 203
Filtro coalescente	3CP 204
Leva de maniobra por comando local	3AA 711
Electro válvula de arranque a distancia	3AA 712
Válvula de desviación a proyectil	3AA 713

EQUIPO	CODIGO
Bomba de agua dulce accionada por el motor	1AD 7321
Enfriador de aire	1AD 7322
Enfriador agua dulce	1AD 7323
Válvula termostática de regulación	1AD 7324
Tanque de compensación agua dulce	1AD 7325
Pre calentador de agua	1AD 7326
Bomba de agua de mar (2) directamente accionada por el motor.	2AM 5321
Enfriador de aceite del motor	2AM 5322
Enfriador de agua dulce	2AM 5323
Enfriador del aire del alternador	2AM 5324
Bomba de aceite (2) accionada por el motor (1) con válvula de sobre presión.	3AL 1210
E/bomba de aceite de prelubricación (8) con válvula de sobre presión.	3AL 1211
Enfriador de aceite	3AL 1212
Válvula termostática	3AL 1213
Filtro duplex	3AL 1214
Filtro de descarga parcial	3AL 1215
Bomba de alimentación de combustible (2) directamente accionada por el motor.	3CP 2119
Filtro auto limpiador	3CP 2120
Filtro doble (duplex)	3CP 2121
Tanque de servicio	3CP 2122
Tanque de expurgue	3CP 2123
Filtro coalescente	3CP 2124
Tanque fugas tubos de inyección	3CP 2125
Leva de maniobra por comando local	1AA 5026
Electro válvula de arranque a distancia	1AA 5027
Válvula de desviación a proyectil	1AA 5028


## Análisis de criticidad (Anexo 11)

DESCRIPCION EQUIPOS DE MOTOR PROPULSOR	TAG	FALLAS PROMEDIO	FRECUENCIA	IMPACTO EN EL EQUIPO	COSTO DE REPARACION	IMPACTO EN LA SEGURIDAD	IMPACTO EN EL MEDIO AMBIENTE	CONSECUENCIA	PUNTAJE	PORCENTAJE
<b>CIRCUITO DE AGUA DULCE DE ENFRIAMIENTO DEL MOTOR</b>										
Bomba de agua dulce accionada por el motor	1AE 451	14	5	5	3	3	3	14	70	11.74%
Enfriador de aire	1AE 452	8	3	3	3	2	3	11	33	5.54%
Enfriador agua dulce	1AE 453	9	4	2	1	2	3	8	32	5.37%
Válvula termostática de regulación	1AE 454	2	1	3	1	3	3	10	10	1.68%
Tanque de compensación agua dulce	1AE 455	1	1	2	2	3	3	10	10	1.68%
Pre calentador de agua	1AE 456	1	1	4	3	3	3	13	13	2.18%
Circulador (e/bomba de precalentamiento)	1AE 457	1	1	3	1	3	3	10	10	1.68%
<b>CIRCUITO DE AGUA DE MAR</b>										
Bomba de agua de mar (2) directamente accionada por el motor.	2AM 701	14	5	5	3	3	3	14	70	11.74%
Enfriador de aceite del motor	2AM 702	3	1	3	3	3	3	12	12	2.01%
Enfriador de agua dulce	2AM 703	3	1	3	3	2	3	11	11	1.85%
<b>CIRCUITO DE ACEITE LUBRICANTE DEL MOTOR</b>										
Bomba de aceite (2) accionada por el motor (1) con válvula de sobre presión.	3AL 501	12	5	5	3	4	3	15	75	12.58%
E/bomba de aceite de prelubricación (9) con válvula de sobre presión.	3AL 502	10	4	4	3	3	3	13	52	8.72%
Enfriador de aceite	3AL 503	3	1	3	3	3	3	12	12	2.01%
Válvula termostática	3AL 504	5	2	3	2	3	3	11	22	3.69%
Filtro duplex	3AL 505	3	1	3	1	1	3	8	8	1.34%
Filtro de descarga parcial	3AL 506	1	1	2	1	1	3	7	7	1.17%
<b>CIRCUITO DE COMBUSTIBLE</b>										
Bomba de alimentación de combustible (2) directamente accionada por el motor.	3CP 199	14	5	5	3	3	3	14	70	11.74%
Filtro auto limpiador	3CP 200	5	2	0	2	2	3	7	14	2.35%
Filtro doble (duplex)	3CP 201	5	2	3	1	2	3	9	18	3.02%
Tanque de servicio	3CP 202	1	1	3	1	3	3	10	10	1.68%
Tanque de expurgue	3CP 203	1	1	2	1	3	3	9	9	1.51%
Filtro coalescente	3CP 204	3	1	2	1	1	3	7	7	1.17%
<b>CIRCUITO AIRE DE ARRANQUE DEL MOTOR</b>										
Leva de maniobra por comando local	3AA 711	1	1	2	1	1	3	7	7	1.17%
Electro válvula de arranque a distancia	3AA 712	1	1	2	1	1	3	7	7	1.17%
Válvula de desviación a proyectil	3AA 713	1	1	2	1	1	3	7	7	1.17%
									596	

DESCRIPCION EQUIPOS DE MOTOR GENERADOR	TAG	FALLAS PROMEDIO	FRECUENCIA	IMPACTO EN EL EQUIPO	COSTO DE REPARACION	IMPACTO EN LA SEGURIDAD	IMPACTO EN EL MEDIO AMBIENTE	CONSECUENCIA	PUNTAJE	PORCENTAJE
<b>CIRCUITO DE AGUA DULCE DE ENFRIAMIENTO DEL MOTOR</b>										
Bomba de agua dulce accionada por el motor	1AD 7321	13	5	5	3	3	3	14	70	12.09%
Enfriador de aire	1AD 7322	8	3	3	3	2	3	11	33	5.70%
Enfriador agua dulce	1AD 7323	7	3	2	1	2	3	8	24	4.15%
Válvula termostática de regulación	1AD 7324	2	1	3	1	3	3	10	10	1.73%
Tanque de compensación agua dulce	1AD 7325	1	1	2	2	3	3	10	10	1.73%
Pre calentador de agua	1AD 7326	1	1	4	3	3	3	13	13	2.25%
<b>CIRCUITO DE AGUA DE MAR</b>										
Bomba de agua de mar (2) directamente accionada por el motor.	2AM 5321	12	4	2	2	3	3	10	40	6.91%
Enfriador de aceite del motor	2AM 5322	12	4	5	3	3	3	14	56	9.67%
Enfriador de agua dulce	2AM 5323	3	1	3	3	3	3	12	12	2.07%
Enfriador del aire del alternador	2AM 5324	3	1	3	3	2	3	11	11	1.90%
<b>CIRCUITO DE ACEITE LUBRICANTE DEL MOTOR</b>										
Bomba de aceite (2) accionada por el motor (1) con válvula de sobre presión.	3AL 1210	12	4	5	3	4	3	15	60	10.36%
E/bomba de aceite de prelubricación (8) con válvula de sobre presión.	3AL 1211	8	3	4	3	3	3	13	39	6.74%
Enfriador de aceite	3AL 1212	3	1	3	3	3	3	12	12	2.07%
Válvula termostática	3AL 1213	5	2	3	2	3	3	11	22	3.80%
Filtro duplex	3AL 1214	4	2	3	1	1	3	8	16	2.76%
Filtro de descarga parcial	3AL 1215	1	1	2	1	1	3	7	7	1.21%
<b>CIRCUITO DE COMBUSTIBLE</b>										
Bomba de alimentación de combustible (2) directamente accionada por el motor.	3CP 2119	12	4	5	3	4	3	15	60	10.36%
Filtro auto limpiador	3CP 2120	5	2	0	2	2	3	7	14	2.42%
Filtro doble (duplex)	3CP 2121	5	2	3	1	2	3	9	18	3.11%
Tanque de servicio	3CP 2122	1	1	3	1	3	3	10	10	1.73%
Tanque de expurgue	3CP 2123	1	1	2	1	3	3	9	9	1.55%
Filtro coalescente	3CP 2124	3	1	2	1	1	3	7	7	1.21%
Tanque fugas tubos de inyección	3CP 2125	1	1	1	1	2	1	5	5	0.86%
<b>CIRCUITO AIRE DE ARRANQUE DEL MOTOR</b>										
Leva de maniobra por comando local	1AA 5026	1	1	2	1	1	3	7	7	1.21%
Electro válvula de arranque a distancia	1AA 5027	1	1	2	1	1	3	7	7	1.21%
Válvula de desviación a proyectil	1AA 5028	1	1	2	1	1	3	7	7	1.21%
									579	100.00%

# Registro de Capacitaciones

## Anexo 12



**REGISTRO DE CAPACITACIÓN**

Nombre del Instructor: Juan Pablo Pineda - Richard Lopez Huelga

AREA/DEPARTAMENTO: Ingeniería FECHA: 24-06-2021

Capacitación sobre la implementación de la gestión de mantenimiento, fiabilidad y su importancia dentro de la embarcación

OTROS:

OBSERVACIONES:


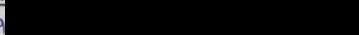
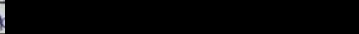
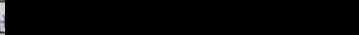
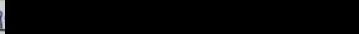
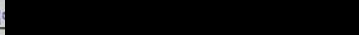
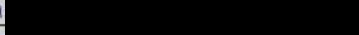
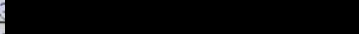
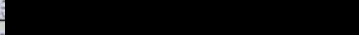
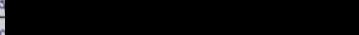
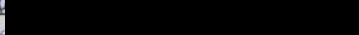
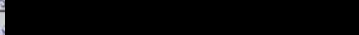
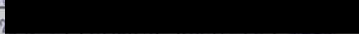

N°	NOMBRE/APELLIDO	CARGO	TELEFONO	DNI	CIP	FIRMA
1	TI MOT Alvarez Cueto Carlos	Técnico de Grupo				
2	TI de Boga Huelgas José	Técnico de Grupo				
3	TA MOT Sotelo Nolasco Luis	Encargado de Mantenimiento #1				
4	TA MOT Mendaza Ruiz Miguel	Encargado de Mantenimiento #2				
5	T3 de Guzmán Y Huelgas Omar	Encargado del Grupo #1				
6	T3 de Cruzes Peña Jorge	Encargado del Grupo #2				
7	T3 de Martínez Hernández Cristian	Encargado del Grupo #3				
8	OMI MOT Chantre Castillo Mauricio	Encargado del Grupo #4				
9	OMI MOT Sanchez Torres Edwin	Asistente Mantenimiento #1				
10	OMI de Vilgus Castro Stephanie	Asistente Mantenimiento #2				
11	OMI MOT Bernal Miguel William	Asistente Mantenimiento #1				
12	OMI de Noya Osorio Jennifer	Asistente Mantenimiento #2				
13	OMI de Diaz Tamayo Antony	Asistente Mantenimiento #3				
14	OMI de Noya Macario Gustavo	Asistente Mantenimiento #4				

REGISTRO DE CAPACITACIÓN

Nombre del Instructor: Juan José Pardo - Richard Loza Pardo  
 AREA/DEPARTAMENTO: Ingeniería FECHA: 17-09-2021

Elaboración sobre Tipos de Mantenimiento, Importancia del Mantenimiento y Formatos a utilizar.

OTROS:  
 OBSERVACIONES:

N°	NOMBRE/APELLIDO	CARGO	TELEFONO	DNI	CIP	FIRMA
1	T. MOT. Atencio Carlos Carlos	Trabajo de campo				
2	T. MOT. Pajuelo Ruben José	Trabajo de campo				
3	T. MOT. Sandoval Mónica Pardo	Encargado Grupo #1				
4	T. MOT. Mendez Luis Miguel	Encargado Grupo #2				
5	T. MOT. Guevara Yllanes César	Encargado Grupo #1				
6	T. MOT. Guevara Pardo Jorge	Encargado Grupo #2				
7	T. MOT. Martínez Hernández Cristian	Encargado Grupo #3				
8	DMI MOT. Morales Castillo Marcos	Encargado Grupo #4				
9	DMI MOT. Soto de Torres Edwin	Asistente Grupo #1				
10	DMI de Villari Costin Esteban	Asistente Grupo #2				
11	DMI MOT. Quispe Miguel Wilmar	Asistente Grupo #1				
12	DMI de Nolasco Oscar Daniel	Asistente Grupo #2				
13	DMI de Diaz Torres Anthony	Asistente Grupo #3				
14	DMI de Vera Macarena Christiana	Asistente Grupo #4				

# Políticas de Mantenimiento para la embarcación naval

## Anexo 13

### Política de Mantenimiento Preventivo

La embarcación naval XXX, es una embarcación de la Marina de Guerra del Perú, dedicada para efectuar operaciones marítimas con el fin de velar por la seguridad de la vida, la protección del medio ambiente acuático, reprimir las actividades ilícitas en el ámbito de su jurisdicción y otras conexas; siendo necesario que estas embarcaciones se encuentren disponibles para el cumplimiento del servicio.

#### Finalidad

Implementar un eficiente sistema de mantenimiento preventivo para las embarcaciones de la marina de Guerra del Perú, que permitan aumentar el grado de disponibilidad operativa, prolongar su vida útil y reducir costos por mantenimiento correctivo.

#### Ejecución

##### 1- Disposiciones generales

Las embarcaciones navales estarán a cargo de las comandancias de zonas navales, y nombrarán a DOS (02) encargados del departamento de ingeniería de dicha embarcación.

- El departamento de ingeniería de dicha embarcación deberá contar con personal técnico motorista y electricista capacitado y deberá permanecer en dicha embarcación por el periodo mínimo de CUATRO (4) AÑOS.
- El personal del departamento de ingeniería deberá ser previamente capacitado con cursos de: "Mantenimiento de motores", "Gestión del Mantenimiento". Además anualmente deberán llevar cursos de capacitación sobre mantenimiento de motores diésel.
- El personal de ingeniería de la embarcación deberá cumplir con el programa de mantenimiento preventivo de la flota naval.
- El personal de ingeniería de la embarcación naval será el encargado de efectuar el mantenimiento preventivo correspondiente al establecido en el manual del fabricante de los motores diésel.
- Todo el personal de ingeniería debe estar comprometido en lo que concierne al mantenimiento de las embarcaciones.

##### 2- Disposiciones específicas

Los jefes de las embarcaciones supervisarán el cumplimiento del mencionado mantenimiento, además se encargaran de la gestión logística para llevar a cabo el mantenimiento preventivo de los motores diésel.

Hacemos todo con exactitud y terminamos con precisión aquello a los que nos comprometemos cuidando y protegiendo el medio ambiente.

Todo el personal de la embarcación XXX es responsable de cumplir y hacer cumplir esta política de mantenimiento preventivo.

### Anexo 14

		PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EQUIPOS 2020 - 2021																																																						
EQUIPO	AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO											
	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	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48								
Bomba de agua dulce accionada por el motor	ok							ok	ok										P																															P						
Enfriador de aire								ok																					p																											
Enfriador agua dulce		OK																										p																												
Válvula termostática de regulación					ok																																																			
Tanque de compensación agua dulce					C	ok	C						P							P																															P					
Pre calentador de agua																																																								
Circulador (e/bomba de precalentamiento)				OK										P										P																																
Bomba de agua de mar (2) directamente accionada por el motor	ok																																																							
Enfriador de aceite del motor							OK																																																	
Enfriador de agua dulce		ok																		P																																				
Bomba de aceite (2) accionada por el motor (1) con válvula de sobre presión.													P																																											
E/bomba de aceite de prelubricación (9) con válvula de sobre presión.	ok																			P																																				
Enfriador de aceite																																																								
Válvula termostática																																																								
Filtro duplex	ok	ok			C	ok	ok					P	P																																											
Filtro de descarga parcial																																																								
Componentes del circuito																																																								
Bomba de alimentación de combustible (2) directamente accionada por el motor	OK										ok																																													
Filtro auto limpiador																																																								
Filtro doble (duplex)			OK					OK					OK																																											
Tanque de servicio																																																								
Tanque de expurgue					ok																																																			
Filtro coalescente							ok																																																	
CONTROL INTERNO: PLAN-MANTTO-2020 - 2021	<table border="0"> <tr> <td style="text-align: center;">P</td> <td>PROGRAMACION DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</td> <td style="text-align: center;">R</td> <td>REPROGRAMADO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">OK</td> <td>MANTENIMIENTO REALIZADO</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td>MANTENIMIENTO REALIZADO</td> </tr> </table>																																																P	PROGRAMACION DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	R	REPROGRAMADO	OK	MANTENIMIENTO REALIZADO	C	MANTENIMIENTO REALIZADO
P	PROGRAMACION DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	R	REPROGRAMADO																																																					
OK	MANTENIMIENTO REALIZADO	C	MANTENIMIENTO REALIZADO																																																					
FECHA DE ELABORACION: AGOSTO 2020																																																								





Anexo 15

REGISTRO PRE IMPLEMENTACION	MAQUINA 1								MAQUINA 2								GRUPO ELECTROGENO 1							
ACTIVIDAD / EVENTO	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
REPORTE DE OCURRENCIA DE FALLAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TRASLADO AL AREA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DETENER EL MOTOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DIAGNOSTICO DE FALLAS	1	2	1	2	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	1	1	2	1	2	1	2	2	2
PREPARACION DE MANTENIMIENTO PARA LA P	1	2	2	1	1	1	1	0	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PEDIDO Y ESPERA DE REPUESTO	0	2	3	7	0	1	3	7	0	8	5	3	0	8	5	3	3	8	2	5	4	7	15	5
REPARACION	4	7	11	5	4	6	11	5	4	5	4	8	4	5	4	8	4	4	1	3	5	5	8	3
TEST DE LA REPARACION	0	1	1	1	0	1	1	1	0	2	1	3	0	2	1	3	1	1	1	1	1	1	2	1
RETORNO DEL EQUIPO A OPERACIÓN NORMAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL DE HORAS REPARACION	6	14	17	16	6	9	16	15	6	18	13	15	6	16	12	15	9	15	6	11	10	16	28	11
TOTAL	52.5				45.5				51.5				48.5				40.5				64.5			

REGISTRO PRE IMPLEMENTACION	GRUPO ELECTROGENO 2								GRUPO ELECTROGENO 3								GRUPO ELECTROGENO 4							
ACTIVIDAD / EVENTO	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
REPORTE DE OCURRENCIA DE FALLAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TRASLADO AL AREA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DETENER EL MOTOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DIAGNOSTICO DE FALLAS	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	3	1	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	1
PREPARACION DE MANTENIMIENTO PARA LA F	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1
PEDIDO Y ESPERA DE REPUESTO	7	5	1	3	7	5	3	3	3	2	2	8	3	2	2	35	3	5	3	2	2	5	3	2
REPARACION	6	3	2	5	6	3	4	5	2	6	5	27	2	6	5	6	5	4	3	5	5	3	3	5
TEST DE LA REPARACION	1	1	1	3	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
RETORNO DEL EQUIPO A OPERACIÓN NORMAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL DE HORAS REPARACION	16	12	6	15	16	11	10	12	7	10	10	40	7	11	10	46	13	14	10	12	11	12	9	10
TOTAL	48.5				49				66				73.5				47.5				41			

Anexo 16

Pre-evaluación para determinar indicador de mantenibilidad

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO						
INDICADOR DE MANTENIBILIDAD PRE-TEST						
M = (TTR/MDT)*100						
TTR = TIEMPO PARA REPARAR						
MDT = TIEMPO MEDIO FUERA DE SERVICIO						
EMBARCACIÓN NAVAL	Departamento	ING. MECÁNICA	Fecha	JUNIO -JULIO		
	Jefe de Área		Proceso			
	Supervisor		Datos			
SEMANAS	MUESTRA		TIEMPO PARA REPARAR (TTR)	TIEMPO FUERA DE SERVICIO (MDT)	MANTENIBILIDAD	
1	ANTES	MOTOR DIESEL 1	4	6	66.67%	
2			9	13.5	66.67%	
3			14	17	82.35%	
4			12	16	75.00%	
JUNIO						
1			4	6	66.67%	
2			7	13.5	51.85%	
3			14	17	82.35%	
4		12	16	75.00%		
JULIO						
1		MOTOR DIESEL 2	4	6	66.67%	
2			13	17.5	74.29%	
3			9	13	69.23%	
4			10.5	15	70.00%	
JUNIO						
1			4	6	66.67%	
2			13	16	81.25%	
3			9	12	75.00%	
4		10.5	14.5	72.41%		
JULIO						
1		GRUPO ELECTROGENO 1	7	8.5	82.35%	
2			12	15	80.00%	
3			3	6	50.00%	
4			8	11	72.73%	
JUNIO						
1			8.5	8.5	100.00%	
2			12	15.5	77.42%	
3			23	28	82.14%	
4	8	11	72.73%			
JULIO						
1	GRUPO ELECTROGENO 2	13	16	81.25%		
2		8	12	66.67%		
3		3	6	50.00%		
4		8	14.5	55.17%		
JUNIO						
1		13	16	81.25%		
2		8	11	72.73%		
3		7	10	70.00%		
4	8	12	66.67%			
JULIO						
1	GRUPO ELECTROGENO 3	5	6.5	76.92%		
2		8	9.5	84.21%		
3		6.5	10	65.00%		
4		35	40	87.50%		
JUNIO						
1		5	6.5	76.92%		
2		8	11	72.73%		
3		6.5	10	65.00%		
4	41	46	89.13%			
JULIO						
1	GRUPO ELECTROGENO 4	8	12.5	64.00%		
2		9	13.5	66.67%		
3		6	10	60.00%		
4		7	11.5	60.87%		
JUNIO						
1		7	10	70.00%		
2		8	11.5	69.57%		
3		6	9	66.67%		
4	7	10	70.00%			
JULIO						

## Pre-evaluación para determinar indicador de confiabilidad

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO								
INDICADOR DE CONFIABILIDAD PRE-TEST								
C=(MTBF )/((MTBF + MTRR))								
MTBF = TIEMPO MEDIO ENTRE FALLOS								
MTRR = TIEMPO MEDIO PARA REPARAR								
EMBARCACIÓN NAVAL		Departamento	ING. MECÁNICA		Fecha	JUNIO - JULIO		
		Jefe de Area			Proceso			
		Supervisor			Datos			
SEMANAS	MUESTRA	TO: TIEMPO DE OPERACIÓN (HRS)	NUMERO DE FALLAS	TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS MTBF	TIEMPO TOTAL DE PARADA	TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR MTRR	CONFIABILIDAD	
1	<b>ANTES</b>	20	1	41.125	6	13.125	76%	
2		48	2		13.5			
3		24	3		17			
4		125	4		16			
JUNIO								
1		24	1	45.875	6	9.875	82%	
2		48	2		9			
3		97	3		15.5			
4		54	4		15			
JULIO								
1		<b>ANTES</b>	22	1	44.625	6	12.875	78%
2			52	2		17.5		
3			26	3		13		
4			130	4		15		
JUNIO								
1			24	1	43.625	6	12.125	78%
2	48		2	16				
3	97		3	12				
4	54		4	14.5				
JULIO								
1	<b>ANTES</b>		20	1	44.125	8.5	10.125	81%
2			48	2		15		
3			24	3		6		
4			125	4		11		
JUNIO								
1			24	1	39.625	10	16.125	71%
2		48	2	15.5				
3		97	3	28				
4		54	4	11				
JULIO								
1		<b>ANTES</b>	20	1	42.125	16	12.125	78%
2			48	2		12		
3			24	3		6		
4			125	4		14.5		
JUNIO								
1			20	1	42.5	16	12.25	78%
2	48		2	11				
3	97		3	10				
4	54		4	12				
JULIO								
1	<b>ANTES</b>		20	1	37.75	6.5	16.5	70%
2			48	2		9.5		
3			24	3		10		
4			125	4		40		
JUNIO								
1			20	1	36.375	6.5	18.375	66%
2		48	2	11				
3		97	3	10				
4		54	4	46				
JULIO					0			
1		<b>ANTES</b>	20	1	42.375	12.5	11.875	78%
2			48	2		13.5		
3			24	3		10		
4			125	4		11.5		
JUNIO								
1			20	1	44.5	10.5	10.25	81%
2	48		2	11.5				
3	97		3	9				
4	54		4	10				
JULIO								

## Pre-evaluación para determinar indicador de disponibilidad

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO						
INDICADOR DE DISPONIBILIDAD PRE-TEST						
$D = (TF) / ((TF + MDT))$						
TF = TIEMPO DISPONIBLE PARA PRODUCIR						
MDT = TIEMPO FUERA DE SERVICIO						
EMBARCACIÓN NAVAL		Departamento	ING. MECÁNICA	Fecha	JUNIO - JULIO	
		Jefe de Area		Proceso		
		Supervisor		Datos		
SEMANAS	MUESTRA	TIEMPO DISPONIBLE PARA PRODUCIR	TIEMPO FUERA DE SERVICIO	DISPONIBILIDAD	PROMEDIO	
1	<b>ANTES</b>	MOTOR DIESEL 1	20	6	77%	76%
2			48	13.5	78%	
3			24	17	59%	
4			125	16	89%	
JUNIO				0		
1			24	6	80%	82%
2			48	9	84%	
3			97	15.5	86%	
4		54	15	78%		
JULIO			0			
1		MOTOR DIESEL 2	22	6	79%	77%
2			52	17.5	75%	
3			26	13	67%	
4			130	15	90%	
JUNIO				0		
1			24	6	80%	81%
2	48		16	75%		
3	97		12	89%		
4	54	14.5	79%			
JULIO		0				
1	GRUPO ELECTROGENO 1	20	8.5	70%	80%	
2		48	15	76%		
3		24	6	80%		
4		125	11	92%		
JUNIO			0			
1		24	10	71%	77%	
2		48	15.5	76%		
3		97	28	78%		
4	54	11	83%			
JULIO		0				
1	GRUPO ELECTROGENO 2	20	16	56%	76%	
2		48	12	80%		
3		24	6	80%		
4		125	14.5	90%		
JUNIO			0			
1		20	16	56%	77%	
2		48	11	81%		
3		97	10	91%		
4	54	12	82%			
JULIO		0				
1	GRUPO ELECTROGENO 3	20	6.5	75%	76%	
2		48	9.5	83%		
3		24	10	71%		
4		125	40	76%		
JUNIO			0			
1		20	6.5	75%	75%	
2		48	11	81%		
3		97	10	91%		
4	54	46	54%			
JULIO		0				
1	GRUPO ELECTROGENO 4	20	12.5	62%	75%	
2		48	13.5	78%		
3		24	10	71%		
4		125	11.5	92%		
JUNIO			0			
1		20	10.5	66%	81%	
2		48	11.5	81%		
3		97	9	92%		
4	54	10	84%			
JULIO		0				



## Anexo 18

### Post-evaluación para determinar indicador de mantenibilidad

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO							
INDICADOR DE MANTENIBILIDAD POST-TEST							
$M = (TTR/MDT) * 100$							
TTR = TIEMPO PARA REPARAR							
MDT = TIEMPO MEDIO FUERA DE SERVICIO							
EMBARCACIÓN NAVAL	Departamento	ING. MECÁNICA	Fecha	SET -OCT			
	Jefe de Área		Proceso				
	Supervisor		Datos				
SEMANAS	MUESTRA		TIEMPO PARA REPARAR (TTR)	TIEMPO FUERA DE SERVICIO (MDT)	MANTENIBILIDAD		
1	<b>DESPUES</b>	<b>MOTOR DIESEL 1</b>	4	5.5	72.73%		
2							
3				1	1.5	66.67%	
4							
SETIEMBRE							
1				4	5.5	72.73%	
2							
3				1	1.5	66.67%	
4							
OCTUBRE							
1				2	4	50.00%	
2							
3				1	1.5	66.67%	
4							
SETIEMBRE			<b>MOTOR DIESEL 2</b>				
1				2	4	50.00%	
2							
3				1	1.5	66.67%	
4							
OCTUBRE							
1					2.5	4.5	55.56%
2							
3				1	1.5	66.67%	
4							
SETIEMBRE			<b>GRUPO ELECTROGENO 1</b>				
1				2.5	4.5	55.56%	
2							
3				1	1.5	66.67%	
4							
OCTUBRE							
1				2.5	4.5	55.56%	
2							
3			1	1.5	66.67%		
4							
SETIEMBRE		<b>GRUPO ELECTROGENO 2</b>					
1			2.5	4.5	55.56%		
2							
3			1	1.5	66.67%		
4							
OCTUBRE							
1				2.5	4.5	55.56%	
2							
3			1	1.5	66.67%		
4							
SETIEMBRE		<b>GRUPO ELECTROGENO 3</b>					
1			2.5	4.5	55.56%		
2							
3			1	1.5	66.67%		
4							
OCTUBRE							
1				2.5	4.5	55.56%	
2							
3			1	1.5	66.67%		
4							
SETIEMBRE		<b>GRUPO ELECTROGENO 4</b>					
1			2.5	4.5	55.56%		
2							
3			1	1.5	66.67%		
4							
OCTUBRE							
1				2.5	4.5	55.56%	
2							
3			1	1.5	66.67%		
4							
OCTUBRE							

## Post-evaluación para determinar indicador de confiabilidad

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO									
INDICADOR DE CONFIABILIDAD POST-TEST									
C = (MTBF) / ((MTBF + MTTR))									
MTBF = TIEMPO MEDIO ENTRE FALLOS									
MTR = TIEMPO MEDIO PARA REPARAR									
EMBARCACIÓN NAVAL		Departamento	ING. MECÁNICA		Fecha	SETIEMBRE - OCTUBRE			
		Jefe de Area			Proceso				
		Supervisor			Datos				
SEMANAS	MUESTRA	TO: TIEMPO DE OPERACIÓN (HRS)	NUMERO DE FALLAS	TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS MTBF	TIEMPO TOTAL DE PARADA	TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR MTTR	CONFIABILIDAD		
1	<b>ANTES</b>	20	1	105	5.5	3.50	97%		
2					48			0	
3					24			2	
4					125			0	
SETIEMBRE									
1		24	1	108	1.5	3.50	97%		
2					48			0	
3					97			2	
4					54			0	
OCTUBRE									
1		22	1	112.25	4	2.75	98%		
2					52			0	
3					26			2	
4					130			0	
SETIEMBRE									
1		24	1	108.75	4	2.75	98%		
2	48				0				
3	97				2				
4	54				0				
OCTUBRE									
1	20	1	105.5	4.5	3.00	97%			
2				48			0		
3				24			2		
4				125			0		
SETIEMBRE									
1	24	1	108.5	4.5	3.00	97%			
2				48			0		
3				97			2		
4				54			0		
OCTUBRE									
1	20	1	105.5	4.5	3.00	97%			
2				48			0		
3				24			2		
4				125			0		
SETIEMBRE									
1	20	1	106.5	4.5	3.00	97%			
2				48			0		
3				97			2		
4				54			0		
OCTUBRE									
1	20	1	105.5	4.5	3.00	97%			
2				48			0		
3				24			2		
4				125			0		
SETIEMBRE									
1	20	1	106.5	4.5	3.00	97%			
2				48			0		
3				97			2		
4				54			0		
OCTUBRE									
1	20	1	105.5	4.5	3.00	97%			
2				48			0		
3				24			2		
4				125			0		
SETIEMBRE									
1	20	1	106.5	4.5	3.00	97%			
2				48			0		
3				97			2		
4				54			0		
OCTUBRE									



## Post-evaluación para determinar indicador de disponibilidad

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO						
INDICADOR DE DISPONIBILIDAD POST-TEST						
$D = (TF) / (TF + MDT)$						
TF = TIEMPO DISPONIBLE PARA PRODUCIR						
MDT = TIEMPO FUERA DE SERVICIO						
EMBARCACIÓN NAVAL		Departamento	ING. MECÁNICA	Fecha	SET - OCT	
		Jefe de Area		Proceso		
		Supervisor		Datos		
SEMANAS	MUESTRA	TIEMPO DISPONIBLE PARA PRODUCIR	TIEMPO FUERA DE SERVICIO	DISPONIBILIDAD	PROMEDIO	
1	<b>DESPUES</b>	14.5	5.5	73%	92%	
2		48	0	100%		
3		22.5	1.5	94%		
4		125	0	100%		
SETIEMBRE		<b>MOTOR DIESEL 1</b>	18.5	5.5	77%	92%
1			48	0	100%	
2			97	0	100%	
3			50	4	93%	
4		<b>MOTOR DIESEL 2</b>	18	4	82%	94%
OCTUBRE			52	0	100%	
1			24.5	1.5	94%	
2			130	0	100%	
3		<b>MOTOR DIESEL 2</b>	20	4	83%	95%
4			48	0	100%	
SETIEMBRE			95.5	1.5	98%	
1			54	0	100%	
2	<b>GRUPO ELECTROGENO 1</b>	15.5	4.5	78%	93%	
3		48	0	100%		
4		22.5	1.5	94%		
OCTUBRE		125	0	100%		
1	<b>GRUPO ELECTROGENO 1</b>	19.5	4.5	81%	95%	
2		48	0	100%		
3		95.5	1.5	98%		
4		54	0	100%		
OCTUBRE	<b>GRUPO ELECTROGENO 2</b>	15.5	4.5	78%	93%	
1		48	0	100%		
2		22.5	1.5	94%		
3		125	0	100%		
4	<b>GRUPO ELECTROGENO 2</b>	15.5	4.5	78%	94%	
OCTUBRE		48	0	100%		
1		95.5	1.5	98%		
2		54	0	100%		
3	<b>GRUPO ELECTROGENO 3</b>	15.5	4.5	78%	93%	
4		48	0	100%		
SETIEMBRE		22.5	1.5	94%		
1		125	0	100%		
2	<b>GRUPO ELECTROGENO 3</b>	15.5	4.5	78%	94%	
3		48	0	100%		
4		95.5	1.5	98%		
OCTUBRE		54	0	100%		
1	<b>GRUPO ELECTROGENO 4</b>	15.5	4.5	78%	93%	
2		48	0	100%		
3		22.5	1.5	94%		
4		125	0	100%		
SETIEMBRE	<b>GRUPO ELECTROGENO 4</b>	15.5	4.5	78%	94%	
1		48	0	100%		
2		95.5	1.5	98%		
3		54	0	100%		
4						
OCTUBRE						

Anexo 19

Pre-evaluación para determinar indicador de eficacia

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA PRODUCTIVIDAD						
INDICADOR DE EFICACIA PRE-TEST						
EFICACIA = (DISTANCIA REALIZADO / DISTANCIA PLANEADO) * 100						
DISTANCIA REALIZADA = MILLAS DE NAVEGACIÓN REALIZADAS						
DISTANCIA PLANEADA = MILLAS NAVEGACIÓN PLANEADAS						
EMBARCACIÓN NAVAL		Departamento	ING. MECÁNICA	Fecha	JUNIO -JULIO	
		Jefe de Area		Proceso		
		Supervisor		Datos		
SEMANAS	MUESTRA	MILLAS NAVEGACIÓN REALIZADAS	MILLAS NAVECIÓN PLANEADAS	EFICACIA	PROMEDIO	
1	ANTES	144	216	66.67%	61.76%	
2		390	552	70.65%		
3		60	264	22.73%		
4		1284	1476	86.99%		
JUNIO						
1		MOTOR DIESEL 1	192	264	72.73%	77.00%
2		444	552	80.43%		
3		954	1140	83.68%		
4		444	624	71.15%		
JULIO						
1		MOTOR DIESEL 2	168	240	70.00%	67.28%
2			390	600	65.00%	
3			132	288	45.83%	
4			1356	1536	88.28%	
JUNIO						
1			192	264	72.73%	74.36%
2	360		552	65.22%		
3	996		1140	87.37%		
4	450	624	72.12%			
JULIO						
1	GRUPO ELECTROGENO 1	114	216	52.78%	70.99%	
2		372	552	67.39%		
3		192	264	72.73%		
4		1344	1476	91.06%		
JUNIO						
1		144	264	54.55%	67.56%	
2		366	552	66.30%		
3		804	1140	70.53%		
4	492	624	78.85%			
JULIO						
1	GRUPO ELECTROGENO 2	24	216	11.11%	61.49%	
2		408	552	73.91%		
3		192	264	72.73%		
4		1302	1476	88.21%		
JUNIO						
1		24	216	11.11%	63.40%	
2		420	552	76.09%		
3		1020	1140	89.47%		
4	480	624	76.92%			
JULIO						
1	GRUPO ELECTROGENO 3	138	216	63.89%	66.32%	
2		438	552	79.35%		
3		144	264	54.55%		
4		996	1476	67.48%		
JUNIO						
1		138	216	63.89%	60.25%	
2		420	552	76.09%		
3		1020	1140	89.47%		
4	72	624	11.54%			
JULIO						
1	GRUPO ELECTROGENO 4	66	216	30.56%	61.60%	
2		390	552	70.65%		
3		144	264	54.55%		
4		1338	1476	90.65%		
JUNIO						
1		90	216	41.67%	71.99%	
2		414	552	75.00%		
3		1032	1140	90.53%		
4	504	624	80.77%			
JULIO						

## Pre-evaluación para determinar indicador de eficiencia

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA PRODUCTIVIDAD									
INDICADOR DE EFICIENCIA PRE-TEST									
E = (TIEMPO OPERACIÓN REAL / TIEMPO OPERACIÓN PROGRAMADO)*100									
TIEMPO OPERACIÓN REAL = TIEMPO REALIZADO MOTOR									
TIEMPO OPERACIÓN PROGRAMADO = TIEMPO PROGRAMADO MOTOR									
EMBARCACIÓN NAVAL		Departamento	ING. MECÁNICA		Fecha	JUNIO -JULIO			
		Jefe de Area			Proceso				
		Supervisor			Datos				
SEMANAS	MUESTRA		TIEMPO PROGRAMADO MOTOR	TIEMPO FUERA DE SERVICIO	TIEMPO REALIZADO MOTOR	EFICIENCIA	PROMEDIO		
1	<b>ANTES</b>	<b>MOTOR DIESEL 1</b>	20	6	14	70%	65%		
2			48	13.5	34.5	72%			
3			24	17	7	29%			
4			125	16	109	87%			
JUNIO									
1			24	6	18	75%	78%		
2			48	9	39	81%			
3			97	15.5	81.5	84%			
4		54	15	39	72%				
JULIO									
1		<b>ANTES</b>	<b>MOTOR DIESEL 2</b>	22	6	16	73%	69%	
2				52	17.5	34.5	66%		
3				26	13	13	50%		
4				130	15	115	88%		
JUNIO									
1				24	6	18	75%	76%	
2	48			16	32	67%			
3	97			12	85	88%			
4	54		14.5	39.5	73%				
JULIO									
1	<b>ANTES</b>		<b>GRUPO ELECTROGENO 1</b>	20	8.5	11.5	58%	73%	
2				48	15	33	69%		
3				24	6	18	75%		
4				125	11	114	91%		
JUNIO									
1				24	10	14	58%	69%	
2		48		15.5	32.5	68%			
3		97		28	69	71%			
4		54	11	43	80%				
JULIO									
1		<b>ANTES</b>	<b>GRUPO ELECTROGENO 2</b>	20	16	4	20%	65%	
2				48	12	36	75%		
3				24	6	18	75%		
4				125	14.5	110.5	88%		
JUNIO									
1				20	16	4	20%	66%	
2	48			11	37	77%			
3	97			10	87	90%			
4	54		12	42	78%				
JULIO									
1	<b>ANTES</b>		<b>GRUPO ELECTROGENO 3</b>	20	6.5	13.5	68%	69%	
2				48	9.5	38.5	80%		
3				24	10	14	58%		
4				125	40	85	68%		
JUNIO									
1				20	6.5	13.5	68%	62%	
2		48		11	37	77%			
3		97		10	87	90%			
4		54	46	8	15%				
JULIO									
1		<b>ANTES</b>	<b>GRUPO ELECTROGENO 4</b>	20	12.5	7.5	38%	65%	
2				48	13.5	34.5	72%		
3				24	10	14	58%		
4				125	11.5	113.5	91%		
JUNIO									
1				20	10.5	9.5	48%	74%	
2	48			11.5	36.5	76%			
3	97			9	88	91%			
4	54		10	44	81%				
JULIO									

## Anexo 20

### Pre-evaluación para determinar la productividad

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA PRODUCTIVIDAD						
INDICADOR PRE-TEST						
PRODUCTIVIDAD = ( RESULTADO / TIEMPO PARA CONSEGUIRLO ) * 100						
RESULTADO = RESULTADO MILLAS NAVEGADAS						
TIEMPO PARA CONSEGUIRLOS = TIEMPO OPERACIÓN MOTOR						
EMBARCACIÓN NAVAL		Departamento	ING. MECÁNICA	Fecha	SET - OCT	
		Jefe de Area		Proceso		
		Supervisor		Datos		
		RESULTADOS DE MILLAS NAVEGADAS	TIEMPO OPERACIÓN MOTOR	PRODUCTIVIDAD	PROMEDIO	
1	<b>ANTES</b>	MOTOR DIESEL 1	144	14	10.29	10.49
2			390	34.5	11.30	
3			60	7	8.57	
4			1284	109	11.78	
JUNIO			0	0		
1		MOTOR DIESEL 2	192	18	10.67	11.29
2			444	39	11.38	
3			954	81.5	11.71	
4			444	39	11.38	
JULIO			0	0		
1		MOTOR DIESEL 2	168	16	10.50	10.94
2			390	34.5	11.30	
3			132	13	10.15	
4			1356	115	11.79	
JUNIO			0	0		
1		GRUPO ELECTROGENO 1	114	11.5	9.91	10.91
2			372	33	11.27	
3			192	18	10.67	
4			1344	114	11.79	
JUNIO			0	0		
1		GRUPO ELECTROGENO 1	144	14	10.29	11.16
2			366	32.5	11.26	
3			804	69	11.65	
4			492	43	11.44	
JULIO			0	0		
1		GRUPO ELECTROGENO 2	24	4	6.00	9.95
2			408	36	11.33	
3			192	18	10.67	
4			1302	110.5	11.78	
JUNIO			0	0		
1		GRUPO ELECTROGENO 2	24	4	6.00	10.13
2			420	37	11.35	
3			1020	87	11.72	
4			480	42	11.43	
JULIO			0	0		
1		GRUPO ELECTROGENO 3	138	13.5	10.22	10.90
2			438	38.5	11.38	
3			144	14	10.29	
4			996	85	11.72	
JUNIO			0	0		
1	GRUPO ELECTROGENO 3	138	13.5	10.22	10.57	
2		420	37	11.35		
3		1020	87	11.72		
4		72	8	9.00		
JULIO		0	0			
1	GRUPO ELECTROGENO 4	66	7.5	8.80	10.54	
2		390	34.5	11.30		
3		144	14	10.29		
4		1338	113.5	11.79		
JUNIO		0	0			
1	GRUPO ELECTROGENO 4	90	9.5	9.47	11.00	
2		414	36.5	11.34		
3		1032	88	11.73		
4		504	44	11.45		
JULIO		0	0			

## Anexo 21

Post - evaluación para determinar indicador de eficacia

<b>FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA PRODUCTIVIDAD</b> <b>INDICADOR DE EFICACIA POST-TEST</b> <b>EFICACIA = (SERVICIO REALIZADO / SERVICIO PLANEADO) * 100</b> <b>SERVICIO REALIZADO = MILLAS DE NAVEGACION REALIZADAS</b> <b>SERVICIO PLANEADO = MILLAS NAVEGACION PLANEADAS</b>						
EMBARCACIÓN NAVAL		Departamento	ING. MECÁNICA	Fecha	SET - OCT	
		Jefe de Area		Proceso		
		Supervisor		Datos		
SEMANAS	MUESTRA	MILLAS NAVEGACIÓN REALIZADAS	MILLAS NAVECIÓN PLANEADAS	EFICACIA	PROMEDIO	
1	<b>DESPUES</b>	148.5	216	69%	86%	
2		517	552	94%		
3		236.5	264	90%		
4		1364	1476	92%		
SETIEMBRE		<b>MOTOR DIESEL 1</b>				
1			192.5	264	73%	86%
2			517	552	94%	
3			1056	1140	93%	
4			539	624	86%	
OCTUBRE						
1			187	240	78%	88%
2			561	600	94%	
3			258.5	288	90%	
4			1419	1536	92%	
SETIEMBRE		<b>MOTOR DIESEL 2</b>				
1			209	264	79%	89%
2		517	552	94%		
3		1039.5	1140	91%		
4		583	624	93%		
OCTUBRE						
1		159.5	216	74%	87%	
2		517	552	94%		
3		236.5	264	90%		
4		1364	1476	92%		
SETIEMBRE	<b>GRUPO ELECTROGENO 1</b>					
1		203.5	264	77%	89%	
2		517	552	94%		
3		1039.5	1140	91%		
4		583	624	93%		
OCTUBRE						
1		159.5	216	74%	87%	
2		517	552	94%		
3		236.5	264	90%		
4		1364	1476	92%		
SETIEMBRE	<b>GRUPO ELECTROGENO 2</b>					
1		159.5	216	74%	88%	
2		517	552	94%		
3		1039.5	1140	91%		
4		583	624	93%		
OCTUBRE						
1		159.5	216	74%	87%	
2		517	552	94%		
3		236.5	264	90%		
4		1364	1476	92%		
SETIEMBRE	<b>GRUPO ELECTROGENO 3</b>					
1		159.5	216	74%	88%	
2		517	552	94%		
3		1039.5	1140	91%		
4		583	624	93%		
OCTUBRE						
1		159.5	216	74%	87%	
2		517	552	94%		
3		236.5	264	90%		
4		1364	1476	92%		
SETIEMBRE	<b>GRUPO ELECTROGENO 4</b>					
1		159.5	216	74%	88%	
2		517	552	94%		
3		1039.5	1140	91%		
4		583	624	93%		
OCTUBRE						

## Post - evaluación para determinar indicador de eficiencia

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA PRODUCTIVIDAD									
INDICADOR DE EFICIENCIA POST-TEST									
E = (TIEMPO OPERACIÓN REAL / TIEMPO OPERACIÓN PROGRAMADO)*100									
TIEMPO OPERACIÓN REAL = TIEMPO REALIZADO MOTOR									
TIEMPO OPERACIÓN PROGRAMADO = TIEMPO PROGRAMADO MOTOR									
EMBARCACIÓN NAVAL		Departamento	ING. MECÁNICA		Fecha	SETIEMBRE - OCTUBRE			
		Jefe de Area			Proceso				
		Supervisor			Datos				
SEMANAS	MUESTRA		TIEMPO PROGRAMADO MOTOR	TIEMPO FUERA DE SERVICIO	TIEMPO REALIZADO MOTOR	EFICIENCIA	PROMEDIO		
1	<b>DESPUES</b>	<b>MOTOR DIESEL 1</b>	20	5.5	14.5	73%	<b>92%</b>		
2			48		48	100%			
3			24	1.5	22.5	94%			
4			125		125	100%			
SETIEMBRE									
1			24	5.5	18.5	77%			
2			48		48	100%			
3			97		97	100%			
4		54	4	50	93%				
OCTUBRE									
1		<b>DESPUES</b>	<b>MOTOR DIESEL 2</b>	22	4	18	82%	<b>94%</b>	
2				52		52	100%		
3				26	1.5	24.5	94%		
4				130		130	100%		
SETIEMBRE									
1				24	4	20	83%		
2	48				48	100%			
3	97			1.5	95.5	98%			
4	54			54	100%				
OCTUBRE									
1	<b>DESPUES</b>		<b>GRUPO ELECTROGENO 1</b>	20	4.5	15.5	78%	<b>93%</b>	
2				48		48	100%		
3				24	1.5	22.5	94%		
4				125		125	100%		
SETIEMBRE									
1				24	4.5	19.5	81%		
2		48			48	100%			
3		97		1.5	95.5	98%			
4		54		54	100%				
SETIEMBRE									
1		<b>DESPUES</b>	<b>GRUPO ELECTROGENO 2</b>	20	4.5	15.5	78%	<b>93%</b>	
2				48		48	100%		
3				24	1.5	22.5	94%		
4				125		125	100%		
SETIEMBRE									
1				20	4.5	15.5	78%		
2	48				48	100%			
3	97			1.5	95.5	98%			
4	54			54	100%				
SETIEMBRE									
1	<b>DESPUES</b>		<b>GRUPO ELECTROGENO 3</b>	20	4.5	15.5	78%	<b>93%</b>	
2				48		48	100%		
3				24	1.5	22.5	94%		
4				125		125	100%		
SETIEMBRE									
1				20	4.5	15.5	78%		
2		48			48	100%			
3		97		1.5	95.5	98%			
4		54		54	100%				
SETIEMBRE									
1		<b>DESPUES</b>	<b>GRUPO ELECTROGENO 4</b>	20	4.5	15.5	78%	<b>93%</b>	
2				48		48	100%		
3				24	1.5	22.5	94%		
4				125		125	100%		
OCTUBRE									
1				20	4.5	15.5	78%		
2	48				48	100%			
3	97			1.5	95.5	98%			
4	54			54	100%				
OCTUBRE									

## Anexo 22

### Post - evaluación para determinar indicador de productividad

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA PRODUCTIVIDAD						
INDICADOR POST-TEST						
PRODUCTIVIDAD = ( RESULTADO / TIEMPO PARA CONSEGUIRLO ) * 100						
RESULTADO = RESULTADO MILLAS NAVEGADAS						
TIEMPO PARA CONSEGUIRLOS = TIEMPO OPERACIÓN MOTOR						
EMBARCACIÓN NAVAL		Departamento	ING. MECÁNICA	Fecha	SET - OCT	
		Jefe de Area		Proceso		
		Supervisor		Datos		
		RESULTADOS DE MILLAS NAVEGADAS	TIEMPO OPERACIÓN MOTOR	PRODUCTIVIDAD	PROMEDIO	
1	<b>DESPUES</b>	MOTOR DIESEL 1	148.5	14	10.61	17.97
2			517	34.5	14.99	
3			236.5	7	33.79	
4			1364	109	12.51	
SETIEMBRE						
1		MOTOR DIESEL 2	192.5	18	10.69	12.68
2			517	39	13.26	
3			1056	81.5	12.96	
4			539	39	13.82	
OCTUBRE						
1		MOTOR DIESEL 2	187	16	11.69	15.04
2			561	34.5	16.26	
3			258.5	13	19.88	
4			1419	115	12.34	
SETIEMBRE						
1		GRUPO ELECTROGENO 1	209	18	11.61	13.69
2			517	32	16.16	
3			1039.5	85	12.23	
4			583	39.5	14.76	
OCTUBRE						
1		GRUPO ELECTROGENO 1	159.5	11.5	13.87	13.66
2			517	33	15.67	
3			236.5	18	13.14	
4			1364	114	11.96	
SETIEMBRE						
1		GRUPO ELECTROGENO 2	203.5	14	14.54	14.77
2			517	32.5	15.91	
3			1039.5	69	15.07	
4			583	43	13.56	
OCTUBRE						
1		GRUPO ELECTROGENO 2	159.5	4	39.88	19.93
2			517	36	14.36	
3			236.5	18	13.14	
4			1364	110.5	12.34	
SETIEMBRE						
1		GRUPO ELECTROGENO 3	159.5	4	39.88	19.92
2			517	37	13.97	
3			1039.5	87	11.95	
4			583	42	13.88	
OCTUBRE			0	0		
1	GRUPO ELECTROGENO 3	159.5	13.5	11.81	14.55	
2		517	38.5	13.43		
3		236.5	14	16.89		
4		1364	85	16.05		
SETIEMBRE						
1	GRUPO ELECTROGENO 4	159.5	13.5	11.81	27.65	
2		517	37	13.97		
3		1039.5	87	11.95		
4		583	8	72.88		
OCTUBRE		0	0			
1	GRUPO ELECTROGENO 4	159.5	7.5	21.27	16.29	
2		517	34.5	14.99		
3		236.5	14	16.89		
4		1364	113.5	12.02		
SETIEMBRE						
1	GRUPO ELECTROGENO 4	159.5	9.5	16.79	14.00	
2		517	36.5	14.16		
3		1039.5	88	11.81		
4		583	44	13.25		
OCTUBRE						

## Anexo 23

### Información relevante de inspecciones de mantenimiento

#### RECOPIACION DE INSPECCIONES Y REVISIONES PERIÓDICAS

A	DIARIAMENTE	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Verificar el nivel de aceite en el carter del motor, en los carters del gobernador y turbo cargador.</li> <li>2. Verificar el nivel de agua en el tanque de expansión.</li> <li>3. Verificar el nivel de combustible en el tanque de servicio.</li> <li>4. Verificar el normal funcionamiento del motor y del turbo cargador.</li> <li>5. Verificar la ausencia de ruidos y vibraciones anormales, la ausencia de inestabilidad del gobernador y la ausencia de excesivo humo en la descarga y desde los respiraderos del bloque.</li> </ol>
B	CADA 500 HORAS DE FUNCIONAMIENTO	<p>Todas las operaciones señaladas en A y además:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Verificar con el motor en funcionamiento con carga, que las temperatura del agua y el aceite se encuentren dentro de los valores tolerables y que la intervención de los termo interruptores de agua y aceite sea normal.</li> <li>2. Verificar las características del aceite y tomar muestras para su análisis en el laboratorio.</li> <li>3. Limpiar los filtros centrífugos de aceite y los filtros autolimpiante de aceite segundo las indicaciones del constructor.</li> <li>4. Verificar que el presóstato de seguridad por baja presión de aceite del motor funcionen correctamente.</li> <li>5. Limpiar los filtros de combustible.</li> <li>6. Verificar el movimiento de la cremallera y de los ejes de regulación de las bombas de inyección sea libre.</li> <li>7. Limpiar los filtros de aire. Verificar la estanqueidad del colectores y de las bridas de unión.</li> <li>8. Cada 500 - 1000 horas verificar una muestra del agua acondicionada sacada desde el circuito de enfriamiento.</li> <li>9. Verificar el juego de las válvulas.</li> </ol>
C	CADA 1500 HORAS DE FUNCIONAMIENTO	<p>Todas las operaciones indicadas en A y B y además:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sustituir el aceite en el carter de los turbo cargador. El reemplazo no debe realizarse a intervalos superiores a seis meses.</li> <li>2. Limpiar, verificar y calibrar los pulverizadores.</li> <li>3. Inspección interna del carter.</li> <li>4. Verificar el torque de los cabezotes; un primer control se hace después de las primeras 200 - 300 horas de funcionamiento.</li> <li>5. Sustituir el aceite en el carter del moto, en caso de que no vengam realizaran los análisis periódicos.</li> <li>6. Verificar el grado de pasivación del agua dulce de enfriamiento.</li> </ol>



**RECOPIACION DE INSPECCIONES Y REVISIONES PERIÓDICAS**

D	CADA 6000 HORAS DE FUNCIONAMIENTO	<p>Todas las operaciones mencionadas en A-B-C y además:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Verificar el ajuste de los pernos de fundación y medir la deflexión del eje cigüeñal.</li> <li>2. Verificar el anticipo de las bombas de inyección.</li> <li>3. Limpiar las ducterías aire y gas de los turbo cargadores.</li> <li>4. Limpiar el enfriador de aire, lado aire y lado agua y de ser necesario reemplazar los ánodos de sacrificio. Limpiar el enfriador de agua lado agua dulce y de mar.</li> <li>5. Limpiar el enfriador de aceite (lado agua).</li> <li>6. Verificar y eventualmente rectificar las válvulas de admisión y escape y los respectivos sellos.</li> <li>7. Verificar el engranaje del comando de distribución y los de las bombas de servicio.</li> <li>8. Verificar y limpiar el sistema de maniobra.</li> <li>9. Verificar el regulador de sobre velocidad.</li> <li>10. Verificar las válvulas termo estáticas.</li> <li>11. Verificar la instrumentación.</li> </ol>
E	CADA 12000 HORAS DE FUNCIONAMIENTO	<p>Todas las operaciones mencionadas en A-B-C-D y además:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mantenimiento de los pistones y medición de las camisas.</li> <li>2. Verificar los cojinetes de cabeza de biela.</li> <li>3. Verificar los pasadores y las bocinas de biela.</li> <li>4. Desincrustar las cámaras de circulación del agua de enfriamiento de los cabezotes y del bloque con el retiro de cualquier suciedad.</li> <li>5. Limpiar el enfriador de aceite lado aceite.</li> <li>6. Reemplazar los cojinetes del turbo cargador.</li> <li>7. Mantenimiento de las bombas de combustible.</li> </ol>
F	CADA 24000 HORAS DE FUNCIONAMIENTO	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Revisiones generales:</li> </ol>

## Anexo 24

### Prueba física de la investigación en la embarcación naval





## Prueba física de la investigación en la embarcación naval

