ESCUELA NACIONAL DE MARINA MERCANTE

“ALMIRANTE MIGUEL GRAU”

Programa Académico de Marina Mercante

Especialidad de Máquinas

PROPUESTA DE MEJORA AL PLAN DE MANTENIMIENTO DE LOS GENERADORES AUXILIARES DE UN BUQUE TANQUE PETROLERO, 2019

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE OFICIAL DE MARINA MERCANTE MENCION EN MAQUINAS

PRESENTADA POR:

CAPA ALMEIDA, GERSON FRANCISCO

GOMEZ CALDERÓN, JOSÉ DIEGO

CALLAO, PERÚ

2020

PROPUESTA DE MEJORA AL PLAN DE MANTENIMIENTO DE LOS GENERADORES AUXILIARES DE UN BUQUE TANQUE PETROLERO, 2019

DEDICATORIA

A mi madre Maricarmen, por el amor, esfuerzo y apoyo incondicional, gracias a ella he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy.

A mi familia, por estar siempre presentes y por el apoyo moral que me brindaron siempre.

Gómez Calderón, José Diego.

DEDICATORIA

A Dios, por ser el forjador de mí camino.

A mis Padres Carmen y Francisco, por brindarme su apoyo incondicional a lo largo de esta etapa de mi carrera y a lo largo de mi vida, que me motivan a que nunca me rinda ante cualquier obstáculo y enfrentar el camino como se presente, gracias por los esfuerzos que han realizado, los amo.

A mi hermana Sandra, por ser un pilar muy importante en mi vida.

A mi hijo Dereck Thiago Capa Peñafiel, el cual fue mi motor y motivo para no darme por vencido y seguir en la lucha siempre, Te amo Hijo.

Finalmente, y no menos importante, a mi Madrina Cecilia Ford, por su apoyo incondicional.

Capa Almeida, Gerson Francisco

AGRADECIMIENTO

A los superintendentes, ingenieros y tripulantes de la Naviera Transgas Shipping Line por brindarnos su apoyo para llevar a cabo todas las actividades propuestas durante el desarrollo de la presente investigación.

A nuestra alma mater la “Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau”, por formarnos profesionalmente.

Al Mg. Carlos Borja García; y al Jefe de Máquinas Zenaido Soldevilla Guerra,

nuestros asesores, por su capacidad de guiar nuestras ideas, siendo un aporte invaluable.

ÍNDICE

Pág.

Portada i
Título ii
Dedicatoria iii
Agradecimientos v
ÍNDICE viii
LISTA DE FIGURAS xii
RESUMEN xiv
ABSTRACT xvi
INTRODUCCIÓN xviii

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática… 1
1.2. Formulación del problema 4
1.2.1. Problema general…. 4
1.2.2. Problema específico… 4
1.3. Objetivos de la investigación 5
1.3.1. Objetivo general 5
1.3.2. Objetivos específicos… 5
1.4. Justificación de la investigación 6
1.4.1. Justificación teórica… 6
1.4.2. Justificación metodológica… 6
1.4.3. Justificación práctica 7
1.5. Limitaciones de la investigación 7
1.6. Viabilidad de la investigación 8

CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL

2.1. Antecedentes de la investigación 9
2.2. Marco teórico 15

2.2.1. Plan de mantenimiento 15
2.2.1.1. Mantenimiento 15
2.2.1.2. Tipos de mantenimiento 19
2.2.1.3. Conceptos básicos asociados a un plan de mantenimiento 26
2.2.1.4. Elaboración de un plan de mantenimiento 29
A. Funciones administrativas aplicadas al mantenimiento 29
B. Técnicas de elaboración de planes de mantenimiento 35
C. Proceso metodológico del plan de mantenimiento 40
D. Normas ISO 5500X 42
2.2.1.5. Auditoría de mantenimiento 50
2.2.2. Plan de mantenimiento a bordo del buque 57
2.2.2.1. Código ISM 57
2.2.2.2. Asociación de Sociedades de Clasificación – IACS 60
2.2.3. Procedimiento de mantenimiento para un buque en particular 64
2.2.3. Generador auxiliar 66
2.3. Marco conceptual 71

CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Diseño de la investigación 75
3.2. Muestreo 78
3.3. Sistema de categorías 80
3.4. Técnicas para la recolección de datos… 81
3.4.1. Técnica… 81
3.4.2. Instrumentos 81
3.5. Técnicas para el procesamiento y análisis de los datos… 81
3.6. Procedimientos 82
3.7. Aspectos éticos… 82

CAPÍTULO IV: DIAGNÓSTICO DEL MANTENIMIENTO ACTUAL

4.1. Características de la compañía naviera 84
4.1.1. Datos de la compañía naviera 84
4.1.2. Políticas de gestión 85
4.1.3. Organigrama de la compañía 88
4.2. Organización en el buque 91
4.3. Buque tanque petrolero en estudio 92
4.4. Características del generador auxiliar 93
4.5. Plan de mantenimiento original del generador auxiliar 96
4.5.1. Mantenimiento preventivo 96
4.5.2 Mantenimiento predictivo 97
4.5.3. Mantenimiento correctivo 99
4.5.4. Mantenimiento cero horas (Overhaul) 99
4.6. Auditoría de mantenimiento 100
4.6.1. Definición de subcategorías principales 100
4.6.2. Resultados obtenidos según aplicación de técnicas de recolección de datos 102
4.6.3. Resultados obtenidos a través de la triangulación de datos 108

CAPÍTULO V: PROPUESTA AL PLAN DE MANTENIMIENTO

5.1. Introducción 111
5.2. Misión del área de gestión del mantenimiento 111
5.3. Visión del área de gestión de mantenimiento 112
5.4. Objetivos del área de gestión del mantenimiento 112
5.5. Estrategias de planificación y programación del mantenimiento 113
5.6. Políticas de mantenimiento 115
5.7. Alcance específico de la propuesta 116
5.7.1. Objetivos 117
5.7.2. Planificación 117
5.7.3. Responsabilidades 118
5.7.4. Diagrama de requerimiento general en gestión de activos 121
5.7.5. Diagrama de identificación de componentes del generador auxiliar 122
5.7.6. Grado de riesgo de equipos 123
5.7.7. Consideraciones y procedimientos para equipos críticos 125
5.7.8. Flujograma de mantenimiento 128
5.7.9. Programación de mantenimiento 130
5.7.10. Fallas y soluciones en el generador auxiliar 151
5.7.11. Indicadores de mantenimiento 158

CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Discusión 160
6.2. Conclusiones 164
6.3. Recomendaciones 166

FUENTES DE INFORMACIÓN

Referencias bibliográficas… 168
Referencias hemerográficas 171
Referencias electrónicas… 172

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia 176
Anexo 2. Matriz cualitativa respecto a la categoría de análisis: Congruencia cualitativa 178
Anexo 3. Matrices referenciales según técnicas aplicadas para el presente estudio 179
Anexo 4. Plan de mantenimiento preventivo de los generadores auxiliares del buque en estudio 186
Anexo 5. Notas de campo 201
Anexo 6. Ficha de estudio documental 206
Anexo 7. Consentimiento informado aplicado antes de realizar entrevistas a la muestra de estudio 216
Anexo 8. Recolección de datos proveniente de la transcripción de entrevista aplicadas 217

Anexo 9. Encuesta de eficacia de mantenimiento (MES) y resultado preliminares…….. 225

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1: Tipos de mantenimiento 25
Figura 2: Funciones administrativas aplicadas a la elaboración de un buen plan de mantenimiento 30
Figura 3: Tipos de planes a ser consideradas dentro de una organización de mantenimiento 31
Figura 4: Planeamiento y programación del mantenimiento 33
Figura 5: Esquema de diferenciación entre un plan y un programa 34
Figura 6: Estructura de la elaboración de un plan de mantenimiento basado en protocolos normalizados de mantenimiento 38
Figura 7: Proceso metodológico para la elaboración de un plan de mantenimiento según RENOVETEC 41
Figura 8: Proceso metodológico para la elaboración de un plan de mantenimiento según perspectiva cíclica 42
Figura 9: Normas ISO 5500X 44
Figura 10: Fases del ciclo de vida del activo 47
Figura 11: Balance de una buena gestión de activos 35
Figura 12: Evolución de la gestión de activos 50
Figura 13: Vinculación conceptual de auditoria y mantenimiento 52
Figura 14: Métodos comunes para efectuar una auditoría de mantenimiento. 54
Figura 15: Esquema de auditoría y etapas previas 55
Figura 16: Portada del Código ISM 60

Figura 17: Figura 17. Sociedades de clasificación que conforman parte de IACS……. 63
Figura 18: Generador del buque……. 67
Figura 19: Partes básicas de un alternador……... 69
Figura 20: Organigrama de la compañía……... 89
Figura 21: Organigrama en el buque del personal……... 91
Figura 22: Motor diésel del generador auxiliar…….. 97
Figura 23: Ciclo de mantenimiento……. 114
Figura 24: Encargadurías mínimas para una buena gestión del mantenimiento…… 120
Figura 25: Gestión de la operación y mantenimiento del generador auxiliar bajo la filosofía de la gestión de activos…….. 122
Figura 26: Componentes de un generador auxiliar…….. 123
Figura 27: Flujograma de mantenimiento…….. 129

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo elaborar una propuesta que pretenda mejorar el plan de mantenimiento de los generadores auxiliares en el buque tanque petrolero en estudio, 2019. Fue una investigación de ruta cualitativa, tipo básica, nivel exploratorio, diseño investigación-acción. Se aplicó un muestreo no probabilístico de tipo “elección razonada”, determinando como unidades de información a sujetos (Superintendentes, oficiales y marineros de máquinas), objetos (generadores auxiliares y sistema computarizado de gestión del mantenimiento – SCGM), y documentos (Manual de gestión para buques operados por la compañía, manual del motor diésel, manual del alternador, etc.). Se aplicaron técnicas tales como la observación, la documentación, la entrevista y la encuesta (basada en el cuestionario de eficacia del mantenimiento). Con los resultados obtenidos se identificaron oportunidades de mejora respecto a las subcategorías analizadas de gestión de recursos; gestión de información; mantenimiento preventivo y equipamiento tecnológico (mantenimiento predictivo); planificación y ejecución; soporte al mantenimiento, calidad y motivación; planteándose una propuesta basada en un

enfoque estratégico y operativo para la maquinaria en estudio bajo la perspectiva de la norma ISO 5500X (Gestión de activos) y las recomendaciones establecida por la IACS (Asociación Internacional de Sociedades de Clasificación). Se concluyó que la propuesta debe ser evaluada por la compañía, de tal forma que sea implementada en el corto plazo en beneficio de la operatividad, confiabilidad y el alargue de la vida útil de los generadores auxiliares.

Palabras clave: Propuesta, Plan, Mantenimiento, Generador, Auxiliar, Buque, Petrolero.

ABSTRACT

The purpose of this research was to develop a proposal that aims to improve the maintenance plan for auxiliary generators in the oil tanker under study, 2019. It was a qualitative route investigation, basic type, exploratory level, action research design. A non-probabilistic sampling of the “reasoned choice” type was applied, determining as units of information subjects (Superintendents, officers and sailors of machines), objects (auxiliary generators and computerized maintenance management system - SCGM), and documents (Manual of management for ships operated by the company, diesel engine manual, alternator manual, etc.). Techniques such as observation, documentation, interview and survey (based on the maintenance effectiveness questionnaire) were applied. With the results obtained, opportunities for improvement were identified with respect to the subcategories analyzed for resource management; information management; preventive maintenance and technological equipment (predictive maintenance); planning and execution; support for maintenance, quality and motivation; considering a proposal based on a strategic and operational approach for the machinery under study from the perspective of ISO 5500X (Asset

Management) and the recommendations established by the IACS (International Association of Classification Societies). It was concluded that the proposal must be evaluated by the company, in such a way that it is implemented in the short term for the benefit of the operability, reliability and the extension of the useful life of the auxiliary generators.

Keywords: Proposal, Plan, Maintenance, Generator, Auxiliary, Ship, Tanker.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación trata del estudio del plan de mantenimiento de los generadores auxiliares de un buque tanque petrolero, 2019, el cual puede ser definido como el conjunto de actividades y tareas organizadas sistemáticamente, en un sistema, instalación o equipo, con el fin de garantizar la correcta operatividad y confiabilidad de los mismos.

La característica principal del plan de mantenimiento en las maquinarias de los buques mercantes, es que suelen estar diseñados desde una perspectiva operativa, enfocándose en la programación de actividades y ejecución de trabajos de un equipo en específico.

La presente investigación se realizó con la intención de elaborar una propuesta para mejorar el plan de mantenimiento de los generadores auxiliares en el buque tanque petrolero en estudio, planteando consideraciones a ser aplicadas desde el

nivel estratégico y operativo, tomando como referencia la ISO 5500X y las recomendaciones de la IACS.

Para el desarrollo de la investigación, se realizaron coordinaciones con el superintendente a cargo del buque, con el Capitán y Jefe de Máquinas del buque en estudio de tal forma que se accedió a una autorización especial para realizar visitas al buque y disponer de información documental que nos permita responder a los objetivos del presente trabajo de investigación.

Para la recolección de datos se aplicaron técnicas tales como la observación, documentación, entrevista y encuestas; con la ayuda de herramientas de recolección de datos tales como las notas de campo, las fichas de investigación, guía de entrevista, etc.

En este sentido, el presente trabajo de investigación busca identificar oportunidades de mejora con el fin de elaborar la propuesta que ayude a mejorar el plan de mantenimiento de los generadores auxiliares. En consecuencia, el presente informe se encuentra estructurado de la siguiente manera:

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, Se presenta la descripción y formulación del problema, los objetivos, la justificación, las limitaciones y la viabilidad de la investigación.

CAPITULO II: MARCO REFERENCIAL, Comprende, los antecedentes de la investigación, el marco teórico y el marco conceptual.

CAPITULO III: DISEÑO METODOLÓGICO, Se presenta el diseño de investigación, su muestreo, sistema de categorías, las técnicas de recolección de datos, técnicas para el procesamiento/análisis de datos, procedimientos y se mencionan los aspectos éticos.

CAPITULO IV: DIAGNÓSTICO DEL MANTENIMIENTO ACTUAL, Se presentan las características de la compañía naviera, políticas de gestión, organigrama de la compañía, organización del buque, buque tanque petrolero en estudio, características del generador auxiliar, plan de mantenimiento original del generador auxiliar, y auditoría de mantenimiento.

CAPITULO V: PROPUESTA AL PLAN DE MANTENIMIENTO, Se desarrolla la propuesta en base a su introducción e ítems referidos en orientación a los generadores auxiliares.

CAPITULO VI: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**,** Se formulan las discusiones, conclusiones y recomendaciones en relación a los objetivos.

Finalmente se incluyen las referencias generales y sus anexos correspondientes.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

El plan de mantenimiento de una maquinaria en específico dentro de un buque mercante, refiere a un conjunto de actividades a realizar, desde un plano estratégico y operativo con el objetivo de garantizar la confiabilidad, operatividad, y el buen funcionamiento, cuya eficaz gestión permitirá a una compañía naviera a reducir costos de manera sostenible dentro de un intervalo de tiempo.

Los buques mercantes, considerados como ciudades flotantes que necesitan de la energía eléctrica para que el conjunto de sistemas, maquinarias y equipos puedan funcionar, de tal modo que la nave pueda cumplir con sus objetivos comerciales, dependen de los generadores auxiliares (grupos electrógenos), ya que al ser considerados como el “corazón del buque”, constituyen un elemento esencial cuya disponibilidad debería ser permanente, lo cual sólo se logrará si se tiene un plan de mantenimiento adecuado que garantice su operatividad.

A nivel internacional, el mantenimiento del buque y su maquinaria, representa una actividad altamente regulada por el Código internacional de gestión de la seguridad (IGS), en la cual se establece que toda compañía que explote buques debe disponer de planes de mantenimiento para su maquinaria y/o equipos de tal manera que se eviten situaciones peligrosas y se mejore la fiabilidad de dichos elementos o sistemas susceptibles a aplicarse el mantenimiento (OMI, 2018).

Así también, los buques deben cumplir con políticas, criterios y procedimientos establecidos por la Asociación Internacional de Sociedades de Clasificación (IACS), que como organización técnica consultiva de la OMI (Organización Marítima Internacional) establece requisitos procedimentales, recomendaciones y guías sobre el mantenimiento, de tal modo que los buques puedan garantizar un sistema de calidad en concordancia con lo establecido en el marco normativo internacional en concordancia con la gestión del mantenimiento.

Es así que, del Código IGS y las recomendaciones establecidos por IACS, se puede establecer que la adecuada gestión del mantenimiento en los sistemas y/o maquinarias del buque que pretende garantizar su operatividad y equilibrar un manejo de costos asociados al mantenimiento más equilibrado, tiene que ver con un amplio conocimiento normativo, administrativo, técnico, y operacional, el cual debe ser capitalizado por todo el personal involucrado con acciones y tareas encaminadas a los objetivos del mantenimiento (Superintendentes, Oficiales y Marineros, etc).

En el buque tanque petrolero en estudio con relación al plan de mantenimiento de los generadores auxiliares, se pudo visualizar algunas disconformidades que contrastan con lo que se establece en el marco normativo y las recomendaciones internacionales, lo cual pone de manifiesto debilidades en el plan estratégico y operativo sobre la maquinaria en mención.

Las causas responderían a la falta de cumplimiento del departamento encargado en la gestión del mantenimiento respecto a los elementos y procedimientos de mantenimiento, así como a la falta de conocimiento de mecanismos y técnicas que se podrían utilizar en su elaboración, gestión y mejora continua.

En consecuencia, al no disponer de un plan adecuado respecto a los generadores auxiliares, estos no podrían, en un corto plazo garantizar la confiabilidad, operatividad, eficacia, incidiendo en mayores gastos de mantenimiento, así como fallas de mayor envergadura, e inclusive situaciones de riesgo que puedan afectar a la rutina diaria del personal del departamento de máquinas.

Ante la problemática expuesta, el presente estudio buscó elaborar una propuesta, a través de un documento administrativo en el cual se plasmen acciones para mejorar el plan desde un punto de vista estratégico y operativo en relación al plan de mantenimiento de los generadores auxiliares en el buque tanque petrolero en estudio.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Con qué propuesta podría mejorarse el plan de mantenimiento de los generadores auxiliares en el buque tanque petrolero en estudio, 2019?

1.2.2. Problemas específicos

a) ¿Cómo se desarrolla el plan de mantenimiento de los generadores auxiliares en el buque tanque petrolero en estudio?

b) ¿Cuáles son las oportunidades de mejora que se podrían aplicar al plan de mantenimiento de los generadores auxiliares en el buque tanque petrolero en estudio?

c) ¿Cómo debe estructurarse la propuesta que pretende mejorar el plan de mantenimiento de los generadores auxiliares en el buque tanque petrolero en estudio?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Elaborar una propuesta que pretenda mejorar el plan de mantenimiento de los generadores auxiliares en el buque tanque petrolero en estudio, 2019.

1.3.2. Objetivos específicos

a) Realizar un diagnóstico sobre cómo se desarrolla el plan de mantenimiento de los generadores auxiliares en el buque tanque en estudio.

b) Identificar cuáles son las oportunidades de mejora que se podrían aplicar al plan de mantenimiento de los generadores auxiliares en el buque tanque petrolero en estudio.

c) Definir como debe estructurarse la propuesta que pretenda mejorar al plan de mantenimiento de los generadores auxiliares en el buque tanque petrolero en estudio.

1.4. Justificación de la investigación

1.4.1. Justificación teórica

La presente investigación aporta con un conjunto de conceptos asociados a la gestión del mantenimiento desde un panorama industrial, que sin duda encajan dentro de la gestión del mantenimiento a bordo de los buques. Así también, se provee información que permite comprender los cimientos claves del mantenimiento y su connotación obligatoria en la operación de los buques, tal y como se establece en el marco normativo internacional.

Por otra parte, al no existir información destacada en relación con asuntos temáticos sobre “planes de mantenimiento” específicamente a los sistemas, maquinarias o equipos de los buques, el presente estudio podrá servir de referencia para futuros investigadores quienes pretendan desarrollar una línea de investigación de características similares a la del presente estudio.

1.4.2. Justificación metodológica

Considerando que el presente estudio se desarrolla en el nivel exploratorio de la investigación, se establece un procedimiento para realizar un diagnóstico de un plan de mantenimiento asociado a una maquinaria específica como son los generadores auxiliares del buque desde una perspectiva semi-cuantitativa, combinando técnicas de recolección de datos

tales como la observación, la documentación, la entrevista y la encuesta, consolidadas dentro de una auditoria de mantenimiento.

Dicho procedimiento para establecer un análisis semi-cuantitativo del mantenimiento respecto a la maquinaria señalada, contribuirá como una referencia y punto de partida para realizar análisis a otros equipos o sistemas del buque, en la búsqueda por hallar mejoras que contribuyan a los objetivos del mantenimiento en general.

1.4.3 Justificación práctica

Con los resultados obtenidos, la compañía propietaria del buque, podrá tomar medidas que se orienten a evaluar la propuesta a través del departamento de gestión del mantenimiento, con el objetivo de mejorar su plan de mantenimiento no sólo de la maquinaria analizada, sino también de todo sus elementos organizacionales que tienen responsabilidades por garantizar la confiabilidad, operatividad y el manejo de costos de mantenimiento adecuados respecto a los sistemas, maquinarias y equipos del buque.

1.5. Limitaciones de la investigación

Entre las principales limitaciones que tuvieron en el desarrollo del presente trabajo de investigación destacan:

-La falta de antecedentes nacionales respecto a la línea de investigación asociada al “plan de mantenimiento de generadores auxiliares” del buque directamente.

-La falta de información bibliográfica a nivel nacional que existe respecto a las normativas, técnicas y mecanismos de mantenimiento del buque y su equipo.

-El limitado acceso a información de costos sobre materiales y repuestos en referencia al plan de mantenimiento de los generadores auxiliares del buque en estudio.

-El limitado acceso al buque para aplicar las técnicas de recolección de datos, en las unidades de información requeridas con el tiempo necesario, lo cual determinó mayores demoras en la fase de la recogida de los datos.

1.6. Viabilidad de la investigación

El presente trabajo de investigación fue viable, ya que se contó con la autorización del superintendente de flota que tiene a cargo la nave que representa al buque tanque en estudio, así como con los permisos del capitán y el jefe de máquinas del buque, de tal forma que se pudo visitar al buque para recoger los datos que permitieran cumplir con los objetivos de investigación pre-establecidos.

CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL

2.1. Antecedentes de la investigación

La presente investigación se respalda en los antecedentes nacionales de López (2017), en la Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad César Vallejo - Lima, con su trabajo de investigación titulado: "*Aplicación de un plan de mantenimiento en la draga marinero Rivas del terminal portuario de Salaverry para mejorar su funcionamiento"*. Se planteó como objetivo aplicar un plan de mantenimiento en la draga marinero Rivas del terminal portuario de Salaverry para mejorar su funcionamiento. Fue una investigación de enfoque mixto. Se aplicaron técnicas de recolección de datos tales como la documentación y la encuesta con los cuales se elaboró una data, la cual fue validada por especialistas en el rubro. Luego en base a dicha data, se determinó el estado actual de la draga marinero Rivas, aplicando un análisis de criticidad para determinar equipos críticos. Posteriormente se creó el plan de mantenimiento para impulsar su proyección, incluyendo formatos de mantenimiento y el programa de monitoreo del cumplimiento de actividades. Con los resultados se

obtuvieron nuevos indicadores de mantenimiento, los cuales fueron comparados con los indicadores obtenidos de la evaluación inicial, para por último pasar a determinar costos y retorno de inversión. Se concluyó que el estudio brindó un resultado favorable, el cual aumenta y mejora los indicadores de mantenimiento, dando un retorno de inversión aceptable y rentable.

Olivos (2011) con su trabajo de investigación para optar el Título Profesional de Ingeniero Naval en la Universidad de Ingeniería - Lima, titulado: "*Programa de mantenimiento preventivo para una embarcación de bahía de transporte de personal".* Se propuso como objetivo elaborar el programa de mantenimiento preventivo para una embarcación de transporte de personal (crew boat) de 10.2 unidades de arqueo bruto, para la empresa Cosmos Agencia Marítima S.A.C. Fue una investigación de enfoque cualitativo y nivel exploratorio. Las técnicas de recolección de datos utilizadas fueron la documentación y la observación. El desarrollo del estudio empezó con una revisión sobre los conceptos más importantes de mantenimiento y embarcaciones de bahía. Posteriormente se realizó un análisis sobre la estructura organizativa responsable del mantenimiento de la embarcación de la empresa, así como del programa de mantenimiento actual. Luego con los resultados obtenidos se elaboró la propuesta de programa de mantenimiento preventivo plasmando responsabilidades, precauciones, y la descripción de trabajos (mantenimiento controlados por horas de trabajo, descripción de trabajos de mantenimiento controlados por fecha calendario y el cuadro resumen de mantenimiento preventivo). De este modo concluyó que el inventario actual de la embarcación permitirá evaluar las bondades de la propuesta del plan de mantenimiento a la medida que se vaya implementando; y

que las fichas de control y de evaluación constituirán un apoyo valioso dentro de la política de mejora continua de la empresa y del programa de mantenimiento propuesto.

Villafuerte (2009), realizó una investigación para optar el Título Profesional de Ingeniero Naval en la Universidad Nacional de Ingeniería - Lima, titulado: "*Programa de mantenimiento de los ductos de escape de un motor de 850 HP de una embarcación pesquera".* Se propuso como objetivo evitar las contrapresiones que se producen dentro de los ductos de escape de los gases de un motor marino a través de la elaboración de un plan de mantenimiento enfocado en los ductos de escape. Fue una investigación de enfoque cualitativa y nivel exploratorio donde utilizaron como técnica de recolección de datos a la documentación, la observación y la entrevista, realizando una memoria descriptiva a través de un informe pericial. Los resultados que ayudaron a la creación de la propuesta se basaron en detallar la problemática del sector pesquero (en base al mantenimiento correctivo y preventivo), las normas de la sociedad clasificadora, y las consideraciones del fabricante respecto a los motores marinos. Concluyendo que las contrapresiones en los ductos de escape siempre serán un problema latente en los motores marinos siendo perjudiciales cuando llegan al límite máximo de contrapresión de escape, y que al elaborar un plan de mantenimiento se debe tomar en cuenta los parámetros establecidos por el motor.

Entre los antecedentes internacionales destaca Díaz (2014), en la Facultad de Ciencias Navales de la Universidad de las Fuerzas Armadas, Ecuador, con su trabajo de investigación titulado: "*El plan de mantenimiento de la maquinaria naval*

y la contribución para alargar la vida útil del buque escuela "Marañón". Se planteó como objetivo desarrollar un plan de mantenimiento de la maquinaria principal que pueda alargar la vida útil del buque escuela "Marañón". Fue un estudio de enfoque cualitativo y nivel exploratorio. Utilizó como técnicas de recolección de datos la observación, la entrevista y el análisis documental; con cuya información se estableció un análisis para proyectar la propuesta del plan de mantenimiento. Los resultados del análisis pusieron en evidencia un inadecuado plan de mantenimiento debido a la falta de manuales, carencia de documentos actualizados y la falta de un período definido para cumplir los mantenimientos de la maquinaria principal. Concluyó que los diferentes planes de mantenimiento de maquinarias industriales permitieron el establecimiento de plazos semanales, mensuales, trimestrales y anuales para dar cumplimiento a las revisiones, mantenimientos o reemplazos según crea conveniente el comandante de la unidad. Además, sostuvo que los diferentes criterios vertidos por el especialista de ASTINAVE con respecto a las normas de seguimiento de una maquinaria de propulsión permitió la creación de los diferentes formatos de control y registro, además del plan de mantenimiento propiamente dicho para la maquinaria naval.

Saltos (2013), en la Facultad de Ciencias Navales de la Universidad de las Fuerzas Armadas, Ecuador, con su trabajo de investigación titulado: *"Sistema de propulsión del buque escuela "Guayas" durante el crucero internacional 2012 y su mantenimiento programado. Propuesta de optimización del mantenimiento".* Se planteó como objetivo desarrollar una propuesta para la optimización de mantenimiento programado del sistema de propulsión del buque escuela Guayas, que tenga un alto nivel de la capacidad operativa del buque en sus cruceros

nacionales e internacionales. Fue un estudio de enfoque cualitativo y nivel exploratorio, en la cual utilizó como técnicas de recolección de datos la entrevista y la observación. Se observó el mantenimiento, operación y trabajos realizados en la propulsión principal, se entrevistó a 03 especialistas del rubro de mantenimiento y se analizaron formatos de registro (diagramas, hojas de estudio de tiempos y movimientos). La propuesta se realizó en base a los resultados obtenidos del análisis realizado de los rangos o parámetros de áreas específicas del motor principal, al plan de mantenimiento del motor principal dado por el fabricante para uso de la maquinaria y la información recabada en el mantenimiento realizado a la máquina principal durante la navegación que realizó el buque en el crucero internacional 2012. Concluyó que, de las bitácoras sobre el funcionamiento del motor principal, se determinó que las anomalías y desperfectos que sufre el motor, se debía a la falta de un plan de mantenimiento preventivo; y que el conocimiento de los rangos y parámetros que tiene las diferentes partes que conforman la máquina principal y su aplicación correcta permitirá aumentar la vida útil del motor y disminuirá los mantenimientos correctivos.

Por último, González (2012), en la Escuela Técnica Superior de la Universidad de Cantabria, España, realizó una investigación titulada: "*Diseño del plan de mantenimiento para una embarcación de 32 metros"*. Se propuso como objetivo establecer los mantenimientos necesarios para una embarcación de aluminio, la cual debido al servicio que realiza tiene que estar en condiciones operativas del 100 % durante todo el año. Fue una investigación de enfoque cualitativo y nivel exploratorio donde utilizó como técnica de recolección de datos a la observación y la documentación. Para la realización del estudio se tomaron en cuenta tanto los

manuales de los distintos fabricantes de la maquinaria, como las modificaciones realizadas debido a problemas observados durante la vida del buque. El plan de mantenimiento toma en consideración los datos de la embarcación, las indicaciones del fabricante, indicadores del departamento técnico, principales fallas, hojas de trabajo, inventario de respetos, etc. Concluyó que un plan de mantenimiento bien diseñado es extremadamente importante en una embarcación que realiza un servicio tan determinado, aunque igualmente importante es el mantenimiento de cualquier embarcación, puesto hasta que el bote más pequeño necesita sus cuidados; en consecuencia, un mantenimiento programado es valioso no solo para organizar los trabajos día a día, sino que también es seguro para mantener el buque en las mejores condiciones de trabajo, mejorando la seguridad de la tripulación y de la calidad del servicio prestado.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Plan de mantenimiento

Un plan de mantenimiento, según García (2014):

> Es el conjunto de tareas preventivas a realizar en una instalación [sistemas o equipos] con el fin de cumplir unos objetivos de disponibilidad, de fiabilidad, de coste y con el objetivo final de aumentar al máximo posible la vida útil de la instalación (párr. 1).

Para Jaramillo (2013):

> Es el elemento en un modelo de gestión de activos que define los programas de mantenimiento a los activos (actividades periódicas preventivas, predictivas y detectivas), con los objetivos de mejorar la efectividad de estos, con tareas necesarias y oportunas, y de definir las frecuencias, las variables de control, el presupuesto de recursos y procedimientos para cada actividad (p. 26).

De lo expuesto por los autores y en sentido general, se puede entender que un plan de mantenimiento, es un conjunto de tareas programadas en donde se detalla tiempo y fechas de las actividades a realizarse en un sistema, subsistema o equipo con el objetivo de alargar la vida útil de los mismos, garantizando su funcionamiento, minimizando fallas y evitando perjuicios económicos para una organización empresarial.

Con frecuencia los planes de mantenimiento suelen estar relacionados con la gestión de activos de las empresas, por lo tanto, considerando la existencia de la pluralidad de activos que pueden existir dentro de una organización empresarial, se tendrán distintos planes de mantenimiento, cada uno con características particulares, pero que sin duda elaborados e implementados bajo principios comunes.

Una serie de conceptos, definiciones y apreciaciones se relacionan con la frase “plan de mantenimiento”, los cuales son importantes desarrollarlos y capitalizarlos para establecer una orientación sólida que permita establecer diferencias y semejanzas concretas sobre las mismas. Éstas se desarrollan en los siguientes párrafos.

2.2.1.1. Mantenimiento

Según la Federación Europea de Sociedades Nacionales de Mantenimiento (2012), mantenimiento son todas las acciones que tienen como objetivo mantener o restaurar a un sistema, subsistema, equipo o componentes, hasta un estado sobre el cual se pueda realizar una función deseada; para lo cual es necesario una combinación de técnicas y decisiones administrativas adecuadas.

Para Oviedo y Galvis (2011) mantenimiento es: la disciplina cuya finalidad consiste en mantener las máquinas y el equipo en un estado de operación, lo que incluye servicio, pruebas, inspecciones, ajustes,

reemplazo, reinstalación, calibración, reparación y reconstrucción. Principalmente se basa en el desarrollo de conceptos, criterios, y técnicas requeridas para el mantenimiento, proporcionando una guía de políticas o criterios para la toma de decisiones en la administración y aplicación de programas de mantenimiento (p. 36).

De lo manifestado por los autores, se extrae que “mantenimiento” tiene que ver con el desarrollo de técnicas y metodologías bajo criterios sólidos y medibles los cuales contribuyan a que un equipo y/o máquina se halle en condiciones óptimas de funcionamiento.

Los principios y criterios sobre los cuales se establezcan las políticas y decisiones desde la parte administrativa de una organización empresarial, variará según las características de las empresas, los equipos, sistemas, plantas, y otras con los que se cuenten; debido a ello, es que se manejan diversas estrategias para cumplir con los objetivos de mantenimiento, los cuales se pueden agrupar según determinadas áreas de acción del servicio de mantenimiento.

En ese sentido, González (2012) sostiene que el objetivo de toda área de acción del servicio de mantenimiento está relacionado a:

> La consecución de un número determinado de horas disponibles de funcionamiento de la planta, instalación, máquina o equipo de condiciones de calidad de fabricación o servicio exigible con el mínimo coste y el máximo de

> seguridad para el personal que utiliza y mantiene las instalaciones y maquinaria, con un mínimo consumo energético y mínimo deterioro ambiental (p. 10).

Esto indica que las áreas de acción del servicio del mantenimiento comparten un objetivo en común, cuyos medios y recursos serán variados dentro de las mismas, estableciéndose mecanismos y metodologías diversas para cada eje temático en desarrollo que en su conjunto contribuya al objetivo común.

Las principales áreas de acción sobre las cuales se establecen las diversas tareas sobre el servicio de mantenimiento pueden ser:

-Mantenimiento de equipos, estableciendo un sistema de inspecciones periódicas, acciones predictivas, acciones correctivas, cambios de maquinaria, etc.

-Estudios para desarrollar mejores técnicas de mantenimiento.

-Desarrollo de sistemas de respeto donde se incluya la renovación, compra y recuperación.

-Administración de recursos.

-Conocimiento específico de aspectos legales.

-Mantenimientos generales (González, 2012).

El desarrollo de las áreas de acción sobre el servicio de mantenimiento dentro de una organización empresarial suelen ser variadas, y pueden considerarse complejas, por lo que es necesario,

contar con un recurso humano debidamente capacitado en cuestiones de investigación, planificación, administración, sumado a aspectos técnicos y operativos en relación a los equipos o sistemas que se disponga y se asocien a lograr los objetivos de mantenimiento establecido.

2.2.1.2. Tipos de mantenimiento

Una de las principales clasificaciones más conocidas y propagadas en relación de la tipificación del mantenimiento se efectúa en base a la naturaleza de las tareas que se realizan en una instalación, sistema, subsistema, equipo o pieza.

Sumado a la naturaleza de las tareas, también se considera la criticidad y severidad de funcionamiento que se busque en los equipos a los cuales se considere aplicar un servicio de mantenimiento, los cuales pueden traducirse en distintos niveles de mantenimiento.

Bajo los criterios generales mencionados, tomando las posturas de García (2018) y González (2012) los tipos, niveles o tareas de mantenimiento pueden ser:

- Mantenimiento correctivo: Engloba el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos, considerándose de esta manera como un mantenimiento no planificado.

Según el objeto de las acciones o tareas, este tipo o nivel de mantenimiento puede clasificarse a su vez en:

- Mantenimiento correctivo paliativa: Cuando las tareas buscan salir del paso, por lo que se toman medidas de contención que permitan que el equipo siga funcionando por debajo de sus prestaciones.
- Mantenimiento correctivo curativo: Cuando las tareas se orientan a reestablecer el funcionamiento del equipo con todas las prestaciones que caracterizan al mismo.

Las características principales del mantenimiento correctivo en general son:

-Las fallas que se producen en momentos imprevisibles y frecuentemente inoportunos.

-Favorece el número de elementos dañados de las máquinas.

-Incrementa el consumo de repuestos con el riesgo de no disponer de ellos en el almacén.

-Riesgo de siniestros y emergencias.

-Obliga a poner turnos extraordinarios para realizar los trabajos.

-Se plantean intervenciones con carácter de urgencia y altos grados de precipitación, lo que a su vez determina reparaciones de baja calidad.

- Mantenimiento preventivo: Engloba el conjunto de tareas programadas que tienen por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las revisiones e

intervenciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno previo análisis. Suelen tener un carácter sistemático, es decir, se interviene aunque el equipo no haya dado ningún síntoma de tener un problema.

Este tipo de mantenimiento es una de los más utilizados, por lo que es importante elegir correctamente los períodos de inspección, considerando la existencia de un equilibrio entre costos (periocidad) y efectividad de las acciones preventivas, lo cual debe ser buscado en el ámbito de las condiciones operacionales, las experiencias propias y ajenas a través de un proceso y filosofía de mejora continua.

El mantenimiento preventivo, considerado un tipo de mantenimiento proactivo se caracteriza por:

-Planificar los trabajos.

-Buscar realizar trabajos de calidad y fiabilidad.

-Reducir el número de averías, siniestros y emergencias.

-Manejar previsión de gastos de mantenimiento, permitiendo un control estricto de los mismos.

-Organizar adecuadamente los materiales a utilizar, así como el recurso humano que se encargará de las tareas pre establecidas.

-Detectar defectos en el proceso de ejecución de la misma tales como desequilibrios, ruidos, vibraciones, resonancias.

-Efectuar reparaciones de piezas o elementos que no serían totalmente necesarias, pero por aprovechar la parada del equipo se hacen, lo que genera costos elevados.

-Precisar revisiones que generan contar con una variedad de repuestos, sin saber específicamente cual va a ser utilizado, lo que en consecuencia, demanda que el mantenimiento sea costoso.

-Generar anomalías en componentes que se encontraban en buen funcionamiento por realizar un trabajo defectuoso de acuerdo a las tareas programadas.

- Mantenimiento predictivo: Engloba el conjunto de tareas por conocer e informar permanentemente del estado de la operatividad de instalaciones, sistemas o máquinas, a través de la medición periódica o continua de algunos parámetros significativos.

  Para aplicar este tipo de mantenimiento es necesario identificar variables físicas tales como temperatura, presión, consumo de energía, etc., los cuales brindarán información sobre problemas que puedan suscitarse.

  El mantenimiento predictivo resulta ser una detección precoz de posibles fallos, mediante una serie de técnicas complejas, ayudando a brindar información con antelación sobre la vida útil de la máquina o equipo.

  Este tipo se mantenimiento se caracteriza por:

  -Ser económicamente rentable.

  -Permitir planificar intervenciones y hacer seguimiento del daño a intervenir.

-Evitar que se produzcan daños que repercutan en gastos económicos altos.

-Permitir disponer de un historial de la máquina y de su comportamiento operacional.

-Requerir de un personal altamente cualificado y con formación técnica continua, para ejecutar programas de verificación en los equipos.

-Mejorar la seguridad del personal e instalaciones.

Entre las técnicas más utilizadas en el mantenimiento preventivo se tienen: Análisis de aceite, vibraciones, termografía, temperatura, sonómetro o estetoscopio, fugas eléctricas, monitorización, etc.

- Mantenimiento cero horas: Llamado también “Overhaul” (Parada), y refiere a un conjunto de tareas cuyo objetivo es dejar al equipo a cero horas de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuese nuevo reparando todos los elementos sometidos a desgaste. Dichas tareas se realizan generalmente cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva y operativa. A través de este tipo de mantenimiento se asegura ,de algún modo, un tiempo de buen funcionamiento fijado de antemano.

- Mantenimiento conductivo: Llamado también “en uso” y engloba el conjunto de tareas de mantenimiento básicas de un equipo, lo cual es realizado por los propios operadores. Para este tipo de mantenimiento no es necesario contar con una formación especializada, ya que se basa en tareas elementales tales como: Inspecciones visuales, toma de datos, reapriete de tornillos, lubricación, etc.

  Este tipo de mantenimiento, llamado también “mantenimiento en uso” suele ser la base del TPM (Mantenimiento Productivo Total).

- Mantenimiento modificativo: Engloba el conjunto de tareas orientadas a modificar la instalación, equipos, y actualizar ciertos materiales o instrumentos para evitar que sucedan determinadas averías, minimizando esfuerzos del personal en las labores y maximizando la organización de los mismos.

  En muchas instalaciones y equipos, para conseguir objetivos de disponibilidad y fiabilidad es necesario modificar la instalación para corregir o mejorar un diseño.

  Para desarrollar este tipo de mantenimiento es necesario la experiencia y expertitud de los jefes operativos de la instalación y el equipo, así como de todo su personal a cargo.

  Para realizar un plan de mantenimiento modificativo, es necesario:

  -Dirigir los esfuerzos hacia objetivos bien definidos.

  -Definir los puntos de intervención donde el coste o problema existente justifique la intervención.

-Una vez seleccionada la intervención es necesario profundizar al máximo el estudio para sacarle el mayor rendimiento posible.

Es así que, los tipos de mantenimiento expuestos, pueden jerarquizarse, según el grado de complejidad por las tareas que demanda de menor a mayor de la siguiente manera: Mantenimiento conductivo, mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo, mantenimiento predictivo, mantenimiento cero horas, y mantenimiento modificativo.

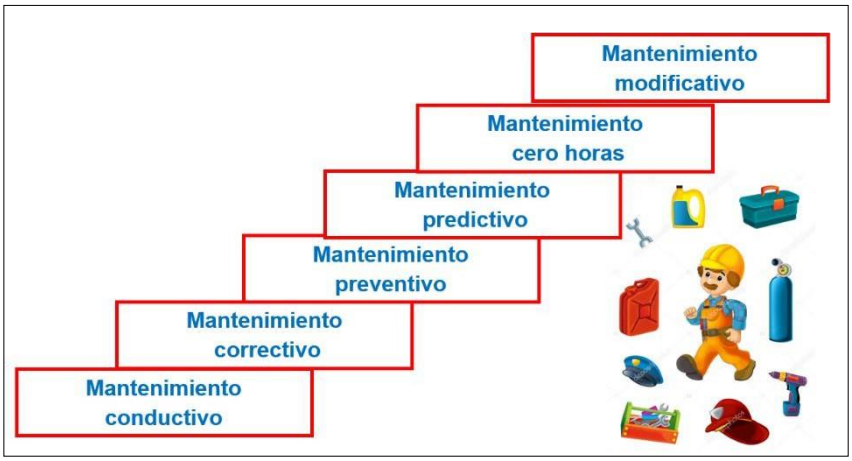


Figura 1. Tipos de mantenimiento.

Por otra parte, queda claro que en una organización de mantenimiento se toman en consideración mayoritariamente los mantenimientos preventivos, ya que, al ser considerados mantenimientos proactivos, buscan la operatividad y fiabilidad de los sistemas y equipos bajo un presupuesto planificado, cuyo desarrollo adecuado provee garantía en la disponibilidad y vida útil de los mismos.

Cabe resaltar que en las organizaciones de mantenimiento, tomando en consideración los tipos de mantenimiento mencionados, se pueden establecer diferentes tipos de modelo de mantenimiento los cuales combinen a las mismas según las necesidades de las instalaciones, sistemas y equipos en la lucha por garantizar su fiabilidad, operatividad y productividad.

2.2.1.3. Conceptos básicos asociados a un plan de mantenimiento

Existe una terminología técnica referida a los planes mantenimiento los cuales se considera de suma importancia tomarlos en cuenta. A continuación, se detallan los más importantes, los cuales son utilizados por la mayoría de empresas americanas y europeas:

- Pieza: Todo y cualquiera elemento físico no divisible de un mecanismo. Es la parte del equipo donde, de una manera general, serán desarrollados los cambios y, eventualmente, en casos más específicos, las reparaciones. Por ejemplo: Rotor, muela, tornillo, etc.
- Componente: Elemento esencial para el funcionamiento de una actividad mecánica, eléctrica, hidráulica o de otra naturaleza física que, sumado a otros crean un potencial de efectuar un trabajo. Por ejemplo: Un motor a explosión, una caja de transmisión, etc.
- Equipo: Engloba el conjunto de componentes que interactúan entre sí, con que se realiza materialmente una actividad de una instalación. Por ejemplo: Un grupo electrógeno, una caldera, etc.

- Familia de equipos: Equipos con características constructivas similares en base al fabricante, tipo y modelo.
- Ítem de mantenimiento: Llamado también “ítem”, el cual es utilizado para evitar la larga repetición de las palabras como, por ejemplo: Sistema, subsistema, instalación, planta, máquina, equipo, estructura, edificio, conjunto, complemento o pieza, etc.; a los cuales puede equivaler y por las que debe sustituirse convenientemente en cada definición.
- Defecto: Refiere a ocurrencias en los ítems que no impiden su funcionamiento.
- Avería: Equivale a la falla de algún ítem, lo que representa su falta de operatividad (SENATI, 2004).
- Tarea de mantenimiento: Refiere a una instrucción desarrollada en un ítem, que tiene una especialidad, una frecuencia de realización y una duración estimada.
- Protocolo de mantenimiento: Refiere a un conjunto de tareas (listado de tareas) que hay que realizar sobre un ítem, los cuales tienen por lo general diferentes especialidades, duraciones, y periodicidades. Por ejemplo: Protocolo de mantenimiento para un grupo electrógeno, protocolo de mantenimiento para una bomba centrífuga, etc. Los protocolos de mantenimiento pueden referirse a equipos específicos (aplicado a equipos concretos) o de equipos genéricos (aplicado a equipos en general).
- Gama de mantenimiento: Refiere a un conjunto de tareas de mantenimiento los cuales tienen uno o varios elementos comunes,

que por lo general agrupan tareas que tienen en común el sistema sobre el que tienen que realizarse, la especialidad del técnico de mantenimiento (recurso humano) y la frecuencia con la que se realizan. Dentro de una gama de mantenimiento las tareas que se incluyen tiene la misma frecuencia y especialidad lo que permite elaborar órdenes de trabajo a realizar por el mismo o los mismos técnicos de mantenimiento. Cabe resaltar que los conjuntos de gamas de mantenimiento conforman un plan de mantenimiento programado.

- Procedimiento de mantenimiento: Refiere a los detalles específicos de una tarea, que, por fines de espacio, no puede ser especificada directamente en el documento escrito de un plan de mantenimiento.
- Orden de trabajo: Llamada también “orden de trabajo preventiva”, es una orden ejecutiva para que se lleve a cabo una gama de mantenimiento, por un personal determinado en una fecha determinada. La orden de trabajo está asociado a una gama de mantenimiento y este consecuentemente a procedimientos de mantenimiento (García, 2016).

En sentido estricto, toda la terminología señalada encaja directamente a los planes de mantenimiento programado (preventivo), sin embargo, bajo ciertos criterios de flexibilidad coloquial de forma general, resulta coherente utilizarlos para referirse a otros tipos de planes de mantenimiento.

2.2.1.4. Elaboración de un plan de mantenimiento

A. Funciones administrativas aplicadas al mantenimiento

Para elaborar un buen plan de mantenimiento en cualquier organización, es necesario tomar en consideración las siguientes funciones administrativas integradas dentro de un mismo proceso cíclico:

- Planeamiento: Hace referencia a la línea de acción que debe seguirse, estableciendo los resultados que se requieren alcanzar, definiendo etapas y métodos a utilizarse.
- Programación: Función la cual establece la ejecución de las actividades de mantenimiento en el corto plazo (tareas de mantenimiento), evaluando asimismo los recursos disponibles para dicho fin.
- Ejecución: Función encaminada a realizar las tareas propias del mantenimiento. En esta función se observan variables tales como: Actitud, aptitud, conocimiento y experiencia; y estrategias tales como: Motivación, comunicación, dirección y coordinación; los cuales tienen que ver con el recurso humano administrativo y operativo a cargo del mantenimiento.
- Control: Función en la cual se supervisa los resultados y los procesos utilizados. Integra un conjunto de acciones, tales como: Medir, comparar, analizar y corregir; con los cuales se controla

resultados, cantidades, calidad, procesos, tiempo, costos y gastos (SENATI, 2017).

Todas las funciones administrativas enunciadas, deben, además, gestionarse bajo una filosofía de mejora continua, ya que de esta manera se podrán corregir y proponer nuevas medidas que contribuyan a disponer de planes de mantenimiento efectivos.

Cabe resaltar que la función principal dentro de este proceso, son las actividades que se dan dentro del planeamiento, ya que determinan la ejecución de labores y el logro de resultados satisfactorios para el departamento de mantenimiento y la organización empresarial en conjunto.

Figura 2. Funciones administrativas aplicadas a la elaboración de un buen plan de mantenimiento.
Fuente: Recuperado de http://virtual.senati.edu.pe/pub/PGM/Unidad03/UNIDAD_3_PLATAFORMA.pdf

En la planeación o planificación de mantenimiento se siguen por lo general cinco pasos:

- Definir los objetivos.
- Determinar en donde se está frente a los objetivos.
- Desarrollar premisas acerca de las condiciones futuras.
- Análisis de las posibles alternativas de acción.
- Implementar el plan y evaluar los resultados.

Dentro de los pasos mencionados se destacan planes estratégicos, planes operativos y planes adaptativos. Los planes estratégicos suelen trazar las necesidades y el curso general con alcance de largo plazo (3 a 5 años); los planes operativos procuran implementar las actividades de los planes estratégicos en un corto plazo (18 meses o un año e inclusive varias semanas); mientras que los adaptativos pretenden eliminar las posibles divergencias entre los resultados y los objetivos relacionados con ellos (plan de medio plazo) (SENATI, 2017).

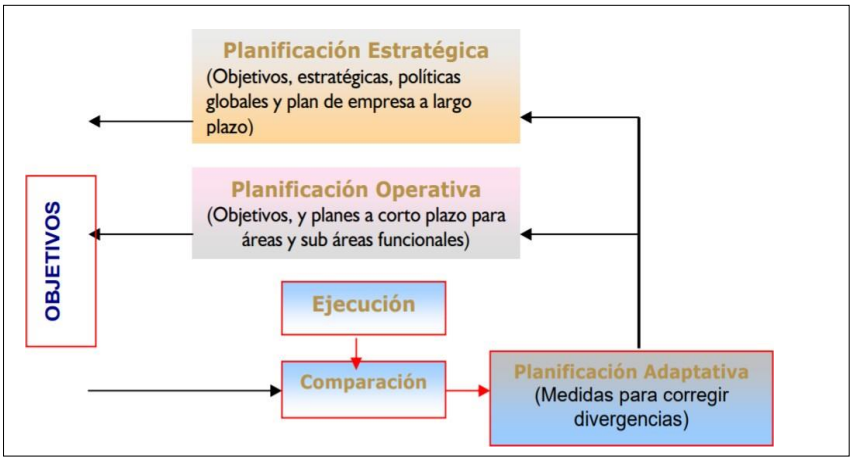


Figura 3. Tipos de planes a ser consideradas dentro de una organización de mantenimiento.
Fuente: Recuperado de http://virtual.senati.edu.pe/pub/PGM/Unidad03/UNIDAD_3_PLATAFORMA.pdf

Los planes estratégicos de mantenimiento consideran: Misión, objetivos, metas, operaciones de la empresa, procesos de trabajo,

políticas organizacionales, ubicación del mantenimiento y la efectividad de costos.

Ante esto, el proceso de planeamiento de un mantenimiento, siempre deberá ser observado desde una perspectiva cíclica, desde los niveles administrativos y operativos, ya que en conjunto se logrará una selección sólida de acciones armonizados bajo principios de mejora continua.

Por otro lado, la función de programación se pone en práctica bajo un plan de operaciones en respuesta a una política de mantenimiento, el cual se realiza mediante un plan de operaciones, el mismo que permite desarrollar paso a paso una actividad programada de forma metódica y sistemática, en lugar, fecha y hora conocida.

Entre las principales consideraciones que se toman en la programación del mantenimiento se tienen:

- Determinación del personal a cargo del mantenimiento.
- Determinación del tipo de mantenimiento a llevar a cabo.
- Fijación de fechas y lugar de desarrollo del mantenimiento.
- Fijación del tiempo en el cual los equipos se mantendrán parados.
- Determinación de equipos a utilizar.
- Señalización de áreas de trabajo.
- Stock de equipos y repuestos con los cuales se cuenta.

- Determinación de los equipos sobre los cuales se aplicará el servicio de mantenimiento.
- Inventario de herramientas y equipos a utilizar.
- Planos, diagramas, e información técnica de equipos.
- Plan de seguridad o de contingencia (SENATI, 2017).

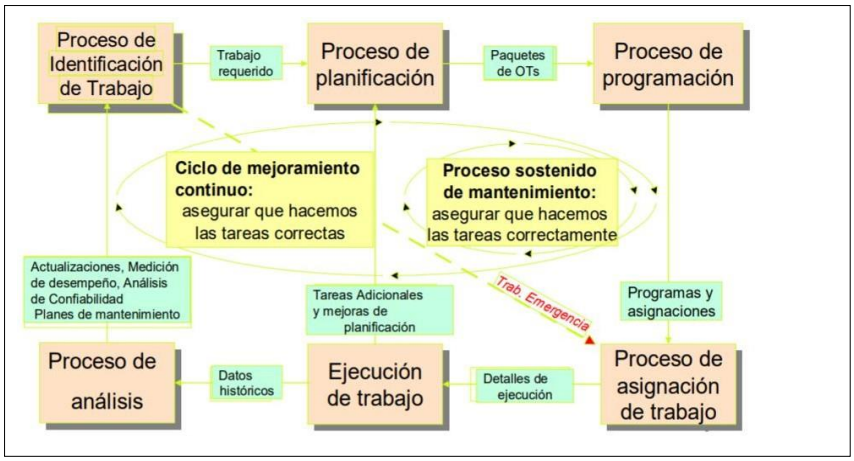


Figura 4. Planeamiento y programación del mantenimiento. Fuente: Recuperado de http://virtual.senati.edu.pe/pub/PGM/Unidad03/UNIDAD_3_PLATAFORMA.pdf

Como se vio en párrafos anteriores, son 4 funciones administrativas las cuales enmarcan la elaboración de lo que se considera un plan de mantenimiento, de los cuales se resaltan o se consideran los más importantes: El proceso de planeación y programación; y debido a esto es que en muchos casos se suele confundir un plan de mantenimiento con un programa de mantenimiento.

Guzmán (2017) sostiene que un plan refiere a objetivos generales, mientras que un programa suele ser mucho más específico, medible y por ende con metas los cuales pueden ser cuantificables en su cumplimiento; en consecuencia, el plan traza el camino para llegar a un

objetivo, mientras que un programa implica naturalmente el uso del tiempo.

En ese orden de ideas, Aguado (2008) señala que el concepto de planificación refiere a la relación entre actividades y tareas, cuyo fin se orienta a un objetivo positivo, mientras que la programación tiene que ver necesariamente con fechas y plazos para que se puedan cumplir dichas tareas.

De los mencionado por los autores, se puede comprender que un plan de mantenimiento se halla estrechamente ligado a un programa de mantenimiento, de allí que se suelen considerar como casi sinónimos, siempre y cuando se exprese en un sentido general, ya que en sentido estricto guardan sendas diferencias.

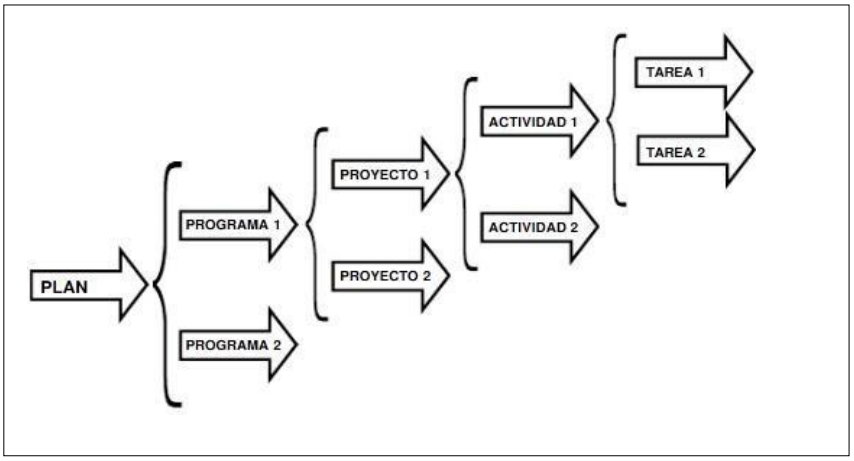


Figura 5. Esquema de diferenciación entre un plan y un programa. Fuente: Recuperado de https://sites.google.com/site/stigestionydesarrollo/recuperacion/recuperacion-gestión/tema-9/1

Por lo general cuando a plan de mantenimiento se refiere, se hace referencia al plan de mantenimiento preventivo (llamado también plan

maestro), sin embargo, puede también referirse a cualquier otro tipo de plan, ya que todos son susceptibles a ser desarrollados bajo la perspectiva de las funciones administrativas, en donde lo único que podrá variar sería los tiempos que se disponga para su planificación en sí.

B. Técnicas de elaboración de planes de mantenimiento

Mucho se ha escrito sobre las técnicas o formas de realizar un plan de mantenimiento (generalmente enfocado a tareas preventivas) de forma práctica. De acuerdo con RENOVETEC (2015), de todas las formas que existen, resaltan 3 enfocadas directamente a las tareas preventivas que deben realizarse de forma periódica:

- Plan de mantenimiento basado en las instrucciones de los fabricantes de los diversos equipos: Considerado una de las formas más cómodas y habituales de elaborar un plan de mantenimiento, pero a la vez una de las más extensas; ya que su realización se basa en recopilar de los manuales de los equipos las instrucciones técnicas de mantenimiento.

  Por lo general, cada fabricante de los distintos equipos maneja un formato distinto de otros, lo que hace mucho más tedioso al utilizar ésta técnica para la realizar un plan de mantenimiento con un formato unificado.

  Entre las principales ventajas que enmarcan dentro de esta técnica se tiene:

-Asegura completamente la garantía de los equipos, ya que se realiza las tareas según el manual de operación y mantenimiento.

-No es necesario conocimiento técnicos especializados para su elaboración, ya que sólo el personal se limitará a copiar y realizar lo que el fabricante establece.

Por otra parte, las desventajas que se pueden tener cuando se realiza esta técnica de mantenimiento, refiere a lo siguiente:

-Unos fabricantes son poco rigurosos y en cambio otros piensan que sus equipos son los únicos en el mercado.

-Los fabricantes no suelen proponer tareas de mantenimiento preventivo.

-El fabricante no se interesa por lo general en la desaparición total de los problemas que pueden asociarse a un equipo.

-Hay instalaciones que se han realizado en obra y no hay un fabricante como tal, sino tan solo un instalador.

- Plan de mantenimiento basado en protocolos normalizados de mantenimiento por tipo de equipo: Considerada una de las formas más sencillas y eficaz para llevar a cabo la determinación de tareas que componen un plan de mantenimiento.

  Elabora planes de mantenimiento tomando en cuenta que en una instalación puede haber equipos-tipo, en los que se deben realizar tareas preventivas sin considerar quien sea el fabricante.

  El conjunto de tareas de mantenimiento a un equipo-tipo es llamado un protocolo de mantenimiento preventivo, por lo que

resulta un trabajo fácil y eficaz en donde las empresas deberán identificar equipos-tipo y elaborar diferentes protocolos de mantenimiento que agrupe a los diferentes equipos dentro de una lista completa y detallada con sus respectivas tareas de mantenimiento preventivo.

Además, en los protocolos de mantenimiento se agrupan las tareas por sistema, frecuencia y especialidad, con los cuales se irán configurando las diferentes gamas que componen un plan de mantenimiento.

Las características de un plan de mantenimiento basado en protocolos normalizados de mantenimiento tienen las siguientes particularidades:

-Utiliza criterios comunes para equipos similares como por ejemplo, una bomba centrífuga monoetapa que bombea agua a baja presión tiene el mismo plan de mantenimiento, sin importar quién sea el fabricante.

-Es un plan muy riguroso técnicamente.

-Puede desarrollarse con rapidez.

-Si los protocolos están bien redactados, permite mantener las garantías de los fabricantes.

Figura 6. Estructura de la elaboración de un plan de mantenimiento basado en protocolos normalizados de mantenimiento.
Fuente: Recuperado de https://issuu.com/

- Plan de mantenimiento basado en el análisis de fallos potenciales de la instalación: Considerado el método más preciso a la hora de determinar las tareas de mantenimiento preventivo para optimizar objetivos de disponibilidad, fiabilidad, coste y vida útil de un equipo o instalación.

  Para realizar el análisis de fallos existen diversas técnicas, sin embargo, las más utilizada es la RCM (Reliability Centered Maintenance).

  El RCM se basa en el estudio previo del equipo o instalación para determinar qué puede fallar, cómo puede hacerlo, qué consecuencias tendría, y qué medidas podrían adoptarse para evitar cada uno de los fallos determinados, medidas que deben ser acordes en coste y complejidad con las consecuencias que puede derivarse de que se produzca la falla analizada.

  Entre las principales ventajas que se tiene al aplicar dicha técnica se tiene:

-Suelen ser rigurosos, por lo que generalmente los resultados tienden a ser positivos.

-Es una técnica que no solo considera a los equipos de forma independiente, sino a toda la instalación como un todo que va más allá de una simple suma de equipos.

-Entre las principales desventajas se tiene:

-Este tipo de plan necesita de un análisis profundo, lo que implica que no cualquier persona o técnico pueda realizarlo.

-Se requiere de tiempo y dedicación para su realización.

-Tiene mayores costos que los anteriores.

Las tres técnicas mencionadas podrían determinar distintas metodologías puntuales y concretas para elaborar planes de mantenimiento, sin embargo, se pueden elaborar nuevas formas combinando dichas técnicas, cuyo rigor y eficiencia dependerá de los conocimientos que considere el personal a cargo de la elaboración y estructuración de los planes de mantenimiento en los departamentos de mantenimiento de las empresas.

Por más básico que sea un plan de mantenimiento, es notorio que no cualquier persona puede realizarlo, ya que mínimamente se debe poseer un conocimiento base sobre los equipos o instalaciones para hacer viable su realización.

C. Proceso metodológico del plan de mantenimiento

Los procesos metodológicos de mantenimiento se caracterizan por ser disposiciones secuenciales y actividades generales a tomar en consideración para cumplir con el objetivo de elaborar una serie de tareas de mantenimiento, asumiendo cualquiera de las técnicas antes señaladas para su elaboración, dentro de un plan de mantenimiento preventivo en sí.

Para la elaboración de un plan de mantenimiento, en forma general y secuencial, se pueden seguir los siguientes pasos:

- Elaboración del árbol jerárquico.
- Determinación de equipos mantenibles.
- Elección del formato.
- Búsqueda de manuales.
- Estudio de manuales y extracción de las tareas.
- Aportaciones de los técnicos u operarios.
- Mantenimiento legal.
- Determinación de especialistas (RENOVETEC, 2015).

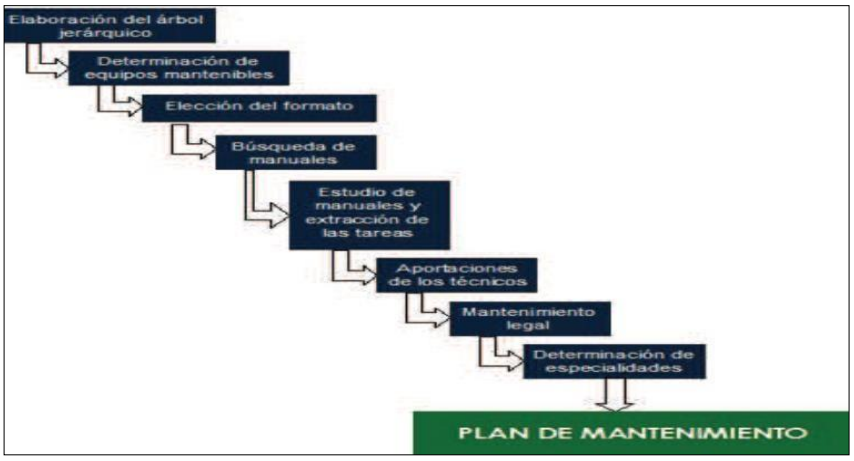


Figura 7. Proceso metodológico para la elaboración de un plan de mantenimiento según RENOVETEC.
Fuente: Recuperado de https://issuu.com/

Los planes de mantenimiento deben ser cíclicos, en otras palabras, deben tener una filosofía de perfeccionamiento continuo. Al ejecutarse las tareas predeterminadas en un plan de mantenimiento, se deben recolectar, interpretar y archivar sus resultados para ser consideradas como futuras referencias frente a nuevas propuestas que contribuyan a mantener el estado operacional de un equipo a niveles óptimos.

Bajo la perspectiva cíclica de un plan de mantenimiento, Díaz (2014) propone el siguiente proceso fásico metodológico:

- Identificar el estado actual de la maquinaria respecto a su funcionamiento interno y limpieza externa.
- Organizar los componentes que conforman la maquinaria a la cual se quiere establecer períodos de mantenimiento.
- Consultar los manuales del fabricante, registros de horas de trabajo, historial de averías de la maquinaria y consulta de experiencia con el personal que opera la maquinaria.

- Elaboración de los procedimientos a seguir para el mantenimiento de la maquinaria.
- Establecer los niveles de mantenimiento según los trabajos a realizar en la maquinaria.
- Asignación de los posibles recursos con los cuales se realizará el mantenimiento de la maquinaria.
- Crear los cronogramas respectivos con todos los datos recopilados a lo largo de las fases (planes de mantenimiento).
- Aplicación del plan de mantenimiento y recolección de los resultados del mismo.
- Análisis de los resultados y mejora del plan de mantenimiento.

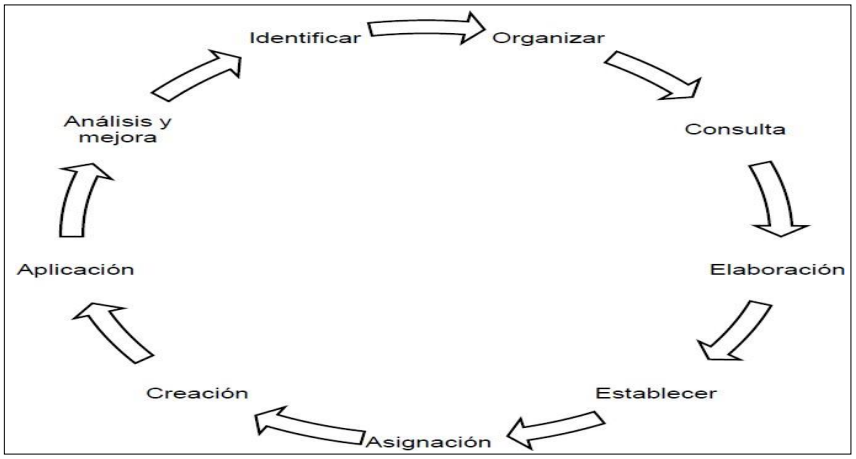


Figura 8. Proceso metodológico para la elaboración de un plan de mantenimiento según perspectiva cíclica.
Fuente: El plan de mantenimiento de la maquinaria naval y la contribución para alargar la vida útil del buque escuela “Marañón”, Diaz (2014, p. 28).

D. Normas ISO 5500X

Un conjunto de disposiciones y buenas prácticas han sido propuestas por la Organización Internacional de Estandarización (ISO),

las cuales van más allá de los enfoques tradicionales y estrategias aplicadas por las áreas de mantenimiento; los cuales se alinean a prioridades de la empresa, con el fin de mejorar el capital de trabajo, el máximo rendimiento a costo óptimo de los equipos y desarrollo del talento humano.

Las normas ISO 5500X refieren a 3 normas ISO (55000, 55001, 55002), los cuales permiten a una organización lograr sus objetivos mediante una gestión eficiente de sus activos físicos, proporcionando un enfoque estructurado para desarrollar un sistema de gestión de activos para soportar el logro de los objetivos de la organización y proporciona adicionalmente los controles necesarios para garantizar que así sea (Trujillo, 2014).

Un activo, según el enfoque de las normas ISO 5500X, refiere a “algo que tiene un valor actual o potencial para una organización” (ISO, 2014, p. 2), lo que en sentido general puede hacer referencia a una planta, instalaciones, maquinaria, edificios, vehículos u otros elementos.

La norma ISO 55000 provee aspectos generales para la gestión de activos y sistemas de gestión de activos (es decir, sistemas de gestión para la gestión de activos); la norma ISO 55001 define los requerimientos para el establecimiento, implementación, mantenimiento

y mejora de un sistema de gestión de activos; mientras que la norma ISO 55002 establece guías para la aplicación del ISO 55001.

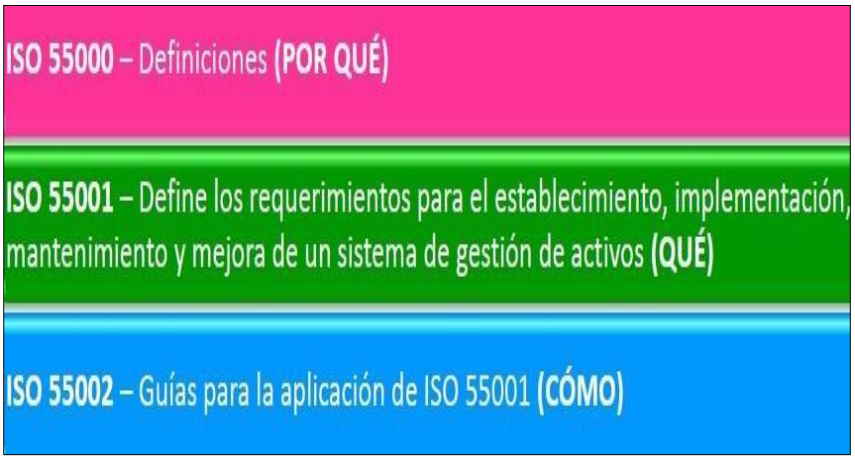


Figura 9. Normas ISO 5500X.
Fuente: Recuperado de https://es.scribd.com/document/224601556/Aplicacion-de-la-Norma-ISO-55000-para-la-Gestión-de-Activos-Físicos-pdf

Las tres normas mencionadas pueden utilizarse de forma combinada con cualquier especificación técnica o norma de gestión de activos de un sector pertinente o de un tipo de activo específico, con lo que se podría asegurar que los objetivos de una organización se cumplan de manera consistente y sostenible en función del tiempo.

Otro concepto importante que se establece en las normas ISO 5500X, sobre las cuales se basa la implementación del sistema de gestión de activos en una organización, refiere a la “vida del activo”, definido como el “período desde la generación de un activo hasta el final de su vida” (ISO, 2014, p.2).

La vida del activo se relaciona con un ciclo de vida compuesto por distintas fases que experimenta durante su vida. Muchas

organizaciones pueden tener responsabilidad directa sobre el activo según sus fases específicas de vida, por lo que dicho activo puede proporcionar un valor real a una o más organizaciones a lo largo de su vida, lo que significa que además dicho valor podría ser variable (ISO, 2014).

- Estructura de las normas ISO 5500X: Las normas ISO 5500X se hallan estructuradas de la siguiente manera:

ISO 55000 – Visión general, principios y terminología
1. Alcance
2. Gestión de activos
2.1. General
2.2. Beneficios de la gestión de activos
2.3. Activos
2.4. Revisión general de gestión de activos
2.5. Revisión general del sistema de gestión de activos
2.6. Enfoque de sistemas de gestión integrado
3. Términos y definiciones
3.1. Términos generales
3.2. Términos relativos a activos
3.3. Términos relativos a la gestión de activos
3.4. Términos relativos al sistema de gestión de activos
Anexo A Información de las actividades de gestión de activos
Anexo B Relación entre los elementos clave de un sistema de gestión de activos
ISO 55001 – Requisitos de implementación
1. Alcance
2. Referencias normativas
3. Términos y definiciones
4. Contexto de la organización
5. Liderazgo
6. Planificación
7. Apoyo
8. Operación
9. Evaluación del desempeño
10. Mejora
ISO 55002 – Guías para la aplicación de ISO 55001
1. Alcance
2. Referencias normativas
3. Términos y definiciones
4. Contexto de la organización

5. Liderazgo
6. Planificación
7. Apoyo
8. Operación
9. Evaluación del desempeño
10. Mejora

De la estructura de las normas ISO 5500X se puede visualizar que son complementarios, lo que indica que se debe realizar un estudio profundo de las normas en conjunto para asegurar una correcta aplicación de un sistema de gestión de activos en una organización.

- Gestión de activos: Refiere al conjunto de actividades y prácticas sistemáticas coordinadas a través de las cuales una organización administra de manera óptima y sostenible sus activos; enfocándose primariamente en el desempeño, riesgos y costos asociados durante su ciclo de vida (PASS 55, 2008).

  De acuerdo a lo que señala la norma ISO 5500X para que se dé lugar a una buena gestión de activos, es necesario implementar un proceso compuesto de 6 pasos los cuales refieren a las fases del ciclo de vida de un activo, en donde se definirán las verdaderas necesidades de un activo. Estas son:

Buena gestión de activos
1. Identificar necesidad
2. Diseñar
3. Construir
4. Comisionar
5. Operar y mantener
6. Disponer o reemplazar

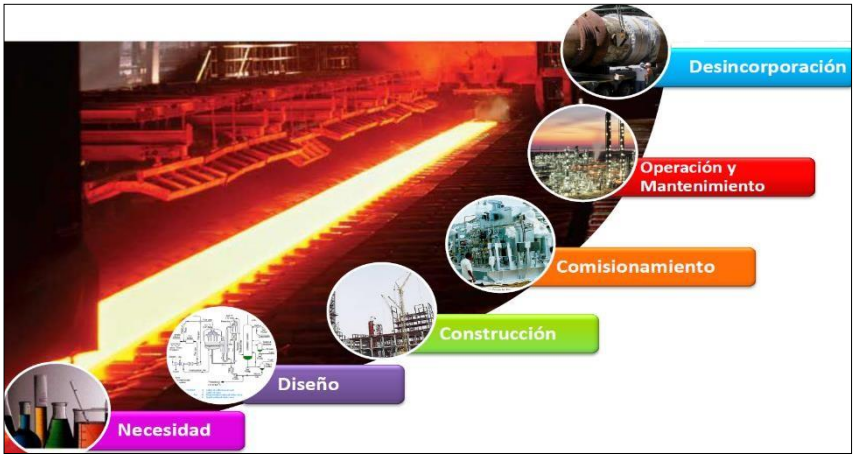


Figura 10. Fases del ciclo de vida del activo.
Fuente: Aplicación de la norma ISO 5500X para la gestión de activos físicos, Trujillo (2014, p. 10).

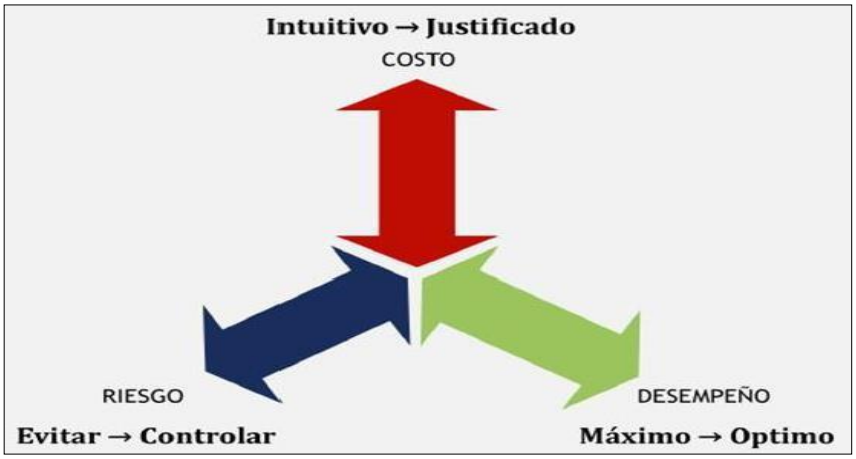


Figura 11. Balance de una buena gestión de activos.
Fuente: ISO 55000 Gestión de activos, Bedoya y Cementos (2014, p. 13)

- Campo de aplicación de la norma ISO 5500X: La norma puede ser aplicada a todo tipo de activos y en cualquier tipo o tamaño de organización. En ese sentido, Ponce (2016) especifica lo siguiente:

  -Está destinada a usarse en particular para la gestión de activos físicos, pero también, puede aplicarse a otros tipos de activos.

-Proporciona orientaciones sobre requisitos financieros, financieros o técnicos para la gestión de tipo de activos específicos.

-El conjunto de normas refiere un “sistema de gestión” para la gestión de activos propiamente dicho.

Queda claro entonces que las disposiciones y alcances que se señalan en las normas ISO 5500X pueden ser utilizadas en cualquier empresa, y en consecuencia para cualquier tipo de activo físico en especial, por ejemplo: Una máquina, equipos, instalaciones, etc.

- Beneficios de la gestión de activos: Una organización puede gestionar sus activos de forma grupal (por tipo de activos o sistemas de activos) en vez de hacerlo individualmente con el objetivo de alcanzar beneficios adicionales (ISO, 2014).

  Los principales beneficios de la gestión de activos, el cual busca preservar la vida de los mismos mediante el mantenimiento y otras estrategias integrales son:

  -Asegurar el retorno de inversión de los activos.

  -Optimizar uso de la capacidad instalada.

  -Controlar riesgos de los activos durante todo su ciclo de vida.

  -Alargar la vida útil y optimizar los costos de los activos.

  -Maximizar el conocimiento de la organización alrededor de sus activos (Ponce, 2016).

Del análisis de contenido realizado a toda la información que se relaciona con las normas ISO 5500X, se puede apreciar que no son estándares específicos sobre gestión de mantenimiento y confiabilidad, pero que dentro de todo lo que se propone en el sistema de gestión activos, el mantenimiento y la confiabilidad cumplen un importante rol dentro de ella.

Las normas ISO 5500X proporcionan una visión integral de los activos físicos (maquinarias, equipos, instalaciones) de una empresa, que involucra a todas las áreas y figuras organizacionales de una empresa, creando un entorno consistente y sólido que responde a los objetivos empresariales en función de los costos, rentabilidad y productividad.

Así pues, la gestión de activos puede ser considerada una evolución que va mucho más allá de la ingeniería y ejecución del mantenimiento que solo estudia y provee mecanismos, técnicas y estrategias para elaborar planes de mantenimiento (en su mayoría preventivos) con el objetivo de asegurar la operatividad y confiabilidad de los equipos, máquinas, instalaciones o sistemas que pertenecen a una organización empresarial.

Los beneficios que se pueden lograr con la implantación de un sistema de gestión de activos, resultan favorables de acuerdo a lo que establece la Organización Internacional de Estandarización (ISO), bajo

disposiciones que han sido elaborado por expertos en dichas áreas, por lo que al ser aplicado de forma adecuada en cualquier empresa, constituirá un modelo de gestión necesario y útil para los propósitos estratégicos integrales en cualquier organización empresarial que trabaje con perspectivas sólidas y horizontes de crecimiento.

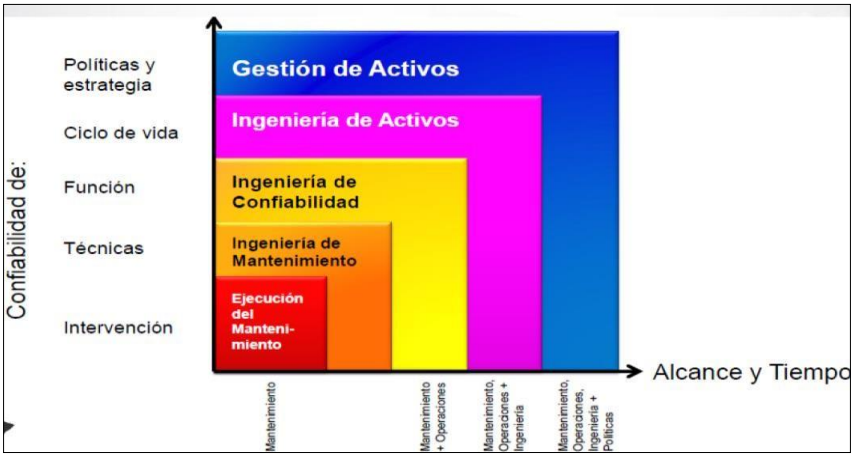


Figura 12. Evolución de la gestión de activos.
Fuente: ISO 55000 Gestión de activos, Bedoya y Cementos (2014, p. 26)

2.2.1.5. Auditoria de mantenimiento

Según Galar y Kumar (2016) la auditoria de mantenimiento refiere al "proceso de verificación del alcance de los indicadores de mantenimiento en relación con los estándares o medidas de referencia ideales, mediante el uso de la combinación de métodos cualitativos y cuantitativos para la recolección y análisis de la información" (p.24).

Para Sondalini (2015) refiere a una "técnica formal basada en el proceso de recolección y análisis de información sobre los procesos actuales de mantenimiento y los sistemas de información usados a

tales fines, en pro de detectar oportunidades de mejora de los mismos" (párr. 9).

Mientras que para Rojas (2015) la auditoria de mantenimiento es una "importante herramienta para la revisión que facilita la mejora de los resultados de mantenimiento al colaborar en la toma de decisiones, gestión y control del mantenimiento" (párr. 3).

De lo que manifiestan los autores, se puede establecer que la auditoria de mantenimiento, es una herramienta que permite recopilar información de forma sistematizada sobre cómo se está llevando a cabo los procesos de mantenimiento, con el fin de evidenciar oportunidades de mejora que contribuyan a un control y mayor evaluación de la gestión del mantenimiento.

La auditoría es una actividad que engloba acciones tales como examinar, inspeccionar, revisar, constatar, verificar, observar, comprobar, confirmar, cotejar, corroborar, fiscalizar; mientras que el mantenimiento es una actividad que se relaciona con conservar, custodiar, perdurar, proseguir, prolongar, continuar, alargar, resistir, aguantar, persistir y durar (Salas, Rodríguez y Díaz, 2018).

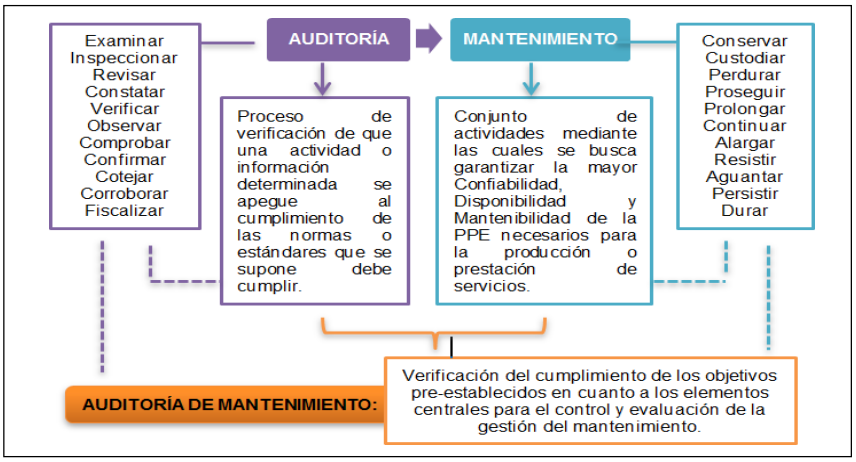


Figura 13. Vinculación conceptual de auditoria y mantenimiento. Fuente: Recuperado de http://ojs.urbe.edu/index.php/cicag/article/download/339/274?inline=1

- Objetivos de la auditoria de mantenimiento: La auditoría de mantenimiento se basa en;

  -Mejorar la productividad y la disponibilidad de equipos.

  -Disminuir las horas extras, papeleos, tareas pendientes de mantenimiento y los costos de inventario de repuestos.

  -Minimizar el tiempo de inactividad de los activos.

  -Extender la vida útil de maquinarias, instalaciones y equipos (Alzaid, 2012).

- Tipos de auditoria de mantenimiento: La auditoría de mantenimiento, por lo general se clasifican en;

  -Auditoria de mantenimiento interna: Refiere a una verificación realizada por un profesional que forma parte de la empresa, quien realiza un examen crítico, sistemático, y detallado sobre la información recopilada en base a la gestión y actividades de mantenimiento.

-Auditoria de mantenimiento externa: Refiere a una verificación realizado por un profesional que no forma parte de la empresa, quien realiza un exámen crítico, sistemático, y detallado sobre la información recopilado en base a la gestión y actividades de mantenimiento. Dicho auditor tiene independencia profesional, cuyas sugerencias tienden a una estandarización preestablecida.

- Metodologías empleadas en la auditoria de mantenimiento: Existen diversas formas de poder llevar a cabo una auditoria de mantenimiento, los cuales se basan principalmente en recursos cualitativos y cuantitativos tales como:

  -Análisis de diversa documentación.

  -Entrevistas con los responsables de las instalaciones y determinados técnicos de mantenimiento.

  -Encuestas con los responsables de las instalaciones y determinados técnicos de mantenimiento.

  -Visita a las instalaciones tomando en consideración anotaciones en fichas de investigación o notas de campo (RENOVETC, 2018).

  Así también existen dos métodos reconocidos de forma mundial para llevar a cabo una auditoria de mantenimiento: El método americano y el método inglés.

  - Método americano: Se basa en el uso del radar de mantenimiento, el cual es una gráfica en la cual se enlistan

indicadores de mantenimiento y se asigna a cada uno de ellos una puntuación del 1 al 10.

- Método inglés: Se basa en la elaboración de un cuestionario con respuestas múltiples cerradas, los cuales hacen referencia a los principales indicadores de mantenimiento, cuya situación actual se desea conocer (Tavares, 2003).

Sea el método que se desea aplicar para llevar a cabo una auditoria de mantenimiento, es necesario que la empresa u organización cuente con un comité de auditoría de mantenimiento (CAM), conformado por profesionales capacitados y que conozcan de cerca los equipos, instalaciones y estrategias de la organización para cumplir con sus distintas metas y objetivos, de tal forma que sean estos quienes sugieran los parámetros a ser sometidos a evaluación y análisis durante dichos eventos de inspección.

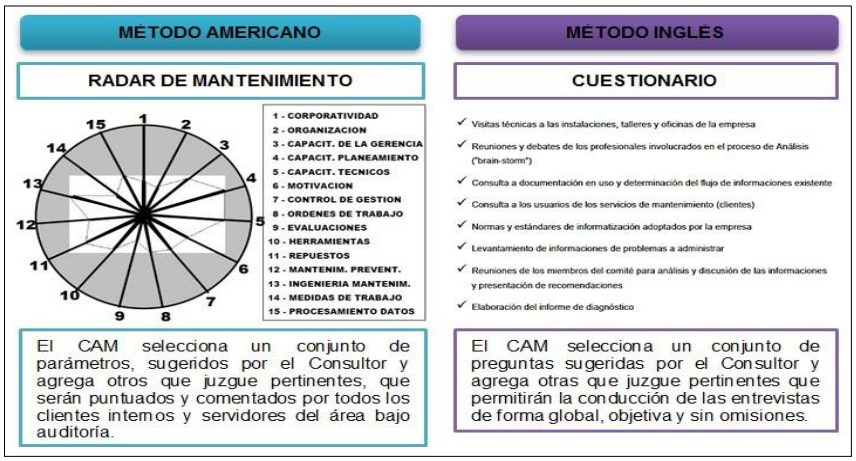


Figura 14. Métodos comunes para efectuar una auditoría de mantenimiento.
Fuente: Recuperado de http://ojs.urbe.edu/index.php/cicag/article/download/339/274?inline=1

Es importante, además, tomar en consideración que una auditoría no es solamente aplicar un cuestionario pre – elaborado y tomar las medidas de unos indicadores numéricos, extraídos de los sistemas informáticos, sino que necesita de varias etapas previas y/o complementarias para obtener un resultado con mayor consistencia que sea de utilidad para la toma de decisiones de la dirección y gestión del mantenimiento (Galar, Kumar, Aditya, y Berges-Muro, 2011).

Ante ello, en una auditoria de mantenimiento compuesto por distintas fases, se debe adoptar y emplear todos los recursos de recolección de información los cuales ayuden, mediante estrategias de triangulación, a poseer información con mayor consistencia en la búsqueda por determinar medidas que proveen una mejora en la gestión del mantenimiento.

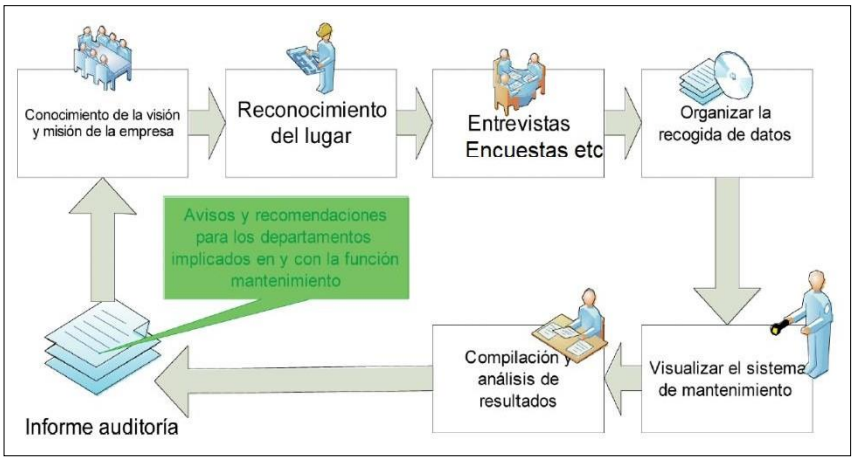


Figura 15. Esquema de auditoría y etapas previas.
Fuente: Organización y gestión de activos, Galar, Kumar, Aditya, y Berges-Muro (2011, p. 7).

- Beneficios de una auditoría de mantenimiento: De acuerdo con RENOVETEC (2018) y Alzaid (2012) las auditorias de mantenimiento permiten:

  -Obtener una mejor visión de cómo opera el mantenimiento en relación con la gestión y los procesos del mismo.

  -Determina si la gestión de los principales aspectos relacionados con el mantenimiento (repuestos, personal, métodos de trabajo, seguridad, herramientas, etc.) es la adecuada.

  -Comparar la gestión y los procesos de mantenimiento con respecto a las mejores prácticas.

  -Establecer indicadores clave de desempeño para medir el éxito en la gestión de mantenimiento.

  -Reducir costos de mantenimiento.

  -Detectar los puntos que no se gestionan correctamente (no conformidades) proponiendo un plan de acción realmente útil y rentable de acuerdo a la realidad percibida y analizada.

- Problemas detectados en una auditoría de mantenimiento: Los problemas que por lo general suelen hallarse en las auditorias de mantenimiento tienen que ver con las siguientes problemáticas:

  -Estructura de personal poco adecuada.

  -Falta de formación del personal

  -Fallos en el almacén de repuesto.

  -Falta de herramienta clave

  -Fallos en el mantenimiento y en el plan de mantenimiento.

-Problemas diversos de seguridad, etc. (RENOVETEC, 2018).

2.2.2. Plan de mantenimiento a bordo de los buques

Los planes de mantenimiento a bordo del buque, tienen por objetivo principal asegurar que el trabajo de mantenimiento y reparación en los diferentes sistemas y equipos a bordo se realicen en el menor tiempo posible y con costos mínimos.

Para la elaboración de los distintos planes de mantenimiento a bordo de un buque se deben tomar en consideración principalmente lo que establece el Código internacional de gestión de la seguridad (ISM), los procedimientos de la compañía, las recomendaciones y/o pautas establecidas por los fabricantes en relación a los sistemas o equipos, y las reglas establecidas por la Asociación Internacional de Sociedades de Clasificación (IACS).

2.2.2.1. Código ISM

El Código internacional de gestión de la seguridad operacional del buque y la prevención de la contaminación (Código IGS), llamado también Código ISM (International Safety Management) por sus siglas en inglés, fue adoptado el 04 de noviembre de 1993, y entró en vigor el 1 de julio de 1998 en su primera fase y el 1 de julio de 2002 en su segunda fase.

El Código plantea como objetivo garantizar la seguridad marítima y evitar lesiones personales o pérdidas de vidas humanas a bordo de los buques, así como los daños al medio marino, y los bienes de terceros que son trasladados a través del intercambio comercial por vía marítima.

A través de un marco legal, el Código ISM indica objetivos de la gestión de la seguridad para las compañías que explotan buques mercantes, los cuales deben abarcar como mínimo los siguientes puntos:

- Establecer prácticas de seguridad en las operaciones del buque y en el medio de trabajo.
- Tomar precauciones contra todos los riesgos señalados; y
- Mejorar continuamente los conocimientos prácticos del personal de tierra y de a bordo sobre la gestión de la seguridad, así como el grado de preparación para hacer frente a situaciones de emergencia que afecten a la seguridad y al medio ambiente (OMI, 2018).

Por otra parte, el Código promueve que el sistema de gestión de la seguridad garantice el cumplimiento de las normas y reglas obligatorias, así como que se tengan presente los códigos aplicables, junto con las directrices y normas recomendadas por la Organización, las administraciones, las sociedades de clasificación y las organizaciones del sector (OMI, 2018).

El Código se encuentra estructurado en dos partes: Parte A y Parte B. En la Parte A (11 artículos) se detallan artículos relacionados con los principios y objetivos de carácter general, mientras que en la Parte B (4 artículos) se detallan pautas de orientación para la ejecución del Código, dedicada básicamente a la certificación y verificación.

En el artículo 10, referente a la Parte A del Código, titulado “Mantenimiento del equipo y del buque”, se establece lo siguiente (OMI, 2018, 19):

10 Mantenimiento del buque y del equipo
10.1 La compañía adoptará procedimientos para garantizar que el mantenimiento del buque se efectúe de conformidad con los reglamentos correspondientes y con las disposiciones complementarias que ella misma establezca.
10.2 En relación con lo que antecede, la compañía se asegurará de que: .1 se efectúan inspecciones con la debida periocidad; .2 se notifican todos los casos de incumplimiento y, si se conocen, sus posibles causas; .3 se toman medidas correctivas apropiadas; y se conservan sendos expedientes de esas actividades.
10.3 La compañía averiguará cuáles son los elementos del equipo y los sistemas técnicos que, en caso de avería repentina, puedan crear situaciones peligrosas. Se arbitrarán asimismo medidas concretas destinadas a acrecentar la fiabilidad de dichos elementos o sistemas. Una de tales medidas consistirá en la realización periódica de pruebas con los dispositivos auxiliares, así como con los elementos del equipo o con los sistemas técnicos que no estén en uso continuo.
10.4 Las inspecciones y medidas a que se hace referencia en los párrafos 10.2 y 10.3 s integrarán en las operaciones ordinarias de mantenimiento del buque.

En concordancia a lo que se establece en el artículo 10, es que la gestión del mantenimiento en los buques se suele gestionar como un sistema en donde se determinen procesos y actividades que provean:

-Planes de mantenimiento (básicamente preventivos).

-Se definen KPI’s.

-Se identifiquen equipos críticos y se incorporan en el Plan de mantenimiento preventivo.

-Se realicen reportes de falla de equipos.

-Se realicen inspecciones periódicas por medio del superintendente.

-Se realicen conexiones directas e intercambio de información sobre los Indicadores de performance y los Indicadores clave de performance por un Comité de seguridad y los departamentos del buque.

Figura 16. Portada del Código ISM.
Fuente: Recuperado de https://www.nauticarobinson.com/libros/ism-code-with-guidelines-2018-spanish-edition-codigo-igs-codigo-internacional-de-gestion-de-la-seguridad/9789280131598/

2.2.2.2. Asociación Internacional de Sociedades de Clasificación - IACS

La Asociación Internacional de Sociedades de Clasificación (IACS) es una organización no gubernamental que tiene por objetivo promover la seguridad de la vida humana en el mar y propiedades (buque y

plataformas), así como la protección del entorno natural marino (García, 2018).

En la IACS, se encuentran un conjunto de 10 sociedades de clasificación de entre más de 50 organizaciones a nivel mundial, los cuales se encargan de clasificar los buques. Estas 10 sociedades de clasificación se encargan de clasificar alrededor del 94 % del tonelaje de la flota mercante dedicada al comercio mundial (Centro de conocimiento de la industria marítima, 2013).

IACS, cómo órgano consultivo de la OMI, que depende de la ONU, permanece como la única organización con título de observador la cual está autorizada a desarrollar y aplicar reglas sobre diseño, construcción y mantenimiento en referencia del ciclo de vida de los buques para cumplir con sus objetivos.

Dichas reglas tiene que ver básicamente con:

-Reglas para la confirmación de que el diseño de los buques cumple dichas reglas.

-Reglas para la inspección de los buques durante el período de construcción.

-Reglas para inspecciones periódicas para confirmar que los buques continúan cumpliendo dichas reglas (García, 2018).

El sistema de mantenimiento planificado o planeado (PMS – Planned Maintenance System), exigido por el Código ISM, puede ser un sistema basado en documentos o software, lo cual permite a los armadores u operadores de los buques llevar a cabo el mantenimiento en intervalos acorde con los fabricantes y los requerimientos de las sociedades de clasificación.

El planeamiento y la programación del mantenimiento a bordo del buque, así como su documentación por lo general deben estar acorde a un sistema aprobado por una sociedad de clasificación, lo que posteriormente debe ser supervisado por el personal a bordo, e inspeccionado por la clase que haya certificado al buque.

Según la regla Z 20, establecido por IACS en mayo del 2001, titulado Estructura de mantenimiento planificado para máquinas, establece requerimientos mínimos que un sistema de mantenimiento planificado (PMS) debe considerar:

-La descripción y documentación del sistema de mantenimiento planificado (PMS), deben estar especificados en el idioma inglés.

-Los reportes del PMS deben estar en el idioma inglés, excepto cuando el idioma no sea el adecuado para la tripulación. En dicho caso un breve resumen deberá ser realizado.

-El programa de mantenimiento preventivo debe incluir requerimientos del fabricante.

-ítems y sistemas respecto a la programación del mantenimiento.

-Intervalos de tiempo de mantenimiento.

-Instrucciones de mantenimiento.

-Historial y documentación referente al mantenimiento.

-Documento de referencia.

-Referencias para completar adecuadamente la documentación referente al mantenimiento.

-Instrucciones sobre los responsables y sus firmas correspondientes (IACS, 2006).

Cabe resaltar que dichas disposiciones formaron parte de la orientación y lineamientos que años más tarde se estableció dentro del articulado respecto a mantenimiento en el Código ISM, con lo cual se regula el mantenimiento del buque y el equipo lo cual conforma un elemento esencial que hace referencia a uno de los principios que se desligan del sistema de gestión de la seguridad operacional del buque, los cuales deberán ser implementados por las compañías navieras.

Figura 17. Sociedades de clasificación que conforman parte de IACS. Fuente: Recuperado de https://ingenieromarino.com/sociedades-de-clasificacion/#.XTgPn-hKhik

2.2.2.3. Procedimiento de mantenimiento para un buque en particular

Kantharia (2016) señalan que, para desarrollar un procedimiento de mantenimiento para un buque en particular, la compañía naviera debe tomar en consideración:

-Pautas de mantenimiento y especificaciones dadas por el fabricante.

-Historial de equipos, incluidos: fallos, defectos, daños y medidas correctivas.

-Pautas mencionadas en el Código ISM.

-La edad del buque.

-Inspecciones de terceros.

-Consecuencias de la falla del equipo en la operación segura del buque.

-Equipos y sistemas críticos.

-Intervalos de mantenimiento.

En ese sentido, bajo las pautas antes señaladas, el autor propone un enfoque sistemático para el mantenimiento, con el fin de garantizar que no se pierda nada al realizar el procedimiento de mantenimiento. Estas pautas tienen que ver con:

-Establecer intervalos de mantenimiento (Considerado el aspecto más importante del plan de mantenimiento).

-Métodos y frecuencia de las inspecciones.

-Especificación del tipo de inspección.

-Tipo de equipo de medición a utilizar.

-Establecimiento de criterios de aceptación aprobados.

-Asignación de responsabilidad por actividades de inspección a personal debidamente calificado.

-Definición clara de los requisitos y mecanismos de información.

Por lo general, el autor refiere a que el intervalo de mantenimiento decidido en el plan se basa en los siguientes aspectos:

-Recomendaciones y especificaciones del manufacturador de los equipos.

-Técnicas de determinación predictiva de mantenimiento.

-Experiencia práctica del personal del departamento de máquinas respecto a la operación y mantenimiento de los sistemas y equipos.

-Historial de los resultados de las inspecciones de rutina, y de la naturaleza de las fallas.

-Restricciones prácticas y operativas.

-Pautas para aspectos internos especificados como parte de los requisitos de la clase, regulaciones, administración y compañía, etc.

Por último, entre otras pautas a tomar en cuenta para el procedimiento final enfocado a las rutinas de inspección planificadas se deben considerar:

-Criterios de inspección.

-Uso de equipos apropiados de medición y prueba.

-Calibración de equipos de medición y ensayo.

-El tipo de inspección y prueba a emplear: Visual, vibración, presión, temperatura, electricidad, carga, estanqueidad al agua.

Bajo las pautas antes señaladas, Kantharia (2016) propone un conjunto de pautas, las cuales podrían ser coherentes a tomar en consideración, ya que constituyen un procedimiento sistemático y planificado que también forma parte integral del sistema de mantenimiento planificado de un buque.

2.2.3. Generador auxiliar

La principal fuente de energía a bordo de la gran mayoría de buques, es sin duda su generador motriz de energía eléctrica, lo que suele ser llamado comúnmente: “Generador auxiliar”, “generador del buque”, o simplemente “auxiliar” a bordo de los buques mercantes.

El generador auxiliar, en inglés “diésel generador” o “generator set” (get set), refiere a un grupo electrógeno considerado como el corazón del buque, ya que sin estos sería imposible operar los equipos en sala de máquinas, cubierta e inclusive los que están en el puente de navegación.

El generador auxiliar, consiste de un motor diésel y un alternador (generador eléctrico) el cual se encarga de convertir la energía mecánica en

energía eléctrica, cuyo principio de funcionamiento se basa en la Ley de Faraday.

La Ley de Faraday establece que para que se genere corriente eléctrica, debe haber un movimiento entre el conductor y el campo magnético, ya que el voltaje inducido en un circuito cerrado es directamente proporcional a la rapidez con que cambia en el tiempo el flujo magnético que atraviesa una superficie cualquiera con el circuito como borde (Ventageneradores, 2019).

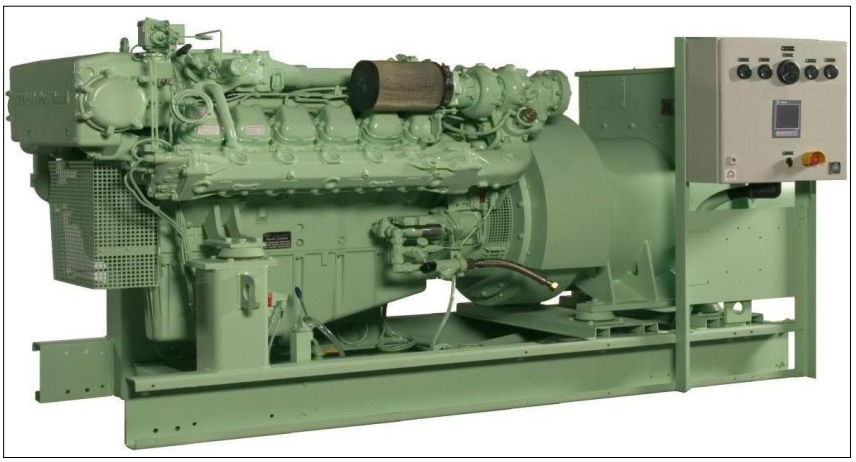


Figura 18. Generador del buque.
Fuente: Recuperado de http://www.nauticexpo.com/

- Partes de un generador auxiliar: A bordo de los buques, el generador auxiliar está conformado por:

  -Motor: La cual es la parte más importante porque es la fuente de la fuerza mecánica inicial.

  -Alternador: La cual se encarga de la producción de la salida eléctrica y de entrada mecánica en los generadores auxiliares. A su vez el alternador está conformado por otros elementos tales como:

  - Estátor: Parte fija exterior de la máquina en la que se encuentran las bobinas inducidas que producen en la corriente eléctrica.

- Rotor: Componente móvil que gira dentro del estator y que provoca el campo magnético inductor que genera el bobinado inducido.
- Regulador de voltaje: El cual se encarga de transformar el voltaje de corriente alterna (AC) a corriente continua (DC).
- Sistemas de enfriamiento y escape: Cuyo objetivo es procurar que el alternador no se sobrecaliente.
- Sistemas de lubricación: El cual garantiza la fluidez y la durabilidad de las actividades del alternador (Ventageneradores, 2019).

- Generación de energía a bordo del buque: El generador consiste en un conjunto estacionario de conductores enrollados en bobinas en un núcleo de hierro (estátor). Luego el rotor (imán giratorio) gira dentro del estátor produciendo un campo magnético. Dicho campo atraviesa el conductor y genera una fuerza electromagnética inducida, ya que la entrada mecánica hace que el rotor pueda girar.

  Algunos puntos a destacar sobre le generación eléctrica son:

  -La corriente alterna, la potencia de 3 fases (generador eléctrico trifásico) se prefiere a la de corriente continua, ya que proporciona más potencia para el mismo tamaño.

  -Se prefieren 3 fases en lugar de una sola fase, ya que consume más energía, y en caso de que falle una fase, otras 2 pueden seguir funcionando (Wankhede, 2019).

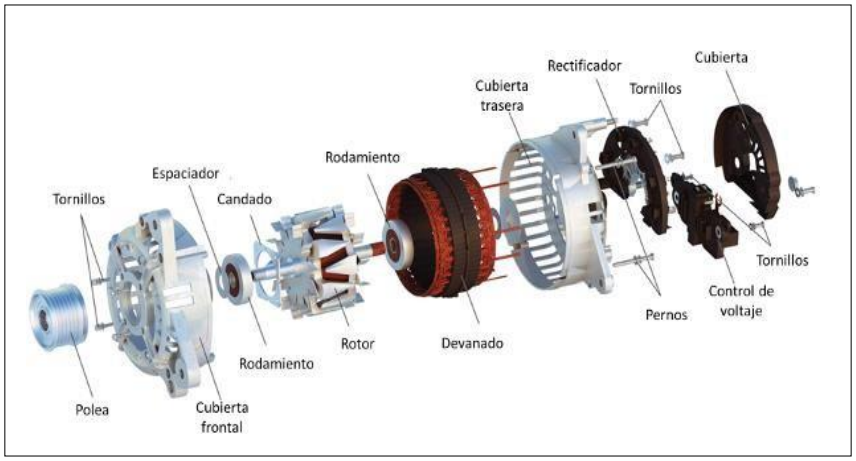


Figura 19. Partes básicas de un alternador.
Fuente: Recuperado de https://e-auto.com.mx/enew/index.php/85-boletines-tecnicos/7167-causas-de-falla-del-alternador

- Distribución de energía a bordo: Un sistema de distribución a bordo del buque está conformado por:

  -El generador auxiliar.

  -El tablero de interruptores principal (tableros de distribución), el cual es una caja metálica que toma la energía del generador auxiliar y lo suministra a los diferentes equipos y maquinaria auxiliar.

  -Transformadores para subir o bajar la tensión (Reductores [La tensión a la que funciona el sistema es generalmente 440v y 220v]).

  -La energía se suministra a través de disyuntores a grandes máquinas auxiliares a alta tensión.

  -Para fusibles de suministro más pequeños se utilizan disyuntores en miniatura.

  -El sistema de distribución es de tres cables y puede ser aislado neutro o conectado a tierra.

  -El sistema aislado es más preferido en comparación con el sistema conectado a tierra porque durante una falla a tierra se puede perder

maquinaria esencial, como el mecanismo de dirección (Wankhede, 2019).

- Generador de emergencia: En caso de falla del sistema de generación de energía principal en el buque, se tiene a bordo un sistema de energía de emergencia de reserva (generador de emergencia [ubicado normalmente fuera del espacio de la sala de máquinas]), cuya fuente de alimentación garantiza que la maquinaria y sistemas esenciales, continúen operando en el buque.

  En algunos casos la energía de emergencia puede ser suministrado con baterías o con un generador de emergencia o incluso con ambos sistemas.

  La generación de energía de emergencia debe garantizar el suministro a los siguientes sistemas:

  -Sistemas de dirección.

  -Sentina de emergencia y de bombeo.

  -Puertas estancas.

  -Sistema contraincendios.

  -Luces de navegación y de emergencia.

  -Sistemas de comunicación interna y alarma (Wankhede, 2019).

2.3. Marco conceptual

- A/C: Corriente Alterna
- Áreas de acción: Lugares donde se brinda un servicio de mantenimiento realizando tareas de mantenimiento.
- Árbol Jerárquico: Rangos en una nave.
- Adoptar: Tomar por propio algo que no en exclusividad de nadie.
- Confiabilidad: Es la capacidad de un ítem de desempeñar una función requerida, en condiciones establecidas durante un periodo de tiempo determinado. Es decir que habremos logrado la confiabilidad de algo cuando el ítem hace lo que queremos que haga y en el momento que queremos.
- Ciclo de Vida: Nace desde la idea misma de realizar una actividad que involucrara activos en su desarrollo, para por etapas de anteproyecto, proyecto, diseño, compra, instalación prueba, puesta en marcha, operación y mantenimiento, hasta su reciclaje y disposición final.
- Directrices: Es una normal o instrucción que se tiene en cuenta para realizar una cosa. También se trata de aquello que fija como se producirá algo. Las directrices, por lo tanto, sientan las bases para el desarrollo de una actividad o proyecto.
- D/C: Corriente Continua
- Energía eléctrica: Es una fuente de energía renovable que se obtiene mediante el movimiento de cargas eléctricas (electrones) que se producen en el interior de materiales conductores, ejemplo: cables metálicos como el cobre.

- Energía Mecánica: Es la energía que presentan los cuerpos en razón de su movimiento, es decir la capacidad de los cuerpos con masa para llevar a cabo un determinado esfuerzo o labor.
- Estetoscopio: Instrumento que sirve para oír los sonidos de un determinado cuerpo o en este sentido máquina.
- Entrar en vigor: Fecha en la cual una norma es obligatoria.
- Enfoque Sistemático: Representa la secuencia lineal de acontecimientos, una manera de abordar y formular problemas con vistas a una mayor eficacia en la acción.
- Fiabilidad: Capacidad de un sistema o componentes para desempeñar las funciones especificadas, cuando se usa bajo unas condiciones y periodo de tiempo determinados.
- Fusibles: Es un elemento de seguridad cuya función principal es “romperse” en caso se produzca un exceso de corriente eléctrica.
- Manufacturador: Es una persona o una compañía registrada que elabora productos terminados a partir de materias primas en un intento por obtener una ganancia.
- Mantenimiento: Acción de mantener una maquinaria en óptimas condiciones de trabajo.
- Mantenimiento preventivo: Llamado también mantenimiento programado, conjunto de tareas programadas con el objetivo de conservar en un nivel óptimo los equipos o instalaciones y evitar el surgimiento de fallas y averías.
- Mantenimiento Correctivo: Llamado también mantenimiento no programado, conjunto de tareas destinadas a corregir una falla imprevista en el instante.

- Mantenimiento Predictivo: Técnica para pronosticar un fallo y/o avería en una maquinaria o instalación, de tal manera darle un mantenimiento para evitar que falle.
- Overhaul: Es un conjunto de tareas totales que se le da a un determinado equipo, reemplazando todas las partes movibles y estáticas de un equipo para alargar su vida útil de la misma, es decir es un mantenimiento general de la máquina.
- Periodicidad: Es un término aplicado para mencionar a una persona o elemento que se caracteriza por ser periódico, es decir el elemento mencionado en una oración que es frecuente o repetitiva.
- Planta: Son instalaciones donde se elaboran diversos productos.
- Plan de Mantenimiento: Conjunto de tareas programadas y/o establecidas para alargar la vida útil de cualquier activo.
- Plan de Contingencia: Es un conjunto de medidas de carácter organizativo, técnico y humano que tiene como principal finalidad la continuación del negocio o establecer cómo actuar cuando ocurren situaciones extraordinarias y/o en que existe algún tipo de riesgo.
- Premisas: El concepto se utiliza para nombrar al indicio, síntoma o conjetura que permite inferir algo y sacar una conclusión.
- Proceso cíclico: Es cuando un sistema, por una serie de procesos, vuelve a su estado inicial.
- Repuestos: Son piezas de un mecanismo que es igual a la otra que puede ser sustituida en caso de necesidad.
- Stock: Es la cantidad de mercancías o bienes que aguardan a su espera para ser usadas y/o vendidas.

- Técnicas: Técnica es el conjunto de procedimientos, reglas, normas o protocolos que tiene como objetivo obtener un resultado determinado y efectivo en cualquier actividad.
- Terminología: Conjunto de términos o palabras propias utilizadas en una ciencia, técnica, o especialidad, o por un autor.

CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Diseño de la Investigación

Según las características taxonómicas del presente estudio, en concordancia con las posturas de Hernández y Mendoza (2018) complementada con la de Ñaupas, Valdivia, Palacios y Romero (2018) se determinó que es de ruta cualitativa, tipo básica, nivel exploratorio, y diseño investigación-acción.

De acuerdo con Straus y Corbin (2002) citado en Ñaupas et. al. (2018), la investigación de ruta cualitativa refiere a cualquier tipo de investigación que produce hallazgos a los que no se llega por medio de procedimientos estadísticos u otros medios de cuantificación; ya que el análisis suele ser abierto e interpretativo.

Hernández y Mendoza (2018) sostienen que en las investigaciones cualitativas “suelen producir preguntas antes, durante o después de la recolección y análisis

de los datos. La acción indagatoria se mueve de manera circular en el que la secuencia no siempre es la misma, ya que puede variar en cada estudio" (p. 8).

El presente trabajo de investigación guarda concordancia con la ruta cualitativa ya que la conclusión final no proviene del análisis estructurado de variables a través de métodos estadísticos, sino más bien de la triangulación de los datos de acuerdo a un conjunto de categorías sobre el objeto de estudio, cuyo análisis hermenéutico y heurístico se realizó de forma abierta, fásica y simultánea en el desarrollo del proceso.

Ñaupas et al. (2018) caracteriza a la investigación de tipo básica bajo la siguiente conceptualización:

> La investigación pura, básica o sustantiva, recibe el nombre de pura porque en efecto no está interesada por un objetivo crematístico, su motivación es la simple curiosidad, el inmenso gozo de descubrir nuevos conocimientos, es como dicen otros el amor de la ciencia por la ciencia; se dice que es básica porque sirve de cimiento a la investigación aplicada o tecnológica; y fundamental porque es esencial para el desarrollo de la ciencia (p. 134).

El autor expresa que la investigación de tipo básica suele generar conocimiento preliminar que va a servir de base para generar un conocimiento de mayor profundidad y envergadura la cual conlleve a las soluciones de problemas prácticos de la realidad.

En ese sentido, el presente trabajo de investigación responde a dicha característica, ya que el objetivo de brindar una propuesta constituye un conocimiento basado en argumentos lógicos, pero que solo sirven de guías para pretender mejorar de forma integral al plan de mantenimiento de los generadores auxiliares del buque tanque en estudio, lo cual, dependiendo de la evaluación que se haga y de la forma como se aplique se podrían poner a prueba su alcance práctico.

En referencia con los estudios de nivel exploratorio Hernández y Mendoza (2018) sostienen que: “Se llevan a cabo cuando el propósito es examinar un fenómeno o problema de investigación nuevo o poco estudiado, sobre el cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes. Es decir, cuando la revisión de la literatura reveló que tan solo hay guías no investigadas e ideas vagamente relacionadas con el problema de estudio, o bien, si deseamos indagar sobre temas y áreas desde nuevas perspectivas” (p. 106).

La apreciación de Hernández y Mendoza (2018) sobre el nivel exploratorio de la investigación guarda concordancia con el desarrollo del presente trabajo de investigación, ya que no se encontraron estudios que persigan elaborar una propuesta que pretenda la mejora del plan de mantenimiento de los generadores auxiliares en un buque mercante, por lo que se partió de ideas y referencias vagas que poco a poco fueron madurando de acuerdo a la orientación del contexto en cual se desarrolló el análisis.

Por último, Bernal (2006) citado en Ñaupas (2018) sobre el diseño de investigación-acción sostiene que es el:

> Único procedimiento metodológico que admite a las personas (comúnmente considerado como objetos de estudios) como sujetos partícipes en los proyectos de investigación, sujetos protagonistas juntamente con los expertos investigadores. De esta manera, los equipos de investigación se convierten en unidades gestoras de proyectos de investigación y de cambio, protagonistas de la transformación de su propia realidad y constructores de su proyecto de vida (p. 58).

Bajo la orientación conceptual del autor, el presente estudio, busca de alguna otra forma transformar la realidad en referencia a una situación problemática que tiene que ver con el plan de mantenimiento de los generadores auxiliares del buque tanque en estudio, en ese sentido, los autores del presente trabajo de investigación construyen dicho proyecto que se plasma en la propuesta planificando, actuando, observando y reflexionando sobre el objeto de estudio en sí y los argumentos que se establecen para orientar al cambio de la situación que se desea modificar.

3.2. Muestreo

En los estudios cualitativos, los muestreos son por lo general no probabilísticos, ya que no se seleccionan unidades de estudio para representar a una población, sino más bien, se establecen criterios de mayor especificidad con la intención de

profundizar en la comprensión del problema de investigación (Normas APA, 2019).

Para comprender el problema dentro del desarrollo de una investigación cualitativa las elecciones de las unidades de información suelen ser “derrepente”, ya que con los datos recabados se construirá una información proveniente de un análisis netamente interpretativo en concordancia con los objetivos establecidos sobre el objeto de estudio.

En el presente estudio, se aplicó un muestreo no probabilístico de tipo “muestreo de elección razonada”, bajo el sustento de Ander-Egg (1995) donde establece que en este tipo de muestreo por lo general el investigador posee cierto conocimiento sobre las unidades de información que le puedan brindar los datos necesarios para cumplir con sus objetivos de estudio.

Las unidades de información fueron de distintas naturalezas, los cuales se pueden clasificar de la siguiente manera:

-Sujetos: Superintendente 1 de la compañía, Superintendente 2 de la compañía, Jefe de Máquinas, Primer Oficial de Máquinas, Segundo Oficial de Máquinas, Electricista, Engrasador 1 y Engrasador 2.

-Objetos: Generadores auxiliares, Programa de mantenimiento computarizado AMOS.

-Documentos: Ship Particular (Particularidades del buque), Manual de gestión para buques operados por la compañía, Informe de actividades relacionadas al

mantenimiento de los generadores auxiliares, Manual del motor diésel, Manual del alternador, Bitácora de máquinas.

Muestreos no probabilístico	Unidades de información	Informantes	Cantidad
Muestreo de elección razonada	Sujetos	Superintendes	02
		Jefe de Máquinas	01
		Primer Oficial de Máquinas	01
		Segundo Oficial de Máquinas	01
		Electricista	01
		Engrasador 1	02
	Objetos	Generadores auxiliares	01
		Plan de mantenimiento computarizado (AMOS)	01
	Documentos	Ship's Particular (Particularidades del buque)	01
		Manual de gestión para buques operados por la compañía	01
		Informe de actividades relacionadas al mantenimiento de los generadores auxiliares	01
		Manual del motor diesel	01
		Manual del alternador	01

3.3. Sistema de categorías

Para el análisis del presente estudio, se establecieron las siguientes sub categorías de estudio, los cuales definen los aspectos de análisis de la categoría principal de estudio, los cuales se especifican en el siguiente cuadro:

Categoría de análisis: Plan de mantenimiento de los generadores auxiliares
Espacio: Buque tanque petrolero en estudio
Subcategorías principales de análisis: Gestión de recursos; Gestión de información; Mantenimiento preventivo y equipamiento tecnológico (mantenimiento predictivo); Planificación y ejecución; y Soporte al mantenimiento, calidad y motivación. (Ver Anexo 2).

3.4. Técnicas para la recolección de datos

3.4.1. Técnica

Las técnicas utilizadas en la presente investigación fueron la observación, la documentación, la entrevista y la encuesta (Ver Anexo 3).

3.4.2. Instrumentos y herramientas

Los instrumentos fueron los investigadores (respecto a la observación, entrevista y documentación) y el “cuestionario de eficacia del mantenimiento” (semi-cuantitativa). Así también se utilizaron herramientas de recolección de datos tales como notas de campo, guía de entrevista, y fichas de estudio documental.

3.5. Técnicas para el procesamiento y análisis de los datos

Para el procesamiento de la información se aplicaron técnicas de corte, clasificación, palabras en contexto, codificación abierta y codificación axial. Luego se procedió a los métodos de triangulación de informantes y triangulación de técnicas de recolección de datos, de tal manera que se pudo obtener una información consolidada respecto a las subcategorías de análisis establecidas en orientación del diagnóstico propuesto.

3.6. Procedimientos

La investigación se realizó de la siguiente manera:

-Se realizó una revisión bibliográfica sobre la temática principal de análisis y temas afines, con lo que se estructuró el marco referencial del presente informe.

-Posteriormente, tomando como referencia las categorías del “cuestionario de eficacia de mantenimiento” (MES) se establecieron las subcategorías de análisis que orientaron la búsqueda de la información.

-Luego, se realizó la primera visita al buque, para recolectar información a través de las notas de campo, y fichas de estudio documental.

-Con los datos recabados, se elaboró la guía de entrevista, con la intención de dar mayor profundidad a la información recopilada.

-Se aplicó el cuestionario semi-cuantitativo referido, con la intención de plasmar datos numéricos que ayuden a dar una apreciación objetiva sobre el nivel del mantenimiento desde la perspectiva de superintendentes, jefes de máquinas, oficiales, etc.

-Con toda la información recabada se pudo realizar el diagnóstico respectivo que fundamente la propuesta establecida, respondiendo de esta manera a los objetivos del presente estudio.

3.7. Aspectos éticos

Respetando los aspectos éticos, se mantiene en el anonimato al buque en estudio, así como la empresa a la cual pertenece. Así también, se aplicó un

consentimiento informado a las entrevistas de tal forma que tengan conocimiento de los alcances respecto a su privacidad y anonimato por los datos brindados, respecto a los propósitos que persigue el presente trabajo de investigación.

CAPÍTULO IV: DIAGNÓSTICO DEL MANTENIMIENTO ACTUAL

4.1. Características de la compañía naviera

4.1.1. Datos de la compañía naviera

Es una empresa naviera peruana que ha participado en múltiples actividades relacionadas con la actividad marítima tales como: Administración de buques, administración para otras empresas, operaciones de suministro de combustible con buques propios, operaciones de alijo, operaciones de buques a terceros y alquiler de buques para proyectos específicos.

Cuenta con una flota propia de buques tanque clase gaseros y petroleros para la prestación de los servicios de transporte marítimo de hidrocarburos (petróleo crudo y derivados, gas licuado de petróleo y químicos), los cuales realizan el servicio de transporte a nivel nacional e internacional.

En la actualidad la empresa cuenta con una flota de 14 buques tanque (9 gaseros, 4 petroleros y 1 petroquimiquero), y remarca como prioridad el mantenimiento y la constante incorporación de modernas embarcaciones a su flota sometiéndose de esta forma a los retos y exigencias del mercado.

4.1.2. Políticas de gestión

El negocio de la compañía naviera en estudio está relacionado con el transporte de gases licuados, productos químicos a granel, carga general, contenedores, etc., cuyo objetivo es proveer a sus clientes de un servicio seguro, económico y eficiente. La empresa naviera posee distintas políticas de gestión tales como: Calidad, seguridad, navegación, protección, seguridad y salud en el trabajo, medio ambiente, y ahorro de energía; cuyos lineamientos más importantes en cada política son:

Política de seguridad
-Mantener a bordo de sus buques los altos estándares de prácticas de seguridad. -Constancia en la revisión de equipos y prácticas de operación con referencia a lecciones aprendidas ya sea directamente o desde la experiencia de otros. -Monitoreo y revisión de programas de entrenamiento de tal forma que todo el personal este entrenado en relación a sus respectivos roles abordo. -Utilizar códigos, directrices y normas aplicables a la industria marítima. -Promover en toda la organización la cultura de mejora continua.
Políticas de calidad
-Los servicios que presta la empresa se brindan en condiciones de eficacia frente a los requerimientos acordados con los clientes, el marco legal o reglamento existente, así como bajo esquemas internacionales de seguridad y prevención de la contaminación.

-Facilitar el desarrollo continuo de la formación del personal en el ámbito profesional a fin de lograr un valor agregado diferenciado del servicio que presta. -Proporcionar a los clientes una gestión marítima que satisfaga totalmente sus necesidades con calidad y tiempo. -Recibir información de los clientes, con el fin de asegurar y mostrar que se entiende y se cumple con todos los requisitos solicitados.
Política de navegación
-El capitán tendrá la total autoridad y responsabilidad en la toma de decisiones en lo que respecta a la seguridad y a la protección del medio ambiente, pudiendo requerir apoyo de la compañía en casos que considere necesario. -Mantener todas las publicaciones actualizadas y los equipos de navegación, máquina principal y máquinas auxiliares completamente operativos y que permitan realizar navegaciones seguras. -Asegurar apoyo del comité de emergencia de la oficina, ante el llamado de cualquiera de las naves que opera.
Política de protección
-Proporcionar los procedimientos y las prácticas de protección, para las operaciones de los buques con el objeto de proteger la seguridad de los puertos y de la comunidad en general. -Mejorar las habilidades y conocimiento de protección del personal de la compañía en tierra y a bordo del buque.
Política de seguridad y salud en el trabajo
-Cumplir con las normas de seguridad y salud en el trabajo, protegiendo los ambientes de trabajo seguros, higiénicos y saludables tanto para su personal en oficina como para las tripulaciones a bordo de las naves que opera, en concordancia a las directivas de la compañía. -Mantener la salud del personal de oficina y de los buques, motivando la práctica de reconocimiento mensuales y anuales con el fin de prevenir y corregir deficiencias médicas. -Familiarizar al personal con procedimientos de emergencia y capacitarlo en seguridad, reduciendo los riesgos identificados con el fin de lograr un

ambiente de trabajo seguro para todos. -Promover la evaluación de riesgos, investigación de incidentes y la aplicación de medidas preventivas correctivas pertinentes.
Política del medio ambiente
-Prevenir daños innecesarios, pérdidas de vida, daños a la salud, a la propiedad y a la degradación del medio ambiente, a través de la aplicación de las disposiciones establecidas en el Código ISM. -Controlar las actividades de la compañía para proteger al personal, la propiedad y al medio ambiente de todo riesgo y peligro que razonablemente se pueda esperar, esperando lograr “cero derrames” durante sus operaciones. -Asegurar el tratamiento correcto de los productos transportados, sean como suministros o carga, mediante la aplicación de reglamentos nacionales e internacionales y con las leyes referentes a la protección del medio ambiente. Dichas instrucciones deben estar actualizadas según requerimientos de las Autoridades y de las Sociedades de clasificación.
Política sobre el ahorro de la energía
-Asegurar que los capitanes, oficiales y tripulación de los buques tomen conciencia del determinante papel que desempeñan para lograr el consumo racional de combustible en los buques y minimizar el impacto que su utilización produce al medio ambiente. -Responsabilizar al capitán y jefe de máquinas de cada buque de sus procedimientos y operaciones directamente relacionados con la conservación de energía y de asegurarse de concientizar a la tripulación sobre un uso adecuado por ejemplo de la potencia del motor, el consumo de agua y de cualquier servicio que afecte directamente a la cantidad de combustible utilizado del buque. -Asegurarse de que los superintendentes y/o funcionarios de la empresa son conscientes de las consecuencias que el estado de la carena del buque puede tener en el ahorro de energía.

4.1.3. Organigrama de la compañía

La compañía cuenta con 2 (dos) áreas de gestión, 3 (tres) gerencias, y 10 departamentos de gestión.

Áreas de gestión
-Gestión administrativa. -Gestión Operativa.
Gerencias
-Gerencia general. -Gerencia comercial. -Gerencia de flota.
Departamentos de gestión
-Gestión de la información. -Gestión financiera. -Gestión contable. -Gestión de recursos humanos. -Gestión de operaciones comerciales. -Gestión de mantenimiento. -Gestión logística. -Gestión de calidad, salud, seguridad y ambiente. -Gestión de la gente de mar. -Gestión de operaciones internacionales

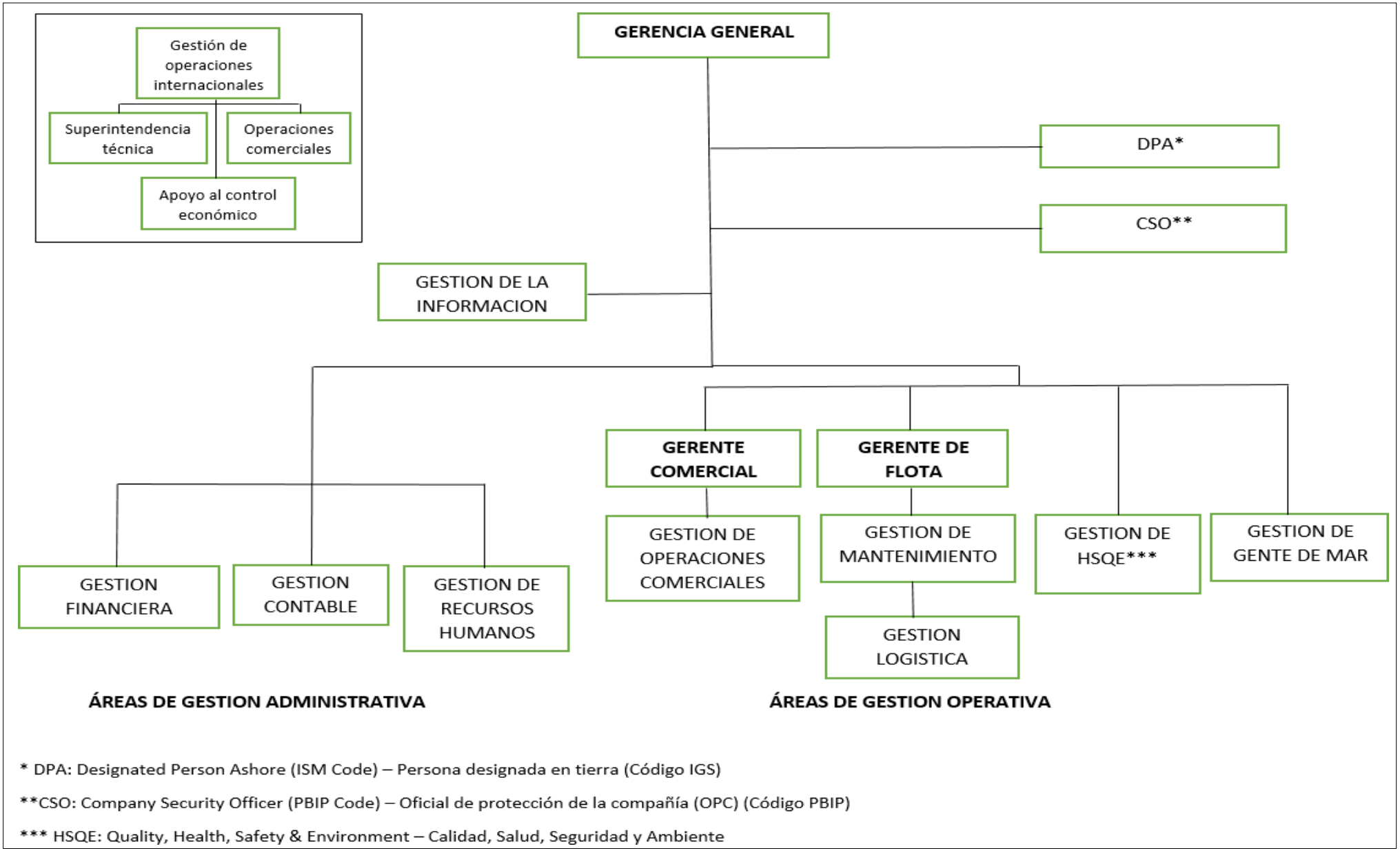


Figura 20. Organigrama de la compañía naviera.

De acuerdo al organigrama general e integral presentado, se puede visualizar que dentro del área de gestión administrativa se desarrollan la gestión financiera, contable y de gestión de recursos humanos; los cuales interactúan con el área de gestión operativa y el departamento de gestión de la información.

Por otra parte, dentro del área de gestión operativa, se desarrolla la gerencia comercial (gestión de operaciones comerciales) y la gerencia de flota (gestión del mantenimiento y gestión logística). Además, se anexan los departamentos de gestión HSQE y de gente mar, los cuales interactúan cercanamente con las gerencias comercial y de flota respectivamente, y todas a su vez con el departamento de gestión de la información y el área de gestión administrativa.

Ambas gestiones (administrativa y operativa), dependen directamente de la gerencia general, quien tiene comunicación directa con la Persona designada en tierra (DPA) y el Oficial de protección de la compañía (OPC). Cabe resaltar que, por los servicios y el manejo internacional de la empresa, existe además el departamento de gestión de operaciones internacionales quienes se muestran autónomos de la gestión administrativa y operativa de la compañía.

La gestión del mantenimiento en la compañía depende del gerente de flota, y se apoya en la gestión logística, por consiguiente, tiene relación directa con el gerente comercial y ambos dan parte directa a la gerencia general,

teniendo a su favor un departamento de la gestión de la información para sus actividades y fines.

4.2. Organización en el buque

La organización jerárquica en el buque es como sigue:

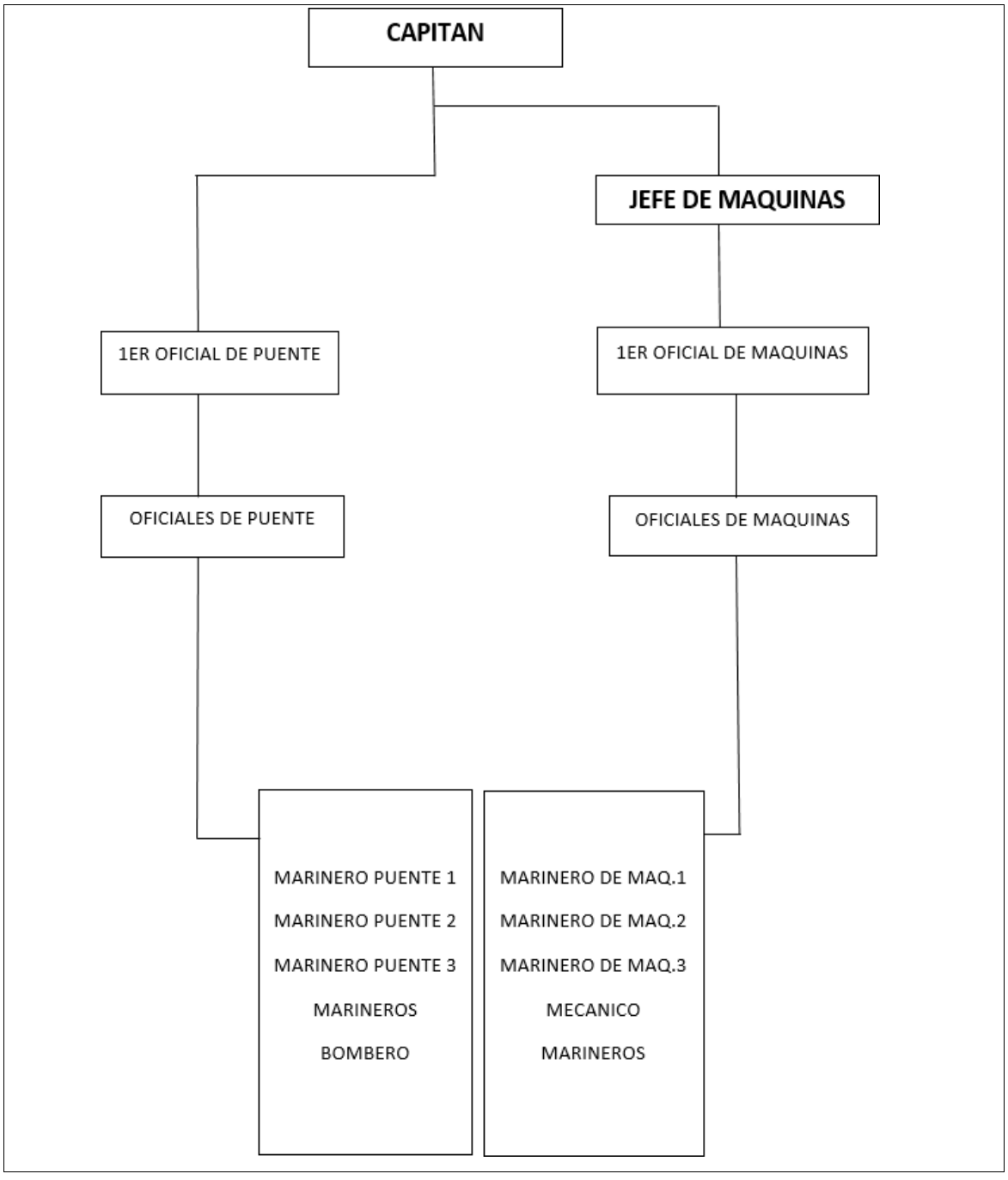


Figura 21. Organigrama en el buque del personal.

4.3. Buque tanque petrolero en estudio

Entre las principales características del buque tanque petrolero, en el cual se realiza el análisis del plan de mantenimiento del generador auxiliar, se tiene:

Identificación
-Nombre del buque: Buque tanque en estudio. -Fecha de colocación de la quilla / botadura: 28 de junio 2002 / 01 de febrero 2003. -Fecha de entrega: 12 de junio de 2003. -Constructor: Astillero Corporación Kyokuyo – Japón. -Número OMI: 92763XX / CO-520XX-MM. -Nacionalidad / Bandera: Peruana. -Puerto de registro: Callao. -Número oficial / Distintivo de llamada: 389937 / OA-2060. -Armador: Compañía naviera en estudio. -Clase: NK (NIPPON KAIJI KYOKAI). -Tipo de buque: Petrolero. -Número de casco: 445.
General
-Peso muerto: 16,596 MT. -Calado máximo: 8.715 m. -Desplazamiento: 21502 MT. -Arqueo bruto: 9882 t. -Arqueo neto: 5296 t. -Peso en rosca: 4907 MT. -Eslora máxima: 143.52 m. -Eslora entre perpendiculares: 136.38 m. -Manga moldeada: 22.50 m. -Puntal moldeado: 11.80 m. -Altura máxima: 36.32 m. (con antena MF/HF Rcv) -Quilla al puente: 22.5 m. -Quilla a la cubierta superior: 13.7 m.

Maquinaria
-Máquina principal: 1 grupo. -Tipo: 2 tiempos, diésel, 7 cilindros. -Potencia: 4958.99 kw / 6650 HP. -RPM: 170 MCR. -Fabricante: Hanshin Man B&W 7S35MCMK-6 (6650 ps x 170 rpm). -Hélice: 1 grupo -Tipo: Sólido, dextrógiro, 4 hojas. -Paso de hélice: 3140 mm. -Diámetro: 4300 mm. -Generador auxiliar: 3 grupos. -Tipo: 4 tiempos diésel. -Potencia: 615 KW (cada uno) -Fabricante: Yanmar -Hélice de proa: 1 grupo. -Potencia: 700 KW. -Caldera: Miura (tipo acuotubular) 8000 Kg. / h x 7.8 Kg / cm^2

4.4. Características del generador auxiliar

Se presentan las características de acuerdo a los dos componentes que conforman el generador auxiliar: Motor diésel y alternador.

Motor diésel
-Tipo: LN18AL. -Salida: 615 Kw (836 PS). -Revolución: 900 rpm. -Número de cilindros: 6 -Diámetro interior del cilindro: 180 mm. -Carrera del émbolo: 280 mm.

-Número de motor: 3732FSF 3733FSF, 3734FSF

-Maker: YANMAR DIESEL ENGINE CO., LTD.

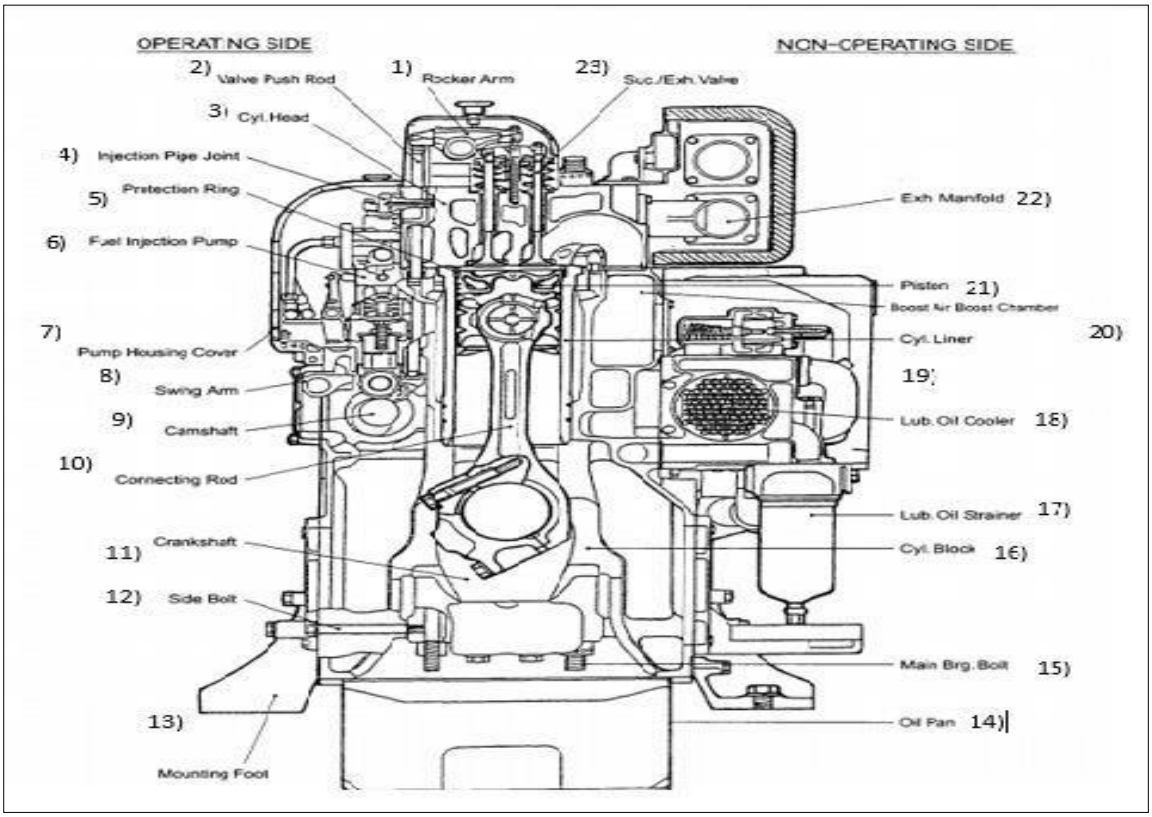


Figura 21. Organigrama de la compañía naviera.

N°	Nombre de las partes	N°	Nombre de las partes	N°	Nombre de las partes	N°	Nombre de las partes
1	balancín	7	Tapa de bomba de combustible	13	soporte	19	Camisa de cilindro
2	Varilla de empuje de la válvula	8	Brazo oscilante	14	Colector de aceite	20	Cámara de aire de barrido
3	culata	9	Árbol de levas	15	Perno de cojinete principal	21	pistón
4	Tubería de inyección	10	Biela	16	Monoblock	22	Colector de gases de escape
5	Anillo de protección	11	Cigüeñal	17	Filtro de aceite	23	Válvula de admisión y escape
6	Bomba de combustible	12	Perno Lateral	18	Enfriador de aceite		

Figura 21. Organigrama de la compañía naviera.

Alternador

-Salida: 560 Kw.

-Voltaje: 450 V.

-Revolución: 900 rpm.

Fabricante: TAIYO ELECTRIC CO., LTD.

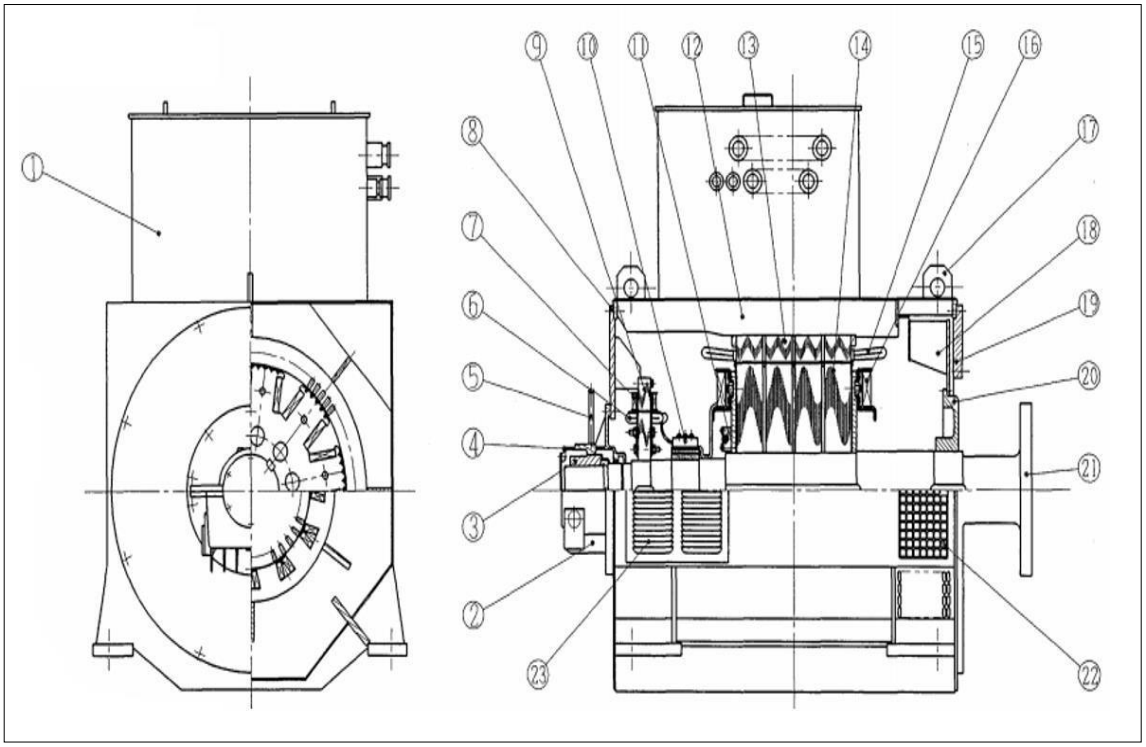


Figura 21. Organigrama de la compañía naviera.

N°	Nombre de las partes	N°	Nombre de las partes	N°	Nombre de las partes	N°	Nombre de las partes
1	Exitador estático	7	Bobina de campo excitador	13	Núcleo del estator	19	Cobertor
2	Cojinete protector	8	Cuaderna del excitador	14	Núcleo del rotor	20	Ventilador principal
3	Cojinete de la manga	9	Estator del excitador	15	Bobina del estator	21	Eje
4	Caja de cojinete	10	Rectificador giratorio	16	Bobina del rotor	22	Tapa de ventilación lateral de acoplamiento
5	Termómetro	11	Resistencia de descarga	17	Cáncamo de suspensión	23	Cubierta de ventilación lateral anti acoplamiento
6	Excitador de la bobina	12	Cuaderna del estator	18	ventilador		

Figura 21. Organigrama de la compañía naviera.

4.5. Plan de mantenimiento original del generador auxiliar

De acuerdo al plan de mantenimiento que se posee en el buque tanque en estudio respecto al generador auxiliar, se contemplan trabajos respecto al mantenimiento preventivo, predictivo, correctivo y overhaul para el motor diésel; por otra parte, respecto al alternador, no se evidencian trabajos de mantenimiento.

La sistematización de las tareas mencionadas en los siguientes párrafos fue corroborada a través de la recolección de datos mediante las técnicas de recolección de datos aplicados. La estructura y focos de análisis se pueden visualizar en el Anexo 4.

4.5.1. Mantenimiento preventivo

De acuerdo con el Anexo 2, se realizan los siguientes trabajos:

-Verificación del tiempo de inyección de combustible.

-Limpieza de filtros finos de combustible.

-Renovación de aceite de cárter.

-Limpieza de filtros de aceite.

-Limpieza de filtros de aceite del turbo compresor.

-Limpieza de enfriador de aceite.

-Cambio de aceite del gobernador.

-Verificación del rodamiento principal.

-Verificación de las flexiones del cigüeñal.

-Verificación de los pernos del cigüeñal.

-Limpieza de agua de refrigeración.

-Limpieza del filtro centrifugo de aceite.

-Engrasamiento de enlaces de gobernador.

-Verificación del motor de aire de arranque.

-Verificación de luces de válvulas.

-Limpieza de cámara de aire de barrido.

-Limpieza del enfriador de aire.

-Verificación de pernos.

-Cambio de los filtros de aire del alternador.

-Análisis de aceite.

-Verificación de la bomba de aceite de prelubricación.

Figura 22. Motor diésel del generador auxiliar.

4.5.2. Mantenimiento Predictivo

Los trabajos del mantenimiento predictivo se llevan a cabo por toma de parámetros numéricos y rondas de guardia que los oficiales se encargan de realizar. No se tiene a bordo un formato regulado por el encargado (jefe de

máquinas) pero producto de las entrevistas realizadas se pudo conocer que se realizan los siguientes trabajos:

-Con respecto a la toma de parámetros numéricos se observa:

- Temperatura de gases de escape de cada unidad (termómetro local y termómetro infrarrojo laser).
- Temperatura de agua de refrigeración de cada unidad (termómetro local y termómetro infrarrojo laser).
- Temperatura de aire de barrido (termómetro local y termómetro infrarrojo laser).
- Temperatura de aceite de refrigeración (termómetro local y termómetro infrarrojo laser).
- Temperatura de cojinete de entrada y salida del alternador (termómetro infrarrojo laser).
- Presión de combustible (manómetro).
- Presión de aire de arranque (manómetro).
- Presión de aceite (manómetro).
- Revoluciones (tacómetro).
- Carga (vatihorímetro).

-Con respecto a las rondas rutinarias se observa:

- Cantidad de aceite (varilla de medición).
- Olores extraños (olfato).
- Fugas de aceite, aire, agua o combustible (vista y tacto).
- Ruidos extraños (audición).
- Ventilación correcta (tacto).

4.5.3. Mantenimiento Correctivo

Con respecto al mantenimiento correctivo, no se encuentra un formato o especificaciones documentadas a la mano del personal que compone el departamento de máquinas en el buque, donde se indiquen las posibles fallas y consideraciones a tomar en cuenta. En ese sentido, las tareas de mantenimiento correctivo se llevan a cabo apelando a la experiencia de los oficiales a cargo.

4.5.4. Mantenimiento cero horas (Overhaul)

De acuerdo a lo que establece en el Anexo 2, se destacan actividades con respecto al mantenimiento cero horas (Overhaul) sobre los siguientes componentes:

-Bomba de alimentación de petróleo.

-Bomba de alimentación de diésel.

-Bombas de inyección de combustible.

-Inyectores de combustible.

-Bomba de aceite.

-Bomba de agua de refrigeración.

-Gobernador.

-Motor de aire de arranque.

-Turbo compresor.

-Grifos indicadores.

-Válvula automática de agua de mar.

4.6. Auditoría de mantenimiento

La auditoría de mantenimiento aplicada para el presente estudio, con el objetivo de encontrar oportunidades y/o elementos de mejora que contribuyan a la eficacia del mantenimiento, se basó en realizar un análisis bajo un conjunto de categorías que determinaron una orientación para la búsqueda de la información pertinente a través de las técnicas de recolección de datos aplicados a las unidades de información para que posteriormente sean sistematizadas.

Dichas categorías son las siguientes:

-Gestión de recursos.

-Gestión de información.

-Mantenimiento preventivo y equipamiento tecnológico (mantenimiento predictivo).

-Planificación y ejecución.

-Soporte al mantenimiento, calidad y motivación.

4.6.1. Definición de subcategorías principales

La información que se busca de acuerdo con las categorías de análisis establecidas responden al desarrollo de un diagnóstico actual sobre el plan de mantenimiento de los generadores auxiliares, vista de una perspectiva estratégica y operacional, cuya definición operacional se define en relación a una pregunta base:

Gestión de recursos ¿Con qué se cuenta?
Se busca información sobre las decisiones a nivel estratégico del mantenimiento, enfatizando el nivel de conocimientos y la capacidad de análisis tanto del personal que labora en el área de gestión del mantenimiento, así como del personal del departamento de máquinas.
Gestión de información ¿Con qué se controla?
Se busca información sobre cómo se gestiona la información relacionado con el mantenimiento a través de una plataforma computarizada (SCGM-AMOS). Dicha información es de relevancia ya que la capacidad de procesamiento de la información y la generación de reportes constituye una herramienta para la toma rápida de decisiones.
Mantenimiento preventivo y equipamiento tecnológico (mantenimiento predictivo) ¿Cómo?
Se busca información como se realiza el mantenimiento preventivo y predictivo respecto al generador auxiliar, considerando las capacitaciones requeridas, las órdenes de trabajo, la capacidad de análisis del personal del departamento de máquinas, y otros. Si se trabaja sobre las categorías de emergencias, reparación o reemplazo, inspecciones visuales, inspecciones predictivas o conseguimiento de tendencia de variables claves de funcionamiento, de allí se encadenan distintas necesidades a futuro respecto a la maquinaria analizada.
Planificación y ejecución ¿Qué necesito y cuándo?
Se busca información sobre las actividades, necesidades y programaciones establecidas para el mantenimiento preventivo, cero horas, y correctivo en referencia a los generadores auxiliares. Por lo general, una adecuada planificación genera grandes ahorros desde el punto de vista de la reducción de tiempos muertos y eficacia de los técnicos para ejecutar sus tareas. Por otra parte, sobre la ejecución (programación), se puede decir que genera la coordinación y diálogo entre las partes y criterios de prioridad preestablecidas con los que gestiona el impacto de los tiempos de parada y la disponibilidad recursos.
Soporte al mantenimiento, calidad, y motivación ¿Quién apoya?
Se busca información respecto a cómo la motivación marca la calidad de ejecución y planificación de mantenimiento, lo que obviamente, sin materiales correspondientes, repuestos u otros no sería viable en su proyección y ejecución posible. El soporte al mantenimiento, desde el punto de vista de los materiales y repuestos que se encuentran en los almacenes, suelen representar un alto porcentaje del presupuesto de mantenimiento, por lo que su gestión eficaz mejorará los costos del mantenimiento.

4.6.2. Resultados obtenidos según aplicación de técnicas de recolección de datos

-Observación:

De acuerdo a los datos recopilados de las notas de campo (Anexo 5) se interpreta lo siguiente:

- Generadores auxiliares:
  - -Se percibieron fallas debido a una inadecuada gestión del mantenimiento. Éstas se encontraban relacionadas con la alta temperatura del aceite lo que suele producirse por la falta de trabajos de mantenimiento dentro del enfriador de aceite.
  - -Por otra parte, se pudo visualizar que existen equipos que suelen estar a expuestos a fallas, sin embargo, éstos no están incluidos dentro de los programas de mantenimiento. Éstas actividades tienen que ver con: El soplado diario del turbocompresor, revisión mensual del limit switch, revisión mensual de válvulas de seguridad del cárter, cambio de tornillos de ajuste de balancines, y revisión del botón de encendido local.
  - -Los repuestos que suelen utilizarse no son de la marca que el fabricante recomienda para la máquina, por lo que suelen ser repuestos alternativos, lo que conlleva a que se suelan producir mantenimientos correctivos con suma frecuencia.
- Plan de mantenimiento computarizado (AMOS):
  - -Las tareas diarias que brinda el sistema de mantenimiento computarizado no tienen relación con las tareas que se necesitan en el equipo, ya que la información que se encuentra dentro del sistema no es la correcta con respecto a los equipos que componen los generadores auxiliares.
  - -Se observó además que el personal de a bordo no se encuentra capacitado para operar y solucionar problemas técnicos respecto a la plataforma de información virtual que proporciona el sistema.
  - -La operación del sistema suele ser complejo para los oficiales del departamento de máquinas, lo que conlleva a la demora en el envío de reportes y recepción de información, generando un gasto de tiempo mayor que puede influenciar en síntomas de fatiga en el personal.
  - -El sistema no se encuentra certificado por una clasificadora, lo que indica que no existe una cultura de cumplimiento, conllevando a que el sistema no sea actualizado constantemente.

-Documentación:

- Ship's Particular (Particularidades del buque):
  - -Las tareas diarias que brinda el sistema de mantenimiento computarizado no tienen relación con las tareas que se necesitan en el equipo, ya que la información que se encuentra dentro del sistema no es la correcta con respecto a los equipos que componen los generadores auxiliares.
- Manual de gestión para buques operados por la compañía:
  - -Se establece que las tareas de mantenimiento deben cumplir con requerimientos de seguridad, obligaciones contractuales, las emitidas por las autoridades y la sociedad clasificadora.
  - -El área de flota tiene como responsabilidad inspeccionar el buque por lo

menos 2 veces en un año, de tal manera que puedan verificar que se cumpla con los objetivos del mantenimiento a bordo del buque.

-Los reportes del mantenimiento deben archivarse por un período de 3 años.

-Es responsabilidad del área de flota preparar las instrucciones en base a la información recibida de los manuales de los cuales servirán como instrucciones para las tareas asociadas al mantenimiento.

-El responsable del mantenimiento de los generadores auxiliares es el jefe de máquinas, quien debe enviar un reporte mensual al departamento de flota, así como mantener registros y reportar constantemente al superintendente ante una avería.

-La compañía establece dos tipos de mantenimiento preventivo, una general y otra especial. Le corresponde al generador auxiliar un mantenimiento de tipo especial, el cual debe ser realizado en base a instrucciones específicas.

-Se establece que el mantenimiento y los trabajos de reparación deben ser reportados al Gerente de Flota.

-Define equipos críticos como aquellos que puedan crear situaciones peligrosas, por lo que se insta a mantener un registro de operatividad y de fallas en el Sistema Planificado de Mantenimiento.

-Respecto al análisis de aceite se establece que este debe ser analizado en un período que no exceda los 6 meses.

-Considera como sistema crítico al sistema de generación eléctrica.

-Se establece consideraciones sobre repuestos asociados a los equipos críticos, sosteniendo que en cada nave se debe contar con una cantidad de repuestos mínimos; así también se debe disponer de un inventario actualizado y que esté disponible para cuando sea solicitado.

- Informe de actividades relacionadas al mantenimiento de los generadores auxiliares:

-Se señalan tareas respecto al mantenimiento preventivo, predictivo y cero horas, los cuales pueden ser visualizados en el ítem 4.5 del presente capítulo. Cabe resaltar que no existen consideraciones ni acciones referidas al mantenimiento correctivo.

- Manual del motor diésel:

-El manual y las diversas tareas que figuran se encuentran en inglés, además no se encuentra actualizado.

-Dicho manual provee una serie de recomendaciones los cuales no son considerados de forma específica y documentada en el plan de mantenimiento.

- Manual del alternador:

-El manual y las diversas tareas que figuran se encuentran en inglés, además no se encuentra actualizado.

-Dicho manual provee una serie de recomendaciones los cuales no son considerados de forma específica y documentada en el plan de mantenimiento.

-Provee consideraciones sobre posibles fallas y soluciones. (Ver Anexo 6).

-Entrevista:

- Gestión de recursos:

-Por mención del personal a bordo pudimos interpretar que existía una

deficiencia en familiarización con los equipos de la sala de máquinas y con el buque en sí por parte del encargado de ingresar la información al sistema programado de mantenimiento. Por otro lado, se pudo evidenciar que el personal carece de conocimiento de las normas o requisitos que se deben cumplir con respecto a la casa clasificadora, debido a que no están familiarizados con el sistema de gestión del buque, donde figura que se deben cumplir con los requisitos y recomendaciones de la clase.

- Gestión de información:

-Se pudo interpretar según testimonio de los entrevistados, que el sistema computarizado de gestión de mantenimiento tenía muchos defectos debido a la mala información con la que cuenta, las tareas y características de los equipos no tienen relación con los que se encuentran a bordo. Por otro lado, según testimonio de los operarios del buque, la empresa exige que los oficiales a bordo manden sus reportes y llenen las órdenes de trabajo que el SCGM genera diariamente, este reporte se hace mensualmente, y según testimonio este trabajo es algo que quita tiempo de trabajo y descanso para los oficiales y encargados debido a que son tareas y reportes que no tienen concordancia con las verdaderas tareas realizadas a bordo.

- Mantenimiento preventivo y equipamiento tecnológico (mantenimiento predictivo:

-Según testimonio de los entrevistados, el programa computarizado AMOS no es pieza fundamental a la hora de hablar de mantenimiento o tareas programadas, ya que los encargados no se guían de este programa para hacer las tareas diarias o mensuales. Pudimos evidenciar que todos los trabajos diarios, se llevan a cabo por medio de un Excel elaborado por el jefe de máquinas donde se mencionan los equipos críticos y los overhaul que se tienen que hacer, además los trabajos diarios también se llevan a cabo por medio de la experiencia de los oficiales a bordo, los oficiales tienen conocimiento de la máquina investigada, de los posibles problemas que podrían ocurrir y del intervalo de tiempo que estas puedan tener, mas no está evidenciado o puesto en un informe para el alcance de todos.

- Planificación y ejecución:

-Según testimonio de los entrevistados, pudimos interpretar que no existe un seguimiento al programa de mantenimiento computarizado donde se generan las tareas, por otro lado el seguimiento del mantenimiento preventivo y predictivo lo hace el jefe de máquinas, debido a que no cuentan con una certificación del programa de mantenimiento y esto conlleva a que no cumpla con las necesidades de la máquina, es por eso que el jefe de máquinas debe hacer seguimiento para ver si hay alguna novedad con las maquinas a bordo, o si alguna maquina necesita algún trabajo en especial. Los trabajos correctivos no son correctamente planificados debido a la falta de un buen programa de mantenimiento, solo se llevan de acuerdo a la experiencia de los oficiales a bordo. Por otro lado, los planes de trabajos rutinarios se llevan a cabo por medio del

primer ingeniero y del jefe de máquinas con previa conversación con los encargados de los equipos.

- Soporte al mantenimiento, calidad y motivación:

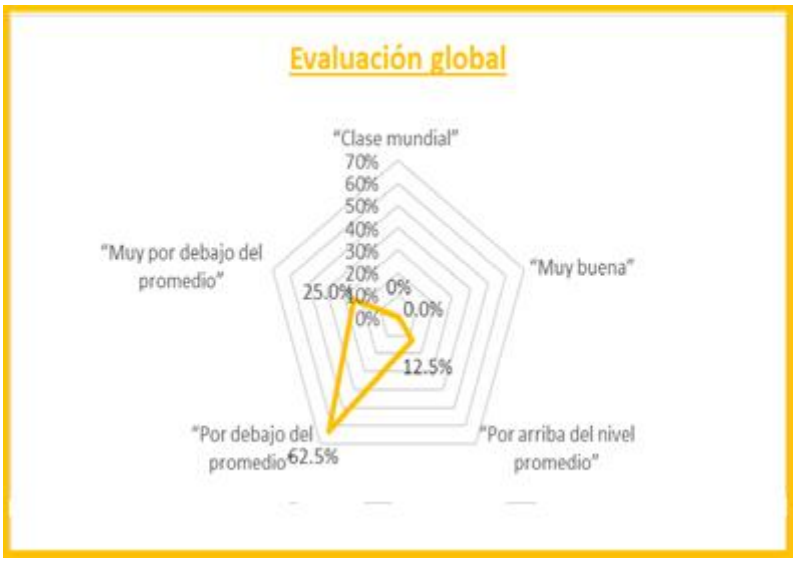
-Según testimonio de los encargados de las tareas a bordo los repuestos que se necesitan para ciertos trabajos, no son los correctos o muchas veces no cuentan con estos, esto se debe a la mala gestión de repuestos, de parte del departamento de compras. Muchas veces este problema se genera por los diferentes objetivos de los diferentes departamentos. Por otro lado, los repuestos que se encuentran a bordo no están correctamente organizados, ya que el programa para la organización de repuestos y stock, es el programa AMOS, y este programa no está correctamente elaborado. Es por eso que a bordo se trata de llevar un orden de repuestos, pero muchas veces no es el correcto. Por otro lado, no se ve motivación de parte de la empresa hacia los trabajadores, desde el tema de seguridad, según testimonio del jefe de máquinas, muchas veces no envían el correcto equipo de seguridad, haciendo que los trabajadores se sientan desmotivados y perjudicados. (Ver Anexo 7 y 8).

-Encuesta:

De acuerdo con resultados de la aplicación del cuestionario de eficacia del mantenimiento aplicada (Ver Anexo 9) se interpreta lo siguiente:

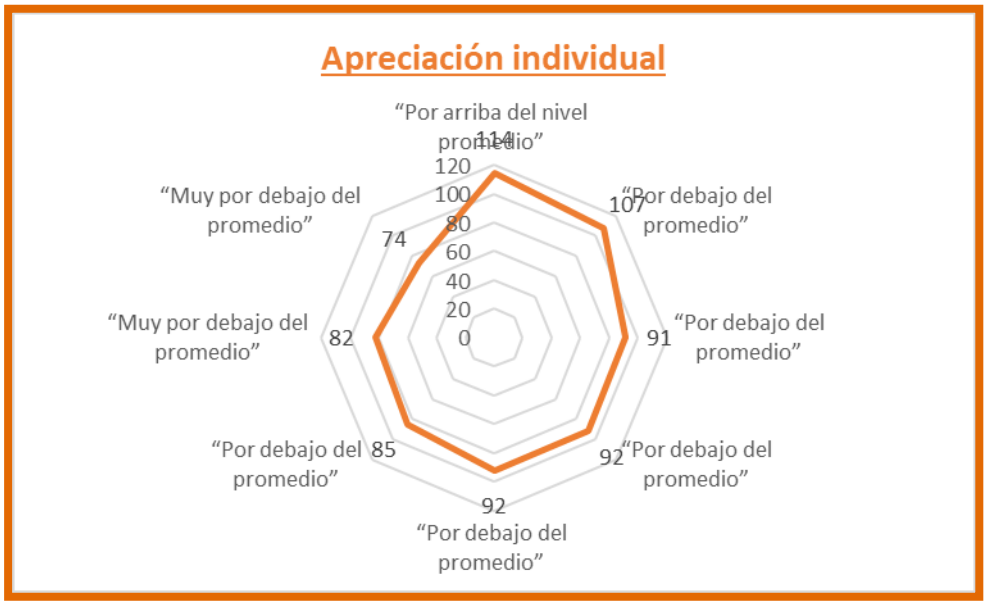
Evaluación global

Rangos	Niveles	N	%
160-180	"Clase mundial" / nivel de excelencia en mantenimiento	0	0.0
135-159	"Muy buena" / nivel de buenas prácticas en mantenimiento	0	0.0
110-134	"Por arriba del nivel promedio" / nivel aceptable en mantenimiento	1	12.5
85-109	"Por debajo del promedio" / nivel no muy bueno del mantenimiento con oportunidades para mejorar	5	62.5
60-84	"Muy por debajo del promedio" / nivel muy malo de mantenimiento con muchas oportunidades para mejorar	2	25.0
Total		8	100.0



-Interpretación: Según el cuadro y las figuras presentadas el 62.5 % (5) del total refieren a un nivel no muy bueno de mantenimiento con oportunidades para mejorar; un 25.0 % (2) refieren un nivel muy malo de mantenimiento con muchas oportunidades para mejorar y un 12.5 % (1) refieren a un nivel aceptable de mantenimiento con muchas oportunidades para mejorar.

Apreciación individual



-Interpretación: En la figura anterior se observan los puntajes globales obtenidos por cada uno de las encuestas los cuales refieren a los siguientes valores según niveles.

Valoración final

Rangos	Niveles
32-36	“Clase mundial” / nivel de excelencia en mantenimiento
27-31	“Muy buena” / nivel de buenas prácticas en mantenimiento
22-26	“Por arriba del nivel promedio” / nivel aceptable en mantenimiento
17-21	“Por debajo del promedio” / nivel no muy bueno del mantenimiento con oportunidades para mejorar
12-16	“Muy por debajo del promedio” / nivel muy malo de mantenimiento con muchas oportunidades para mejorar

Rangos	Niveles
160-180	“Clase mundial” / nivel de excelencia en mantenimiento
135-159	“Muy buena” / nivel de buenas prácticas en mantenimiento
110-134	“Por arriba del nivel promedio” / nivel aceptable en mantenimiento
85-109	“Por debajo del promedio” / nivel no muy bueno del mantenimiento con oportunidades para mejorar
60-84	“Muy por debajo del promedio” / nivel muy malo de mantenimiento con muchas oportunidades para mejorar

Categorías	Puntaje	Niveles
Gestión de recursos	16.37	“Muy por debajo del promedio” / nivel muy malo de mantenimiento con muchas oportunidades para mejorar
Gestión de información	24.375	“Por debajo del promedio” / nivel no muy bueno del mantenimiento con oportunidades para mejorar
Mantenimiento preventivo y equipamiento tecnológico (Mantenimiento predictivo)	15	“Muy por debajo del promedio” / nivel muy malo de mantenimiento con muchas oportunidades para mejorar
Planificación y ejecución	15.5	“Muy por debajo del promedio” / nivel muy malo de mantenimiento con muchas oportunidades para mejorar
Soporte al mantenimiento, calidad y motivación	19.875	“Muy por debajo del promedio” / nivel muy malo de mantenimiento con muchas oportunidades para mejorar
Puntaje total	**76.12**	**“Muy por debajo del promedio” / nivel muy malo de mantenimiento con muchas oportunidades para mejorar**

4.6.3. Resultados obtenidos a través de la triangulación de datos

A continuación, se presenta una síntesis de los resultados obtenidos, vistos desde la perspectiva cruzada de las diferentes técnicas utilizadas, dándonos la posibilidad de valorar cambios, atendiendo las mismas situaciones en distintos momentos y validando la misma información, soportada en los datos de distintos informantes. Para ello, se atiende las subcategorías principales que enmarcan el presente estudio.

-Gestión de recursos:
-Se pudo evidenciar que las distintas áreas dentro de la empresa no están correctamente comunicadas ni sincronizadas, es por eso que cada área tiene metas diferentes, sin preocuparse por las otras áreas, debido a eso muchas veces el departamento de operaciones, no consigue el apoyo correcto de los distintos departamentos. Por otra parte, no existe una correcta familiarización del técnico encargado del SCGM, con respecto a la sala de máquinas y sus equipos, lo cual ha conllevado que existan muchos errores en el programa, y que no cuente con la información correcta para el buen desempeño de las tareas de los distintos equipos del buque en estudio. Por otra parte, pudimos evidenciar que la gestión de mantenimiento no se encontraba correctamente planificada, es por eso que se pudieron evidenciar grandes deficiencias en las tareas de mantenimiento preventivo. Por último se evidencio que el personal a bordo no había sido correctamente familiarizada con el programa de mantenimiento computarizado, el cual ha sido implementado hace unos pocos meses, esto conllevo a que existieran muchos retrasos para cumplir con lo que el programa generaba y esto llevo a que hubieran retrasos en otros distintos trabajos de mantenimiento.
-Gestión de información:
-La gestión de la información a bordo se lleva a cabo mediante el programa de mantenimiento computarizado AMOS el cual a simple vista presencia muchas deficiencias, desde el punto de operación, ya que, según manifiesto de los distintos encargados, es un programa difícil de manejar y el cual genera mucha pérdida de tiempo. -Por otra parte, el SCGM ha sido configurado por una persona que no es experta en el ámbito marítimo, esto ha generado que la información que se encuentra en el programa, sea errónea. Por otro lado, la generación de reportes dentro del buque, también se lleva a cabo mediante este programa, dando como resultado un mal manejo del historial de reportes de los distintos equipos que se encuentran en la sala de máquinas del buque en estudio.

-Mantenimiento preventivo y equipamiento tecnológico (mantenimiento predictivo):
-Con respecto al mantenimiento preventivo y predictivo que se realiza dentro del buque tanque en estudio, pudimos evidenciar que era gestionado por el jefe de máquinas mediante un documento hecho por el mismo, y también con la experiencia de las distintas personas que laboran en la sala de máquinas, esto se debe a que las tareas de mantenimiento que genera el programa de mantenimiento computarizado no se encuentran acorde con las que en realidad necesita el buque en estudio. Gestión de recursos
-Planificación y ejecución:
-La planificación de tareas de mantenimiento no son llevadas mediante el SCGM debido a que no cuenta con las tareas necesarias, ni con los intervalos de tiempo necesarios. La planificación se realiza mediante un programa de mantenimiento generado por el Jefe de Máquinas, basándose en piezas críticas y también en su experiencia a través de tantos años como ingeniero, por otra parte, los encargados de los diferentes equipos a bordo del buque, también colaboran con su experiencia y además, le hacen saber al jefe sobre algunas novedades con respecto a las maquinas a su disposición.
-Soporte al mantenimiento, calidad y motivación
-Acerca de la motivación de la empresa para con sus empleados a bordo, no se pudo evidenciar una correcta motivación, empezando con los equipos de seguridad que se solicitan y nunca los mandan, según testimonio de los empleados. -Por otro lado, los repuestos que se solicitan al departamento de compras, no son enviados y los repuestos con los que cuentan, son repuestos alternativos, de poca duración, esto conlleva a que los oficiales tengan que darle mantenimiento a ciertos equipos continuamente y así, disponer de más tiempo de algunos equipos que de otros.

CAPÍTULO V: PROPUESTA AL PLAN DE MANTENIMIENTO

El nuevo plan de mantenimiento que se describe y propone se encuentra en concordancia con los hallazgos evidenciados como resultado de la auditoria de mantenimiento enfocada al generador auxiliar del buque tanque petrolero en estudio.

Los ítems que se describen dentro de la propuesta se realizan tomando en consideración los lineamientos que establece el Código IGS, las recomendaciones de la IACS, la Norma ISO 5500X, y otras recomendaciones provenientes del análisis realizado de la información recabada sobre planes y programas en la gestión de mantenimiento como parte de la construcción del marco referencial.

En tal sentido, la propuesta se orienta de forma general a mejorar desde un plano de la planificación estratégica de mantenimiento, sumado a ciertas consideraciones que deben tomarse en cuenta en relación con la planificación operativa.

5.1. Introducción

El área de gestión del mantenimiento debe ser la unidad responsable en la compañía de implementar todas las acciones y mecanismos que tengan como objetivo mantener la maquinaria principal y auxiliar del buque en un estado el cual garantice la operatividad permanente general de todos los sistemas con los cuales cuenta un buque para cumplir con sus fines comerciales.

Dichas acciones deben incluir la combinación de las acciones administrativas y técnicas correspondientes basados en las recomendaciones base en referencia al cumplimiento de normativas internacionales sobre el mantenimiento en los buques (Código IGS y IACS), y las sugerencias establecidas en el ámbito de la gestión del mantenimiento industrial (ISO 5500X).

La presente propuesta tiene como propósito fundamental, el contar con un documento de apoyo administrativo, que en concordancia con los hallazgos evidenciados a través de la auditoría realizada en el presente estudio, busque otorgar oportunidades de mejora tratando de forma clara y concisa definir los lineamientos que guíen y orienten a la ejecución de un eficaz trabajo de mantenimiento.

5.2. Misión del área de gestión de mantenimiento

Estandarizar las actividades de mantenimiento preventivo, predictivo, correctivo, cero horas (overhaul) y conductivo, de tal forma que se garantice un

adecuado funcionamiento y operación continua de la maquinaria principal y auxiliar de los buques que integran la flota naviera de la compañía.

5.3. Visión del área de gestión de mantenimiento

Ser un área de apoyo para la gerencia de flota cuyo objetivo sea conseguir que el mantenimiento preventivo, predictivo, correctivo, cero horas (overhaul) y conductivo de la maquinaria principal y auxiliares de los buques de la compañía se realice de manera oportuna y eficiente, bajo la filosofía de calidad total y mejora continua.

Ser un área referente en la gestión del mantenimiento y la seguridad en el ámbito marítimo de la operación de buques, el cual minimice y evite daños a la integridad física de la gente de mar y al medio marino en concordancia con los principios básicos de la eficacia del transporte marítimo internacional.

5.4. Objetivos del área de gestión de mantenimiento

-Mejorar la gestión del mantenimiento permanentemente.

-Optimizar con criterios de eficiencia, eficacia y efectividad el mantenimiento de la maquinaria principal y auxiliar de los buques que componen la flota de la compañía.

-Mejorar las condiciones laborales de la gente de mar encargado de la ejecución del mantenimiento a bordo (oficiales y tripulantes).

-Lograr óptima aplicación del presupuesto anual, en servicios, repuestos, material asociados a la gestión del mantenimiento.

-Extraer capacidades no reconocidas por la gente para producir resultados que buscan en la vida funcional de la maquinaria principal y auxiliar de los buques.

-Optimizar constantemente la eficiencia de los horarios respecto a las actividades asociadas al mantenimiento ejecutada por el departamento de máquinas.

5.5. Estrategias de planificación y programación del mantenimiento

Se propone realizar la planificación y programación tomando en referencia el concepto del “ciclo anual de mantenimiento”, lo cual consta de dos ciclos superpuestos.

-Ciclo exterior: Representa los procesos de gestión en el mantenimiento de la organización. Se compone de un ciclo cerrado y repetitivo con frecuencia fija (por lo general anual). Dicho ciclo responde a una gestión estratégica a largo plazo.

Ciclo interior: Representa los procesos técnicos y operacionales de mantenimiento de la organización. Se compone de 03 procesos resaltantes:

-Planeamiento del mantenimiento, lo cual responde a un plan estratégico.

-Operación del mantenimiento, lo cual responde a un plan operativo que responda a las acciones indicadas en el plan estratégico.

-Retroalimentación del mantenimiento, lo cual responde a mantener una filosofía de mejora continua en el proceso.

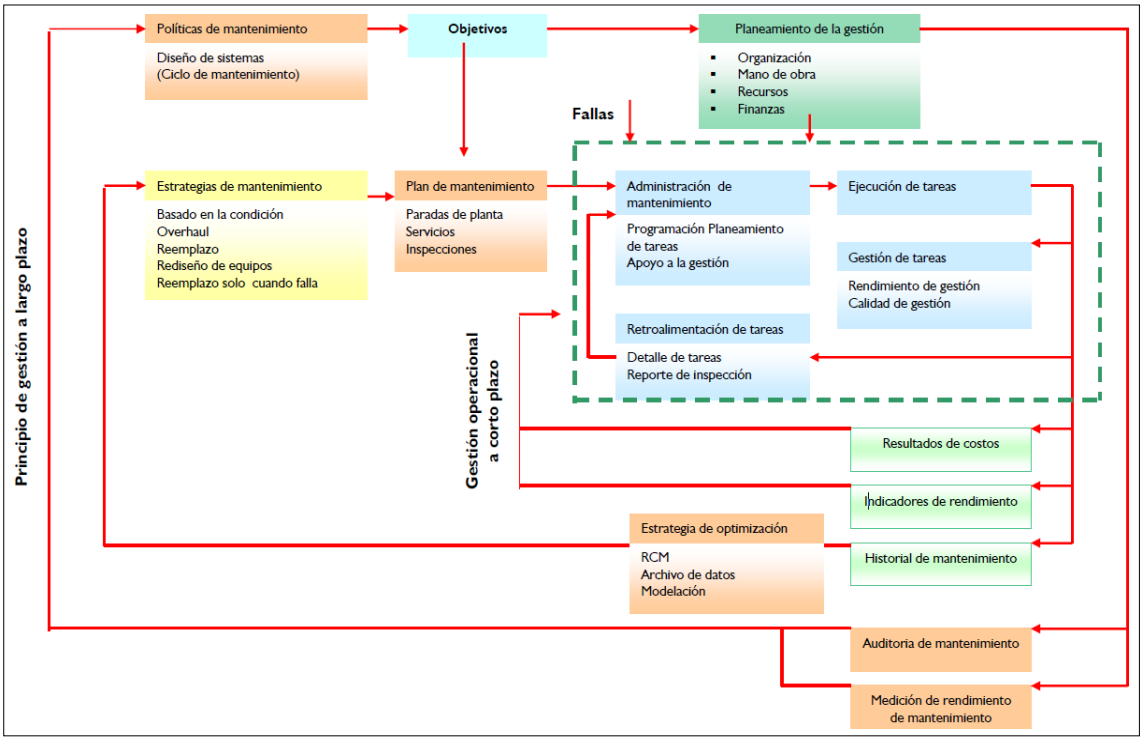


Figura 23. Ciclo de mantenimiento.

Entre otras estrategias de carácter funcional y operativa con las cuales el área de gestión de mantenimiento podría complementar su labor frente a la planeación y programación del mantenimiento, se tienen:

-Planeación anual de actividades de mantenimiento.

-Elaborar reporte semanal del conjunto de actividades a través de bitácoras.

-Realizar reuniones de trabajo entre el Gerente de flota, el personal del área de gestión de mantenimiento, superintendentes, jefe de máquinas, oficiales y tripulantes que tengan responsabilidades en cuanto al mantenimiento de la maquinaria principal y auxiliares.

-Buscar y optimizar nuevo enfoque de trabajo constantemente.

-Brindar charlas sobre planificación estratégica, gestión estratégica, programación, ejecución y monitoreo del mantenimiento, enfocados a las condiciones de la maquinaria que se utiliza a bordo de los buques.

-Cerciorarse del nivel de formación y profesionalismo del departamento de máquinas en cuanto a aspectos administrativos y técnicos que conlleve hacia un efectivo mantenimiento de las maquinarias del buque.

-Medir y evaluar el desempeño del personal encargado en tareas administrativas y operativas en torno al mantenimiento en el buque.

-Proporcionar talleres de actualización en materia de seguridad (contraincendio, primeros auxilios, etc.) y prevención de la contaminación marina según regulaciones y requisitos de formación según el marco normativo de formación marítimo internacional (Convenio STCW).

5.6. Políticas de mantenimiento

-Dar a conocer a todo el personal (del área de gestión del mantenimiento y del departamento de máquinas) las políticas generales de la empresa, así como las relacionadas al mantenimiento propiamente dicho.

-Determinar los tipos de mantenimiento que se van a realizar según la maquinaria, ya sea principal y auxiliares incluyendo sus componentes.

-Determinar al personal que se hará responsable de las actividades desligadas de la ejecución del mantenimiento.

-Disponer de un stock de equipos, herramientas y repuestos en un pañol con un inventario adecuado para cumplir con las acciones de mantenimiento.

-Disponer de un plan de seguridad frente a situaciones que puedan atentar el riesgo de vida y provocar posibles focos de contaminación al medio marino.

-Elaborar informes permanentes de las actividades de mantenimiento realizadas.

-Establecer mediciones a base de indicadores de mantenimiento para medir su efectividad.

-Fomentar el uso de equipos de protección personal en oficiales y tripulantes quienes se encarguen de la ejecución de las tareas de mantenimiento.

-Realizar recorridos de verificación en la maquinaria propia del buque para detectar necesidades que puedan favorecer a las tareas según el tipo de mantenimiento.

5.7. Alcance específico de la propuesta

La presente propuesta tiene un alcance específico, ya que si bien es cierto, los elementos a tomar en consideración como parte de la planificación estratégica en el área de gestión de mantenimiento (misión, visión, objetivos, estrategias y políticas) son transversales y generales a todo el conjunto de maquinarias; las actividades de mantenimiento a realizarse en los generadores auxiliares (objeto de análisis del presente estudio) responden a un plan operativo lo cual difiere de lo que se pueda predisponer para otro tipo de maquinarias.

Dicho plan operativo, se compone de recursos estratégicos basados en la planificación y programación propiamente dicho, los cuales, de ser aplicados, podrían contribuir significativamente a la eficacia de la operatividad, confiabilidad y manejo de costos razonables de acuerdo a las actividades de mantenimiento realizados en los generadores auxiliares del buque.

5.7.1. Objetivos

-Aplicar un plan de mantenimiento que contenga información sobre las gamas y tareas de mantenimiento del “motor diésel” y el “alternador”, componentes básicos de un generador auxiliar a bordo del buque.

-Disponer de información relevante a través de un documento administrativo que pueda servir tanto para el personal que labora en el área de gestión del mantenimiento y el departamento de máquinas.

-Mejorar continuamente la planificación y programación del plan del mantenimiento asociado al generador auxiliar, a través de la utilización de indicadores de mantenimiento.

-Proveer información sobre las fallas comunes y posibles soluciones en relación a la operación de los generadores auxiliares.

-Proveer el procedimiento práctico del proceso de mantenimiento a través de la lectura rápida mediante la utilización de una herramienta de mejora para la calidad: Flujograma.

5.7.2. Planificación

La planificación del mantenimiento de los generadores auxiliares en el buque tanque en estudio debe realizarse de acuerdo a los siguientes criterios:

-Se deben establecer los objetivos estratégicos en relación al mantenimiento de los generadores auxiliares, priorizando la confiabilidad, operatividad permanente y un control adecuado de costos de referencia.

-La búsqueda del historial de fallas, averías y actividades relacionadas al mantenimiento, de tal forma que se cuente con una referencia base con proyección a mejora.

-Determinar el recurso humano encargado de ejecutar las tareas de mantenimiento a bordo del buque.

-Asignación de recursos y provisión de repuestos que sean necesarios para dar cumplimiento a las tareas de mantenimiento de acuerdo a los tipos de mantenimiento susceptibles a ser aplicados.

-Comunicación cercana entre el personal que labora en el área de gestión del mantenimiento, el área de gestión logística y el departamento de máquinas del buque.

-Verificación de la formación técnica y administrativa del personal de quienes depende la gestión eficiente del mantenimiento respecto a la maquinaria específica.

5.7.3. Responsabilidades

Para una buena gestión del mantenimiento se debe asignar las siguientes encargadurías:

-Jefe de operaciones comerciales: Persona quien debe coordinar las operaciones comerciales del buque, y quien debe coordinar con el jefe de mantenimiento las fechas de ejecución de los planes de mantenimiento (programación del mantenimiento).

-Jefe de mantenimiento: Persona encargada de elaborar y garantizar el cumplimiento del plan de mantenimiento en concordancia con las políticas de

mantenimiento establecidas. Coordina con el departamento de máquinas las tareas según el tipo de mantenimiento establecido y la verificación de la misma.

-Asistente de mantenimiento: Persona encargada de proveer actualizados registros de mantenimiento y de informar o reportar que equipos, componentes o maquinaria necesiten un mantenimiento correspondiente.

-Oficiales y tripulantes: Son los encargados de realizar las actividades establecidas en el plan de mantenimiento, en conformidad con las solicitudes establecidas en las órdenes de mantenimiento.

-Talleres externos: Conforma el personal especializado para brindar asesoría y apoyo en trabajos donde los oficiales y tripulantes se encuentren limitados. Suelen ser conocidos como “servicios de terceros”.

-Jefe de logística: Persona encargada de la gestión en la provisión de repuestos, herramientas y materiales necesarios para el desarrollo de las actividades de mantenimiento establecidas.

En la siguiente figura se plasma las encargadurías que se debe asignar y los departamentos a los cuales deberían pertenecer, los cuales deberían trabajar bajo objetivos unificados para las actividades de mantenimiento, ya que todos trabajan dentro de un mismo paraguas (compañía naviera).

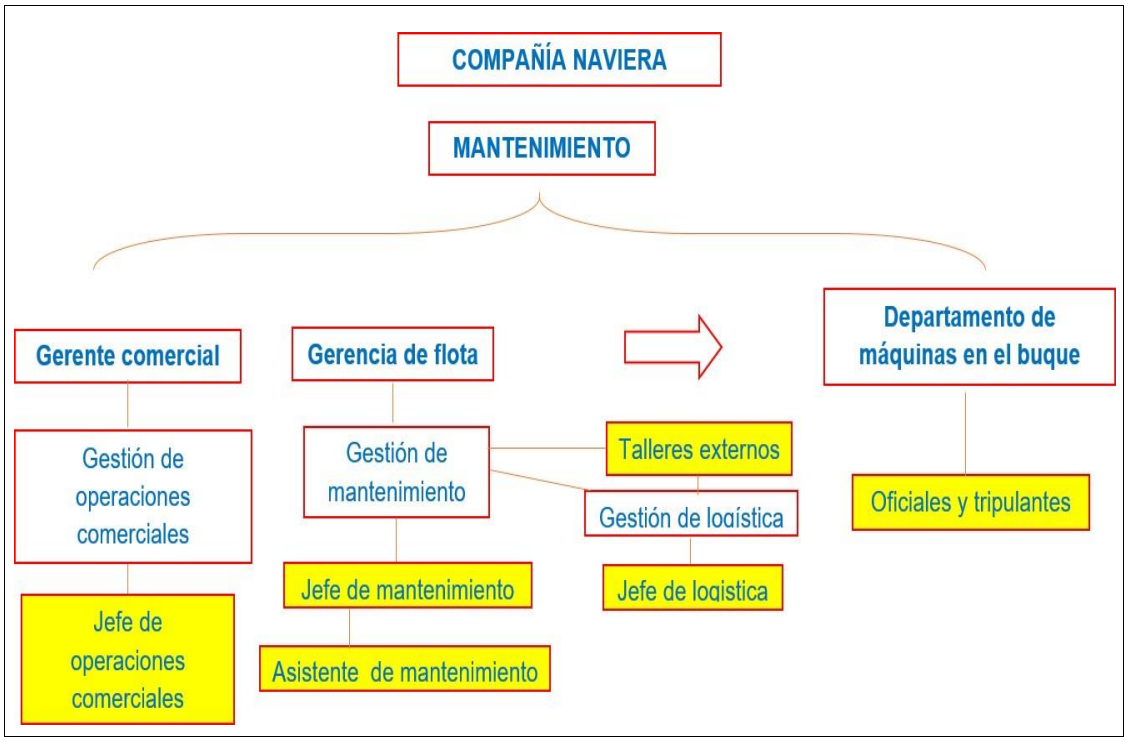


Figura 24. Encargadurías mínimas para una buena gestión del mantenimiento.

El personal que represente a cada una de las encargadurías, deberá disponer de un conocimiento administrativo sobre la gestión de mantenimiento, además de un conocimiento técnico relativo a la maquinaria con la cual dispone el buque, y que son a los cuales se les va a dar mantenimiento.

Por otra parte, todas las planificaciones y programaciones sobre los diferentes tipos de mantenimiento a ser utilizados sobre el generador auxiliar debe contar con una reunión donde se halla involucrado todo el personal de las áreas tal como se visualiza en la figura anterior.

5.7.4. Diagrama de requerimiento general en gestión de activos

Tomando en consideración que el generador auxiliar representa un activo para la compañía naviera, su gestión debe ser visualizada de acuerdo a las fases de vida de un activo:

-Necesidad.

-Diseño.

-Construcción.

-Comisionamiento.

-Operación y mantenimiento.

-Desincorporación.

Dentro de las fases antes mencionadas, el generador se encuentra en la fase de operación y mantenimiento, por lo que los planes y programas, requerimiento de repuestos, materiales, órdenes y formatos a ser utilizados deben enfocar no sólo el mantenimiento en sí, sino algunas consideraciones de capacitación y formación integral para los oficiales y marineros, desde un plano técnico y de gestión.

La responsabilidad de la gestión del activo en función al generador recae directamente sobre el área de gestión de mantenimiento lo que a su vez informa a la gerencia de flota. Complementa el área de logística y el personal del departamento de máquinas del buque.

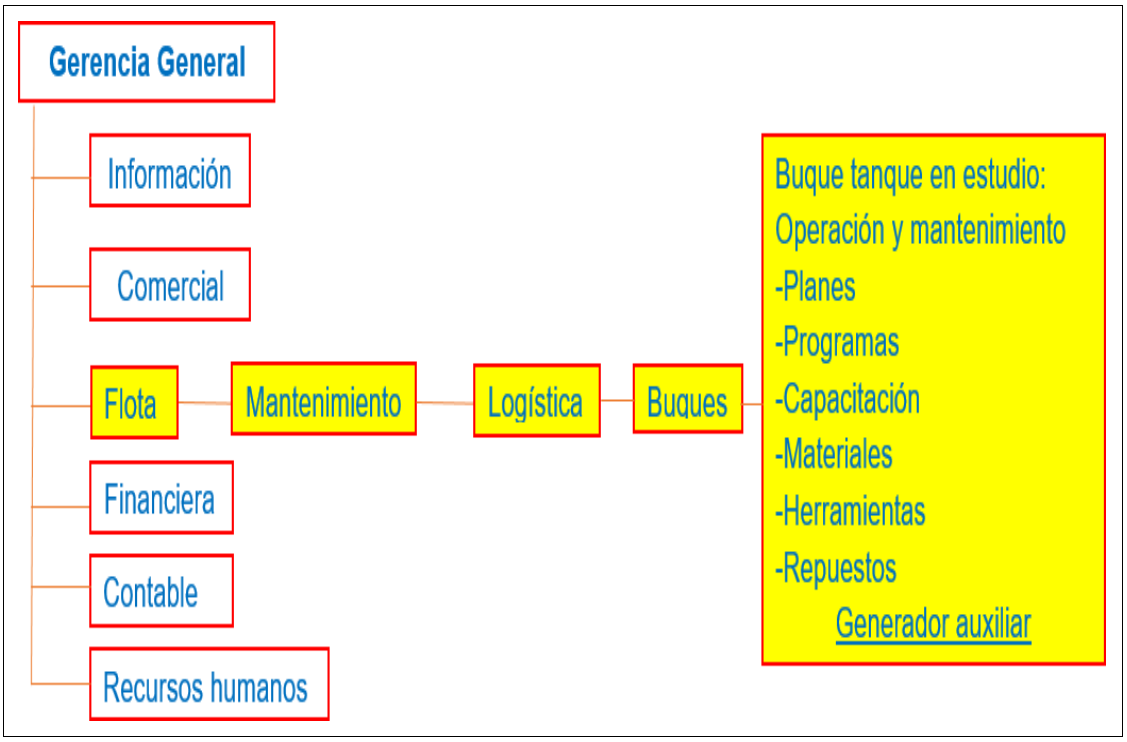


Figura 25. Gestión de la operación y mantenimiento del generador auxiliar bajo la filosofía de la gestión de activos.

Otro punto a tomar en cuenta, es que los planes, programas, capacitaciones, materiales, herramientas y repuestos para dar cumplimento a tareas de mantenimiento sobre un equipo en particular, deben ser gestionados de forma específica para cada buque.

5.7.5. Diagrama de identificación de componentes del generador auxiliar

Se establece en la siguiente figura los componentes de un generador auxiliar: Motor diésel y alternador. El punto de partida para un plan y programación de dicha maquinaria debe considerar ambos componentes según sus partes o equipos.

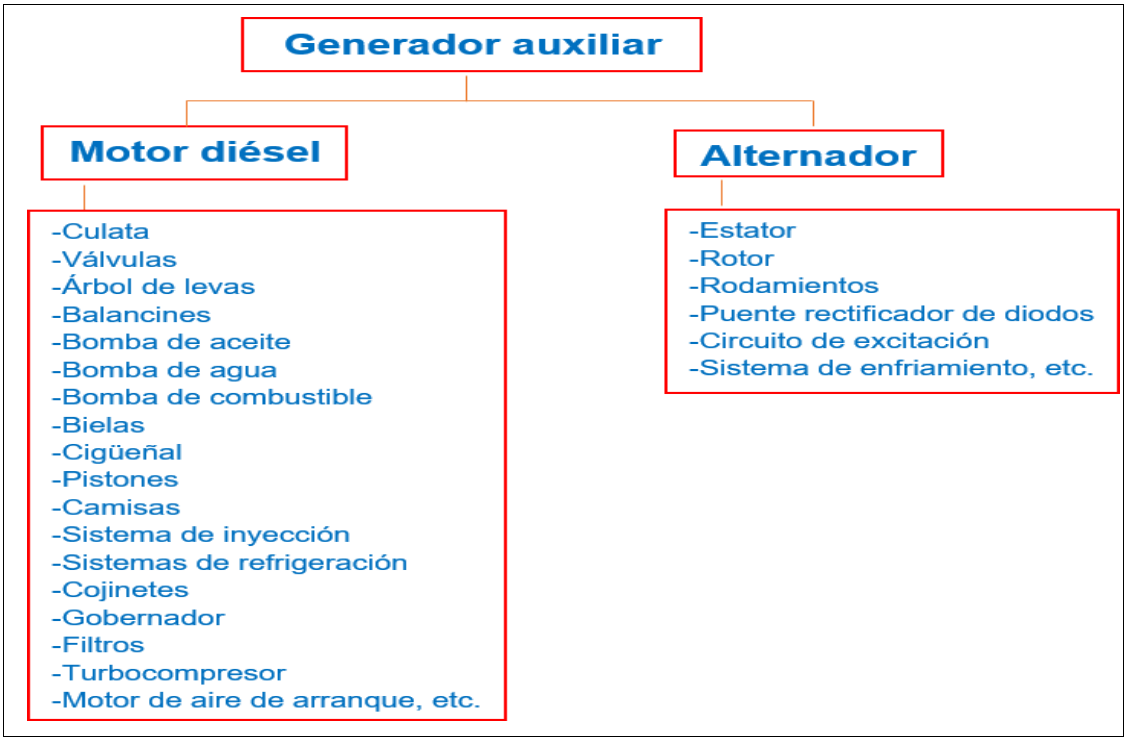


Figura 26. Componentes de un generador auxiliar.

5.7.6. Grado de riesgo de equipos

Se determina según un análisis de criticidad en comparación con otros equipos, lo cual ayuda a fomentar conciencia en los ejecutores del mantenimiento (oficiales y marineros del departamento de máquinas) frente a las acciones y tareas encomendadas.

Tabla de evaluación de criticidad de equipos				
Ítem	Variables	Concepto	Ponderación	Observaciones
1	**Efecto sobre el servicio que proporciona**			
		para	4	
		reduce	2	
		No para	0	
2	**Valor técnico económico: Considera costo de adquisición, operación y mantenimiento**			
		alto	3	más de 20,000
		medio	2	
		bajo	1	menos de 1000
3	**La falla afecta**			
	a. al equipo en si	si	1	Deteriora otro componente
		no	0	
	b. al servicio	si	1	Origina problemas a otros equipos
		no	0	
	c. al operador	riesgo	1	Posibilidad de accidente del operador
		sin riesgo	0	

	d. a la seguridad en general	si	1	Posibilidad de accidente a otras personas u otro equipo cercano
		no	0	
4	**Probabilidad de falla (confiabilidad**			
		alta	2	Se puede asegurar que el equipo va a trabajar correctamente cuando lo necesite
		baja	0	
5	**Flexibilidad del equipo en el sistema**			
		único	2	No existe otro igual o similar
		by pass	1	El sistema puede seguir funcionando
		stand by	0	Existe otro igual o similar no instalado
6	**Dependencia logística**			
		extranjero	2	Repuestos se tienen que importar
		loc./Ext.	1	Algunos repuestos se consiguen localmente
		local	0	Repuestos se consiguen localmente
7	**Dependencia de la mano de obra**			
		terceros	2	El mantenimiento requiere contratar a terceros
			0	El mantenimiento lo realiza personal propio
8	**Facilidad de reparación (mantenibilidad)**			
		baja	1	Mantenimiento difícil
		alta	0	Mantenimiento fácil

	ESCALA DE REFERENCIA	
A	CRITICA	16 a 20
B	IMPORTANTE	11 a 15
C	REGULAR	06 a 10
D	OPCIONAL	00 a 05

Hoja de evaluación de criticidad de los equipos														
Ítem	Descripción	Ponderación												Escala de referencia
		1	2	3a	3b	3c	3d	4	5	6	7	8	Total	
1	Motor Principal	4	3	0	1	1	1	2	2	2	0	1	17	CRITICO
2	Detector de C.I	4	2	1	1	0	0	2	2	2	2	1	17	CRITICO
3	Detector de 15 PPM	4	2	1	1	0	1	2	2	2	2	1	18	CRITICO
4	Detector de gases	4	2	1	1	1	1	2	2	2	2	1	19	CRITICO
5	Bomba de lastre	0	2	0	0	1	1	2	0	2	0	0	8	REGULAR
6	Sistema de propulsión	4	2	1	1	1	1	2	2	2	2	1	20	CRITICO
7	Sistema de generación eléctrica	4	3	1	1	1	1	2	1	2	0	1	17	CRITICO
8	Radar principal	4	2	1	1	0	0	2	2	2	2	1	17	CRITICO
9	Giro compas	3	2	1	1	0	0	2	2	2	0	1	14	IMPORTANTE
10	Cabrestante	2	2	1	0	1	1	2	0	2	2	0	13	IMPORTANTE
11	Grúa de carga	2	2	0	0	1	1	2	2	2	2	1	15	IMPORTANTE
12	Compresores	0	3	0	0	1	1	2	0	2	0	0	9	REGULAR

	GLP													
13	Bomba de descarga Deepwell	2	3	0	0	1	0	2	1	2	0	1	12	IMPORTANTE
14	Bomba C.I. principal	0	2	0	0	0	0	2	1	2	0	0	7	REGULAR
15	Ventilador Cto Motores Electr.	4	2	1	1	0	0	2	2	2	2	0	16	CRITICO
16	Motor elect. Cuarto de compresores	0	2	0	0	0	0	2	2	2	2	0	10	REGULAR
17	Bomba de aceite timón	0	2	1	1	0	0	2	0	2	2	1	11	IMPORTANTE
18	Motor Bote Salvavidas	4	2	1	1	1	1	2	2	2	0	1	17	CRITICO
19	Balsas salvavidas	0	2	0	0	1	1	2	0	1	2	1	10	REGULAR
20	Compresor aire acondicionado	4	2	1	1	0	0	2	2	2	0	0	14	IMPORTANTE
21	Bomba de agua refrig M/P	0	2	0	0	0	0	2	0	2	0	0	6	REGULAR
22	Compresor aire 30 bar	2	3	0	0	0	0	2	0	2	0	1	10	REGULAR
23	Bomba de Lubricación M/P	0	3	1	1	0	0	2	0	2	0	1	10	REGULAR
24	Purificador de HFO	0	3	0	0	1	0	2	0	2	0	1	9	REGULAR
25	Bomba Termoil	0	2	1	0	0	0	2	0	2	0	0	7	REGULAR
26	Sistema de gas inerte	4	2	1	1	0	1	2	2	2	2	1	18	CRITICO
27	ODM	4	2	1	1	0	0	2	2	2	2	1	17	CRITICO

Se relaciona al generador auxiliar como el elemento más importante del sistema de generación eléctrica a bordo de un buque, que de acuerdo al análisis de riesgos se establece como un equipo crítico según la escala de referencia establecida.

5.7.7. Consideraciones y procedimientos para equipos críticos

De acuerdo a lo que se establece en el manual de gestión de la compañía respecto al mantenimiento del buque y su equipo, al considerar al generador auxiliar un elemento dentro de un sistema crítico, se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones y procedimientos en todo momento:

-Repuestos mínimos: El operador establece que cada nave deberá contar con un stock mínimo de repuestos para los equipos críticos. La relación y cantidad de los repuestos mínimos deberá ser preparada por el superintendente en coordinación con cada jefe de máquinas; asimismo el inventario deberá estar siempre actualizado y disponible para cuando sea solicitado por alguna entidad interesada.

-Trabajos en equipos críticos: El jefe de departamento de máquinas deberá reportar al superintendente apenas observe o sospeche de alguna falla en un equipo crítico.

El capitán o jefe de máquinas antes de proceder a desmontar cualquier equipo crítico para su reparación o mantenimiento, deberá comunicar al gerente de flota y/o superintendente y esperar la aprobación. Así mismo, antes de dar inicio al trabajo autorizado, se deberá efectuar la correspondiente evaluación de riesgos siguiendo los procedimientos adecuados para cada equipo.

-Toda operación o trabajo de reparación o mantenimiento de los equipos críticos, debe ser realizado considerando como mínimo las instrucciones del manual de cada equipo.

-Cuando el equipo haya sido reparado, la operación de puesta en marcha será verificada por el jefe de responsable quien tomará las precauciones necesarias del caso.

-Mantenimiento de sistemas y/o equipos críticos: Cuando un equipo crítico sea dejado fuera de servicio debido al mantenimiento, se deberá dar aviso de inmediato al superintendente. El jefe del departamento de máquinas en conjunto con el capitán efectuará una evaluación de riesgo

donde se indique claramente el tiempo de para/fuera de servicio del equipo/sistema crítico y será enviado al superintendente para que pueda ser enviado al DPA (Persona Designada en Tierra), quien tomará conocimiento y dará su aprobación. Se incluirá, además la siguiente información: Equipos (sistemas alternativos de respaldo) y procedimientos adicionales de seguridad (contingencia).

En caso de que la para/fuera de servicio se extiende más del tiempo acordado, se pedirá la revisión del DPA. En consecuencia, se llevará a cabo una evaluación de riesgo adicional si las circunstancias (tales con condiciones ambientales, fatiga de la tripulación o parámetros operacionales) sufren un cambio.

-Procedimiento cuando fallen equipos críticos y equipos no críticos: Cuando ocurra la falla de un equipo crítico, se actuará de alguna de las dos siguientes formas:

i. Si la falla es o puede ser rápidamente subsanable, el trámite de reparación se mantendrá dentro del ámbito del buque, procediendo de la siguiente forma:

a) Informar inmediatamente al superintendente por cualquier medio posible. Ejemplo: Teléfono, e-mail, redes sociales, etc.

b) Reparar el equipo con los recursos con que cuenta la nave.

c) Si el equipo es crítico y la reparación va demandar más de 48 horas, entonces se efectuará una evaluación de riesgo que será firmada por el DPA.

El proceso de reparación de falla de equipo crítico culminará con un simple mensaje por correo del capitán de la nave al superintendente indicando que la reparación del equipo ya fue realizada.

ii. Si la falla del equipo no puede ser solucionada abordo se procederá de la siguiente manera:

a) Se informará inmediatamente al superintendente por cualquier medio posible. Ejemplo: Teléfono, e-mail, redes sociales, etc.

b) El jefe del departamento respectivo llenará el formato de reporte de falla de equipos, el cual será enviado al superintendente.

c) El superintendente responderá con las acciones correctivas que implementarán.

d) A su vez al reporte de falla de equipo se acompañará la imposición de una No conformidad.

El DPA se encargará del cierre de la No Conformidad y el superintendente se encargará del cierre del reporte de falla de equipo.

Se establece además que el tiempo máximo de atención para dar solución a una deficiencia cuando falle un equipo o sistema crítico será de 30 días como máximo.

5.7.8. Flujograma de mantenimiento

Bajo la filosofía de la mejora continua, se presenta el siguiente flujograma de mantenimiento.

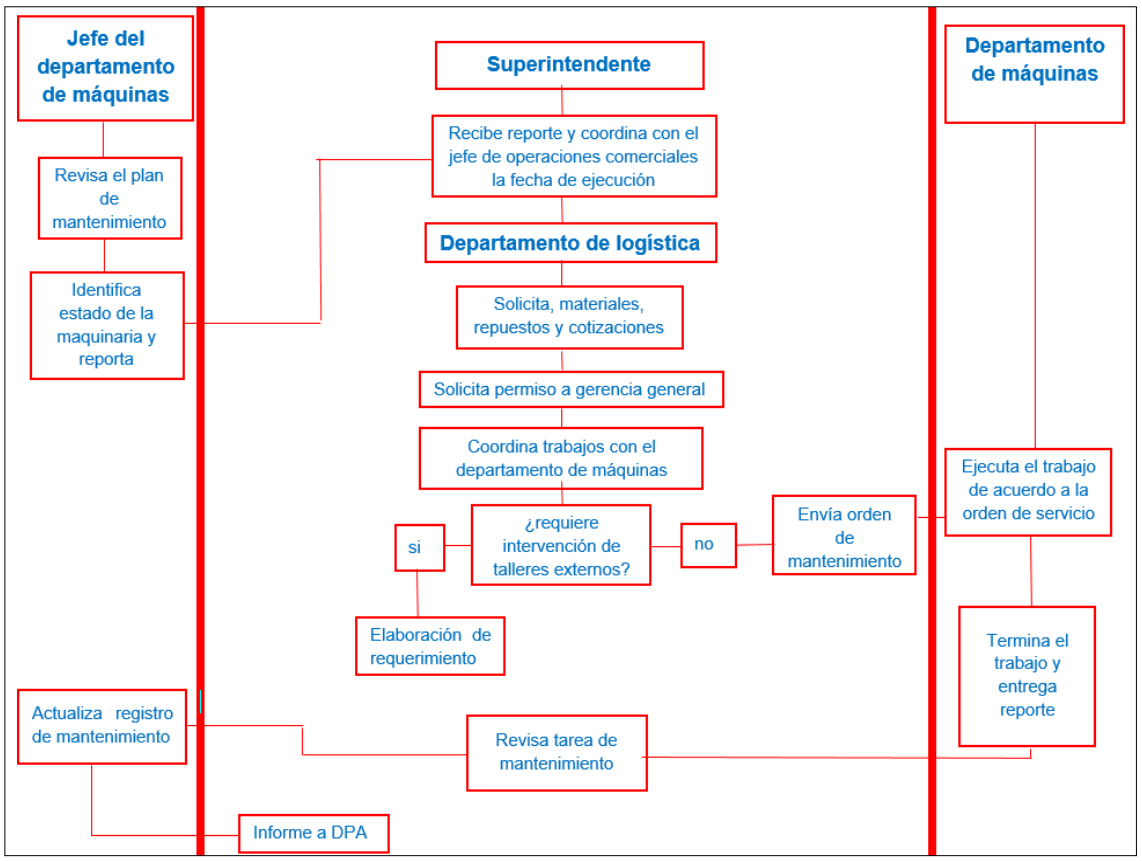


Figura 27. Flujograma de mantenimiento.

5.7.9. Programación de mantenimiento

-Programa de mantenimiento de "Motor diesel" a largo plazo:

División	Equipo a verificar	Trabajo a realizar	Intervalos de tiempo					Observaciones	
			3 meses	6 meses	1 año	2-3 años	5 años		
culata	inyector	sacar, verificar y ajustar	1500-2000 hrs					1era vez 500-800 hrs	
	culata	verificar la luz de los balancines	X						
		verificar resorte	X						
		verificar desmontaje y verificar la tapa giratoria			X				
		desmontar, verificar y limpiar			X				
		asentar asiento de válvula (admisión y escape)			X				
		limpieza de residuos y prueba hidráulica de la cámara de agua			X				
		reemplazar los vástagos (admisión y escape)			X				
		verificar ajuste de los pernos de culata			X				
	pistón	sacar, limpiar, verificar y medición del pistón				X			
		verificar y medir anillos				X			
		verificar y medir el pin o perno de pistón				X			
		verificar y medir el metal del				X			

		pin de pistón							
	biela	verificar y medir el pin de manivela				X			
		verificar el ajuste del perno de biela		X					
partes		cambio de pernos de biela				X			20000 hrs
en	cilindro	limpiar y medir el diámetro interno				X			
movimiento		sacar, verificar y limpiar partes del agua de camisa				X			
	cigüeñal	medición de diámetro exterior del pin de manivela				X			
		medición y ajuste de flexiones		X					
	rodamiento principal	desmontaje, verificar metal y medir				X			
		verificar el ajuste de los pernos de sujeción		X					
		verificar el ajuste del perno lateral		X					
	eje de levas	verificar leva y cojinetes			X				
		desmontar, verificar y medir la oscilación			X				
		sacar el cigüeñal y cojinetes, verificar y medir				X			
	engranaje	verificar los dientes del engranaje y su reacción			X				
		verificar el engranaje fijo			X				
		verificar en torque del eje montado del engranaje			X				
	bomba de alimentación de combustible	verificar los dientes de los engranajes			X				

	bomba de aceite	verificar rodamientos			X				
	bomba de agua	verificar el eje montado en el engranaje			X				
engranaje del gobernador	gobernador	cambiar el aceite	X						
		desmontar y verificar			X				
	conducción del gobernador	desmontar y verificar los dientes de engranajes							
sistema de combustible	bomba de inyección	cambiar la válvula de retención una vez recorrida la bomba de inyección		X					
		verificar tiempos de inyección	X					primera vez 300-500 hrs	
		verificar deflector y reemplazar		X					
		desmontaje, limpieza y verificación		X					
	bomba de alimentación de combustible	desmontar y verificar		X					
		reemplazar sello		X					
	control de combustible y parada de pistón de aire	reemplazar o-ring			X				
sistema de aceite	aceite	cambio, dependiendo del resultado del análisis		X					
	enfriador de aceite	desmontaje, verificación, limpieza y examen hidráulico		X					
	válvula termostática	desmontaje, verificación y limpieza		X					
	bomba de aceite	desmontaje, verificación y limpieza			X				
		desmontar, verificar la válvula reguladora de			X				

		presión y la válvula de seguridad							
	filtro de aceite del turbo compresor	cambiar el filtro	1000-2000				cambiar filtro cuando la presión de aceite llegue a 0.3 Mpa		
sistema de agua de refrigeración	válvula termostática	desmontar, verificar y limpiar		X					
	bomba de agua de refrigeración	desmontar, verificar y medir			X				
		reemplazar el sello mecánico			X				
	enfriador de agua de refrigeración	desmontar, verificar, limpiar y hacerle un examen hidráulico	X						
	agua de refrigeración	cambiar, dependiendo del análisis		X					
	partes de refrigeración por agua de mar	verificar el zinc y reemplazar (enfriador de aire y aceite)	X						
otros	turbocompresor	desmontar y limpiar			X				
	enfriador de aire de impulso	desmontar, verificar, limpiar y hacer el examen hidráulico			X				
	motor de arranque de aire	desmontar y limpiar el silenciador (con detergente neutral)			X				
		sacar el motor de arranque del generador y girar el piñón manualmente		X					
		y verificar que gire suavemente y no emita ningún ruido raro							
		desmontar, inspeccionar,							

		limpiar y engrasar nuevamente las partes en movimiento							
		y reemplazar el o-ring, el primer rodamiento reductor de engranajes y poner grasa		X					
		especial al reductor							
		desmontar, inspeccionar, limpiar y reemplazar la grasa de las partes en movimiento.		X					
		reemplazar o-rings, primer y segundo rodamiento reductor de engranajes y grasa							
		especial al reductor							
	tacómetro	calibrar		X					
	alarma	verificar funcionamiento	X						
	balancines	cambiar piezas en desgaste				X			
	botón de arranque local	verificar cableado del botón			X				
	arrancador de aire	cambiar resorte			X				
	válvulas de seguridad del cárter	mantenimiento de válvulas del cárter		X					

-Programa de mantenimiento de "Motor diesel" a corto plazo (mensual):

Parte inspeccionada		intervalo de tiempo		
		Diariamente	**Semanalmente**	**Mensualmente o 300-500hrs**
tanque de aire de arranque		verificar la presión de aire		
gobernador		volumen de aceite		verificación y lubricación del sistema de enlace
sistema de combustible	bomba de alimentación	verificar el sello		
	filtro de combustible	drenar	lavado de filtro	limpieza total
	bomba de inyección			verificar la posición de la escala del bastidor
				verificar el volumen de aceite del piñón
	perno de ajuste de balancines			verificar la soltura de la tuerca
sistema de lubricante	colector de aceite		limpiar el aceite con el purificador	analizar el aceite
	filtro de aceite	verificar volumen de aceite	lavado de filtro (2-3 días)	limpieza total (10-15 días)
	filtro del bypass de aceite	drenar	limpieza total	
bomba de agua de refrigeración		verificar el sello mecánico		

turbo compresor			lavado de pre-filtro	
		soplado		
arrancador de aire				verificar que el cableado eléctrico este sujetado firmemente
				verificar que no haya perdida de aire
instrumento	manómetros	verificar que no esté defectuoso		
	termómetros	verificar que no esté defectuoso		
visión de la maquina		verificar pernos y tuercas sueltas verificar posibles fugas de combustible, aire, agua o aceite		
tuberías de cada sistema		verificar posibles fugas de las tuberías		
turbo cargador		realizar soplado de turbo con agua dulce y químico air cooler cleaning		
bomba de combustible				verificar estado de o-rings
limit switch				verificar válvula de seguridad de la volante

-Programa de mantenimiento del "alternador":

Parte inspeccionada			**Método de inspección**	**Intervalo de tiempo**	**Criterios de juicio**	**Medidas a mejorar**
salida	voltaje		Verificar el panel	Todos los días	con el valor indicado en la placa	Ajustar los valores con los valores nominales especificadas en la placa
operación	temperatura	estator	termómetro		Valor por debajo del promedio	Ajustar el valor. Si hay error, parar la máquina y verificar
		Temperatura ambiente	termómetro		Valor por debajo de lo especificado	Ajustar la temperatura con la especificada. Si la temperatura es superior, parar la máquina y verificar
		Bastidor de cojinete y estator	Termómetro, medición por tacto		con el valor especificado en la placa	ajustar la temperatura
	vibración		Medidor de vibración, medición por tacto		Sin vibraciones anormales o aumento de vibraciones	Ajustar en inspecciones periódicas. Si los valores exceden de lo normal, parar la máquina y sacar la posible causa
	Sonido anormal u olor anormal		Escuchar, estetoscopio y oler		Sin sonidos u olores anormales	Verificar en la inspección general, si el defecto es

					mucho, parar la máquina y verificar

Parte inspeccionada		**Método de inspección**	**Intervalo de tiempo**	**Criterios de juicio**	**Medidas a mejorar**
estator	Apariencia, suciedad	Inspección visual	Todos los días	Sin anomalías	Limpiar si está muy sucio
rodamiento	Nivel de aceite	Medidor de aceite		Con los valores permitidos	Remover y recubrir
	Cantidad de aceite y presión	Vista de aceite		Con la presión especifica normal	Ajustar con la presión especifica de aceite y hacer que trabaje normal
	Goteo de aceite	Inspección visual		Sin goteo de aceite	Limpiar, remover la causa posible de falla y retomar normalmente
	Anillo de aceite	Inspección visual		Rotación normal	Ajustarlo para que gire normalmente

	Sonido de rodamiento	Audición, estetoscopio y olfato		Sin sonido anormal o incremento de sonido	Sacar la causa posible y retomar
ventilación	Hoyo de ventilación	Inspección visual		Sin obstáculos	Remover los obstáculos
	Salida de ventilación	Inspección visual		La salida de ventilación no debe estar cerca a la entrada	Cambiar la salida de ventilación

Parte inspeccionada			**Método de inspección**	**Intervalo**	**Criterio de juicio**	**Medidas para mejorar**
estator	Apariencia	Contaminación, apariencia	Inspección visual	Todas las semanas	Sin anomalías	Limpiar si está muy sucio
		sujetar	Sonido con golpe		sujetado	Sujetar nuevamente
rodamiento	Goteo de aceite		Inspección visual		Sin goteo de aceite	Limpiar, sacar la falla posible y

					retomar
	Lubricación	Medición de aceite con el medidor de presión		Dentro de los valores de medición	Rellenar con aceite hasta la medida
Filtro de aire	Sucio	Inspección visual		obstruido	limpiar

Parte inspeccionada			**Método de inspección**	**Intervalo**	**Criterio de juicio**	**Medidas para mejorar**
estator	bobina	Cable conductor	Inspección visual	Todos los meses	Sin anomalías	Limpiar si está muy sucio
		Resistencia de aislamiento	500V medidor de resistencia de aislamiento		Más de 1M Ω	Limpiar y secar la bobina del estator. Si retomar el trabajo normal es imposible, hacer un mantenimiento total
rodamiento	Goteo de	Inspección visual			Sin presencia de	Corregir

	aceite			goteo	manualmente
Parte final	ajustar	Inspección visual		Sin aflojaduras	Ajustar nuevamente

Parte inspeccionada		**Método de inspección**	**Intervalo**	**Criterio de juicio**	**Medidas de mejora**
rodamiento	Calidad del aceite	Inspección visual	Cada 6 meses	Sin partículas extrañas, decoloración o deterioro	Intercambiar con pieza especifica
Cableado eléctrico	Aislamiento	Inspección visual y verificar manualmente		Sin daños, decoloración, roto	Corregir manualmente
Excitador	Parte ajustable	Inspección visual		Sin aflojaduras	Ajustar nuevamente
	Módulos de rectificación de silicona	comprobador		Dentro de los rangos de resistencia	Cambiar silicona de módulos de rectificación

Parte a inspeccionar		**Método de inspección**	**Intervalo**	**Criterio de juicio**	**Medidas de mejora**
Rectificador rotatorio	Elemento de rectificación rotativo	Inspección visual	anualmente	Sin deformación o anomalía	Intercambio de Módulos de rectificación de silicona
	Cable conductor	Inspección visual		Sin daño, decoloración, rajaduras	Corregir manualmente
AVR	Puesta a tierra con panel	Inspección visual y tacto		Apropiado para puesta en tierra	Corregir manualmente
	Partes internas	Inspección visual		Sin decoloración por el calor	Cambiar el AVR
ventilador	Apariencia	Inspección visual		Sin rajadura, daño	Corregir manualmente
	Tuerca de ajuste	Inspección visual		Sin partes sueltas	Ajustar nuevamente
otros	Calentador	500V medidor de resistencia de		Más de 0.5M Ω	Corregir

		aislamiento			manualmente
	Elemento de medida de temperatura	500V medidor de resistencia de aislamiento		Más de 0.5M Ω	Corregir manualmente, intercambiar
		Medidor		Sin decoloración	
	Tacogeneredador	Inspección visual		Sin rajaduras, daños	Corregir manualmente
	Apariencia, cable conductor	Inspección visual		Sin daños, decoloración, rajaduras	

Parte a inspeccionar			**Método de inspección**	**intervalo**	**Criterio de juicio**	**Medidas de mejora**
estator	Bobina	bobina	Inspección visual y tacto	Cada 4 años o 24000 horas	Sin decoloración, rasguños, suciedad	Limpiar, corregir manualmente
		cuña	Inspección visual, sonidos de golpes		Sin goteaderos, sin piezas sueltas, desplazamiento	Reparar, intercambiar

		Combinación de hilos	Inspección visual, tacto	Sin piezas sueltas o desplazamiento	Combinar nuevamente
		Soporte de bobina	Inspección visual, tacto	Sin piezas sueltas o desplazamiento	reparar
		Cable conductor	Inspección visual, tacto	Sin piezas sueltas o desplazamiento	reparar
		Resistencia de aislamiento	500V medidor de resistencia de aislamiento	Más de 1M Ω	Limpiar y secar la bobina del estator, si recuperarlo es imposible, aplicar barniz o intercambiar
	Núcleo de hierro	Núcleo de hierro	Inspección visual	Sin oxido o decoloración	reparar
		Pieza de intervalo de conducto	Inspección visual y sonidos de golpe	Sin piezas flojas, oxido o desplazamiento	reparar

		Parte de sujeción	Inspección visual y sonidos de golpe		Sin partes sueltas	Ajustar nuevamente
		Conducto que obstruye, sucio	Inspección visual		Sin obstrucción, suciedad	limpieza
Rotor	Bobina	Bobina	Inspección visual y manual	Cada 4 años o cada 24000 horas	Sin decoloración, suciedad ni rasguño	Limpiar, barnizar, corregir a mano.
		Soporte de la bobina	Inspección visual y manual		Sin partes sueltas o con desplazamiento	Reparar
		Cable conductor	Inspección visual y manual		Sin rasguño, decoloración o grieta.	Reparar
		Resistencia de Aislamiento	Medidor de resistencia de Aislamiento		Sobre IMQ (referirse a la sección 9.2.7)	Limpiar y secar la bobina del rotor. Si la recuperación es

					Dentro de 2 dígitos del valor medido lo anterior.	imposible, aplique barniz o bobina de cambio.
Rotor	Núcleo de hierro	Núcleo de Hierro	Inspección visual	Cada 4 años o cada 24000 horas	Sin oxido o descoloramiento	Reparar
		Intervalo de Pieza de conducto	Inspección visual y con sonido de golpeteo.		Sin partes sueldas, oxido o desplazamiento	Reparar
		Parte Fijada	Inspección visual y con sonido de golpeteo		Sin partes movibles.	Ajustar nuevamente
		Obstrucción del Conducto, suciedad	Inspección visual		Sin atascos ni suciedad.	Limpieza.
		Barra de la bobina de freno, parte	Inspección visual		Sin grieta	Ajustar nuevamente

	conectada.				
Rodamientos	Distancia de rodamiento	Micrómetro, clara calibración.	Cada 4 años o cada 24000 horas	Dentro del valor normal (refiérase a la sección 9.2.3.2)	Cambio de metal
	Rodamiento de metal	Inspección visual, control de color.		Sin desigual apego, compromiso, separación en la mitad de la parte superior y empuje.	Reparar. Cambio de metal.
	Anillo de aceite	Inspección visual, medida dimensional.		Sin deformación.	Reparar y cambiar.
	Cantidad de aceite	Inspección visual.		Sin materia extraña, descoloramiento, contaminación o deterioro (refiérase a la sección 9.2.2)	Intercambio con tipo especificado.
	Fuga de aceite	Inspección Visual.		Sin fugas de aceite conduciendo a la	Reparar.

					caída de aceite y tanque de aceite	
	Corte de aceite	Inspección visual, control de color.			Dentro de 0.2 a 0.4mm de espacio libre en el diámetro del eje.	Reparar o cambiar.
	Tubería de lubricación y drenado	Inspección visual.			Sin anormalidad	Reparar
Circuito Excitado	Sistema Excitado	Silicio, modulo rectificado	Probador analógico	Cada 4 años o cada 24000 horas.	Dirección Normal: Debajo de 1OQ. Dirección inversa: Sobre 100KQ.	Intercambiar módulos de silicona.
		Reactor	Inspección visual		Sin rasguño, decoloraciones, desconexiones.	Reparar, cambiar
		Transformador de corriente	Inspección visual		Sin rasguño, decoloraciones, desconexiones	Reparar, cambiar

		Otros componentes	Inspección Visual.		Sin rasguño, decoloraciones, desconexiones	Reparar, cambiar
		Alambrado eléctrico	Inspección Visual		Sin rasguño, decoloraciones, desconexiones	Reparar, cambiar.
	Rectificador Giratorio	Silicio, Modulo	Probador Analógico.		Dirección normal: debajo de 1OQ. Dirección Inversa: más de 100KS	Intercambiar módulos de silicona.
		Aislamiento de resistencia	Medidor de resistencia de aislamiento de 500V.		Sobre 0.5 MQ.	Limpiar y reparar.
	Excitante		De acuerdo con el		De acuerdo con el generador.	De acuerdo con el Generador.

		generador.			
Acoplamiento directo	Acoplamiento directo con aparatos de accionamiento.	Ancho de paso.	Cada 4 años o cada 24000 horas	Confirmar si las brechas de aire son uniformes. (refiérase a la sección 7.3.1).	Ajustar, acoplamiento directo de nuevo.

5.7.10. Fallas y soluciones en el generador auxiliar

-Motor diésel:

Causas	Soluciones
(1) Presión de aire de arranque insuficiente	Llene el tanque de aire de arranque con aire.
(2) Interruptor de acoplamiento / desconexión accionado (engranaje de giro fijado en la posición de engrane)	
(3) Mal funcionamiento del motor neumático	Desenganche el engranaje de giro.
1. Caída de voltaje de la batería del motor neumático	Carga la batería.
2. Mal funcionamiento de la válvula solenoide piloto del motor neumático	Pulse el botón de arranque manual para arrancar el motor.
(4) Interruptor de acoplamiento / desconexión accionado. (Palanca de inicio / parada colocada en la posición de PARADA)	Coloque la palanca de arranque / parada en la posición de marcha.
(5) Demasiada viscosidad del aceite lubricante	Caliente el motor o cambie el aceite lubricante actual por uno de baja viscosidad.
(6) Confiscación de la parte móvil.	
1. Incautación de pistones y camisas de cilindros.	Compruebe y repare el pistón y la camisa del cilindro, o sustitúyalos.
2. Toma del cojinete principal y / o cojinete del árbol de levas	Verifique y repare el cojinete principal pertinente o el cojinete del árbol de levas o el árbol de levas, o reemplácelo

1) Cuando la volante gira, pero no enciende el motor

Causas	**Soluciones**
(1) El aceite combustible no se envía bajo presión a la bomba de inyección de combustible.	
1. Depósito de combustible vacío	Suministre el combustible al tanque de combustible.
2. Obstrucción de la tubería de combustible (apertura y cierre incorrectos de cada válvula)	Verificar el estado de apertura y cierre de cada válvula.
3. Registro del filtro de aceite combustible	Limpie el filtro.
4.Falla de la bomba de alimentación de combustible	Compruebe y repare la bomba.
5. Entrada de aire por cada articulación.	Revise y repare cada articulación, luego purgue el aire.
(2) Mal funcionamiento del pistón de aire comprimido.	Comprobar y reparar el pistón de aire.
(3) Defecto de la bomba de inyección de combustible.	
1.pegado de émbolo y guía de émbolo.	Compruebe y repare el émbolo o la guía del émbolo, o sustitúyalo.
2. Uso de guía de émbolo	Vuelva a colocar el émbolo.
3. montaje incorrecto (desviación de las marcas de coincidencia)	Mantenimiento completo y revisar la bomba.
(4) Defecto de la válvula de inyección de combustible.	
1. Marcaje de aguja.	Compruebe y repare la aguja, o sustitúyala.
2. Rotura del resorte de la tobera	Vuelva a colocar el resorte de la boquilla.
3. La presión de inyección de combustible cayó	Regular la presión.
4. Fuga de aceite de tobera excesiva.	Verifique y limpie las superficies de contacto de la boquilla y el cuerpo, o reemplace la boquilla.
5. Rotura o sujeción incorrecta de la tubería de combustible de alta presión	Reemplace la tubería de combustible de alta presión o corrija la sujeción.
(5) Mal funcionamiento del gobernador (enlace del gobernador suelto y spline desgastada)	Compruebe y repare el gobernador, o sustitúyalo.
(6) Baja estanqueidad de la válvula de aspiración / escape.	Compruebe y repare el gobernador, o sustitúyalo.
1.No espacio libre en la cabeza de succión / válvula de escape	Ajuste el espacio libre de la cabeza de la válvula.
2. Pegado de la válvula de aspiración / escape.	Asentar o reemplace la válvula.
3.Daño del asiento de succión / válvula de escape	Asentar o reemplace el asiento de la válvula.
(7) intervalo de encendido del combustible, muy bajo	Utilice un combustible de alta calidad.

2) Cuando la velocidad cae inesperadamente

Causas	Soluciones
(1) Obstrucción del filtro de combustible	Limpie el filtro.
(2) Toma de la parte móvil (pistón, cojinete principal o turbocompresor)	Verificar y reparar la parte móvil pertinente, de reemplazarla.
(3) Aire mezclado en el sistema de tuberías de combustible.	Revise y repare el sistema de tubería de aceite combustible, luego purgue el aire.
(4) Contenido de humedad en el combustible.	Drene el filtro, el tanque, etc.
(5) Defecto de la bomba de inyección de combustible.	Compruebe y repare la bomba, o sustitúyala.
(6) Defecto de la válvula de inyección de combustible.	Compruebe y ajuste la válvula, o sustitúyala.
(7) Mal funcionamiento del gobernador	Verifique y ajuste el gobernador, o reemplácelo.

3) Salida de cada cilindro no en uniforme. (Dispersión de la presión máxima de combustión y la temperatura de escape son grandes entre cilindros.)

Causas	Soluciones
(1) aire mezclado en el sistema de tubería de combustible	Revise y repare el sistema de tubería de aceite combustible, luego purgue el aire.
(2) Contenido de humedad en combustible.	Drene el filtro, el tanque, etc.
(3) Volumen de inyección de combustible no uniforme en cilindros	
1. Posición no uniforme de los bastidores de la bomba de inyección de combustible	Verifique la posición de los bastidores de la bomba de inyección de combustible, luego ajústelos.
2.STIKING o desgaste del émbolo de la bomba de inyección de combustible	Compruebe y repare el émbolo, o sustitúyalo.
3. Defecto de la válvula de inyección de combustible.	Compruebe y repare la válvula, o sustitúyala.
4. Aflojamiento o daño del tubo de inyección de combustible	Compruebe y repare la tubería, o sustitúyala.
5.STIKING de la válvula de succión / escape o daño del asiento de la válvula de succión / escape	Compruebe y repare la válvula pertinente o el asiento de la válvula, o sustitúyalo.
6.Daño del árbol de levas	Revise el árbol de levas, luego repárelo, reemplácelo.

4) Cuando los gases de escape tienen un color malo

Causas	Soluciones
(1) Tiempo de inyección incorrecto	Compruebe y ajuste el tiempo.
(2) Defecto de la válvula de inyección de combustible (caída de la presión de inyección de combustible, adherencia de la tobera)	Verifique la válvula, luego regule la presión, o reemplácela.
(3) Defecto de la bomba de inyección de combustible.	Verifique la bomba, luego repárela o reemplace la sección correspondiente de la válvula.
(4) Calibración de la válvula de succión / escape o daños en el asiento de la válvula de succión / escape	Ajuste o corrija la calibración, o reemplace la sección de válvula pertinente.
(5) Pegado de la válvula de succión / escape.	Repare la válvula de succión / escape y corríjala.
(6) Daño de la leva de succión / escape.	Reemplace el árbol de levas.
(7) Defecto del turbocompresor.	
1. taponamiento del filtro	Lavar el filtro.
2. Contaminación del lado del soplador o del lado de la turbina.	Revisar y lavar el turbocompresor / soplador.

(8) Contaminación del enfriador de aire de refuerzo (temperatura demasiado alta del aire de refuerzo)	Revisar y limpiar el enfriador de aire.
(9) Falta de combustible	Utilice un aceite combustible de alta calidad.
(10) Sobrecarga	Reducir la carga.

5) Cuando la presión del aceite de lubricación cae por debajo de la presión especificada

Causas	**Soluciones**
(1) Aflojamiento de los tubos de aceite de lubricación y el tapón del orificio de aceite del bloque de cilindros	Revise y repare la tubería de aceite de lubricación y cada tapón del orificio de aceite.
(2) Obstrucción del filtro de aceite lubricante	Revisar y limpiar el colador.
(3) Juego excesivo del cojinete del cigüeñal	Compruebe el espacio libre, luego reemplace el metal
(4) Pegado de la válvula de regulación de presión de aceite de lubricación o perno de ajuste suelto	Verifique la válvula y el perno, luego repare o ajuste la pieza pertinente.
(5) pegado de la válvula de seguridad del aceite de lubricación	Compruebe la válvula y el perno, luego repárelo.
(6) Temperatura demasiado alta del aceite lubricante.	
1. Falta de volumen de agua de refrigeración.	Compruebe la bomba de agua de refrigeración.
2. Ensuciamiento del enfriador de aceite lubricante	Verifique el enfriador, luego repárelo y límpielo.
3. Purgado excesivo (escape de gas) en el cárter	Revise los aros del pistón y la camisa del cilindro.
4. STICKING del pistón de la válvula termostática de aceite lubricante o defecto de su elemento.	Verifique el pistón y el elemento, luego repare o reemplace la parte pertinente.
(7) Aire aspirado en la bomba de aceite lubricante (escasez de volumen de aceite lubricante)	Rellene el aceite lubricante.

6) Cuando se presencian sonidos inusuales (se producen golpes) durante la operación

Causas	**Soluciones**
(1) Juego excesivo del cojinete del cigüeñal del árbol de levas	Verifique la holgura, luego reemplace el cojinete pertinente.
(2) tornillos sueltos	
1. Pernos de biela	Verifique la biela y los pernos, luego vuelva a apretar los pernos o reemplácelos.
2. Tornillos de sujeción del volante.	Revise los pernos, luego vuelva a apretarlos o reemplácelos.
(3) calibración incorrecta de la válvula de aspiración / escape o perno suelto	Verifique la holgura y el tornillo, luego ajuste la holgura.
(4) Ajuste incorrecto de la sincronización de inyección de combustible	Compruebe el tiempo, luego ajústelo.
(5) Volumen de inyección de combustible excesivo.	
1. mal funcionamiento de la bomba de inyección de combustible	Compruebe y repare la bomba, o sustitúyala.
2. Defecto de la válvula de inyección de combustible.	Compruebe y repare la válvula, luego ajústela
(6) Aumento de la holgura del engranaje o desgaste del rodamiento del engranaje.	Verifique y ajuste el engranaje o su cojinete, o reemplácelo.

7) Cuando la Temperatura del agua de enfriamiento demasiado alta

Causas	**Soluciones**
(1) escasez de volumen de agua de refrigeración	Comprobar y reparar la bomba de agua de refrigeración.
(2) Pegado o defecto de la válvula termostática del agua de	Compruebe o sustituya la válvula termostática

refrigeración	

8) Cuando la temperatura de los gases de escape de todos los cilindros es muy alta

Causas	**Soluciones**
(1) Aumente la temperatura del aire demasiado alta	
1. Temperatura del agua de refrigeración del enfriador de aire de impulsión demasiado alta	Verifique el sistema de agua de enfriamiento y baje la temperatura del agua de enfriamiento al rango especificado.
2. Escasez de volumen de agua de enfriamiento del enfriador de aire	Comprobar y reparar la bomba de agua de refrigeración.
3. Contaminación del refrigerador de aire de refuerzo (lado del agua de refrigeración y lado del aire)	Revisar y lavar el refrigerador.
4. Temperatura interna del motor demasiado alta.	Comprobar y reparar el equipo de ventilación de la sala de máquinas.
(2) presión de aire demasiado alta	
1. Obstrucción del filtro del turbocompresor.	Lavar el filtro.
2. Obstrucción del enfriador de aire (lado del aire)	Revisar y lavar el refrigerador.
3. Contaminación del turbocompresor (lado de la turbina y lado del soplador) o su daño	Lave el lado del soplador o reacondicione y lave el turbocompresor, o reemplácelo.
4.El aumento de la contrapresión en el puerto de escape	Revise y limpie el colector de escape y el tubo de escape.
5. Sala de máquinas sometida a una presión negativa.	Comprobar y reparar el equipo de ventilación de la sala de máquinas.
(3) Propiedades inadecuadas del fuel oil.	A juzgar por los resultados del análisis de propiedades, cambie el aceite combustible si es necesario.
(4) Sobrecarga	Reducir la carga

9) Cuando el motor se detiene repentinamente

Causas	**Soluciones**
(1) Dispositivo de protección encendido:	
1.velocidad	Compruebe el interruptor, luego repare la pieza defectuosa. Si es necesario, reemplace la parte pertinente.
2.Lub. caída de presión de aceite	
3. Temperatura de agua de refrigeración excesiva.	
(2) Gobernador o engranaje del gobernador	Verifique el engranaje del gobernador y del gobernador, luego repare o reemplace la pieza pertinente.
(3) Depósito de combustible vacío	Llene el fuel oil.
(4) Aire mezclado en el sistema de combustible.	Purgue el aire del filtro y del tubo de aceite.
(5) Obstrucción del filtro de combustible	Revisar y limpiar el filtro.
(6) Toma de la pieza de enclavamiento (pistón, cojinete principal, cojinete del cigüeñal, engranaje de distribución, etc.)	Verifique y repare la pieza pertinente, o reemplácela.

-Fallas más comunes en el alternador:

En el caso de problemas con el alternador, ajústelo, cámbielo, coordínelo y repárelo de acuerdo con las siguientes instrucciones, para que quede en condiciones normales. Si la recuperación es imposible, póngase en contacto con el agente.

a. En caso de no acumulación de tensión

N°	Problema	Causa	Medidas a tomar
1	El voltaje sube a unos pocos Voltios.	Se pierde la tensión residual del excitador de corriente Alterna	Realizar la medición inicial (24 VCC a la terminal J,K del excitador , dentro de los 3 segundos)
		Rectificando el rectificador giratorio de corto circuito del elemento.	Intercambiar módulos de rectificación de silicona.
		Desconexión o contacto incompleto en rectificador rotativo.	Reparar la desconexión o contacto incompleto, e inspeccionar el elemento.
2	Aumento de tensión 5 a 10% de la tensión nominal.	Cortocircuito de los módulos rectificadores de silicio Si2 de la parte de excitación estática	Intercambiar modulos de rectificación de silicona.
		Desconexión del circuito del excitador de CA a la bobina de campo.	Reparar la desconexión, e inspeccionar el elemento.
		Desconexión del reactor.	Reparar o reemplazarlo.
		Corto circuito de módulos rectificadores de silicio giratorios.	Cambiar la silicona rectificando el modulo.

b. En caso de disminución de tensión

N°	Problemas	Causas	Medidas a tomar
1	Disminución anormal del voltaje	Cortocircuito de los módulos rectificadores de silicio Si2 de la parte de excitación estática.	Intercambiar módulos de rectificación de silicona.
		Desconexión del reactor.	Repararlo o reemplazarlo.
		Cortocircuito del lado secundario del transformador de corriente.	Repararlo o reemplazarlo.
		Cortocircuito de tiristor en AVR.	Cambiar el AVR.
		Fuera de control debido a la falla de la placa impresa.	Cambiar el AVR.
		Aumento anormal de la temperatura en el	Disminuir la carga en el generador.

		campo del generador principal.	

c. En caso de aumento de tensión

N°	Problemas	Causas	Medidas a tomar
1	Aumento anormal de Voltaje	Fallo de la placa de circuito impreso para la desconexión del circuito de la puerta del tiristor.	Cambiar el AVR
		Desconexión del transformador de detección	Repararlo o reemplazarlo.
		Desconexion del circuito AVR.	Repararlo o reemplazarlo.
		Desconexión o contacto incompleto del reóstato de tensión manual.	Repararlo o reemplazarlo.
		Velocidad de rotación anormalmente alta.	Ajustar la rotación del motor primario.

d. En caso de inestabilidad de tensión.

N°	Problemas	Causas	Medidas a tomar
1	Cambio de tensión incesante.	Contacto imperfecto del reóstato de tensión manual.	Ajustar o reemplazar el reóstato.
		Fallo del circuito de amortiguación AVR.	Cambiar el AVR.

5.7.11. Indicadores de mantenimiento

La eficacia del mantenimiento solo puede ser lograda mediante la comparación de los resultados obtenidos y resultados propuestos; ante ello, es necesario determinar expresiones cuantitativas que permita tomar decisiones rápidas y realizar análisis complementarios.

Se proponen utilizar los siguientes indicadores de clase mundial establecidos por Tavares (1999):

-Tiempo medio entre fallos (TMEF): Relación entre el tiempo de operación de la maquinaria y el número total de fallos detectados en el período observado.

$$\mathbf{TME\square} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \mathbf{HR\square\square}}{\sum_{i=1}^{n} \mathrm{N}\mathbf{TMC_i}}$$

$HROP_i$: tiempo total de operación del equipo i (h).

$NTMC_i$: fallos del equipo i en el período analizado.

-Tiempo para la reparación (TMPR): Relación entre el tiempo total de intervención correctiva y el número total de fallos detectados en el período analizado.

$$\mathbf{TM\square R} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \mathbf{HTMC_i}}{\sum_{i=1}^{n} \mathrm{N}\mathbf{TMC_i}}$$

$HTMC_i$: tiempo total de intervenciones correctivas al equipo i en el período analizado.

-Disponibilidad: Probabilidad de que el equipo esté operando satisfactoriamente, cuando se usa bajo condiciones estables, donde el tiempo total considerado incluye el tiempo de operación, tiempo activo de reparación, tiempo inactivo, tiempo en mantenimiento preventivo, tiempo administrativo y tiempo logístico.

$$D = \frac{\sum_{i=1}^{n} \mathbf{HCAL} - \mathbf{HMRN}}{\sum_{i=1}^{n} \mathbf{HCAL}}$$

HCAL: horas de un período considerado (horas calendario).

HMRN: número de horas intervenidos por el personal de mantenimiento para cada equipo observado.

La disponibilidad de un equipo puede ser calculada también como se muestra a continuación:

$$D = \frac{\mathbf{TMEF}}{\mathbf{TMEF} + \mathbf{TMPR}} * \mathbf{100}$$

TMEF: Tiempo medio entre fallos.

TMPR: Tiempo medio para la reparación.

CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Discusión

Los resultados obtenidos, a través del análisis cualitativo mediante la triangulación de informantes y técnicas de recolección de datos permitieron dar conocimiento sobre debilidades susceptibles a mejorar respecto al plan de mantenimiento del generador auxiliar e inclusive sobre la gestión del mantenimiento en forma global.

Los resultados son confiables, ya que se procedió a criterios metodológicos de investigación cualitativa, procediendo a corroborar desde las diversas fuentes de información todos los datos con los cuales se construyó el diagnóstico que permita evaluar y determinar la propuesta establecida.

Por otra parte, los resultados del diagnóstico referido no pueden ser generalizado a otros buques de la compañía u otras, ya que las características de la gestión del mantenimiento no solo varían de buque en buque, sino más aún de compañía en compañía, ya que cada empresa, bajo lineamientos generales que otorgan las clasificadoras, las autoridades y otros, suelen superar o gestionar su mantenimiento por debajo de un estándar recomendado.

Es importante además que la eficacia de un plan de mantenimiento no solo depende de conocimientos técnicos y de tareas predeterminadas, sino que depende del nivel de conocimiento administrativo respecto a los diversos enfoques de gestión del mantenimiento respecto a un sistema, instalación y/o equipos.

Por otra parte, respecto al estudio de López (2017), se avala su postura por la cual señala que los indicadores del mantenimiento forman elementos importantes para medir las deficiencias y procurar mejoras respecto a la gestión del mantenimiento; ya que a través de ellos, se comparan apreciaciones objetivas medibles los cuales pueden ser analizados con mayor énfasis, brindando una información mucho más acorde con la realidad. El autor desarrolló su estudio desde una perspectiva cualitativa, similar al desarrollo del presente estudio.

Respecto a la investigación de Olivos (2011) quien planteó realizar un programa de mantenimiento preventivo para una embarcación enfocándose principalmente en las responsabilidades, precauciones y descripción de tareas, lo cual guarda similitud con la propuesta presentada en el presente informe de investigación, pero que sumó

consideraciones vistas desde un punto de vista de la planificación estratégica; ya que la gestión del mantenimiento no solo depende del trabajo ejecutivo del personal, sino de los planes estratégicos que visualicen a todos los departamentos y personal de mantenimiento como un todo, brindándoles objetivos comunes de tal manera que todos realicen sus actividades sobre una meta en común.

Con la investigación presentado por Villafuerte (2009), se guardan concordancias metodológicas, ya que basó su análisis desde un enfoque cualitativo apelando a técnicas tales como la documentación, entrevista y observación, las cuales fueron aplicadas en el presente trabajo de investigación. Por otra parte, se avala su postura por la cual señala que en un plan de mantenimiento se deben considerar como mínimo las consideraciones establecidas por el fabricante y que además dichas consideraciones sean actualizadas por el personal que ejecuta el mantenimiento de tal forma que se cree una filosofía de mejora continua respecto a las actividades del mantenimiento. Respecto a las tareas de mantenimiento que propone destacan las de correctivo y preventivo; lo cual difiere de lo que se propuso en la propuesta del presente estudio, ya que sólo se basó en un plan de mantenimiento preventivo.

Respecto con el trabajo realizado por Diaz (2014) se hallan concordancias con sus resultados ya que evidencia un plan de mantenimiento inadecuado debido a falta de manuales, carencia de documentos actualizados y falta de períodos de mantenimientos respecto a la maquinaria de un buque escuela; cuestión similar a los resultados obtenidos del análisis realizado al plan de mantenimiento de los generadores que evidencia un panorama con muchas oportunidades para ser

mejorados. Otra coincidencia es que abordó su estudio desde un nivel exploratorio de investigación al igual del nivel adoptado en el presente proceso.

Con lo manifestado por Saltos (2013) se coincide con su apreciación respecto a que las diferentes partes que conforman la maquinaria principal y su aplicación correcta , sin lugar a duda permitirá aumentar la vida útil del motor y disminuirá los mantenimientos correctivos, cuestión similar que debería considerarse en una adecuada gestión del mantenimiento, lo cual puede ser logrado con los materiales necesarios y un conocimiento técnico especializado en los ejecutores del mantenimiento programado. Cabe resaltar que también realizó su estudio desde un enfoque cualitativo y que basó su análisis en 3 entrevistas y el análisis de formatos de registro.

Por último, con lo establecido por Gonzales (2012) quien abordó también su investigación desde un enfoque cualitativo, se concuerda con su afirmación sobre la cual sostiene que un plan de mantenimiento bien diseñado es extremadamente importante en una embarcación que realiza un servicio determinado, y que un mantenimiento programado será valioso no solo para organizar los trabajos del día a día, sino que también garantizará las condiciones de operatividad, confiabilidad y rentabilidad respecto a los costos propios de la gestión del mantenimiento; e inclusive mejorando la seguridad de quienes lo ejecutan y su confianza respecto a la operación de los sistemas, instalaciones y/o equipos.

6.2. Conclusiones

En concordancia con los resultados obtenidos, el diagnóstico realizado, y la propuesta brindada, se establecen conclusiones en función a los objetivos específicos:

Respecto al primer objetivo, el cual tuvo que ver con el diagnóstico del desarrollo del mantenimiento respecto a los generadores auxiliares el estudio, se concluye que, una auditoría de mantenimiento basada en la triangulación de técnicas de recolección de datos y unidades de información, proveen información profunda respecto a debilidades que puedan suscitarse en los planes de mantenimiento. Por otra parte, uno de los puntos más resaltantes fue la falta de organización estratégica del mantenimiento establecido, ya que no existe una comunicación adecuada entre el departamento de máquinas y el departamento de gestión de mantenimiento, y no se disponen de tareas claras sobre las actividades a realizarse respecto al mantenimiento de la maquinaria, ya que suele ser llevado por los oficiales a su manera y experiencia. Otro punto a destacar, es la filosofía de recorte de gastos con respecto a los repuestos, por parte del departamento de compras lo que conlleva a la larga a mayores gastos por agravios sustanciales a los que puede estar expuesta el equipo.

Sobre el objetivo, el cual planteó identificar oportunidades de mejora que se podrían aplicar al plan de mantenimiento de los generadores, se destacan: Respecto a la gestión de recursos, se estableció mejoras respecto al planeamiento estratégico del mantenimiento, proponiendo políticas de manteamiento, misión, visión y alcance.

Sobre el análisis de gestión de la información, se resaltan estrategias de mantenimiento que incluye un diagrama de responsabilidades y de ejecución del mantenimiento. Respecto al análisis de mantenimiento preventivo y mantenimiento predictivo, se proponen agregar posibles fallas y soluciones respecto a los componentes principales del generador auxiliar (motor diésel y alternador). Sobre la subcategoría de planeación y ejecución se plantean y se organizan las tareas de mantenimiento preventivo tanto para el motor diésel y el alternador. Por último, respecto a la subcategoría analizada, se brindó información del manejo de repuestos sobre los equipos críticos, tomando como base lo que establece la compañía.

Respecto al último objetivo específico, que se orientó a estructurar la propuesta de mejora, se puede afirmar que se estableció bajo dos perspectivas de manera integral. Una desde una perspectiva estratégica que involucra a los jefes de los departamentos que tienen responsabilidades en asuntos de mantenimiento, y otro bajo consideraciones que sean necesarias a aplicar desde un plano de la ejecución y la programación, donde se resalten indicadores que pueden tomarse en cuenta para verificar constantemente el nivel de mantenimiento aplicado, y que pueda dar indicadores de mejora en beneficio de la operatividad, confiabilidad y alargue de la vida útil de la maquinaria.

6.3. Recomendaciones

Se proponen las siguientes recomendaciones acordes con los hallazgos obtenidos en concordancia con los objetivos específicos:

-Se recomienda a la compañía evaluar las propuesta establecida en el presente estudio, de tal forma que pueda considerar y aplicar los ítems más adecuados y accesibles en el menor tiempo posible, con la intención de aplicarlas y en el corto tiempo evaluar su aplicación práctica, lo cual podría permitirles implementar acciones desde un punto de vista estratégico y operativo.

Se sugiere a la empresa, realizar capacitaciones al personal del departamento de gestión del mantenimiento, departamento de logística y el departamento de máquinas del buque, referidas a asuntos administrativos de la gestión del mantenimiento, donde se puedan abordar cuestiones sobre distintas estrategias y mecanismos para mejorar el plan de mantenimiento y la operatividad de la maquinaria. Un punto de partida, podría ser las recomendaciones establecidos por el ISO 5500X, referido a la gestión de activos de una compañía.

Se recomienda también, organizar todas sus actividades relacionadas a la programación y ejecución del mantenimiento respecto a los generadores auxiliares, incluyendo los requerimientos que establecen las sociedades de clasificación, y el Manual de gestión respecto del mantenimiento establecido por la compañía. Esto ayudará a disponer de una información más específica y un mayor control sobre las actividades realizadas en la maquinaria.

Por último, debido a que existen casi nulos estudios referidos a planes de mantenimiento en los buques en el ámbito nacional, se recomienda a los futuros investigadores a realizar estudios que tomen como referencia línea de investigación relacionados con “plan de mantenimiento” o “gestión del mantenimiento” orientado a la operación de las maquinarias que dispone un buque mercante.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Referencias bibliográficas

Díaz, C. (2014). *El plan de mantenimiento de la máquina de la maquinaria naval y la contribución para alargar la vida útil del buque escuela "Marañón"* (Tesis de licenciatura). Universidad de las Fuerzas Armadas, Ecuador.

Galar, D., Kumar, U., Aditya, P., & Berges-Muro, L. (2011). *Auditoria de mantenimiento*. Universidad de Zaragoza, España.

Galar, D., & Kumar, U. (2016). *Manual sobre auditoría de mantenimiento*. Estados Unidos: CRC Press.

González, R. (2012). *Diseño del plan de mantenimiento para una embarcación de 32 metros* (Tesis de licenciatura). Universidad de Cantabria, España.

Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw Hill.

IACS. (2006). *Estructura de mantenimiento planificado para máquinas.* Inglaterra: IACS.

ISO. (2014). *Norma ISO 55000: Gestión de activos – Aspectos generales, principios y terminología*. Suiza: ISO.

Jaramillo, O. (2013). *Propuesta del mantenimiento preventivo por medio del SIM al parque vehicular del municipio de Querétaro* (Tesis de licenciatura). Universidad Tecnológica de Querétaro, México.

López, O. (2017). *Aplicación de un plan de mantenimiento en la draga marinero Rivas del terminal portuario de Salaverry para mejorar su funcionamiento* (Tesis de licenciatura). Universidad César Vallejo, Perú.

Ñaupas, H., Valdivia, M., Palacios, J., & Romero, H. (2018). *Metodología de la investigación*. Colombia: Ediciones U.

Olivos, R. (2011). *Programa de mantenimiento preventivo para una embarcación de bahía de transporte de personal* (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional de Ingeniería, Perú.

OMI. (2018). *Código IGS – Código internacional de la gestión de la seguridad*. Inglaterra: OMI.

Oviedo, C., & Galvis, J. (2011). *Metodología para la implementación de un sistema de información integrado para el mantenimiento de redes de distribución de agua potable del amb S.A. ESP.* (Tesis de licenciatura). Universidad Industrial de Santander-UIS, Colombia.

PASS 55. (2008). *Evaluación de la infraestructura física y la optimización de la gestión*. Reino Unido: BS.

Ponce, F. (2016). *ISO 55000*. Universidad Internacional del Ecuador, Ecuador.

Salas, J., Rodriguez, N., & Díaz, A. (2018). *Auditoría de mantenimiento: La unión de dos herramientas esenciales para beneficio de la producción industrial moderna*. Universidad Privada Dr. Rafael Belloso Chacín, Venezuela.

Saltos, J. (2013). *Sistema de propulsión del buque escuela "Guayas" durante el crucero internacional 2012 y su mantenimiento programado. Propuesta de optimización del mantenimiento* (Tesis de licenciatura). Universidad de las Fuerzas Armadas, Ecuador.

SENATI – Servicio Nacional de Adiestramiento en Trabajo Industrial. (2004). *Gestión de mantenimiento*. Perú: SENATI.

SENATI – Servicio Nacional de Adiestramiento en Trabajo Industrial. (2017). *Planeamiento y programación del mantenimiento*. Perú: SENATI.

Tavares, L. (1999). *Administración moderna de mantenimiento*. Brasil: Novopolo.

Villafuerte, J. (2009). *Programa de mantenimiento de los ductos de escape de un motor de 850 HP de una embarcación pesquera* (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional de Ingeniería, Perú.

Referencias hemerográficas

RENOVETEC. (2015). Dínamo técnica N°17: *Técnicas de elaboración de planes de mantenimiento*. (4) (3), 36-42.

Referencias electrónicas

Aguado, N. (2008). *Ingeniería del mantenimiento*. https://www.xing.com/communities/posts/planear-y-programar-mantenimiento-1004976482

Alzaid, R. (2012). *Ventajas y beneficios de las auditorías de mantenimiento.* http://events.exicon-intl.com/app/webroot/js/ckfinder/userfiles/files/03%20-%20Rayed%20Al%20Zeid.pdf

Centro de conocimiento de la industria marítima. (2013). *Asociación internacional de sociedades de clasificación (IACS)*. https://www.maritimeinfo.org/es/Maritime-Directory/international-association-of-classification-societies-es-53dab9b6802f11e296950013721274c6

Federación Europea de Sociedades Nacionales de Mantenimiento – EFNMS. (2012). *Mantenimiento*. https://www.efnms.org/

García, R. (2018). *Sociedades de clasificación*. https://ingenieromarino.com/sociedades-de-clasificacion/#.XTgPn-hKhik

García, S. (2016). *Conceptos básicos*. https://www.youtube.com/watch?v=AcyYzyVM5b0

García, S. (2018). *Tipos de mantenimiento*. http://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-mantenimiento-industrial/305-tipos-de-mantenimiento

García, S. (2014). *Plan de mantenimiento.* http://mantenimiento.renovetec.com/plan-de-mantenimiento

Guzmán, R. (2017). *Diferencias entre plan, programa y proyecto*. https://www.academia.edu/10371578/DIFERENCIAS_ENTRE_PLAN_PROGRAMA_Y_PROYECTO

Kantharia, R. (2016). *¿Cómo realizar un plan de mantenimiento a bordo del buque?* https://www.marineinsight.com/guidelines/how-the-maintenance-plan-of-ship-is-made/

RENOVETEC. (2018). *Auditorías de mantenimiento*. http://www.elplandemantenimiento.com/index.php/auditorias-del-mantenimiento

Rojas, J. (2015). *Auditoría de mantenimiento*. https://prezi.com/w376mr_mrcmx/auditoria-de-mantenimiento/

Sondalini, M. (2015). *Estructuración de la auditoría de mantenimiento*. https://www.lifetime-reliability.com/cms/tutorials/maintenance-management/content-and-structure-of-maintenance-audit/

Tavares, L. (2003). *Auditorías de mantenimiento*. http://www.mantenimientoplanificado.com/gerardo%20trujillo%20noria/lourival%20AUDITORIA%20MANTENIMIENTO.pdf

Trujillo, G. (2014). *Aplicación de la norma ISO 5500X para la gestión de activos físicos*. https://es.scribd.com/document/224601556/Aplicacion-de-la-Norma-ISO-55000-para-la-Gestion-de-Activos-Fisicos-pdf

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: PROPUESTA DE MEJORA AL PLAN DE MANTENIMIENTO DE LOS GENERADORES AUXILIARES EN UN BUQUE TANQUE PETROLERO, 2019.
AUTORES: Bachiller en Ciencias Marítimas: CAPA Almeida, Gerson Francisco – GOMEZ Calderón, José Diego

PROBLEMA	**OBJETIVOS**	**CATEGORÍA DE ANÁLISIS**
Problema general ¿Con qué propuesta podría mejorarse el plan de mantenimiento de los generadores auxiliares en el buque tanque petrolero en estudio, 2019? **Problemas específicos** ¿Cómo se desarrolla el plan de mantenimiento de los generadores auxiliares en el buque tanque petrolero en estudio? ¿Cuáles son las oportunidades de mejora que se podrían aplicar al plan de mantenimiento de los generadores auxiliares en el buque tanque petrolero en estudio? ¿Cómo debe estructurarse la propuesta que pretende mejorar el plan de mantenimiento de los generadores auxiliares en el buque tanque petrolero en estudio?	**Objetivo general** Elaborar una propuesta que pretenda mejorar el plan de mantenimiento de los generadores auxiliares en el buque tanque petrolero en estudio, 2019. **Objetivos específicos** Realizar un diagnóstico sobre cómo se desarrolla el plan de mantenimiento de los generadores auxiliares en el buque tanque en estudio. Identificar cuáles son las oportunidades de mejora que se podrían aplicar al plan de mantenimiento de los generadores auxiliares en el buque tanque petrolero en estudio. Definir como debe estructurarse la propuesta que pretenda mejorar al plan de mantenimiento de los generadores auxiliares en el buque tanque petrolero en estudio.	Plan de mantenimiento de los generadores auxiliares **SUBCATEGORÍAS DE ANÁLISIS** -Gestión de recursos -Gestión de la información -Mantenimiento preventivo y equipamiento tecnológico (mantenimiento predictivo) -Planificación y ejecución -Soporte al mantenimiento, calidad y motivación **MUESTRA** Muestreo no probabilístico de tipo “elección razonada”. Se estableció como unidades de información: Sujetos: Superintendente 1 de la compañía, Superintendente 2 de la compañía, Jefe de Máquinas, Primer Oficial de Máquinas, Segundo Oficial de Máquinas, Electricista, Engrasador 1 y Engrasador 2. -Objetos: Generadores auxiliares, Programa de mantenimiento computarizado AMOS. -Documentos: Ship Particular (Particularidades

		del buque), Manual de gestión para buques operados por la compañía, Informe de actividades relacionadas al mantenimiento de los generadores auxiliares, Manual del motor diésel, Manual del alternador, Bitácora de máquinas.
		TECNICAS, INSTRUMENTOS Y HERRAMIENTAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS
		-Técnicas: Observación, Documentación, Entrevista, y Encuesta. -Instrumentos: Investigadores y Cuestionario de eficacia del mantenimiento (MES). -Herramientas: Notas de campo, ficha de investigación, guía de entrevista.
		METODOLOGÍA
		Ruta: Cualitativa Tipo: Básica Nivel: Exploratorio Diseño: Investigación -acción (Hernández, Fernández y Baptista, 2018) ; Ñaupas, Valdivia, Palacios y Romero (2018)
		PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN
		Se realizó a través de codificación abierta, axial, técnicas de corte, clasificación, palabras en contexto, etc.

ANEXO 2

MATRIZ CUALITATIVA RESPECTO A LA CATEGORÍA DE ANÁLISIS: CONGRUENCIA CUALITATIVA

Plan de mantenimiento de los generadores auxiliares					
Necesidades de información	**Posibles fuentes de información**	**Técnicas de recolección de datos**	**Instrumento de recolección de datos**	**Herramientas de recolección de datos**	**Unidades de información**
Gestión de recursos	(1) (2) (3) (4)	Observación (1) Documentación (2) Entrevista (3) Encuesta (4)	-Investigadores -Cuestionario de eficacia del mantenimiento	-Notas de campo -Ficha de investigación -Guía de entrevista	-Sujetos -Objetos -Documentos
Gestión de información	(1) (2) (3) (4)	Observación (1) Documentación (2) Entrevista (3) Encuesta (4)	-Investigadores -Cuestionario de eficacia del mantenimiento	-Notas de campo -Ficha de investigación -Guía de entrevista	-Sujetos -Objetos -Documentos
Mantenimiento preventivo y equipamiento tecnológico (mantenimiento predictivo)	(1) (2) (3) (4)	Observación (1) Documentación (2) Entrevista (3) Encuesta (4)	-Investigadores -Cuestionario de eficacia del mantenimiento	-Notas de campo -Ficha de investigación -Guía de entrevista	-Sujetos -Objetos -Documentos
Planificación y ejecución	(1) (2) (3) (4)	Observación (1) Documentación (2) Entrevista (3) Encuesta (4)	-Investigadores -Cuestionario de eficacia del mantenimiento	-Notas de campo -Ficha de investigación -Guía de entrevista	-Sujetos -Objetos -Documentos
Soporte al mantenimiento, calidad y motivación	(1) (2) (3) (4)	Observación (1) Documentación (2) Entrevista (3) Encuesta (4)	-Investigadores -Cuestionario de eficacia del mantenimiento	-Notas de campo -Ficha de investigación -Guía de entrevista	-Sujetos -Objetos -Documentos

ANEXO 3

MATRICES REFERENCIALES SEGÚN TÉCNICAS APLICADAS PARA EL PRESENTE ESTUDIO

MATRIZ DE OBSERVACIÓN

Categoría de análisis: Plan de mantenimiento de los generadores auxiliares						
Objeto a observar: -Generadores auxiliares, Programa de Mantenimiento Computarizado (AMOS)						
Objeto	**Indicador**	**Subcategoría de análisis**	**Observaciones**	**Herramienta de recolección de datos**	**Fecha**	**Hora de la observación**
Generadores auxiliares	Fallas	Mantenimiento preventivo y equipamiento tecnológico (mantenimiento predictivo)	1,2	Nota de campo 1	21-05-19	08:00
	Repuestos	Soporte al mantenimiento, calidad y motivación	1,2	Nota de campo 1	21-05-19	09:00
Plan de Mantenimiento Computarizado (AMOS)	Información del generador	Gestión de la información	1,2,3	Nota de campo 2	21-05-19	14:00
	Operación del programa	Gestión de la información	1,2	Nota de campo 2	21-05-19	15:00
	Programación	Gestión de la información	1	Nota de campo 2	21-05-19	16:00
	Certificación	Gestión de la información	1		21-05-19	16:00

MATRIZ DOCUMENTACIÓN

Categoría de análisis: Plan de mantenimiento de los generadores auxiliares					
Documento por estudiar	**Subcategoría de análisis**	**Localización del documento**	**Espacio de tiempo**	**Observaciones**	**Herramienta de recolección de datos**
Ship's Particular (Particularidades del buque)	1	Buque en estudio			Ficha de estudio documental
Manual de gestión para buques operados por la compañía	1	Buque en estudio			Ficha de estudio documental
Informe de actividades relacionadas al mantenimiento de los generadores auxiliares	3	Buque en estudio			Ficha de estudio documental
Manual del motor diesel	3,4	Buque en estudio			Ficha de estudio documental
Manual del alternador	3,4	Buque en estudio			Ficha de estudio documental
Bitácora de máquinas	2	Buque en estudio			Ficha de estudio documental

1	Gestión de recursos
2	Gestión de información
3	Mantenimiento preventivo y equipamiento tecnológico
4	Planificación y ejecución
5	Soporte al mantenimiento, calidad y motivación

MATRIZ ENTREVISTA

Categoría de análisis: Plan de mantenimiento de los generadores auxiliares					
Subcategoría de análisis	**Indicador**	**Pregunta de investigación**	**Instrumento de recolección de datos**	**Herramientas de recolección de datos**	**Unidades de información**
Gestión de recursos			Investigadores	Guía de entrevista	-Superintendente 1 -Superintendente 2 -Jefe de Máquinas -Primer Ingeniero -Segundo Ingeniero -Electricista -Engrasador 1 -Engrasador 2
Gestión de información			Investigadores	Guía de entrevista	-Superintendente 1 -Superintendente 2 -Jefe de Máquinas -Primer Ingeniero -Segundo Ingeniero -Electricista -Engrasador 1
Mantenimiento preventivo y equipamiento tecnológico			Investigadores	Guía de entrevista	-Superintendente 1 -Superintendente 2 -Jefe de Máquinas -Primer Ingeniero -Segundo Ingeniero -Electricista -Engrasador 1
Planificación y ejecución			Investigadores	Guía de entrevista	-Superintendente 1 -Superintendente 2 -Jefe de Máquinas

					-Primer Ingeniero -Segundo Ingeniero -Electricista -Engrasador 1
Soporte al mantenimiento, calidad y motivación			Investigadores	Guía de entrevista	-Superintendente 1 -Superintendente 2 -Jefe de Máquinas -Primer Ingeniero -Segundo Ingeniero -Electricista -Engrasador 1

MATRIZ ENCUESTA SEMICUANTITATIVA

Categoría de análisis: Plan de mantenimiento de los generadores auxiliares					
Instrumento de recolección de datos: Cuestionario de eficacia del mantenimiento (MES)					
Subcategoría de análisis	**Indicadores**	**Ítem**	**Tipo de escala**	**Amplitud de la escala**	**Unidades de información**
Gestión de recursos					-Superintendente 1 -Superintendente 2 -Jefe de Máquinas -Primer Ingeniero -Segundo Ingeniero -Electricista -Engrasador 1 -Engrasador 2
Gestión de información					-Superintendente 1 -Superintendente 2 -Jefe de Máquinas -Primer Ingeniero -Segundo Ingeniero -Electricista -Engrasador 1 -Engrasador 2
Mantenimiento preventivo y equipamiento tecnológico					-Superintendente 1 -Superintendente 2 -Jefe de Máquinas -Primer Ingeniero -Segundo Ingeniero -Electricista -Engrasador 1 -Engrasador 2
Planificación y					-Superintendente 1

ejecución					-Superintendente 2 -Jefe de Máquinas -Primer Ingeniero -Segundo Ingeniero -Electricista -Engrasador 1 -Engrasador 2
Soporte al mantenimiento, calidad y motivación					-Superintendente 1 -Superintendente 2 -Jefe de Máquinas -Primer Ingeniero -Segundo Ingeniero -Electricista -Engrasador 1 -Engrasador 2

ANEXO 4

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS GENERADORES AUXILIARES DEL BUQUE EN ESTUDIO

GENERATOR ENGINE # 1 (CRITICAL EQUIPMENT)

M/T ----------

HRS SINCE NEW : **68715**

		SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	**feb-19** **AE No 1**
HRS THIS QUARTER :	1365	213.5	491.6	484	414.9	466.1	

DESCRIP. OF EQUIPMENT	MAINT. INTERV.	No.	DATE O/H	HRS RUN LAST O/H	HRS RUN SINCE O/H	HRS TO GO	DATE DUE	SURVEY DUE	REMARKS
COMPLETE	10000		09.07.18	65426	3289	6711	SEP'20		PLAN BASED ON 350 R/H
O/H	Hrs								IN A MONTH
TOP O/H	5000		09.07.18	65426	3289	1711	SEP'20		
	Hrs								
CON-ROD BOLT	20000		09.07.18	65426	3289	16711	SEP'20		
RENEWAL	Hrs								
FUEL FEED	5000		31.05.18	65130.7	3584.3	1415.7	DEC'19		
PUMP O/H	Hrs								
FUEL	5000	1	09.02.19	68347	368	4632	JUL'19		
INJECTION	Hrs	2	09.02.19	68347	368	4632	JUL'19		

PUMPS O/H		3	09.02.19	68347	368	4632	JUL'19		
		4	09.02.19	68347	368	4632	JUL'19		
		5	09.02.19	68347	368	4632	JUL'19		
		6	09.02.19	68347	368	4632	JUL'19		
FUEL INJEC. P/P TIMING CHECK	2000 Hrs	A	22.09.18	66394.4	2320.6	-320.6	NOV'18		
		L							
		L							
FUEL INJECTORS O/H	2000 Hrs	1	30.01.18	68205.2	509.8	1490.2	MAY'19		
		2	30.01.18	68205.2	509.8	1490.2	MAY'19		
		3	30.01.18	68205.2	509.8	1490.2	MAY'19		
		4	30.01.18	68205.2	509.8	1490.2	MAY'19		
		5	30.01.18	68205.2	509.8	1490.2	MAY'19		
		6	30.01.18	68205.2	509.8	1490.2	MAY'19		
FUEL OIL PRIM FINE FILTERS	500 Hrs		30.01.19	68205.2	509.8	-9.8	ENE'19		Cleaned Monthly
FUEL OIL SEC. FILTERS	500 Hrs		30.01.19	68205.2	509.8	-9.8	ENE'19		Cleaned Monthly
L.O. PUMP O/H	10000 Hrs		17.08.18	65887.8	2827.2	7172.8	OCT'20		
CRANKCASE OIL RENEWAL	1500 Hrs		11.11.18	66960	1755	-255	OCT'18		
L.O. FILTERS	500		30.01.19	68205.2	509.8	-9.8	ENE'19		Cleaned Monthly

CLEANING	Hrs								
T/C L.O.FILTERS	2000		10.11.18	66960	1755	245	SEP'18		Limpiados mensualmente.
RENEW	Hrs								Se pueden lavar hasta (04) veces

DESCRIP. OF EQUIPMENT	MAINT. INTERV.	No.	LAST O/H	HRS RUN LAST O/H	HRS RUN SINCE O/H	HRS TO GO	DATE DUE	SURVEY DUE	REMARKS
L.O. COOLER	1440		30.01.18	68205.2	509.8	930.2	JAN.'18		
CLEANING	Hrs								
GOVERNOR	2500		30.01.19	68205.2	509.8	1990.2	DEC.'18		
OIL RENEWAL	Hrs								
MAIN BEARING	10000		09.07.18	65426	3289	6711	FEB'18		
CHECK	Hrs								
MAIN BEARING	10000		09.07.18	65426	3289	6711	FEB'18		
BOLTS CHECK	Hrs								
CRANKSHAFT	2500		30.01.18	68205.2	509.8	1990.2	OCT.'17		
DEFLECTION	Hrs								
C.W. PUMP O/H	5000		14.08.18	65837.8	2877.2	2122.8	OCT'19		
	Hrs								
F.W. COOLER	1440	1	09.07.18	65426	3289	-1849	OCT'18		
CLEANING	Hrs	2	09.07.18	65426	3289	-1849	OCT'18		

LUB. OIL CENTRIFUGER FILTER CLEAN	500 Hrs		30.01.19	68205.2	509.8	-9.8	ENE'19		Cleaned Monthly
GREASING OF GOVERNOR LINKAGES	500 Hrs		29.01.19	68184	531	-31	MAY'18		Greased Monthly
GOVERNOR O/H	10000 Hrs		29.05.16	58650	10065	-65	SEP.'18		
STARTING MOTOR CHECK	2500 Hrs		30.01.18	68205.2	509.8	1990.2	JUNE.'17		
STARTING AIR MOTOR O/H	8000 Hrs		17.03.16	58430	10285	-2285	MAY'18		
TAPPET CLEARANCE CHECK	1000 Hrs	A L L	30.01.18	68205.2	509.8	490.2	AUG'18		
T/C O/H	10000 Hrs		13.05.18	64904.2	3810.8	6189.2	SEP'19		
CHARGED AIR COOLER CLEAN (S.W. SIDE)	2000 Hrs		09.07.18	65426	3289	-1289	APR.'18		

AIR COOLER	4000		09.07.18	65426	3289	711	DEC.'18		
CLEANING	Hrs								
(AIR SIDE)									

DESCRIP. OF EQUIPMENT	MAINT. INTERV.	No.	LAST O/H	HRS RUN LAST O/H	HRS RUN SINCE O/H	HRS TO GO	DATE DUE	SURVEY DUE	REMARKS
FOUNDATION	500		30.01.18	68205.2	509.8	**-9.8**	JUN.'18		Checked Monthly
BOLTS CHECK	Hrs								
ALT AIR	500		30.01.18	68205.2	509.8	**-9.8**	JUN.'18		Cleaned Monthly
FILTERS CHANGE	Hrs								
ALT. BEARING	2500		21.09.18	66299	2416	**84**	SEP.'18		
OIL RENEW	Hrs								
ALTERNATOR	16000		09.07.18	65426	3289	**12711**	JAN'17		
CLEAN	Hrs								
L.O. ANALYSIS	4500		19.12.18	67556.5	1158.5	**3341.5**	MAR'18		
TEST	Hrs								
INDICATOR	5000	1	09.07.18	65426	3289	**1711**	JAN.'19		
COCKS O/H	Hrs	2	09.07.18	65426	3289	**1711**	JAN.'19		
		3	09.07.18	65426	3289	**1711**	JAN.'19		
		4	09.07.18	65426	3289	**1711**	JAN.'19		
		5	09.07.18	65426	3289	**1711**	JAN.'19		
		6	09.07.18	65426	3289	**1711**	JAN.'19		

AUTOMATIC	9000		29.10.18	66809	1906	**7094**	FEB'19		
S.W. V/V O/H	Hrs								
AUX ENG NO 1	750		01.02.19	68232	483	**267**	DEC'18		
PERFOMANCE	Hrs								
MGO FEED PUMP OVERHAUL	10000		31.05.18	65130.7	3584.3	**6415.7**	SEP'20		
	Hrs								
L.O PRE LUBRICATION PUMP	10000		31.05.18	65130.7	3584.3	**6415.7**	SEP'20		
	Hrs								

GENERATOR ENGINE # 2 (CRITICAL EQUIPMENT)

M/T ----------

HRS SINCE NEW : **64163**

		SEP	OCT	NOV	DEC	ENE	**feb-19**
HRS THIS QUARTER :	475.3	439.6	319.4	183.8	212.8	78.7	**AE No 2**

DESCRIP. OF EQUIPMENT	MAINT. INTERV.	No.	DATE O/H	HRS RUN LAST O/H	HRS RUN SINCE O/H	HRS TO GO	DATE DUE	SURVEY DUE	REMARKS
COMPLETE O/H	10000		18.09.18	52566.4	11597	-1596.6	19		PLAN BASED ON 350 R/H
	Hrs								IN A MONTH
TOP O/H	5000		20.08.18	59811	4352	648	FEB.'19		

	Hrs								
CON-ROD BOLT RENEWAL	20000 Hrs		08.03.18	42150	22013	-2013	JUL.'18		
FUEL FEED PUMP O/H	5000 Hrs		31.05.18	61820.8	2342.2	2657.8	JUL'20		
FUEL INJECTION PUMPS O/H	5000 Hrs	1	06.11.18	63395	768	4232	JUL'20		
		2	19.11.18	63490	673	4327	JUL'20		
		3	19.11.18	63490	673	4327	JUL'20		
		4	06.11.18	63395	768	4232	JUL'20		
		5	19.11.18	63490	673	4327	JUL'20		
		6	19.11.18	63490	673	4327	JUL'20		
FUEL INJEC. P/P TIMING CHECK	2000 Hrs	A	22.09.18	62978.9	1184.1	815.9	APR.'19		
		L							
		L							
FUEL INJECTORS O/H	2000 Hrs	1	24.10.18	63275	888	1112	FEB'19		
		2	24.10.18	63275	888	1112	FEB'19		
		3	24.10.18	63275	888	1112	FEB'19		
		4	24.10.18	63275	888	1112	FEB'19		
		5	24.10.18	63275	888	1112	FEB'19		
		6	24.10.18	63275	888	1112	FEB'19		
FUEL OIL PRIM FINE FILTERS	500 Hrs		17.12.18	63777	386	114	ENE'19		Cleaned Monthly
FUEL OIL SEC. FILTERS	500 Hrs		17.12.18	63777	386	114	ENE'19		Cleaned Monthly
L.O. PUMP O/H	10000		15.08.18	62480.2	1682.8	8317.2	OCT'20		

	Hrs								
CRANKCASE OIL RENEWAL	1500 Hrs		20.08.18	62587	1576	-76	NOV'18		
L.O. FILTERS CLEANING	500 Hrs		17.12.18	63777	386	114	ENE'19		Cleaned Monthly
T/C L.O.FILTERS RENEW	2000 Hrs		20.08.18	62587	1576	424	SEP.'18		Limpiados mensualmente. Se pueden lavar hasta (04) veces

DESCRIP. OF EQUIPMENT	MAINT. INTERV.	No.	LAST O/H	HRS RUN LAST O/H	HRS RUN SINCE O/H	HRS TO GO	DATE DUE	SURVEY DUE	REMARKS
L.O. COOLER CLEANING	1440 Hrs		07.01.19	63862	301	1139	FEB.19		
GOVERNOR OIL RENEWAL	2500 Hrs		06.08.18	62268.9	1894.1	605.9			
MAIN BEARING CHECK	10000 Hrs		18.09.15	52324	11839	-1839	AUG'18		
MAIN BEARING BOLTS CHECK	10000 Hrs		18.09.15	52324	11839	-1839	AUG'18		
CRANKSHAFT DEFLECTION	2500 Hrs		27.06.17	58688	5475	-2975	ABR.'18		
C.W. PUMP O/H	5000 Hrs		10.08.18	62330.5	1832.5	3167.5	OCT'18		
F.W. COOLER CLEANING	1440 Hrs	1	06.06.18	61820.8	2342.2	-902.2	OCT'18		
		2	06.06.18	61820.8	2342.2	-902.2	OCT'18		

LUB. OIL CENTRIFUGER FILTER CLEAN	500 Hrs		17.12.18	63777	386	114	ENE'19		Cleaned Monthly
GREASING OF GOVERNOR LINKAGES	500 Hrs		29.01.19	63917	246	254	MAY.'18		Greased Monthly
GOVERNOR O/H	10000 Hrs		29.05.16	55920	8243	1757	JUL.'19		
STARTING MOTOR CHECK	2500 Hrs		12.05.16	55920	8243	-5743	JUNE.'17		
STARTING AIR MOTOR O/H	8000 Hrs		12.05.16	55920	8243	-243	JAN'19		
TAPPET CLEARANCE CHECK	1000 Hrs	ALL	11.10.18	63308	855	145	AUG'18		
T/C O/H	10000 Hrs		08.07.18	62413.8	1749.2	8250.8	AUG'20		
CHARGED AIR COOLER CLEAN (S.W. SIDE)	2000 Hrs		10.11.17	59890	4273	-2273	JUN.'18		
AIR COOLER CLEANING (AIR SIDE)	4000 Hrs		10.11.17	59890	4273	-273	DEC.'18		

DESCRIP. OF	MAINT.	No.	LAST	HRS RUN	HRS RUN	HRS	DATE	SURVEY	REMARKS

EQUIPMENT	INTERV.		O/H	LAST O/H	SINCE O/H	TO GO	DUE	DUE	
FOUNDATION BOLTS CHECK	500 Hrs		26.03.18	61192	2971	**-2471**	JUN.'18		Checked Monthly
ALT AIR FILTERS CHANGE	500 Hrs		21.09.18	62966.4	1196.6	**-696.6**	JUN.'18		Cleaned Monthly
ALT. BEARING OIL RENEW	2500 Hrs		21.09.18	62966.4	1196.6	**1303.4**			
ALTERNATOR CLEAN	16000 Hrs		15.09.13	42950	21213	**-5213**	AUG'17		
L.O. ANALYSIS TEST	4500 Hrs		1912.18	63810.8	352.2	**4147.8**	MAR'19		
INDICATOR COCKS O/H	5000 Hrs	1	25.11.17	59811	4352	**648**	MAR.'19		
		2	25.11.17	59811	4352	**648**	MAR.'19		
		3	25.11.17	59811	4352	**648**	MAR.'19		
		4	25.11.17	59811	4352	**648**	MAR.'19		
		5	25.11.17	59811	4352	**648**	MAR.'19		
		6	25.11.17	59811	4352	**648**	MAR.'19		
AUTOMATIC S.W. V/V O/H	9000 Hrs		30.10.18	63438	725	**8275**	DEC'19		
AUX ENG NO 1 PERFOMANCE	750 Hrs		22.11.18	63578	585	**165**	DEC'18		
MGO FEED PUMP OVERHAUL	10000 Hrs		31.05.18	61820.8	2342.2	**7657.8**	SEP'20		
L.O PRE LUBRICATION	10000		31.05.18	61820.8	2342.2	**7657.8**	SEP'20		INCLUDING ELECTRICAL MOTOR

PUMP	Hrs								

GENERATOR ENGINE # 3 (CRITICAL EQUIPMENT)

M/T ----------

HRS SINCE NEW : **64603**

		SEP	OCT	NOV	DEC	ENE	**mayo-19 AE No 3**
HRS THIS QUARTER :	1405.6	354.1	361.9	462.5	489.4	453.7	

DESCRIP. OF EQUIPMENT	MAINT. INTERV.	No.	DATE O/H	HRS RUN LAST O/H	HRS RUN SINCE O/H	HRS TO GO	DATE DUE	SURVEY DUE	REMARKS
COMPLETE	10000		08.05.19	64591	12	9988	SEP'18		PLAN BASED ON 350 R/H
O/H	Hrs								IN A MONTH
TOP O/H	5000		08.05.19	64591	12	4988	FEB'19		
	Hrs								
CON-ROD BOLT	20000		08.05.19	64591	12	19988	JUL'18		
RENEWAL	Hrs								
FUEL FEED	5000		31.05.18	61821	2782	2218	JUL'20		
PUMP O/H	Hrs								
FUEL	5000	1	06.11.18	63395	1208	3792	JUL'20		
INJECTION	Hrs	2	19.11.18	63490	1113	3887	JUL'20		
PUMPS O/H		3	08.05.19	64591	12	4988	JUL'20		
		4	06.11.18	63395	1208	3792	JUL'20		
		5	19.11.18	63490	1113	3887	JUL'20		
		6	19.11.18	63490	1113	3887	JUL'20		

FUEL INJEC. P/P TIMING CHECK	2000 Hrs	A	08.05.19	64591	12	1988	APR'19		-8
		L							
		L							
FUEL INJECTORS O/H	2000 Hrs	1	24.10.18	63275	1328	672	FEB'19		
		2	24.10.18	63275	1328	672	FEB'19		
		3	24.10.18	63275	1328	672	FEB'19		
		4	24.10.18	63275	1328	672	FEB'19		
		5	24.10.18	63275	1328	672	FEB'19		
		6	24.10.18	63275	1328	672	FEB'19		
FUEL OIL PRIM FINE FILTERS	500 Hrs		08.05.19	64591	12	488	ENE'19		Cleaned Monthly
FUEL OIL SEC. FILTERS	500 Hrs		08.05.19	64591	12	488	ENE'19		Cleaned Monthly
L.O. PUMP O/H	10000 Hrs		15.08.18	62480	2123	7877	OCT'20		
CRANKCASE OIL RENEWAL	1500 Hrs		08.05.19	64591	12	1488	NOV'18		
L.O. FILTERS CLEANING	500 Hrs		08.05.19	64591	12	488	ENE'19		Cleaned Monthly
T/C L.O.FILTERS RENEW	2000 Hrs		08.05.19	64591	12	1988	SEP'18		Limpiados mensualmente.
									Se pueden lavar hasta (04) veces

DESCRIP. OF EQUIPMENT	MAINT. INTERV.	No.	LAST O/H	HRS RUN LAST O/H	HRS RUN SINCE O/H	HRS TO GO	DATE DUE	SURVEY DUE	REMARKS
L.O. COOLER CLEANING	1440 Hrs		08.05.19	64591	12	1428	FEB'19		
GOVERNOR OIL RENEWAL	2500 Hrs		08.05.19	64591	12	2488			
MAIN BEARING CHECK	10000 Hrs		08.05.19	64591	12	9988	AUG'18		
MAIN BEARING BOLTS CHECK	10000 Hrs		08.05.19	64591	12	9988	AUG'18		
CRANKSHAFT DEFLECTION	2500 Hrs		08.05.19	64591	12	2488	APR'18		
C.W. PUMP O/H	5000 Hrs		10.08.18	62331	2272	2728	OCT'18		
F.W. COOLER CLEANING	1440 Hrs	1	06.03.19	64262	341	1099	OCT'19		
		2	06.03.19	64262	341	1099	OCT'19		
LUB. OIL CENTRIFUGER FILTER CLEAN	500 Hrs		08.05.19	64591	12	488	MAR'19		Cleaned Monthly
GREASING OF GOVERNOR LINKAGES	500 Hrs		08.05.19	64591	12	488	MAY'18		Greased Monthly

GOVERNOR O/H	10000 Hrs		25.06.19	61240	3363	6637	FEB.'19		
STARTING MOTOR CHECK	2500 Hrs		10.03.19	64296	307	2193	JUN'20		
STARTING AIR MOTOR O/H	8000 Hrs		12.05.16	55920	8683	-683	JAN'19		
TAPPET CLEARANCE CHECK	1000 Hrs	A L L	08.05.19	64591	12	988	AUG'18		
T/C O/H	10000 Hrs		08.07.18	62414	2189	7811	AUG'20		
CHARGED AIR COOLER CLEAN (S.W. SIDE)	2000 Hrs		08.05.19	64591	12	1988	JUN'18		
AIR COOLER CLEANING (AIR SIDE)	4000 Hrs		08.05.19	64591	12	3988	DEC'18		

DESCRIP. OF EQUIPMENT	MAINT. INTERV.	No.	LAST O/H	HRS RUN LAST O/H	HRS RUN SINCE O/H	HRS TO GO	DATE DUE	SURVEY DUE	REMARKS
FOUNDATION BOLTS CHECK	500 Hrs		08.05.19	64295	308	**192**	JUN'18		Checked Monthly
ALT AIR	500		08.05.19	64591	12	**488**	JUN'18		Cleaned Monthly

FILTERS CHANGE	Hrs								
ALT. BEARING	2500		08.05.19	64591	12	**2488**			
OIL RENEW	Hrs								
ALTERNATOR	16000		08.05.19	64591	12	**15988**	AUG'19		
CLEAN	Hrs								
L.O. ANALYSIS	4500		19.12.18	63811	792	**3708**	MAR'19		
TEST	Hrs								
INDICATOR	5000	1	08.05.19	64591	12	**4988**	MAR'19		
COCKS O/H	Hrs	2	25.11.17	59811	4792	**208**	MAR'19		
		3	25.11.17	59811	4792	**208**	MAR'19		
		4	25.11.17	59811	4792	**208**	MAR'19		
		5	25.11.17	59811	4792	**208**	MAR'19		
		6	25.11.17	59811	4792	**208**	MAR'19		
AUTOMATIC	9000		08.05.19	64591	12	**8988**	DEC'19		
S.W. V/V O/H	Hrs								
AUX ENG NO 3	750		08.05.19	64591	12	**738**	DEC'18		
PERFOMANCE	Hrs								
MGO FEED PUMP	10000		31.05.18	61821	2782	**7218**	SEP'20		
OVERHAUL	Hrs								
L.O PRE LUBRICATION	10000		31.05.18	61821	2782	**7218**	SEP'20		INCLUDING ELECTRICAL MOTOR
PUMP	Hrs								

ANEXO 5

NOTAS DE CAMPO

NOTA DE CAMPO N° 1

-) Generadores auxiliares

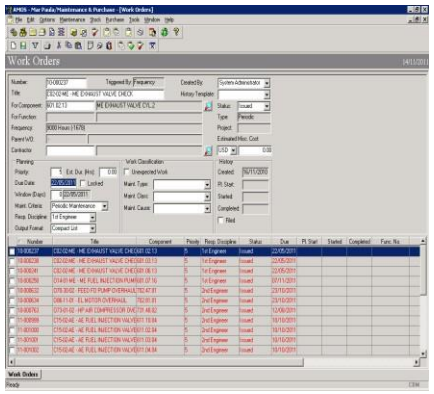
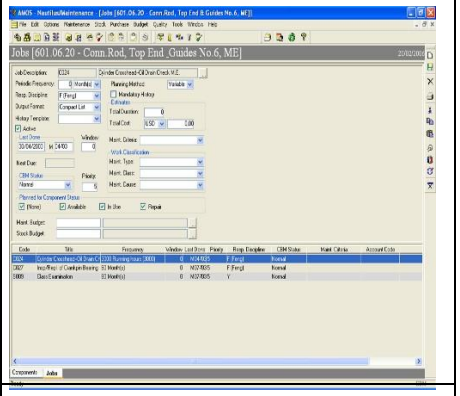
Indicador	OBS. N°	DESCRIPCIÓN DE LA OBSERVACIÓN	FOTO
Fallas	1	-Se observó que el generador presentaba algunas fallas, las cuales venían siendo constantes debido a la mala gestión de mantenimiento presenciada en el programa de mantenimiento. Por ejemplo, la alta temperatura del aceite de refrigeración, que se debe a la falta de mantenimiento de los tubos en los cuales se produce el intercambio de temperatura, esta falla también se debe a la obstrucción de las tomas de agua de mar, la cual presenta grandes cantidades de animales marinos, lo cual es generado por la falla constante de la protección catódica.	Enfriador de aceite
	2	-Se presenciaron equipos que carecían de mantenimiento preventivo debido ya que no estaban incluidos en el programa de mantenimiento computarizado ni en el programa de mantenimiento interno del jefe de máquinas. Por ejemplo el soplado del turbocompresor que debe realizarse diariamente, la revisión del limit switch que debe realizarse cada mes que está ubicado en la volante, y debe ser tomado con seriedad por seguridad propia de los operadores, además la revisión de las válvulas de seguridad de las tapas del carter, consiguientemente se	Botón de encendido local

		encontró que el tornillo de ajuste de los balancines estaba desgastado, y por último se pudo evidenciar que el botón de encendido local de la maquina presentaba fallas, debido a la falta de mantenimiento eléctrico.	Tornillo de ajuste Turbocompresor

Repuestos	1	-Los repuestos evidenciados del generador son repuestos alternativos, esto quiere decir que no son de una calidad buena, y no son los originales de la maquina propia, esto trae consigo una serie de dificultades, debido a la poca duración y producción de los repuestos.	Fuga de combustible debido a repuestos alternativos
	2	-Los repuestos enviados por la empresa muchas veces no son los mismos a los que se solicitan, es por ello que muchas veces se tiene que improvisar o poner los mismos repuestos fallados para no causar un desastre en la máquina.	

NOTA DE CAMPO N° 2

-) Programa de Mantenimiento Computarizado (AMOS)

Indicador	OBS. N°	DESCRIPCIÓN DE LA OBSERVACIÓN	FOTO
Información del generador	1	La información que el programa AMOS nos brinda es una información copiada de otro manual, o de otro buque, ya que figuran equipos y componentes que no se encuentran en el buque en estudio. Esto hace imposible un correcto mantenimiento de los equipos, ya que se necesita de información clara y precisa para poder llevar a cabo un correcto mantenimiento.	
	2	Las tareas que nos brinda el programa AMOS o SCGM son tareas que no tienen relación con las tareas realizadas actualmente, debido a que no tienen los correctos intervalos de tiempo. Esto hace que los oficiales a cargo tengan una distorsión de tiempo con respecto a los intervalos de tiempo, y no tengan conocimiento de cuando se debe hacer el correcto mantenimiento a un equipo, esto genera el incremento de mantenimientos correctivos en la máquina.	
	3	Se encontró que la lista de repuestos de debería figurar en el programa AMOS, no está correctamente actualizada, debido a la mala organización de mantenimiento y al mal manejo del programa por parte de los oficiales encargados.	

Indicador	OBS. N°	DESCRIPCIÓN DE LA OBSERVACIÓN	FOTO
Operación del programa	1	La operación del programa AMOS no es la correcta debido a la falta de capacitación de los oficiales, esto se da por la mala gestión de la empresa, debido a que se debió capacitar correctamente a los oficiales para que puedan operar correctamente y poder solucionar cualquier percance con respecto al SCGM.	
	2	Se observó que el programa AMOS es un programa complicado de manejar, esto genera que los oficiales demoren más tiempo de lo calculado al momento de generar sus reportes y completar los informes de las tareas realizadas diariamente, esto hace que otros trabajos pendientes tengan que posponerse y por ende deteriora el correcto mantenimiento preventivo que debe realizarse.	
Programación	1	Se pudo evidenciar que la información implantada en el programa de mantenimiento no es la correcta esto se debe a una mala programación del software por las personas encargadas, las personas que configuraron el programa con las características del buque no fueron personas relacionadas con el ámbito marítimo y mecánico, es por eso que el programa presenta características de otros buques.	
Certificación	1	El programa AMOS debe ser actualizado cada cierto tiempo según la sociedad clasificadora que certifica, pero esto no se presencia.	

ANEXO 6

FICHA DE ESTUDIO DOCUMENTAL

Documento estudiado	OBS. N°	DESCRIPCIÓN DE LA OBSERVACIÓN	Indicador	Subcategoria de análisis
Ship's particular (Particularidades del buque)	1	El buque tiene una antigüedad de 16 años.	Antigüedad	
	2	El manufacturador de los generadores auxiliares es japonés y corresponde a la empresa YANMAR.	Manufacturador	
	3	Existen 3 Unidades, cada unidad posee una potencia 615 Kw.	Números de unidades / potencia	
Manual de gestión para buques operados por la compañía	1	Se establece que el buque y su maquinaria, equipo e instalaciones, deben ser mantenidos para que cumplan con: -Los requerimientos de seguridad. -Las obligaciones contractuales. -Las reglas y regulaciones emitidas por las autoridades y por la sociedad clasificadora en relación a la seguridad y prevención de la contaminación.	Lineamientos generales sobre el mantenimiento en el buque	
	2	El área de flota es responsable de: -Programar las inspecciones técnicas y de flota por lo menos 2 veces al año. -Verificar que las instrucciones para trabajos especiales hayan sido dadas y que estén de acuerdo con manuales e instrucciones. -Se cumplan los objetivos del Sistema Planificado de Mantenimiento y Sistema Preventivo de	Responsabilidades del departamento de flota	

Documento estudiado	OBS. N°	DESCRIPCIÓN DE LA OBSERVACIÓN	Indicador	Subcategoria de análisis
		Mantenimiento Preventivo de Mantenimiento de Cubierta y Máquinas. -Verificar que el trabajo de mantenimiento sea reportado en los informes mensuales de las naves y registrado en un formato, de tal manera que permita verificar que el trabajo se realizó. -Examinar los reportes y monitorear el cumplimiento de los planes de mantenimiento programados, para asegurar su realización oportuna. -Coordinar con el comando del buque el cumplimiento del Programa de las Inspecciones Técnicas y de Flota y verificar que estas sean efectuadas. -Archivar los reportes de mantenimiento, por un período de 3 años. -Preparar las instrucciones en base a la información recibida de los manuales de los cuales servirán como instrucciones de mantenimiento.		
	3	El departamento de QS-TMSA, es responsable de asegurar que las instrucciones y documentación relacionada al Sistema de Gestión de Seguridad se distribuyan hacia los lugares de lucha contraincendios.	Responsabilidades del departamento de QS-TMSA (Tanker Management and Self Assessment)	
	4	El Capitán es responsable de:	Responsabilidades del Capitán	

Documento estudiado	OBS. N°	DESCRIPCIÓN DE LA OBSERVACIÓN	Indicador	Subcategoria de análisis
		-Verificar que los trabajos del buque en general, sean realizados. -Verificar que el trabajo de mantenimiento es realizado de acuerdo con los Manuales, procedimientos e instrucciones establecidos. -Reportar al superintendente los asuntos referentes al mantenimiento.		
	5	El Primer Oficial de Puente es responsable de: -Mantenimiento del casco del buque y la cubierta. -Mantenimiento de la superestructura y de los equipos de salvamento. -Asesor y apoyar al Jefe de Máquinas en el mantenimiento de los equipos de planta de gas y de seguridad. -Informe mensual de cubierta (que se enviará a los superintendentes de flota). -Sistema Planificado de Mantenimiento, su control, correcto llenado y actualización permanente.	Responsabilidades del Primer Oficial de Puente	
	6	El Jefe de Máquinas es responsable de: -El mantenimiento de la maquinaria y de las instalaciones eléctricas. -Asegurar que el trabajo de mantenimiento es llevado a cabo de acuerdo con las instrucciones.	Responsabilidades del Jefe de Máquinas	

Documento estudiado	OBS. N°	DESCRIPCIÓN DE LA OBSERVACIÓN	Indicador	Subcategoria de análisis
		-Mantener registros, enviar copias de estos y reportar al Superintendente. -El envío al Departamento de Flota del Reporte Mensual de Mantenimiento. -Mantener al día el SMP (Sistema Mantenimiento Planificado) del buque. -Atenderá las deficiencias reportadas por el Capitán o los oficiales de cubierta.		
	7	El mantenimiento preventivo consiste en: -Mantenimiento general, común a todos los buques. -Mantenimiento especial, considerando las condiciones específicas, instalaciones y equipos en cada buque en particular. El mantenimiento general del buque periódico y programado; se realiza a la maquinaria , equipos e instalaciones se efectúa conforme a lo descrito en las instrucciones de trabajo general de cada nave. El mantenimiento especial, se realiza en base a las instrucciones específicas y comprende: -Maquinaria de propulsión, auxiliar y de carga. -Instalaciones eléctricas. -Equipo de navegación y salvamento. -Instalaciones de cubierta, de la sala de máquinas y accesorios específicos para cada buque.	Alcances del mantenimiento preventivo	

Documento estudiado	OBS. N°	DESCRIPCIÓN DE LA OBSERVACIÓN	Indicador	Subcategoria de análisis
		-Verificación y calibración de todos los instrumentos fijos y portatíles.		
	8	Los planes de mantenimiento para el mantenimiento y para trabajos de reparación, deben incluir previsiones para las inspecciones obligatorias por los representantes de la compañía aseguradora, de las autoridades o de la sociedad clasificadora. Esto es aplicado particularmente a: -Los diques. -La reparación de daños. -Al eje de cola de la hélice. -La reparación o mantenimiento del sistema de carga. -La inspección de los equipos de salvamento y de seguridad.	Previsiones del mantenimiento para las inspecciones obligatorias	
	9	El mantenimiento y trabajos de reparación deben ser reportados al Gerente de Flota mediante los informes mensuales de cubierta e ingeniería.	Reportes	
	10	La empresa considera “equipos críticos”, aquellos que pueden crear situaciones peligrosas. Se mantendrá registro de operatividad y de fallas en el Sistema Planificado de Mantenimiento y Sistema Preventivo de Mantenimiento de Cubierta y Máquinas. Las fallas o defectos deben reportarse a la oficina.	Definición de equipos críticos	

Documento estudiado	OBS. N°	DESCRIPCIÓN DE LA OBSERVACIÓN	Indicador	Subcategoria de análisis
		Los análisis de aceite de la Máquina principal y auxiliares, eje de cola y pitch propeller se consideran de mantenimiento preventivo, los cuales deben ser analizados en un período que no exceda los 6 meses, a menos que el fabricante considere necesario un período menor. Los jefes de máquinas serán responsables de que las muestras se envíen a los laboratorios respectivos. En caso que por algún motivo no se envíe dicho análisis el Jefe de Máquina deberá informar al Superintendente de la Nave dicho retraso, asimismo el dpto. de flota será el responsable del seguimiento de dicho análisis.	Análisis de aceite	
		La compañía determina como equipos críticos de máquinas a los siguientes: -Detector fijo de incendios. -Bomba contra incendio de emergencia. -Sistema de gas inerte. -Máquina principal. -Generador de emergencia o set de baterías de emergencia. Como sistemas críticos señala los siguientes: -Sistema de propulsión. -Sistema de generación de energía.	Determinación de equipos y sistemas críticos	
	11	Se establece que cada nave deberá contar con un stock mínimo de repuestos para los equipos críticos. La relación y cantidad de los respuestos mínimos deberá ser preparada por el	Repuestos mínimos para equipos críticos	

Documento estudiado	OBS. N°	DESCRIPCIÓN DE LA OBSERVACIÓN	Indicador	Subcategoria de análisis
		Superintendente en coordinación con cada jefe de máquinas, asimismo el inventario deberá estar siempre actualizado y disponible para cuando sea solicitado por alguna entidad interesada.		
Informe de actividades relacionadas al mantenimiento de los generadores auxiliares	1	Se observan tareas de mantenimiento preventivo tales como: -Verificación del tiempo de inyección de combustible. -Limpieza de filtros finos de combustible. -Renovación de aceite de cárter. -Limpieza de filtros de aceite. -Limpieza de filtros de aceite del turbo compresor. -Limpieza de enfriador de aceite. -Cambio de aceite del gobernador. -Verificación del rodamiento principal. -Verificación de las flexiones del cigüeñal. -Verificación de los pernos del cigüeñal. -Limpieza de agua de refrigeración. -Limpieza del filtro centrifugo de aceite. -Engrasamiento de enlaces de gobernador. -Verificación del motor de aire de arranque. -Verificación de luces de válvulas. -Limpieza de cámara de aire de barrido. -Limpieza del enfriador de aire. -Verificación de pernos. -Cambio de los filtros de aire del alternador.	Mantenimiento preventivo	

Documento estudiado	OBS. N°	DESCRIPCIÓN DE LA OBSERVACIÓN	Indicador	Subcategoria de análisis
		-Análisis de aceite. -Verificación de la bomba de aceite de pre-lubricación.		
	2	Se observan tareas de mantenimiento predictivo tales como: -Con respecto a la toma de parámetros numéricos se observa: • Temperatura de gases de escape de cada unidad (termómetro local y termómetro infrarrojo laser). • Temperatura de agua de refrigeración de cada unidad (termómetro local y termómetro infrarrojo laser). • Temperatura de aire de barrido (termómetro local y termómetro infrarrojo laser). •Temperatura de aceite de refrigeración (termómetro local y termómetro infrarrojo laser). •Temperatura de cojinete de entrada y salida del alternador (termómetro infrarrojo laser). •Presión de combustible (manómetro). •Presión de aire de arranque (manómetro). •Presión de aceite (manómetro). •Revoluciones (tacómetro). •Carga (vatihorímetro). -Con respecto a las rondas rutinarias se observa: •Cantidad de aceite (varilla de medición). •Olores extraños (olfato).	Mantenimiento predictivo	

Documento estudiado	OBS. N°	DESCRIPCIÓN DE LA OBSERVACIÓN	Indicador	Subcategoria de análisis
		•Fugas de aceite, aire, agua o combustible (vista y tacto). •Ruidos extraños (audición). •Ventilación correcta (tacto).		
	3	No se observan tareas y/o consideraciones respecto al mantenimiento correctivo.	Mantenimiento correctivo	
	4	Se observan tareas de mantenimiento ceros horas a los siguientes equipos: -Bomba de alimentación de petróleo. -Bomba de alimentación de diésel. -Bombas de inyección de combustible. -Inyectores de combustible. -Bomba de aceite. -Bomba de agua de refrigeración. -Gobernador. -Motor de aire de arranque. -Turbo compresor. -Grifos indicadores. -Válvula automática de agua de mar.	Mantenimiento cero horas (Overhaul)	
Manual del motor diésel	1	EL manual del motor diésel respecto a los generadores auxiliares está en el idioma inglés.	Idioma inglés	
	2	El manual no se encuentra actualizado.	Actualización	
	3	El manual provee una serie de recomendaciones los cuales no se con considerados en el plan de mantenimiento actual del buque	Consideraciones	

Documento estudiado	OBS. N°	DESCRIPCIÓN DE LA OBSERVACIÓN	Indicador	Subcategoria de análisis
Manual del alternador	1	EL manual del motor diésel respecto a los generadores auxiliares esta en el idioma inglés.	Idioma inglés	
	2	Se pudo observar que el manul provee recomendaciones para un plan de mantenimiento preventivo los cuales no son considerados por el buque.	Tareas de mantenimiento	
	3	El manual provee consideraciones respecto a posibles fallas y soluciones los cuales no están siendo considerados de forma explícita en un programa.	Fallas y soluciones	

ANEXO 7

CONSENTIMIENTO INFORMADO APLICADO ANTES DE REALIZAR ENTREVISTAS A LA MUESTRA DE ESTUDIO

CONSENTIMIENTO INFORMADO

"PROPUESTA DE MEJORA AL PLAN DE MANTENIMIENTO DE LOS GENERADORES AUXILIARES DE UN BUQUE TANQUE PETROLERO, 2019"

Yo,_____, identificado con el número de DNI que aparece al pie de mi firma, acepto participar de manera voluntaria del proceso de recolección de datos e información para el trabajo de investigación en mención, realizado por los investigadores:

-Bachiller en Ciencias Marítimas Capa Almeida, Gerson Francisco.

-Bachiller en Ciencias Marítimas Gómez Calderón, José Diego.

Accedo a participar y me comprometo a responder las preguntas que se me hagan de la forma más honesta posible, así como de participar en caso de ser requerido en actividades propias del proceso. Autorizo a que lo hablado durante las entrevistas o sesiones de trabajo sea grabado en video o en audio, así como también autorizo a que los datos que se obtengan del proceso de investigación sean utilizados, para efectos de sistematización y publicación del resultado final de la investigación.

Las personas que realizan el estudio garantizan que, en todo momento, la información recogida a los participantes será confidencial y sus datos serán tratados de forma anónima

Expreso que los investigadores me han explicado con antelación el objetivo y alcances de dicho proceso.

Firma: _____

DNI:

Cargo:

Fecha:

ANEXO 8

RECOLECCIÓN DE DATOS PROVENIENTE DE LA TRASNCRIPCIÓN DE ENTREVISTAS APLICADAS

Superintendente 1
1. ¿Considera usted que para la elaboración de los planes y programas de mantenimiento de los generadores auxiliares existe personal con nivel de conocimientos y capacidad de análisis adecuados para dicho objetivo?
En primer lugar la compañía es una compañía de prestigio y reconocida a nivel mundial, con metas y visiones a seguir. Es por ello que la elección del personal que labora en nuestra compañía tiene un nivel apropiado para desarrollarse con eficaz en los planes que tiene la compañía. Tenemos un plan de mantenimiento abordo implementado que es el AMOS, el cual es un programa que registra y predominan las tareas a realizar para cada equipo que compone el funcionamiento operativo del buque. El departamento de máquinas se encuentra capacitado para el manejo de la misma y para dar hincapié a los trabajos a realizar.
2. ¿Existe una comunicación constante entre el departamento de máquinas y el departamento de la gestión del mantenimiento en la empresa?
-La comunicación que existe entre el área de gestión de mantenimiento y el departamento de máquinas abordo es mediante el programa AMOS, el cual que por medios de envíos y recepción de emails se genera la comunicación en el cual indican los procedimientos realizados abordo, como también las tareas que faltan realizar por falta de repuestos, también se manifiestan el stock que se necesita para generar un buen plan de mantenimiento, las necesidades que tiene el departamento en cuanto al manejo del tiempo en tomarse para realizar dicho trabajo, entre otros puntos más a tomar en consideración.
3. ¿Cómo se realiza el mantenimiento preventivo y predictivo en los generadores auxiliares (Motor diésel + alternador) en el buque tanque en estudio?
-El mantenimiento preventivo se realiza a través de la planificación que se lleva a cabo en el programa de mantenimiento, AMOS. En el plan de mantenimiento predomina las horas de trabajo que cumple una maquina o elemento de la misma para así realizarse su mantenimiento, también se encuentra el stock que se necesita para la realización del mantenimiento, las piezas a utilizarse. Una vez realizada el mantenimiento el AMOS nos da a conocer su próximo mantenimiento de la misma con fechas y horas de trabajos a tomar. Por otro lado en el mantenimiento predictivo se da específicamente por la experiencia vivida de cada oficial abordo, en este tipo de mantenimiento se usa para evitar fallas y/o minimizar las mismas para así llevar un trabajo eficaz y potenciado de la maquinaria.
4. ¿Existe el equipamiento tecnológico adecuado para realizar un mantenimiento predictivo eficaz?
-El único equipo tecnológico que existe abordo es el programa o plan de mantenimiento AMOS, el cual por medio de la misma se lleva a cabo para evitar fallas futuras y llevar un correcto mantenimiento para minimizar riesgos. Por otro lado como ya bien sabeos que el mantenimiento predictivo es más que todo predecir un ERROR O FALLA y así evitar riesgos que produzcan peligro en la operación.
5. ¿Se dispone de un programa de mantenimiento claro y concreto sobre las tareas de mantenimiento preventivo a realizarse en los generadores auxiliares?
-El programa de mantenimiento que existe abordo y se maneja en la compañía es el AMOS, en donde se manejan y disponen las tareas a cumplir para cada maquinaria que se disponga abordo. Si hablamos del generador en específico el programa de mantenimiento nos indica las horas de trabajo realizadas de la máquina, cuando le toda su próximo mantenimiento y también nos indica cuando le toca su próximos overhaul a realizarse.

6. ¿La ejecución del mantenimiento preventivo se suele realizar sin ninguna novedad?
-Mayormente la realización de un mantenimiento preventivo se suele realizar sin ninguna novedad porque es un mantenimiento que ya ESTA PROGRAMADO A GENERARSE, es por ello que su ejecución es casi efectiva porque para hacer el trabajo se debe haber antes hecho y gestionado un plan para determinada maquinaria. Lo único que podría hacer que haya una novedad es que no se haya los repuestos necesarios para realizar un eficaz mantenimiento o puede ser también que la persona sea nueva y no haya sido antes capacitado.
7. ¿Se cuentan con los repuestos necesarios para ejecutar un mantenimiento preventivo, predictivo, correctivo y cero horas de forma adecuado?
-Los repuestos y stock que se maneja abordo muchas veces no abarca lo necesario que se necesita para realizar un mantenimiento efectivo. Muchas veces por falta de un repuesto es que se retrasa el mantenimiento o tarea a realizar, también muchas veces hay el stock pero no el repuesto original y que necesariamente tiene que ser un cambio de pieza por pieza en original, por ende esto también tarda la ejecución del trabajo de mantenimiento.
Superintendente 2
1. ¿Considera usted que para la elaboración de los planes y programas de mantenimiento de los generadores auxiliares existe personal con nivel de conocimientos y capacidad de análisis adecuados para dicho objetivo?
- Según testimonio del superintendente 2 menciono que para la elaboración del plan de mantenimiento estaban unidos el departamento de gestión de mantenimiento con el departamento de operación, con el fin de tener una sola misión, y de esta forma compartir ideas y soluciones para un mismo fin. Por otro lado con respecto al programa de mantenimiento, en este caso es el programa AMOS, se elaboró con respecto a los manuales del fabricante.
2. ¿Existe una comunicación constante entre el departamento de máquinas y el departamento de la gestión del mantenimiento en la empresa?
- El entrevistado menciono que la comunicación es constante con el departamento de máquinas (Jefe de Máquinas), ya que debe hacerse un seguimiento diario del comportamiento de la máquina, así como se le deben hacer llegar las novedades que puedan generarse en el buque.
3. ¿Cómo se realiza el mantenimiento preventivo y predictivo en los generadores auxiliares (Motor diésel + alternador) en el buque tanque en estudio?
-El entrevistado menciona que el mantenimiento preventivo se lleva a cabo de un programa computarizado llamado AMOS, según lo mencionado el programa facilita las ordenes de trabajo para que los oficiales a cargo tengan un mejor control de sus equipos a cargo, este programa se está implementando a los buques de la empresa para poder llevar un mejor control de los equipos y de los trabajos realizados diariamente en el buque desde tierra. Con respecto al mantenimiento predictivo, se realizan diariamente toma de para metros de los equipos a bordo para llevar un control de variaciones con respecto a temperaturas y presiones.
4. ¿Existen el equipamiento tecnológico adecuado para realizar un mantenimiento predictivo eficaz?
- El entrevistado menciono que para realizar un correcto mantenimiento predictivo se necesitan diversas herramientas tecnológicas, las cuales tienen un valor un poco por encima de su presupuesto, de igual forma son proporcionadas pero muchas veces son deterioradas rápidamente por las personas a cargo en el buque, es por eso que se puede evidenciar que algunos buques no cuentan con ese tipo de aparatos tecnológicos y eso lleva a que tengan que tomas parámetros básicos.
5. ¿Se dispone de un programa de mantenimiento claro y concreto sobre las tareas de mantenimiento preventivo a realizarse en los generadores auxiliares?
- El programa de mantenimiento que se ha proporcionado es un programa

computarizado, este programa se ha proporcionado para poder llevar un mejor control de las tareas y equipos a bordo, esto quiere decir que en efecto es un programa que ayuda a la gestión del mantenimiento en los buques que se ha implementado este programa.
6. ¿La ejecución del mantenimiento preventivo se suele realizar sin ninguna novedad?
- El entrevistado menciono que muchas veces los trabajos de mantenimiento se ejecutan sin novedades, pero siempre existen percances a bordo los cuales son solucionados por el personal a cargo, ya que son personas con experiencia laboral de años la que ellos tienen, por otro lado, siempre se realizan inspecciones rutinarias en los buques de la compañía por parte de los superintendentes, esto lleva a que haya un mejor seguimiento de las novedades que se presentan en la sala de máquinas.
7. ¿Se cuentan con los repuestos necesarios para ejecutar un mantenimiento preventivo, predictivo, correctivo y cero horas de forma adecuado?
- El entrevistado menciona que se trata siempre de poder comprar repuestos originales pero muchas veces el presupuesto no es el suficiente para poder tener un buen stock de repuestos originales, es por eso que se busca aminorar gastos con repuestos que no son críticos, estos repuestos son alternativos o en pocas palabras no son originales.
Jefe de Máquinas
1. ¿Considera usted que para la elaboración de los planes y programas de mantenimiento de los generadores auxiliares existe personal con nivel de conocimientos y capacidad de análisis adecuados para dicho objetivo?
-En cuanto a mi punto de vista y consideración que tengo para con mi equipo de trabajo considero que mi equipo está preparado para cualquier tarea a realizar, pero para la elaboración de un plan de mantenimiento se necesitan muchos puntos a seguir y tomar en cuenta, se necesita de tiempo para emplear un plan y muchas veces estando abordo no se cuenta con tiempo suficiente para hacer un plan programado. El nivel lo hay, la capacidad también pero no el tiempo necesario para la misma.
2. ¿Existe una comunicación constante entre el departamento de máquinas y el departamento de la gestión del mantenimiento en la empresa?
-La comunicación que se lleva a cabo con la gestión de mantenimiento (tierra) y el departamento de máquinas (oficiales) es mediante correos, indicando las tareas realizadas, tareas por hacer, pedidos de repuestos, etc.
3. ¿Cómo se realiza el mantenimiento preventivo y predictivo en los generadores auxiliares (Motor diésel + alternador) en el buque tanque en estudio?
-En lo personal yo manejo un programa de mantenimiento el cual tome como ejemplo de mi antigua empresa, eso lo lleve a la nave para así gestionar los trabajos, llevar un registro de parámetros, niveles, ejecución, etc. Por este programa manejado por mi es donde manejo mi mantenimiento programado para las distintas maquinarias encontradas en un sistema de operación. En cuanto al mantenimiento predictivo ya nos lleva a la necesidad de identificar variables físicas como la temperatura, presión, consumo de energía, etc. Las cuales nos dan información sobre problemas que puedan ser subsanadas. Es decir cada oficial por su experiencia abordo ya tiene en mente las posibles fallas.
4. ¿Existe el equipamiento tecnológico adecuado para realizar un mantenimiento predictivo eficaz?
-El entrevistado establece que el equipamiento tecnológico que manejan abordo es el Excel que lo usa como un plan de mantenimiento predictivo para detectar posibles fallas que pueden ocurrir en un sistema operativo. En este programa (Excel) dispone de un historial de la máquina y de su comportamiento operacional, más no lleva una planificación de técnicas para ejecutar, no lleva a cabo un manejo de seguridad a la hora de realizar el mantenimiento.
5. ¿Se dispone de un programa de mantenimiento claro y concreto sobre las tareas de mantenimiento preventivo a realizarse en los generadores auxiliares?

-En entrevistado establece que si hay una disposición de un programada de mantenimiento, uno que ha sido creado por el entrevistado mismo y otro establecido por el área de gestión de mantenimiento, pero que no está bien establecido porque no hay una buena organización de materiales a utilizar así como la disposición del recurso humano que se encargara de las tareas pre establecidas, no se precisa revisiones que generan contar con una variedad de repuestos que van hacer utilizados, lo cual esto puede demandar que el mantenimiento sea costoso.
6. ¿La ejecución del mantenimiento preventivo se suele realizar sin ninguna novedad?
-El entrevistado establece que las novedades siempre están presentes en una tarea a realizar para dar un buen mantenimiento a cualquier maquinaria, así no haya repuestos nuevos ni originales se predomina lo que hay quedando así pues la maquina en mantenimiento en un estado poco confiable para continuar con la misma potencia de trabajo que en un inicio tenia. Muchas veces el tiempo juega un papel importante para la realización de dicho mantenimiento como también las operaciones de trabajo que se llevan a cabo.
7. ¿Se cuentan con los repuestos necesarios para ejecutar un mantenimiento preventivo, predictivo, correctivo y cero horas de forma adecuado?
-El entrevistado establece que los repuestos existen pero muchas veces hacen no para una mejor eficacia de trabajo se necesita de repuesto originales para con el cual se alargue más la vida de la misma.
Primer Ingeniero
1. ¿Considera usted que para la elaboración de los planes y programas de mantenimiento de los generadores auxiliares existe personal con nivel de conocimientos y capacidad de análisis adecuados para dicho objetivo?
- La persona entrevistada menciono que el plan de mantenimiento fue elaborado por una persona externa, pero al parecer esa persona no estaba relacionada con la sala de máquinas, ya que se pueden evidenciar muchos problemas con respecto al programa. Con respecto a esa problemática han tenido que elaborar un programa de mantenimiento interno, basándose a los equipos más importantes para poder llevarles seguimiento.
2. ¿Existe una comunicación constante entre el departamento de máquinas y el departamento de la gestión del mantenimiento en la empresa?
- El entrevistado menciono que la comunicación se lleva a cabo mediante diferentes medios de comunicación y es entre el jefe de máquinas y el superintendente, ellos llevan las novedades de las máquinas y los pedidos de repuestos son evaluados mediante esos medios, ya que en el programa AMOS no están correctamente los códigos de los equipos.
3. ¿Cómo se realiza el mantenimiento preventivo y predictivo en los generadores auxiliares (Motor diésel + alternador) en el buque tanque en estudio?
- El mantenimiento debería llevarse a cabo mediante el programa computarizado, pero este no es útil para los trabajos diarios, es por eso que los trabajos diarios se elaboran mediante previa conversación entre los encargados de los equipos, y la revisión del programa de mantenimiento interno que llevan los oficiales a bordo. Por otro lado, con respecto al alternador no se le hace un mantenimiento profundo, los mantenimientos programados del alternador muchas veces los hacen técnicos externos. El mantenimiento predictivo se lleva a cabo mediante el personal de guardia, y se toma periódicamente los parámetros durante todo el día, mas solo se apuntan en la bitácora los parámetros de la mañana.
4. ¿Existen el equipamiento tecnológico adecuado para realizar un mantenimiento predictivo eficaz?
- El oficial entrevistado nos mencionó que muchas veces carecen de herramientas de medición sofisticadas y estas se piden al departamento de compras para que puedan ser enviadas, pero los pedidos no llegan, hay un problema con el tema de los pedidos, estos tienen que ser pedidos más de una vez para que puedan tomarle interés y recién

ser enviados.
5. ¿Se dispone de un programa de mantenimiento claro y concreto sobre las tareas de mantenimiento preventivo a realizarse en los generadores auxiliares?
- Con el tema del mantenimiento preventivo, el entrevistado contesto que supuestamente es el programa AMOS pero por la falta de información y las fallas que presenta, ellos se guían del programa creado basado en equipos críticos y en la experiencia de cada uno de los oficiales a bordo.
6. ¿La ejecución del mantenimiento preventivo se suele realizar sin ninguna novedad?
- El entrevistado menciono que debido a los repuestos alternativos y a los repuestos que muchas veces no son los pedidos, se tiene que improvisar para poder adecuar estos repuestos al generador, en pocas palabras hacen un mantenimiento modificativo, la falta de un buen programa de mantenimiento y la carencia de repuestos originales, hacen que se presenten mantenimientos correctivos con mayor frecuencia.
7. ¿Se cuentan con los repuestos necesarios para ejecutar un mantenimiento preventivo, predictivo, correctivo y cero horas de forma adecuado?
- El entrevistado menciono que los repuestos no eran los indicados para hacerle un buen mantenimiento a la máquina, pero debido a la importancia de la máquina, el jefe de máquinas había llegado a un acuerdo con el departamento de compras, en que le envíen repuestos originales, de solo los equipos críticos, los equipos semi-criticos si son renovados con repuestos alternativos, los cuales hacen que el intervalo de tiempo de reparaciones se acorte.
Segundo Ingeniero
1. ¿Considera usted que para la elaboración de los planes y programas de mantenimiento de los generadores auxiliares existe personal con nivel de conocimientos y capacidad de análisis adecuados para dicho objetivo?
-El entrevistado indica que para realizar un plan de mantenimiento se necesita de personal capacitado y necesariamente dedicado a la gestión de mantenimiento, por ende concluye que la tripulación tanto del departamento de máquinas como el departamento de navegación no hay personal que destaque en ese ámbito, más que todo porque no tiene el tiempo necesario para hacerlo, falta de capacitaciones de parte de la empresa interesada en la buena gestión de mantenimiento abordo, entre otros factores que influyan a la elaboración de un plan y programa de mantenimiento. El investigador determina que solo existe un programa de mantenimiento la cual es llevada por el jefe del departamento y que hace poco se implementó un programada llamado AMOS el cual no es efectivo como debería de serlo, especifica que solo es un pantallazo para poder pasar auditorías internas y externas.
2. ¿Existe una comunicación constante entre el departamento de máquinas y el departamento de la gestión del mantenimiento en la empresa?
-El entrevistado manifiesta que el tipo de comunicación muchas veces es muy pobre porque normalmente los únicos que tienen algún tipo de comunicación son las dos cabezas que hay en la nave, hablamos del jefe del departamento de máquinas como también del capitán de la nave. Toda comunicación o cualquier tipo de sugerencia que se desees llegar a la compañía primero tiene que pasar por medio de las cabezas, es por eso que eso le genera fastidio porque la comunicación debería ser la misma para todos. Manifiesta que hay dos tipos de comunicación las cuales son, vía telefónica y vía emails.
3. ¿Cómo se realiza el mantenimiento preventivo y predictivo en los generadores auxiliares (Motor diésel + alternador) en el buque tanque en estudio?
-El entrevistado manifiesta que el trabajo preventivo y predictivo se canaliza mediante apuntes diarias de parámetros y presiones, rondas diarias verificando alguna falla o fuga, estos parámetros y/o observación con alguna novedad son anotados en la bitácora del departamento de máquinas para así tener un diagnostico diario de cómo está trabajando el generador principal como también las horas de trabajo que cada

componente que comprende al generador tiene y una vez cumplida poder hacerle su mantenimiento o cambio respectivo. Es así como se lleva un mantenimiento predictivo y preventivo.
4. ¿Existen el equipamiento tecnológico adecuado para realizar un mantenimiento predictivo eficaz?
-El entrevistado establece que muchas veces a la hora de realizar un mantenimiento no se tiene las herramientas necesarias para realizar las tareas y/o trabajos dispuestos por el jefe del departamento como también del área de gestión de mantenimiento, es por ello que por lo general se tiende a retrasar el trabajo porque se tiene que ingeniar muchos métodos para poder cumplir con la misma. En este punto casi siempre entra a tallar el mecánico que dicho sea de paso tampoco tiene los materiales necesarios para poder hacer alguna pieza indispensable y así ayudar a realizar al mantenimiento. El entrevistado concluye que no hay un equipamiento tecnológico adecuado para realizar un buen mantenimiento predictivo
5. ¿Se dispone de un programa de mantenimiento claro y concreto sobre las tareas de mantenimiento preventivo a realizarse en los generadores auxiliares?
-El entrevistado manifiesta que el programa de mantenimiento manejado abordo es una disposición nueva para todo el personal ya que se incorporó a los trabajos recién el presente año. Nos comenta que el programa está en su totalidad en ingles lo cual hace todavía más ineficiente el poder manejar el programa, manifestó que por ser de bandera que maneja un idioma española el programa o cualquier programa que se incorpore debería de ser en español para el entendimiento de todos para así poder manejarlo y hacer un trabajo efectivo y eficaz. Para concluir el entrevistado asegura que el programa manejado por el jefe del departamento de la nave es mucho mejor de seguir que el nuevo programa implementado el presentado año (AMOS).
6. ¿La ejecución del mantenimiento preventivo se suele realizar sin ninguna novedad?
-El entrevistado nos indica que debería de realizarse sin ninguna novedad porque se entiende que como ya está planificado para realizar, se debería tener ya todas las herramientas, piezas, personal, etc. Ya listos para la ejecución de la tarea pero no suele ser así. Manifiesta que siempre falta detalles a pulir para poder realizar un buen mantenimiento como por ejemplo: herramientas, plan a seguir para dar el mantenimiento respectivo, personal, piezas originales.
7. ¿Se cuentan con los repuestos necesarios para ejecutar un mantenimiento preventivo, predictivo, correctivo y cero horas de forma adecuado?
-El entrevistado nos indica que no se cuenta con los repuestos necesarios para la ejecución de un buen mantenimiento, habiendo el jefe del departamento ya hecho pedido para realizar el trabajo pero lamentablemente el repuesto o pieza pedida no llega a tiempo, demoran en traerla y así no se puede dar un mantenimiento efectivo para poder alargar la vida de la máquina.
Electricista
1. ¿Considera usted que para la elaboración de los planes y programas de mantenimiento de los generadores auxiliares existe personal con nivel de conocimientos y capacidad de análisis adecuados para dicho objetivo?
- El entrevistado menciono que con respecto al alternador no existe un programa de mantenimiento, ya que el AMOS es un programa que no usan y en el programa interno del jefe de máquinas solo figura una tarea muy simple del alternador. Comenta que para hacer un programa de mantenimiento del alternador deben tener conocimiento y como mínimo deberían hacerlo un electricista experimentado y un oficial de máquinas, pero esto no se ha dado.
2. ¿Existe una comunicación constante entre el departamento de máquinas y el departamento de la gestión del mantenimiento en la empresa?
- El entrevistado menciono que la comunicación que se lleva a cabo es vía el jefe de máquinas, hacia el superintendente, ya que los encargados de las maquinas no pueden tener un contacto directo con el superintendente, pero siempre que les d

visitas al buque, se le trata de hacer conocer algunas inquietudes.
3. ¿Cómo se realiza el mantenimiento preventivo y predictivo en los generadores auxiliares (Motor diésel + alternador) en el buque tanque en estudio?
- El entrevistado menciono que por la parte del motor diesel el solo ve algunos trabajos simples, pero en la parte del alternador, debido a la falta de un programa de mantenimiento, él debe fijarse en el manual para poder evidenciar algunas tareas. Por otro lado también menciono que por política del departamento de máquinas, no se suele hacer trabajos profundos en el alternador, un motivo principal es la falta de herramientas y espacio para poder desmontar el alternador y hacerle un examen profundo. Es por esa razón que vienen especialistas externos a hacerle mantenimiento o a llevarse alguna pieza a tierra para poder solventar las fallas.
4. ¿Existen el equipamiento tecnológico adecuado para realizar un mantenimiento predictivo eficaz?
- El entrevistado menciono que, con respecto al alternador, no se cuenta con equipamiento tecnológico, es por eso que no se hacen muchos trabajos dentro de este, solo algunos mantenimientos básicos, basándose a lo que dice el manual.
5. ¿Se dispone de un programa de mantenimiento claro y concreto sobre las tareas de mantenimiento preventivo a realizarse en los generadores auxiliares?
- Con respecto al alternador no existe un programa de mantenimiento, solo las indicaciones del fabricante que se encuentran en el manual, el cual es un poco dificultoso de entender debido al bajo nivel de inglés que tiene, pero de alguna forma trata de descifrar el significado de las palabras.
6. ¿La ejecución del mantenimiento preventivo se suele realizar sin ninguna novedad?
- Respecto a ese tema el entrevistado menciono que por la falta de un programa de mantenimiento solo se le hacen tareas simples al generador, las cuales no tienen novedad alguna.
7. ¿Se cuentan con los repuestos necesarios para ejecutar un mantenimiento preventivo, predictivo, correctivo y cero horas de forma adecuado?
- Los repuestos con los que cuenta no son repuestos para poder hacer un mantenimiento cero horas, los repuestos son básicos debido a que solo se le aplican mantenimientos básicos al alternador.
Engrasador 1
1. ¿Considera usted que para la elaboración de los planes y programas de mantenimiento de los generadores auxiliares existe personal con nivel de conocimientos y capacidad de análisis adecuados para dicho objetivo?
-El entrevistado considera que todo el personal abordo se encuentra capacitado para realizar las funciones y tareas propuestas por el programa de mantenimiento pero manifiesta que para elaborar un plan de manteamiento se necesita de un personal específicamente encargado de realizarlo, porque abordo se juega una mala pasada el cual es el TIEMPO insuficiente para poder al menos intentar hacerlo.
2. ¿Existe una comunicación constante entre el departamento de máquinas y el departamento de la gestión del mantenimiento en la empresa?
-El entrevistado indica que la comunicación que si existe una comunicación, vía telefónica y por media de correos – email, las cuales por medio de la misma se puede expresar y manifestar lo necesario.
3. ¿Cómo se realiza el mantenimiento preventivo y predictivo en los generadores auxiliares (Motor diésel + alternador) en el buque tanque en estudio?
-El entrevistado manifiesta que los trabajos realizados abordo cumplen un rol fundamental para llevar la seguridad de todo el personal así como también la efectividad de la misma, es por ello que hablando del generador indica que el solo sigue instrucciones de su oficial al mando y que a veces acota alguna idea o solución para el mantenimiento.
4. ¿Existen el equipamiento tecnológico adecuado para realizar un mantenimiento predictivo eficaz?

-El entrevistado manifiesta que hace falta muchas herramientas de trabajo para poder realizar las tareas encomendadas por el jefe del departamento, muchas veces se usa la fuerza física para poder destornillar una tuerca, o sacar un filtro, levantar una unidad, entre muchas otras. Por eso concluye que no hay equipamiento para realizar un correcto mantenimiento predictivo eficaz.
5. ¿Se dispone de un programa de mantenimiento claro y concreto sobre las tareas de mantenimiento preventivo a realizarse en los generadores auxiliares?
-El entrevistado manifiesta que el programa es controlado por el jefe de máquinas y oficiales mas no por los engrasador que dicho sea de paso son una ayuda para el mantenimiento de todo el departamento de máquinas.
6. ¿La ejecución del mantenimiento preventivo se suele realizar sin ninguna novedad?
-El entrevistado manifiesta que siempre hay novedades antes de realizarse un mantenimiento, los factores que influyen mucho son la falta de repuestos y el tiempo para realizarse el mantenimiento.
7. ¿Se cuentan con los repuestos necesarios para ejecutar un mantenimiento preventivo, predictivo, correctivo y cero horas de forma adecuado?
-El entrevistado manifiesta como ya menciono en la pregunta anterior que lo más implica a un buen mantenimiento son las herramientas y repuestos para ser cambiados y así el generador o maquinas estén mucho más efectivos y potenciados para operar.

ANEXO 9

ENCUESTA DE EFICACIA DE MANTENIMIENTO (MES) Y RESULTADOS PRELIMINARES

Área:

Cargo:

Fecha:

Categoría: Gestión de recursos				
Criterios: **1 = por debajo del promedio** **2 = promedio** **3 = por arriba del promedio**				
N°	**Factores a evaluar**	**1**	**2**	**3**
1	¿Siente que el área de gestión de mantenimiento en la compañía está dotado para realizar su trabajo?			
2	¿La estructura completa de la organización de mantenimiento es lógica y ayuda al cumplimiento de las actividades de mantenimiento?			
3	¿El área encargada de la gestión del mantenimiento ayuda a eliminar ciertos percances que los encargados en la ejecución del mantenimiento puedan tener, pero sobre los cuales no tienen control?			
4	¿El área de gestión del mantenimiento en la compañía estimula a alcanzar las metas sobre el mantenimiento propiamente dicho de los equipos?			
5	¿El área de gestión del mantenimiento estimula al departamento de máquinas para hacer su trabajo de forma eficiente?			
6	¿Se desarrollan equipos de trabajo (área de gestión del mantenimiento y el departamento de máquinas), para resolver problemáticas que afectan a ambos departamentos?			
7	¿El área de gestión del mantenimiento estimula al personal del departamento de máquinas (oficiales y engrasadores, etc) a que trabajen juntos en la resolución de problemas que afectan a la disponibilidad de la maquinaria?			
8	¿El personal del área de gestión de mantenimiento posee las habilidades necesarias para realizar sus trabajos?			
9	¿El personal del departamento de máquinas (oficiales y engrasadores) en general han recibido la capacitación adecuada para cumplir con los trabajos encomendados?			

10	¿El área de mantenimiento involucra al departamento de máquinas en definir sus objetivos y metas a cumplir?			
11	¿Los oficiales y engrasadores siguen las políticas y los procedimientos de seguridad?			
12	¿El área de gestión del mantenimiento sigue y revisa los lineamientos de la gestión interna del mantenimiento con el personal del departamento de máquinas?			
Puntuación total por criterio				
Puntuación total				

Categoría: Gestión de la información				
Criterios: **1 = por debajo del promedio** **2 = promedio** **3 = por arriba del promedio**				
N°	**Factores a evaluar**	**1**	**2**	**3**
13	¿Se utiliza un sistema computarizado de gestión del mantenimiento (SCGM)?			
14	¿Cada pieza del generador auxiliar se encuentra registrada y codificada dentro de un sistema de información?			
15	¿El área de gestión del mantenimiento mantiene actualizado el SCGM?			
16	¿Ha sido el personal debidamente entrenado para el uso del SCGM?			
17	¿El área de gestión de mantenimiento mantiene registros precisos de fallas de sus sistemas?			
18	¿Están los inventarios de repuestos dentro del SCGM?			
19	¿Se toman decisiones a partir de los reportes generados por el SCGM?			
20	¿El área de gestión de mantenimiento estima y hace seguimiento a los costos de mantenimiento?			
21	¿El área de gestión de mantenimiento evalúa los tiempos operativos y fuera de servicio de los equipos?			
22	¿El área de gestión de mantenimiento se compara contra otras organizaciones para medir su desempeño (bechmarking)?			
23	¿El tiempo de realización de actividades de mantenimiento es registrado y evaluado?			
24	¿El área de gestión del mantenimiento utiliza algún tipo de medida de comparación (costos de mantenimiento/costos de producción)?			
Puntuación total por criterio				
Puntuación total				

Categoría: Mantenimiento preventivo y equipamiento tecnológico (mantenimiento predictivo)				
Criterios: **1 = por debajo del promedio** **2 = promedio** **3 = por arriba del promedio**				
N°	**Factores a evaluar**	**1**	**2**	**3**
25	¿El área de gestión del mantenimiento utiliza órdenes de trabajo para las actividades del Mantenimiento Preventivo (MP)?			
26	¿Se revisan periódicamente los planes y programas de MP, así como las necesidades de capacitación del personal que la ejecuta?			
27	¿El área de gestión del mantenimiento tiene personal dedicado exclusivamente a la mejora continua de los planes y programas de mantenimiento?			
28	¿El personal del departamento de máquinas ayudan en las actividades de mantenimiento conductivo (limpieza, lubricación, ajustes e inspección visual)?			
29	¿El área de gestión del mantenimiento promueve la utilización de técnicas de mantenimiento predictivo (vibración, análisis de aceite, ultrasonido, etc.)?			
30	¿El área de gestión del mantenimiento hace seguimiento a los costos de mantenimiento preventivo y predictivo?			
31	¿El personal del departamento de máquinas tienen acceso a los equipos en las fechas estimadas de MP?			
32	¿El personal del departamento de máquinas tiene la cultura de analizar y evitar las fallas repetitivas?			
33	¿Se incluye al personal del departamento de máquinas en el proceso de evaluación de la maquinaria?			
34	¿Se capacita de forma adecuada al personal del departamento de máquinas para las tareas de mantenimiento?			
35	¿Se capacita de forma adecuada al personal del departamento de máquinas cuando se implanta nuevos equipos a bordo del buque?			
36	¿El área de gestión del mantenimiento hace seguimiento y evalúa los costos de operación y mantenimiento, a lo largo del ciclo de vida de sus activos?			
Puntuación total por criterio				
Puntuación total				

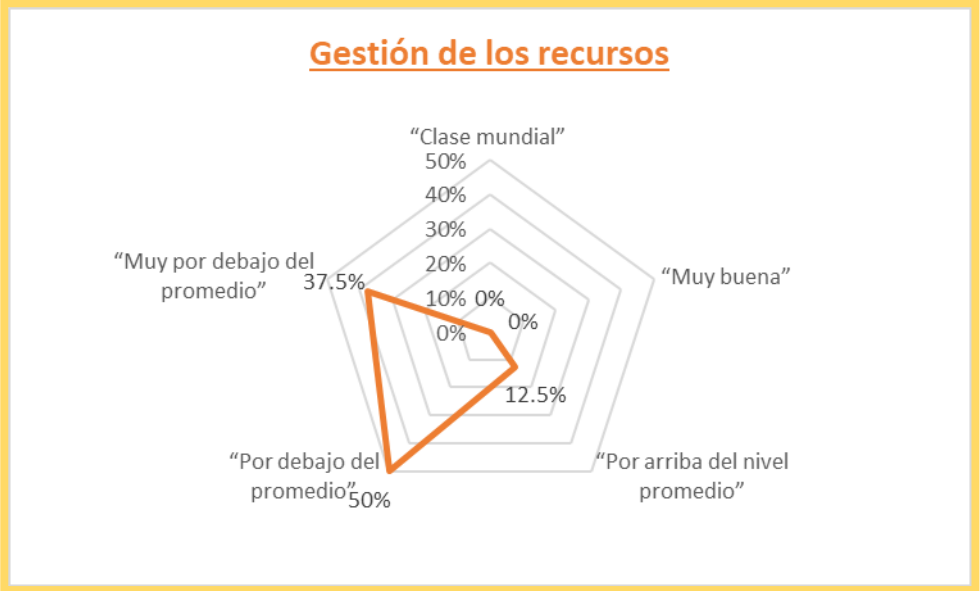
Categoría: Planificación y ejecución				
Criterios: **1 = por debajo del promedio** **2 = promedio** **3 = por arriba del promedio**				
N°	**Factores a evaluar**	**1**	**2**	**3**
37	¿Son priorizadas las actividades de mantenimiento correctivo/preventivo?			
38	¿El área de gestión de mantenimiento utiliza órdenes de trabajo para las actividades correctivas?			
39	¿Se le hace seguimiento a la ejecución de las actividades de mantenimiento correctivo/preventivo?			
40	¿El área de gestión de mantenimiento controla el sobre tiempo (tiempo adicional al planificado)?			
41	¿El área de gestión de mantenimiento registra la información obtenida por la ejecución de la actividad de mantenimiento (correctiva/preventiva)?			
42	¿Se asigna las tareas de mantenimiento al personal del departamento de máquinas según sus conocimientos y habilidades?			
43	¿Son las actividades correctivas bien planificadas antes de comenzar a ejecutar el mantenimiento?			
44	¿El área de gestión de mantenimiento dispone de personal especializado para planificar el alcance de mantenimiento cero horas (overhaul) y correctivo?			
45	¿El área de gestión de mantenimiento dispone de talleres calificados para realizar labores de mantenimiento?			
46	¿El personal especializado en mantenimiento suele preparar un plan de trabajo, antes de iniciar labores?			
47	¿El personal encargado de las actividades de mantenimiento tienen en cuenta el impacto (seguridad, ambiente y servicio) que tiene el sistema en el cual se va ejecutar el mantenimiento?			
48	¿Se planifican por adelantado paradas y reparaciones importantes?			
Puntuación total por criterio				
Puntuación total				

Categoría: Soporte al mantenimiento, calidad y motivación				
Criterios: **1 = por debajo del promedio** **2 = promedio** **3 = por arriba del promedio**				
N°	**Factores a evaluar**	**1**	**2**	**3**
49	¿Están disponibles los repuestos y materiales a la hora de ejecutar actividades de mantenimiento?			
50	¿Está el pañol de repuestos bien organizado y sus tiempos de respuesta son eficientes?			
51	¿Se tiene un buen control sobre la salida y entrada de repuestos al pañol de repuestos?			
52	¿Se tiene un proceso de cuantificación de stock de repuestos que incluya el criterio del impacto de no tener el repuesto en el pañol?			
53	¿Se tienen identificados los tiempos de reposición y los costos de los repuestos?			
54	¿Están las metas y objetivos del mantenimiento anual compartidos con el mantenimiento del personal del departamento de máquinas?			
55	¿Están involucrados el personal del departamento de máquinas en el establecimiento y cumplimiento de las metas y objetivos de la gestión del mantenimiento en la compañía?			
56	¿Es la calidad en el área de gestión de mantenimiento un objetivo importante?			
57	¿Tiene el área de mantenimiento un interés real en satisfacer las diferentes necesidades del personal del departamento de máquinas?			
58	¿Se reconoce y recompensa el buen desempeño del personal del departamento de máquinas respecto a las tareas de mantenimiento?			
59	¿El buen desempeño laboral conduce a la seguridad laboral en esta organización?			
60	¿Es probable que una mala operación en las actividades de mantenimiento sea un elemento catalizador para posibles accidentes o incidentes de seguridad?			
Puntuación total por criterio				
Puntuación total				

RESULTADOS DE ENCUESTA DE EFICACIA DEL MANTENIMIENTO (MES – Maintenance Effectiveness Survey)

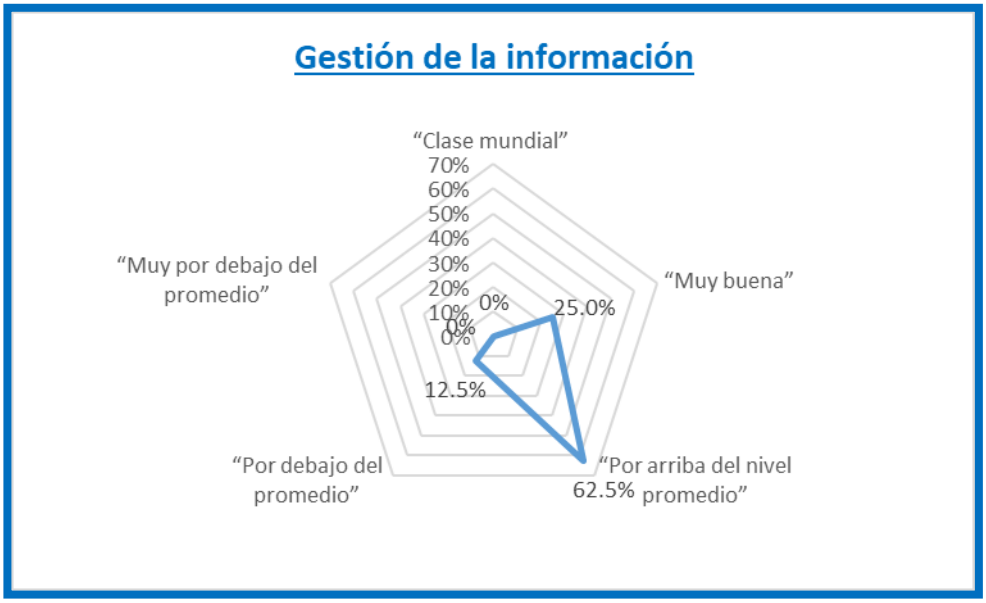
Categoría: Gestión de los recursos

Rangos	Niveles	N	%
32-36	"Clase mundial" / nivel de excelencia en mantenimiento	0	0.0
27-31	"Muy buena" / nivel de buenas prácticas en mantenimiento	0	0.0
22-26	"Por arriba del nivel promedio" / nivel aceptable en mantenimiento	1	12.5
17-21	"Por debajo del promedio" / nivel no muy bueno del mantenimiento con oportunidades para mejorar	4	50.0
12-16	"Muy por debajo del promedio" / nivel muy malo de mantenimiento con muchas oportunidades para mejorar	3	37.5
Total		8	100.0



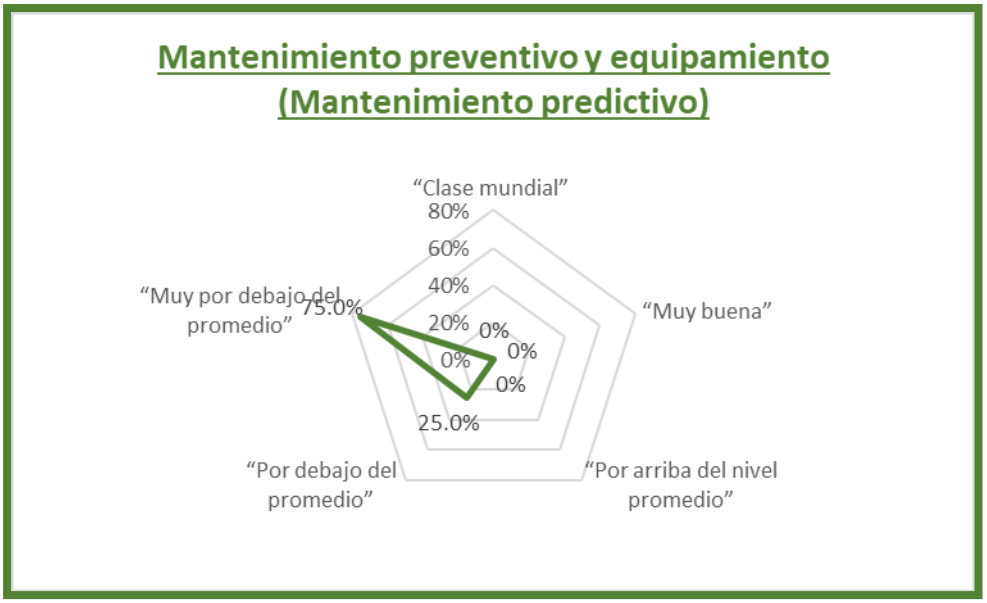
Categoría: Gestión de la información

Rangos	Niveles	N	%
32-36	“Clase mundial” / nivel de excelencia en mantenimiento	0	0.0
27-31	“Muy buena” / nivel de buenas prácticas en mantenimiento	2	25.0
22-26	“Por arriba del nivel promedio” / nivel aceptable en mantenimiento	5	62.5
17-21	“Por debajo del promedio” / nivel no muy bueno del mantenimiento con oportunidades para mejorar	1	12.5
12-16	“Muy por debajo del promedio” / nivel muy malo de mantenimiento con muchas oportunidades para mejorar	0	0.0
Total		8	100.0



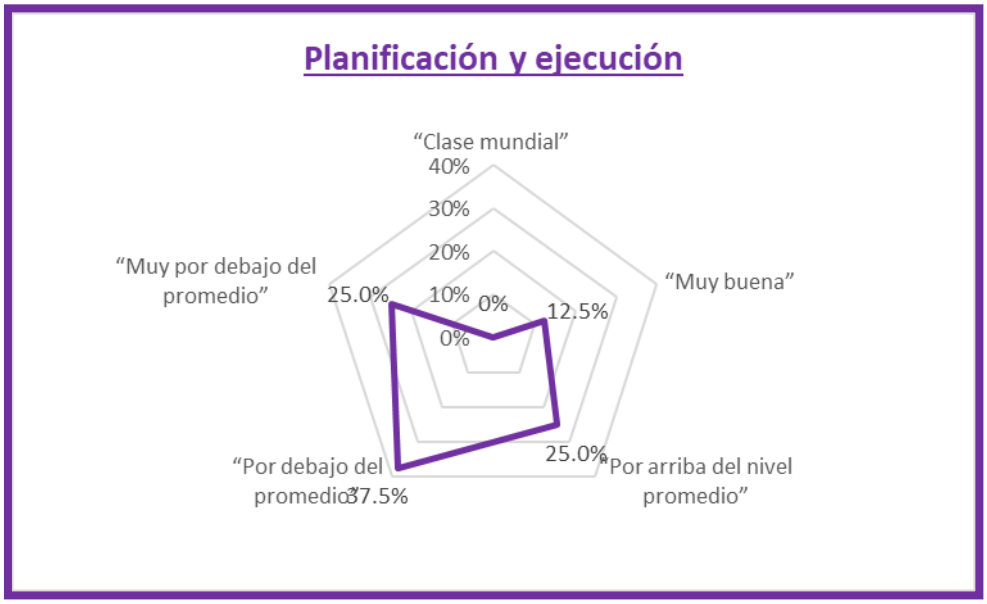
Categoría: Mantenimiento preventivo y equipamiento tecnológico (Mantenimiento predictivo)

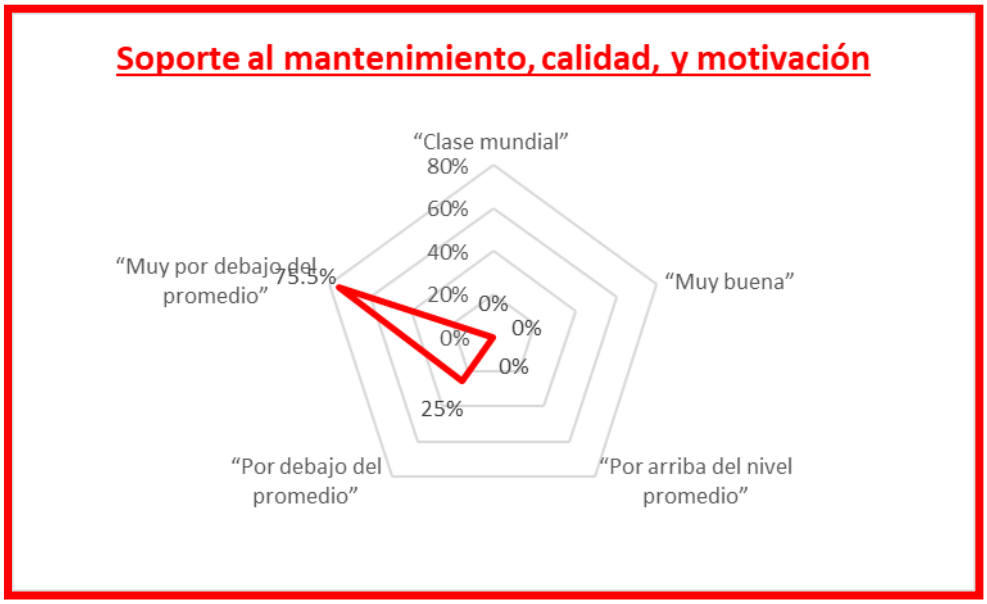
Rangos	Niveles	N	%
32-36	“Clase mundial” / nivel de excelencia en mantenimiento	0	0.0
27-31	“Muy buena” / nivel de buenas prácticas en mantenimiento	0	0.0
22-26	“Por arriba del nivel promedio” / nivel aceptable en mantenimiento	0	0.0
17-21	“Por debajo del promedio” / nivel no muy bueno del mantenimiento con oportunidades para mejorar	2	25.0
12-16	“Muy por debajo del promedio” / nivel muy malo de mantenimiento con muchas oportunidades para mejorar	6	75.0
Total		8	100.0



Categoría: Planificación y ejecución

Rangos	Niveles	N	%
32-36	“Clase mundial” / nivel de excelencia en mantenimiento	0	0.0
27-31	“Muy buena” / nivel de buenas prácticas en mantenimiento	1	12.5
22-26	“Por arriba del nivel promedio” / nivel aceptable en mantenimiento	2	25.0
17-21	“Por debajo del promedio” / nivel no muy bueno del mantenimiento con oportunidades para mejorar	3	37.5
12-16	“Muy por debajo del promedio” / nivel muy malo de mantenimiento con muchas oportunidades para mejorar	2	25.0
Total		8	100.0



Categoría: Soporte al mantenimiento, calidad, y motivación

Rangos	Niveles	N	%
32-36	“Clase mundial” / nivel de excelencia en mantenimiento	0	0.0
27-31	“Muy buena” / nivel de buenas prácticas en mantenimiento	0	0.0
22-26	“Por arriba del nivel promedio” / nivel aceptable en mantenimiento	0	0.0
17-21	“Por debajo del promedio” / nivel no muy bueno del mantenimiento con oportunidades para mejorar	2	25.0
12-16	“Muy por debajo del promedio” / nivel muy malo de mantenimiento con muchas oportunidades para mejorar	6	75.0
Total		8	100.0